

René Bouillot • Gérard Galès

# Cours de vidéo

Matériels

Tournage et prise de vues

Post-production



DUNOD

# Cours de vidéo

René Bouillot • Gérard Galès

# Cours de vidéo

Matériels

Tournage et prise de vues

Post-production



DUNOD

# Cours de vidéo

## Consultez nos parutions sur dunod.com



Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée. Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



Illustrations intérieures : Alain et Ursula Bouteville-Sanders & Rachid Marai

Couverture : Rachid Marai

Nous tenons à remercier la société SONY pour la photo de couverture (comescope SONY HDR FX7)

© Dunod, Paris, 2008

ISBN 978-2-10-053564-4

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

# Sommaire

Avant-propos .....	XV
Remerciements .....	XVII

## Partie 1 Le tournage

### 1 Généralités sur la prise de vues

1.1 Les trois volets de la réalisation vidéo .....	3
1.2 Opérer seul ou réalisation en équipe .....	3
1.3 Principaux réglages du camescope .....	4
1.4 Images parfaites : les bases techniques .....	9
1.5 Reflets parasites et ambiance lumineuse colorée .....	10

### 2 Langage et syntaxe de la création vidéo

2.1 1985-1995 : dix ans de galère pour le vidéaste créatif .....	11
2.2 La vidéo à l'âge du numérique .....	11
2.3 Les principes de l'art vidéographique .....	12
2.4 Plans et séquences .....	13
2.5 Différents types de cadrage .....	13
2.6 Esthétique de l'image .....	14
2.7 Assurer la continuité par les raccords .....	21

### 3 Stabilité de l'image et mouvements de caméra

3.1 La règle de l'immobilité relative du cadre et du sujet mobile .....	25
3.2 De la nécessité d'obtenir des images stables .....	25
3.3 Différents types de mouvements .....	28
3.4 Conseils valables pour tous les mouvements .....	28
3.5 Travelling optique ou zooming .....	30
3.6 Panoramiques .....	31
3.7 Travellings .....	32
3.8 Diverses manières d'exécuter un travelling .....	32
3.9 Mouvement et mise au point (MaP) .....	33
3.10 Mouvement et exposition .....	34

<b>4</b>	<b>Lumière et éclairage</b>	
4.1	Lumière et matière .....	35
4.2	Ombre et lumière .....	35
4.3	Orientations de la lumière par rapport au sujet et au point de vue .....	36
4.4	Lumière dirigée et lumière diffuse .....	38
4.5	Éclairage naturel, disponible et artificiel .....	38
4.6	Éclairage classique en intérieur et en studio .....	39
4.7	Comment apporter de la variété dans les éclairages ? .....	43
4.8	Éclairage mixte .....	43
4.9	Équilibrer la <i>Tc</i> des sources .....	43
4.10	Suggestions et conseils pour l'éclairage .....	46
<b>5</b>	<b>Prise de son directe</b>	
5.1	Généralités .....	49
5.2	Microphone incorporé .....	50
5.3	Emploi d'un micro externe .....	50
5.4	Contrôle d'enregistrement .....	53
5.5	Espace et environnement sonore .....	53
5.6	Enregistrement indépendant du son .....	55
<b>6</b>	<b>Écrire un film</b>	
6.1	Notions générales .....	57
6.2	Écriture du scénario .....	57
6.3	Découpage technique .....	58
6.4	Story-board .....	59
6.5	Aspects pratiques .....	60
6.6	Un plan de réalisation en cinq volets .....	60
6.7	Écriture d'un commentaire .....	62
<b>7</b>	<b>Thèmes vidéographiques : le genre reportage</b>	
7.1	Notions générales .....	65
7.2	Le genre reportage .....	66
7.3	Le monde de l'enfance .....	66
7.4	Fêtes familiales et entre amis .....	67
7.5	Mariage et autres cérémonies formelles .....	68
7.6	Voyages et vacances .....	71
7.7	Reportage sportif et étude du mouvement .....	74
7.8	Journalisme électronique .....	75

## 8 Thèmes vidéographiques : films à découpage et mise en scène

8.1	Équipe de tournage vidéo .....	77
8.2	Films à scénario et mise en scène .....	78
8.3	Interview et commentaire en direct .....	78
8.4	Film de formation ou de démonstration .....	81
8.5	Vidéo-portrait .....	82
8.6	Clip vidéo .....	82
8.7	Filmer pour convaincre .....	85
8.8	Constitution d'archives vidéo .....	86
8.9	Réalisation de vidéos Web .....	88

## 9 Montage

9.1	Philosophie et esthétique du montage .....	91
9.2	Équipe de montage .....	93
9.3	Des méthodes pour mieux monter .....	96
9.4	Différents types de raccords .....	99
9.5	Maîtriser les fonctions logicielles de base .....	101
9.6	Des fonctions logicielles très évoluées .....	107

## 10 Esthétique de la bande sonore dans le montage

10.1	Créer un climat .....	111
10.2	Préparer un plan de montage audio .....	112
10.3	Faire appel à une sonothèque .....	113
10.4	Intégrer des interviews .....	113
10.5	Commenter en direct sur le montage .....	114
10.6	Illustration musicale : droits et devoirs .....	115
10.7	Réalisation de clips vidéo .....	117
10.8	L'importance du mélange sonore final .....	118

## 11 Esthétique et authoring DVD et BD

11.1	Menu DVD interactif : le portail d'entrée .....	120
11.2	Création des liens : le chapitrage .....	121
11.3	Touches (dites « boutons ») et fenêtres .....	121
11.4	Choix des fonds d'écran (fixes ou animés) .....	121
11.5	Choix des caractères et des styles de titres .....	122
11.6	Jaquette (boîtier) et étiquette (disque) .....	122

## Partie 2 Équipements de prise de vues

### 12 Principes de l'enregistrement de l'image et des sons

12.1 Généralités .....	127
12.2 Caractéristiques techniques des systèmes vidéo .....	127
12.3 Ratio d'image et nombre de lignes (définition verticale) .....	129
12.4 Nature du signal vidéo .....	130
12.5 Nature du signal audio .....	131
12.6 Les supports d'enregistrement .....	132
12.7 Spécifications des différents systèmes grand public .....	134

### 13 Présentation du camescope

13.1 L'origine du camescope .....	139
13.2 Principaux organes d'un camescope .....	139
13.3 Section caméra .....	142
13.4 L'objectif .....	150
13.5 Capteur, focale et angle de champ .....	151
13.6 Aspect de l'image en fonction de la focale .....	153
13.7 Mise au point .....	154
13.8 Profondeur de champ .....	154
13.9 Sensibilité maximale d'un camescope en faible lumière .....	156
13.10 Capture du son .....	156

### 14 Les fonctions du camescope

14.1 Généralités .....	159
14.2 Choisir son camescope .....	160
14.3 Fonctions caméra de base .....	161
14.4 Zoom numérique .....	168
14.5 Stabilisateur d'image .....	169
14.6 Effets spéciaux et transitions .....	169
14.7 Intervallomètre et animation .....	171
14.8 Vidéo et photographie .....	171
14.9 Commandes et menus de réglage d'un camescope .....	173
14.10 Télécommande infrarouge et liaisons radio sans fil .....	173

## 15 Accessoires du caméscope

15.1 Alimentation du caméscope .....	175
15.2 Modificateurs de focale pour le zoom .....	179
15.3 Filtres .....	179
15.4 Torche vidéo .....	180
15.5 Flash électronique .....	180
15.6 Supports .....	181
15.7 Support stabilisateur inertiel : la fluidité des mouvements .....	182
15.8 Mini-caméras embarquées .....	183
15.9 Enregistreurs vidéo et émetteurs/récepteurs HF .....	185
15.10 Vidéo subaquatique .....	186

## 16 La prise de son

16.1 Microphone externe .....	189
16.2 Intensité des sons .....	189
16.3 Trois familles de micros .....	190
16.4 Alimentation du micro externe .....	191
16.5 Sensibilité d'un microphone .....	191
16.6 Impédance .....	192
16.7 Branchement microphone asymétrique ou symétrique .....	192
16.8 Bande passante et réponse en fréquence .....	193
16.9 Enregistrement en stéréophonie .....	193
16.10 Le son multicanal .....	196
16.11 Micro HF .....	197
16.12 Le choix du microphone .....	198

## 17 Équipements d'éclairage

17.1 Généralités .....	199
17.2 Caractéristiques d'un système d'éclairage .....	199
17.3 La température de couleur ( $T_c$ ) et sa mesure .....	199
17.4 Lampes à incandescence classiques (T) .....	200
17.5 Lampes tungstène-halogène (TH) .....	201
17.6 Lampes à décharge de type HMI .....	202
17.7 Tubes fluorescents .....	203
17.8 Diodes électroluminescentes (Led) .....	204
17.9 Matériels d'éclairage pour la prise de vues .....	205
17.10 Installation des luminaires .....	207
17.11 Gradateurs et consoles d'éclairage .....	209
17.12 Alimentation électrique des équipements d'éclairage .....	212
17.13 Torche vidéo alimentée par batterie .....	213

## Partie 3 Le montage et la post-production

### 18 Le montage de bande à bande, dit « linéaire »

18.1 Le lecteur .....	217
18.2 L'enregistreur .....	218
18.3 Les liaisons audio/vidéo .....	218
18.4 Le pupitre de télécommande .....	218
18.5 Les principales fonctions du système de montage .....	218
18.6 Équipements périphériques .....	220

### 19 L'informatique au service du montage

19.1 Le montage en mode non linéaire .....	221
19.2 Choix d'un système de montage .....	223
19.3 La gestion du stockage vidéo sur l'ordinateur .....	226
19.4 Choix d'un écran moniteur informatique .....	228
19.5 Bien gérer son espace de montage .....	233

### 20 Les bases du montage image

20.1 Lancer l'application dans de bonnes conditions .....	253
20.2 La topographie générale des interfaces .....	254

### 21 Les étapes du montage

21.1 La capture des rushes dans l'ordinateur .....	265
21.2 L'étape créative du montage : l'édition .....	270
21.3 L'étape finale du montage : l'exportation .....	290

### 22 Les bases du montage audio

22.1 La capture de l'audio seul .....	291
22.2 La gestion des pistes audio .....	294
22.3 La technique du <i>split</i> audio .....	296
22.4 Régler le niveau du volume et/ou du panoramique (audio stéréo, ou multicanal 5.1) ...	297
22.5 Exploiter les données d'une forme d'onde .....	299
22.6 Création de fondus et de fondus enchaînés .....	300
22.7 Filtrer l'audio .....	301
22.8 Enregistrer un commentaire en voix <i>off</i> au stade du montage .....	303
22.9 Exploiter un générateur de musique .....	304
22.10 Réalisation du mélange définitif avec un mélangeur virtuel .....	305
22.11 Le routage audio à l'exportation .....	307
22.12 Quelques outils audio plus spécialisés .....	307

<b>23 Les principaux logiciels de montage et modules annexes</b>	
23.1 Les programmes de montage les plus simples .....	311
23.2 Programmes grand public évolués .....	313
23.3 Les logiciels professionnels élaborés .....	317
23.4 Les modules d'extension d'effets et de fonctions complémentaires .....	321
<b>24 Les logiciels de création de menus interactifs DVD et BD (authoring)</b>	
24.1 Logiciels d'authoring grand public .....	323
24.2 Logiciels d'authoring évolués et de classe professionnelle .....	325
24.3 Logiciel annexe pour la création de sous-titres .....	327
<b>25 Master vidéo et diffusion du vidéofilm terminé</b>	
25.1 Mastérisation matérielle .....	329
25.2 La diffusion directe en ligne .....	334
<b>26 Montage en ligne et banques d'images</b>	
26.1 Le montage en ligne sur Internet .....	339
26.2 Achat de séquences vidéo sur Internet .....	341

## **Partie 4 Complément technique**

<b>27 Télévision et vidéo</b>	
27.1 Petit rappel .....	347
27.2 Les suppressions lignes et trame .....	347
27.3 Valeurs caractéristiques .....	348
27.4 Le signal vidéo .....	349
27.5 Télévision et vidéo en couleur .....	350
27.6 Luminance et chrominance .....	350
27.7 Signaux de différence couleur .....	350
27.8 Systèmes de codage couleur TV .....	351
27.9 Fréquentiel, terrestre et spatial .....	352
27.10 La télévision analogique .....	353
27.11 Télédiffusion en numérique .....	354
27.12 Transport et diffusion du signal numérique .....	356

**28 À la recherche des formats perdus**

28.1 Vidéo analogique et enregistrement sur bande magnétique .....	359
28.2 Formats de vidéo analogique : familles VHS et 8 mm .....	364
28.3 Formats analogiques « professionnels » .....	369

**29 Les principes de la vidéo numérique**

29.1 Analogique et numérique .....	371
29.2 Compter par dix ou par deux .....	371
29.3 Bits, octets et leurs multiples .....	373
29.4 Le signal analogique .....	374
29.5 Les deux étapes de la numérisation .....	375
29.6 Différences entre la vidéo numérique et la vidéo analogique .....	377
29.7 Que signifient 4:2:2, 4:1:1, 4:2:0, 4:4:4 ? .....	377
29.8 Débit numérique d'un signal vidéo numérique non compressé .....	378
29.9 La compression .....	379
29.10 Les effets de la compression .....	380
29.11 Nature et réduction des redondances de l'image vidéo .....	380
29.12 Codage entropique .....	382
29.13 L'analyse harmonique du signal : le passage du domaine temporel au domaine fréquentiel .....	383
29.14 Codage DCT .....	384
29.15 Codage à longueur variable (VLC) .....	385
29.16 La correction des erreurs .....	385
29.17 Compression JPEG .....	386
29.18 Compression M-JPEG .....	388
29.19 Compression DV ( <i>Digital Video</i> ) .....	389
29.20 Compression MPEG .....	390
29.21 Le MPEG-4 « interactif multimédia » .....	394

**30 Les formats de vidéo numérique**

30.1 Le format DV et ses avantages .....	397
30.2 DV : rappel des spécifications .....	398
30.3 Technique d'enregistrement DV .....	398
30.4 Données enregistrées sur chaque piste .....	399
30.5 La cassette DV à puce mémoire .....	399
30.6 L'interface de liaison numérique .....	399
30.7 Formats « professionnels » issus du DV .....	400

30.8 Le format Sony Digital 8 .....	401
30.9 Le format MicroMV .....	402
30.10 Enregistrement sur disques optiques .....	404
30.11 Caméscopes utilisant les autres supports d'enregistrement .....	406
30.12 Les formats numériques professionnels .....	406
<b>31 Supports d'enregistrement</b>	
31.1 Bande magnétique et cassette vidéo .....	411
31.2 Le disque dur .....	416
31.3 Carte mémoire flash (CM) et mémoire état solide (SSD) .....	418
31.4 Disques optiques (DO) : CD, DVD & BD .....	421
<b>32 Connectique et branchements</b>	
32.1 Connectique analogique .....	425
32.2 Connectique numérique .....	429
32.3 Qu'en est-il des liaisons sans fil ? .....	432
<b>Annexe ♦ La formation</b> .....	435
<b>Index</b> .....	437



# Avant-propos

Fille du cinéma et de la télévision, la vidéographie est avant tout un puissant moyen d'expression artistique et de communication. Mais parce qu'elle est fondée sur les technologies optiques, électroniques et informatiques les plus récentes, certains vidéastes avertis, les professeurs ou étudiants ont naturellement tendance à s'intéresser en priorité aux outils et aux méthodes (le camescope, le système de montage, etc.), en négligeant parfois les aspects artistiques et le fond du « message » à communiquer.

Afin que le lecteur puisse aborder directement tel sujet ou domaine d'intérêt personnel, les auteurs ont pensé préférable de traiter séparément les aspects esthétiques et les notions techniques ou pratiques de la vidéo. Si l'on s'intéresse, par exemple, à l'éclairage, il faut d'abord comprendre comment celui-ci a la capacité de conférer un certain climat psychologique à la scène, avant de savoir s'il vaut mieux utiliser tel type de projecteur ou d'accessoire pour y parvenir.

L'évolution explosive des technologies est à la source de plusieurs révolutions fondamentales dont chacun d'entre nous peut bénéficier :

- Dans le domaine de l'art cinématographique, même si certains réalisateurs continuent à préférer la caméra à film (ce que personne n'a le droit de critiquer : en art, il n'y a que le résultat qui compte), il n'empêche que de plus en plus de « grands films », toutes les séries de télévision, etc., sont maintenant tournés avec des caméras électroniques, lesquelles présentent une foule d'avantages décisifs sur l'argentique : image de très haute définition, disponibilité immédiate des « rushes », montage virtuel, intégration des effets spéciaux, édition de l'œuvre en DVD ou en BD. De même, toutes les salles d'exploitation seront bientôt équipées en numérique.
- Un pur amateur – s'il en a bien sûr le talent – peut maintenant disposer des moyens techniques lui permettant de réaliser des films de qualité professionnelle. Cette grande novation a été rendue possible par l'avènement tout récent de la vidéo et de la télévision haute définition.
- L'immense popularité d'Internet, ainsi que la mise en œuvre de nouveaux supports de stockage en masse des données (disques DVD/BD, cartes mémoire, disques durs), ont profondément modifié les conditions de diffusion des programmes. Il n'est plus nécessaire de chercher des sponsors, ni de passer par les éditeurs ou les agences spécialisées pour faire connaître ses œuvres audiovisuelles à un public éventuellement « planétaire ». Notre époque est aussi celle de « la vidéo sans frontière ».

Qu'il soit débutant ou confirmé, tout vidéaste a sa personnalité, ses domaines d'intérêt, un certain niveau de connaissances et ses préférences artistiques, dont nous ne pouvons (ni ne devons) pas préjuger. Afin que chacune ou chacun puisse y trouver ce qu'il y cherche, les auteurs se sont efforcés de « tout mettre » dans ce livre. Il en résulte inévitablement que ce gros ouvrage traite de sujets qui ne vous intéressent pas dans l'immédiat : quoi de plus naturel ?

Voilà pourquoi, ami lecteur, vous ne devez pas hésiter à « sauter » les paragraphes, voire les chapitres, qui ne semblent pas répondre à vos besoins ou qui vous paraissent pour l'instant « trop pointus ». Lorsque vous en aurez le loisir, jetez-y quand même un œil : peut-être changerez-vous d'avis ?

René Bouillot & Gérard Galès



# Remerciements

Les remerciements de **Gérard Galès** :

- À ma famille, en particulier mes enfants *Johan* et *Léa-Enora* qui ont su faire preuve de « zen attitude » et de bonne humeur durant la gestation de cet ouvrage.
- À l'équipe de rédaction du magazine *Caméra Vidéo & Multimédia*, notamment : *Béatrice Vermorel*, *Bernard Rougeot*, *Nadia Ladjeroud*, *Philippe Masson*, *Sébastien François*, *Thierry Concord*, *Thierry Philippon* et particulièrement à sa rédactrice en chef *Danielle Molson*.
- À toutes les personnes qui ont participé à la réalisation des illustrations photographiques : *Christian Serval* dit « Kiki », *Clémentine Galès*, *Florent Galès*, *Johan Galès*, *Léa-Enora Galès*, *Michel Étienne*, *AVRCom*, *Patricia Moisan*, *Thierry Philippon*, ainsi que *Patrick Vautrin* et toute sa famille.
- Aux développeurs de programmes informatiques cités et « décortiqués » dans les chapitres consacrés au montage : *Adobe*, *Apple*, « *Audacity* », *SourceForge*, *Avid Pinnacle*, *Corel Ulead*, *DailyMotion*, *Fotosearch*, *Free*, *Grass Valley Canopus*, *Hollywood FX*, *LaSonothèque*, *Magix*, *Matton Images*, *Microsoft*, *Nero*, *Open Video*, *Roxio Sonic*, *Scorefitter*, *Sony Vegas*, *Urusoft*, *YouTube*.

Ceux de **René Bouillot** :

J'abuse de mon statut de vétéran de la littérature spécialisée dans l'image fixe ou animée pour limiter ma liste de remerciements aux personnes et organismes envers qui je me sens véritablement redevable :

- Ma vive reconnaissance aux Éditions Dunod qui ont eu la patience d'attendre plusieurs années avant que je ne sois en mesure de leur livrer (grâce à la collaboration de *Gérard Galès*, co-auteur) cet ouvrage ambitieux, mais à jour des plus récentes évolutions de la vidéo du XXI<sup>e</sup> siècle. Je remercie particulièrement *Martine Lemonnier*, *Jean-Baptiste Gugès* et *Cécile Rastier*, ainsi que les talentueux graphistes *Rachid Marai* et *Alain Bouteville*.
- Pour les besoins de la rédaction de cet ouvrage, impliquant l'expérimentation de divers programmes logiciels gourmands en puissance de calcul, j'ai dû, en quelques semaines, abandonner mes ordinateurs Mac au profit de PC Windows de la plus récente génération : je n'y serais jamais parvenu sans les interventions et la précieuse collaboration de *Manuel Déséglise* et de sa société *Solupro Informatique*. Spécialiste de la télémaintenance personnalisée, il peut intervenir pour vous à la vitesse de l'éclair en se connectant à votre ordinateur à distance afin de régler vos problèmes informatiques, installer de nouveaux logiciels ou vous former par Internet. Son adresse email : [contact@solupro.fr](mailto:contact@solupro.fr) et son site web : [www.solupro.fr](http://www.solupro.fr)
- Je me joins à *Gérard* pour saluer la valeureuse équipe et les amis de *Caméra Vidéo & Multimédia* (magazine auquel j'ai beaucoup collaboré pendant ses dix premières années d'existence) ; j'ai cependant des pensées plus émues envers *Danielle Molson* et les deux *Thierry*.



# **LE TOURNAGE**



La **partie 1** de cet ouvrage expose toutes les notions relatives à la structure et à l'esthétique d'un vidéofilm (ce terme très général s'applique aux différents thèmes de réalisation qui sont étudiés en détail dans les **chapitres 7 et 8**).

Il n'est pas nécessaire d'étudier et d'assimiler ces notions « de base » à la première lecture, mais vous en tirerez le plus grand bénéfice si vous savez déterminer quels genres de problèmes vous risquez de rencontrer ou, plus exactement, comment faire pour les éviter avant même d'aborder la phase active de la création.

## Les chapitres de la partie 1

- 1 • Généralités sur la prise de vues**
- 2 • Langage et syntaxe de la création vidéo**
- 3 • Stabilité de l'image et mouvements de caméra**
- 4 • Lumière et éclairage**
- 5 • Prise de son directe**
- 6 • Écrire un film**
- 7 • Thèmes vidéographiques : le genre reportage**
- 8 • Thèmes vidéographiques : films à découpage et mise en scène**
- 9 • Montage**
- 10 • Esthétique de la bande sonore dans le montage**
- 11 • Esthétique et authoring DVD et BD**

## Généralités sur la prise de vues

Aucun doute n'est permis : la qualité technique de vos vidéogrammes dépend d'abord de la manière dont vous conduirez les prises de vues, que celles-ci soient effectuées caméra au poing dans le style du reportage ou, au contraire, selon les principes établis du film de fiction. Dans tous les cas, il y a un « scénario » (que l'on a dans la tête ou écrit sur le papier), la façon dont les plans et les séquences vont s'enchaîner pour « raconter une histoire » ; mais également, la beauté des images, la qualité de la bande sonore et surtout le talent et la personnalité du réalisateur.

### 1.1 Les trois volets de la réalisation vidéo

Grâce à ses images animées et sonores, la vidéo a la capacité d'exprimer toutes les idées, de représenter toutes les situations et de traiter tous les thèmes. Cependant, chaque « œuvre vidéographique » s'oppose tellement à une autre (par la personnalité de son auteur, par le thème traité, par le public auquel elle est destinée, par sa longueur, par son style, par les moyens techniques utilisés, etc.) que l'on peut se demander si – en dehors de leur valeur propre et en dépit de ces profondes différences – quelque caractère commun les unit. La réponse est oui, car toute réalisation vidéo achevée est un triptyque dont les volets sont :

- Une idée directrice pouvant se développer dans un récit. Quel qu'il soit, la finalité d'un vidéogramme est de « raconter une histoire » ; ce qui implique souvent, mais pas toujours, l'établissement préalable d'un plan de tournage, scénario, synopsis ou autre document écrit.
- Le recueil des images et des sons, ce que les Anglo-Saxons appellent les « matériaux ». Ces éléments sont en effet les « pierres » (comparables aux mots et aux phrases d'une œuvre littéraire) qu'il faut dégrossir et stocker avant de pouvoir bâtir l'édifice. Ce volet central de la réalisation vidéo est celui des *prises de vues* ou *tournage*. Mais n'oublions pas les

programmes qui sont constitués de matériaux d'archives.

- La création du vidéogramme définitif ou *post-production* comprend quelques étapes préparatoires, mais le *montage* en est bien sûr l'aboutissement.

Les deux points importants à souligner sont, d'une part, qu'il ne faut pas espérer séduire des spectateurs avec une histoire mal racontée, d'autre part que le montage le plus adroit ne peut suppléer les « plans manquants », ni dissimuler les erreurs flagrantes de prise de vues. Outre le talent et l'inspiration qui sont au cœur de toute création artistique, la réalisation d'un vidéofilm demande de bien connaître les aspects techniques et pratiques du média.

### 1.2 Opérer seul ou réalisation en équipe

Tout cela ne peut s'organiser ni aboutir sans la maîtrise du camescope, une bonne connaissance de ses fonctions et de ses réglages. La pratique de la vidéo demande un indéniable sens artistique, une grande polyvalence de la part du vidéaste dans des domaines extrêmement divers. Ces qualités ne sont pas toutes indispensables au réalisateur travaillant avec une équipe de spécialistes, dont chaque membre accomplit une tâche bien spécifique.

#### 1.2.1 Opérer seul

Même le plus « perfectionné » des camescopes peut fonctionner en mode « tout-auto » ; il est léger, peu encombrant et il offre une confortable autonomie de tournage sur le terrain. Avec un camescope numérique DV ou HD (haute définition) – qui sont les formats « standards » du vidéaste engagé – il est souhaitable de bénéficier d'au moins 60 minutes d'autonomie d'enregistrement et d'une batterie embarquée dans le camescope qui puisse l'alimenter plusieurs heures. Pour être sûr de pouvoir tourner en « nomade » toute

une journée, il est souvent nécessaire d'avoir batteries et supports d'enregistrement de rechange dans le fourre-tout ou le coffre de la voiture.

La vidéographie est un langage très expressif avec lequel la qualité prévaut sur la durée. Cela dépend évidemment des conditions de tournage et du thème traité, mais en moyenne, un opérateur confirmé enregistre rarement plus de 45 minutes de bon matériau par jour. Le défaut du débutant, qui a tendance à enregistrer des plans trop longs et à filmer tout ce qu'il voit, est bien vite réprimé. Avec un minimum d'expérience, vous saurez bientôt ne tourner qu'à bon escient, c'est-à-dire économiquement.

Le mot « économie » ne concerne évidemment pas le coût des prises de vues : comparé au film cinéma Super-8 d'antan, le prix d'une cassette est presque négligeable. Nous voulons parler de l'économie des moyens expressifs et de l'impact que doit avoir un vidéogramme bien réalisé sur les futurs spectateurs. Lorsque nous vous aurons convaincu qu'un programme attrayant, parce que bien construit, est formé d'une suite de plans dont très peu dépassent les dix secondes et que sa durée totale est de l'ordre de dix à quinze minutes, vous aurez fait un grand pas sur la voie de la réussite.

Il ne faut que quelques secondes pour prendre le camescope en main et le mettre en condition de tournage : c'est dire qu'il s'utilise aussi facilement qu'un appareil photo et que vous jouissez d'une grande liberté de déplacement par rapport à votre sujet. Le camescope est un merveilleux instrument d'expression personnelle et – à condition de ne pas tout filmer du même point de vue en se contentant de « zoomer » sur la zone d'intérêt – vous n'avez besoin d'aucune aide pour filmer efficacement la plupart des événements et sujets assimilables au genre « reportage » (voyages, vacances, cérémonies, fêtes familiales, etc.).

## 1.2.2 Réalisation en équipe

Néanmoins, les possibilités offertes par les équipements vidéo numériques d'aujourd'hui sont telles que vous pouvez sérieusement envisager la réalisation de vidéogrammes élaborés, de haute qualité technique et artistique, pouvant rivaliser, par exemple, avec les productions diffusées par les chaînes TV. Il peut s'agir de vidéofilms de fiction, de documentaires, de reportages événementiels, d'interviews, de vidéoclips, de programmes de formation, de films d'entreprise, etc. Atteindre ce niveau de qualité « professionnelle » demande des précautions particulières concernant la prise de son, l'éclairage, les personnages jouant volontairement ou inconsciemment un rôle d'acteur, voire une véritable « mise en scène ».

Pour ce type de réalisation, il est habituellement plus agréable et surtout plus rapide et efficace de travailler à plusieurs, l'un s'occupant uniquement de la caméra, l'autre (ou les autres) de la prise de son par micro externe et des contraintes qui y sont liées, de l'éclairage, de la direction des acteurs, du suivi du plan de tournage (rôle attribué à la « scripte »), etc.

La réalisation du vidéogramme devient alors un travail d'équipe ; comme l'est par exemple la conduite d'un voilier. Chaque membre de cette équipe doit avoir conscience de participer à part entière à l'élaboration d'une œuvre commune. Si l'un d'eux est doué pour le maniement du camescope, n'hésitez pas à lui abandonner ce rôle de cadreur, en conservant pour vous-même ceux de « directeur de la photographie » et de metteur en scène, maître du jeu des acteurs, de la continuité du récit, des raccords et des éclairages.

Il y a quelques années, alors que le montage en post-production posait – dans les formats vidéo grand public – d'énormes problèmes, on conseillait au vidéaste d'assembler directement les plans successifs à la prise de vues, selon la procédure dite du « tourné-monté ». Vous devinez les graves inconvénients de la méthode : nécessité de tourner les plans dans l'ordre chronologique, impossibilité de raccourcir un plan trop long, obligation de refaire immédiatement un plan raté et ainsi de suite. Cette époque de « galère » est définitivement révolue. La méthode rationnelle à mettre en œuvre aujourd'hui est celle qui a fait depuis toujours ses preuves au cinéma, c'est-à-dire que l'on filme les plans dans l'ordre le plus pratique, sans forcément prendre en compte leur chronologie dans le montage final (mais en se souciant des raccords d'un plan aux plans voisins), que l'on peut faire si nécessaire et possible plusieurs prises d'un même plan, filmer des plans de coupe et des inserts dont on n'aura peut-être pas besoin, etc. Nous verrons comment le code temporel (*time code*) généré par le camescope « numérote » automatiquement les prises et chaque image d'une séquence enregistrée sur la bande magnétique, ce qui est une aide précieuse pour le montage.

L'avantage majeur de la prise de vues vidéo est la possibilité, à tout instant, de visionner et de contrôler la qualité des séquences enregistrées sur l'écran ACL du camescope. Après une journée de tournage (par exemple, en voyage, le soir dans une chambre d'hôtel), vous pouvez déjà visionner tous les « rushes », repérer et noter les points d'entrée et de sortie des plans à conserver, « écrire » les effets visuels et sonores, prévoir les transitions, etc. et même, ainsi que nous le verrons, monter votre vidéogramme sur ordinateur portable, et l'expédier illico à un destinataire sur le net.

Filmer efficacement, c'est donc enregistrer tous les plans indispensables (plus ceux qui peuvent contribuer) à la continuité du récit, ce qui veut dire en prévoyant leur montage. Pour y parvenir, il faut d'abord obtenir des images techniquement correctes.

## 1.3 Principaux réglages du camescope

Puisque nous reviendrons très en détail sur ce thème dans d'autres parties de l'ouvrage, nous ne développons

ici que les points essentiels ; ceux qu'il faut connaître pour « bien filmer » tout de suite.

Quel que soit son type, un caméscope peut d'abord fonctionner en mode tout-automatique. C'est ce qui permet à l'utilisateur lambda, en pressant simplement la détente, d'obtenir presque à coup sûr des résultats « acceptables ». Cependant, la vidéo de création implique que certaines fonctions de base de l'appareil soient, lorsque nécessaire, débrayables « en manuel ». La plupart des caméscopes offrent de plus une kyrielle de fonctions auxiliaires (obturateur rapide, dispositif de fondu, zoom numérique, etc.) qui – si elles sont parfois utiles – ne sont nullement indispensables à la réussite d'un vidéogramme : nous les verrons plus tard.



Figure 1.1 Mise au point.

*La mise au point doit être assurée avec précision sur le sujet principal, ce qui permet – comme ici – de laisser l'arrière-plan dans un léger flou devant lequel la jeune fille se détache mieux. Ce sujet principal n'étant généralement pas au centre du cadrage (pour des raisons esthétiques bien sûr !) il est souvent préférable de faire une mise au point manuelle plutôt que de faire aveuglément confiance à l'autofocus ! Photo Gérard Galès.*

**1 Réglages concernant l'objectif zoom.** Un zoom assure trois fonctions :

a) *Le cadrage de la scène.* La longueur focale de l'objectif peut varier entre deux valeurs extrêmes, par exemple entre 4 et 48 mm, la plus courte correspondant à la position *grand-angle* (*Wide* ou *W*) et la plus longue à la position *téléobjectif* (« *Télé* » ou *T*). Dans l'exemple cité, on dit que le zoom à une « puissance » ou une « amplitude » de douze fois (12×), puisque  $48/4 = 12$ . En réglant le zoom sur l'une quelconque de ses focales intermédiaires, il est presque toujours possible, sans changer de place, de cadrer la scène comme désiré dans le champ du viseur : position *W* si l'on veut embrasser un champ large ou que l'on manque de recul ; position *T* si l'on a affaire à un sujet éloigné ou que l'on veut isoler un détail en gros plan. La variation de focale est toujours motorisée. On dispose d'une touche basculante *W/T* (ou de deux touches séparées ou d'un curseur rotatif) que l'on presse d'un côté ou de l'autre pour régler le cadrage en accourcissant ou

en allongeant la focale. On peut bien sûr faire varier la focale durant la prise en réalisant un travelling optique ou « zooming » avant ou arrière.

Le zooming motorisé est débrayable sur certains caméscopes. On peut alors changer de focale en agissant directement sur un petit levier, solidaire de la bague de variation de focale de l'objectif et sur laquelle un index et une échelle indiquent la focale choisie.

b) *La mise au point (MaP).* L'image n'est nette que si la distance objectif/capteur (la surface sensible) est réglée en fonction de la distance du sujet. Tous les caméscopes grand public sont équipés d'un système de *mise au point automatique*, dit *autofocus* ou *AF*. Grâce à l'autofocus, l'image se met automatiquement au point sur le motif cadré au centre du viseur. Quel que soit le degré de perfectionnement de l'AF, il y a de nombreux cas où il reste préférable de le débrayer et de régler la MaP manuellement (le dispositif de commande de la MaP manuelle varie grandement selon les modèles), de manière à ce que l'image du sujet soit nette dans le viseur électronique ou sur l'écran ACL.

c) *Fonction macro.* Avec la quasi-totalité des caméscopes grand public, la MaP AF fonctionne automatiquement de l'infini jusqu'à quelques millimètres du sujet, ce qui permet de le filmer en très gros plan sans autre réglage. Sur les modèles professionnels, la position macro requiert parfois le positionnement d'une bague ou le déplacement d'un curseur de l'objectif sur une plage marquée *MACRO*.



Figure 1.2 Fort contre-jour.

*Bien que le jeune homme soit filmé en plein contre-jour, son visage et son corps sont parfaitement détaillés. Pour obtenir une image aussi bien équilibrée, il faut éclaircir les ombres avec une source d'appoint : torche ou réflecteur passif. Photo Gérard Galès.*

**2 Réglages relatifs au niveau d'éclairage de la scène.** Un caméscope grand public est très sensible, c'est-à-dire qu'il autorise le tournage dans des conditions d'éclairage très médiocres : une dizaine de lux, souvent moins. Néanmoins, le résultat sera toujours bien meilleur, les images plus détaillées et plus nettes, les couleurs plus vives et contrastées, si vous opérez

à chaque fois que possible avec un niveau d'éclairage très supérieur à la valeur minimale complaisamment indiquée sur la notice de l'appareil. Sans anticiper sur le chapitre 4 consacré à l'éclairage, disons déjà que la *quantité de lumière* n'est pas une condition suffisante pour l'obtention de bonnes images ; encore faut-il que sa *qualité* soit adaptée à la nature de la scène et aux possibilités du caméscope.

Pour mieux comprendre ce qui va suivre, il faut savoir que le *diaphragme iris* n'est pas, sur un caméscope, le seul dispositif assurant l'exposition correcte, d'autant qu'en vidéo, la « vitesse d'obturation » reste normalement réglée sur 1/50 s. En réalité, la sensibilité globale du caméscope – plus exactement ses circuits électroniques de contrôle – s'ajuste automatiquement en fonction de l'intensité de la lumière reçue par le capteur (CCD ou CMOS).

a) *Le diaphragme*. Sur les caméscopes, le diaphragme est automatique ; cela signifie que le diamètre de son ouverture varie continuellement en fonction de la luminosité – ou *luminance* – de la scène filmée. En dépit des grands perfectionnements apportés au système d'exposition, il est préférable que le diaphragme auto puisse être débrayé (diaphragme manuel) : peu de caméscopes courants offrent cette possibilité. Nous verrons d'ailleurs que les mini-caméscopes n'ont pas de diaphragme iris.

b) *La touche de contre-jour*. Les caméscopes dont le diaphragme n'est pas débrayable sont habituellement pourvus d'une touche (ou autre commande) dite « de contre-jour » qui, lorsqu'on l'active, ouvre le diaphragme d'une à deux divisions. Elle permet – ainsi que nous le verrons mieux en fin de chapitre – d'obtenir une image plus détaillée d'un sujet se trouvant dans un environnement très lumineux : ce qui est le cas classique d'un personnage éclairé par l'arrière. Un assez grand nombre de caméscopes à diaphragme non débrayable disposent d'un système de mesure de l'exposition dit « intelligent » qui, dans une certaine mesure, corrige automatiquement les scènes éclairées en contre-jour (ou inversement, un sujet très

lumineux se détachant devant un fond sombre). Ce type d'automatisme est très efficace pour l'utilisateur « presse-bouton », mais il ne peut remplacer le réglage manuel du diaphragme dans tous les cas.

c) *Réglage du gain de sensibilité*. Comme les caméscopes vidéo professionnelles, certains caméscopes sont pourvus d'un réglage manuel permettant d'augmenter – le *gain* (la sensibilité intrinsèque du système imageur). Néanmoins, le contrôle du gain est automatique (CAG pour contrôle automatique de gain) sur tous les modèles. Mais parce qu'il n'y a pas de miracle en imagerie électronique, l'augmentation du gain consécutif au manque de lumière, se « paye » comptant par une dégradation de la qualité physique de l'image, qui est affectée de bruit.

**3 Qualité spectrale de la lumière et balance des blancs (BdB)**. Notre vision, vous le savez, s'adapte immédiatement à la qualité spectrale de l'éclairage ambiant : une feuille de papier blanc nous semble tout aussi « blanche » à la lumière solaire qu'à celle d'une bougie. Or, ces deux sources de lumière n'ont pas du tout la même *qualité spectrale* : le soleil émet à peu près la même proportion de radiations primaires bleue, verte et rouge (température de couleur ou  $T_c$  de 5 600 K environ), alors que la bougie émet essentiellement des radiations rouges ( $T_c$  2 000 K). Sans rééquilibrage de sa sensibilité pour chacune des trois lumières primaires, le caméscope produirait des images présentant diverses dominantes colorées, allant du trop bleu au trop rouge, selon la nature de la source de lumière éclairant la scène.

a) Pour assurer cet équilibre, tous les caméscopes sont dotés d'un système de *balance automatique des blancs* (BAB) : un dispositif électronique qui équilibre très rapidement les sensibilités relatives du capteur imageur selon les proportions des trois lumières primaires rouge, vert, bleu (RVB) émises par la source. Avec ce réglage « Auto », les scènes tournées sous divers éclairages (lumière du jour, projecteurs, lampes domestiques, etc.) conservent des couleurs « réalistes » d'une séquence à l'autre.



Figure 1.3 Vidéomacrographie.

La plupart des caméscopes grand public permettent – sans accessoire supplémentaire – de filmer les petits sujets à courte distance. Un immense domaine qui mérite d'être exploré ! Photos Gérard Galès.

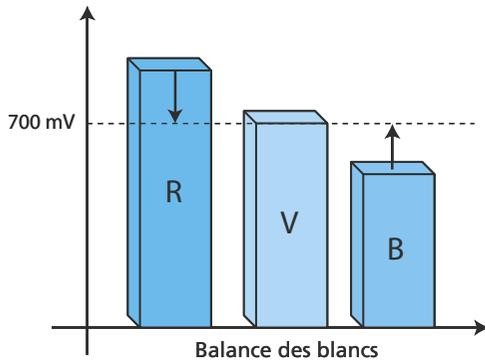


Figure 1.4 Balance des blancs (BdB).  
Voir p. 243 du cahier couleur.

Tous les caméscopes sont dotés d'un système de balance automatique des blancs (BAB), lequel équilibre très rapidement les sensibilités relatives du capteur imageur selon les proportions des trois lumières primaires rouge, vert, bleu (RVB) émises par la source. Avec ce réglage « Auto », les scènes tournées sous divers éclairages (lumière du jour, projecteurs, lampes domestiques, etc.) conservent des couleurs « réalistes » d'une séquence à l'autre. Dessin Gérard Galès.

b) Beaucoup de caméscopes offrent de plus un dispositif de réglage manuel de la balance des blancs (BMB) : on oblige ainsi le caméscope à restituer toujours le même équilibre des couleurs, sans tenir compte de la qualité spectrale de la source. L'appareil comporte au moins deux réglages « préétablis » : « lumière du jour »/ 5 600 K (symbolisé par un soleil ou la mention *outdoor*) et « tungstène »/3 200 K (une ampoule électrique ou la mention *indoor*). Quelques-uns offrent de plus des positions « tubes fluorescents »/4 500 K (un tube), « ciel couvert »/± 8 000 K (un nuage), etc., qui ne sont guère plus fiables en pratique que la BAB. Cette dernière a d'ailleurs été très améliorée avec le principe d'analyse multizone « intelligente » au niveau du capteur : c'est ainsi que la teinte du sujet principal, la carnation d'un visage par exemple, ne varie pas lorsqu'il se détache successivement devant des fonds diversement colorés.

c) La meilleure méthode de réglage de la BdB – offerte, en plus de la BAB (et de la BMB), sur les caméscopes « haut de gamme » et professionnels – est la *mémorisation du blanc de référence*. Elle consiste à cadrer dans le viseur une surface blanche recevant le même éclairage que le sujet, puis à presser une touche. Un témoin s'illumine après quelques secondes, confirmant que la BdB a été mise en mémoire par le caméscope : il ne faut plus en changer tant que le tournage se poursuit dans les mêmes conditions d'éclairage. Selon les caméscopes, cette fonction s'appelle « WB Hold », « Memo Balance », etc. : des informations à découvrir dans le mode d'emploi du caméscope concerné.

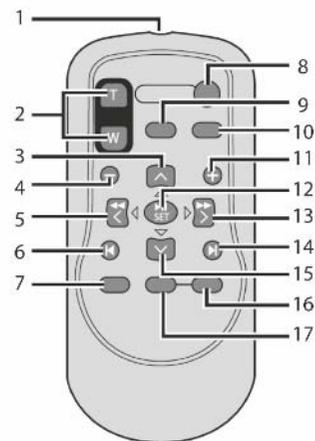
**4 Vitesse de défilement de la bande (ou niveau de « qualité vidéo »).** Selon les formats vidéo (analogiques et numériques) bien des caméscopes permettent d'enregistrer à la vitesse normale de défilement de la bande (SP, pour *Standard Play*) ou à une ou deux autres vitesses plus lentes (LP, pour *Long Play*, par exemple).

Avec les caméscopes numériques utilisant d'autres supports que la cassette, c'est la « qualité image » (*Fine, Standard, Low*, etc.) qui peut varier selon le taux de compression appliqué au signal. Opérer en mode LP avec un caméscope à cassette ou accepter une baisse de qualité de l'image prolonge évidemment la durée d'enregistrement sur le support considéré, mais les conséquences en sont irrémédiables : la perte de qualité des images n'est pas « récupérable » et elles ne sont pas correctement « montables » lors de la post-production du programme définitif!



Cet élégant modèle HD tri-CCD (1/5", 570 kP) est pourvu d'un zoom 10× (3,3-33 mm/f/1,8, équivalent à un 39,5-395 mm en 24 × 36). Il enregistre en Full HD en MPEG-2 TS 1080i sur disque dur 60 Go, lequel lui confère une confortable autonomie de 7 heures de tournage. La connectique est très complète : sortie HDMI, sortie DV, sortie USB-2, sortie vidéo composantes, sortie S-Vidéo, sortie audio/vidéo analogique et prise pour microphone externe stéréo. Dimensions : 88 × 78 × 184 mm. Poids : 747 g.

#### Télécommande



Télécommande du caméscope JVC Everio GZ-HD7. **1** Fenêtre de la diode émettrice d'infrarouge – **2** Touches de commande de zooming (W/T) – **3** Touche vers le haut (et de rotation anti-horaire) – **4** Touche vers l'arrière – **5** Touche gauche – **6** Touche début – **7** Touche liste de montage (PLAYLIST) – **8** Touche Marche/Arrêt (START/STOP) – **9** Touche photo (SNAPSHOT) – **10** Touche d'affichage des informations – **11** Touche vers l'avant – **12** Touche Lecture/Pause (PLAY/PAUSE) – **13** Touche droite – **14** Touche séquence suivante (Next) – **15** Touche vers le bas (et de rotation horaire) – **16** Touche d'indexation des séquences (INDEX) – **17** Touche date (DATE).

Figure 1.5 Caméscope JVC Everio GZ-HD7 et sa télécommande.

## Anatomie du caméscope

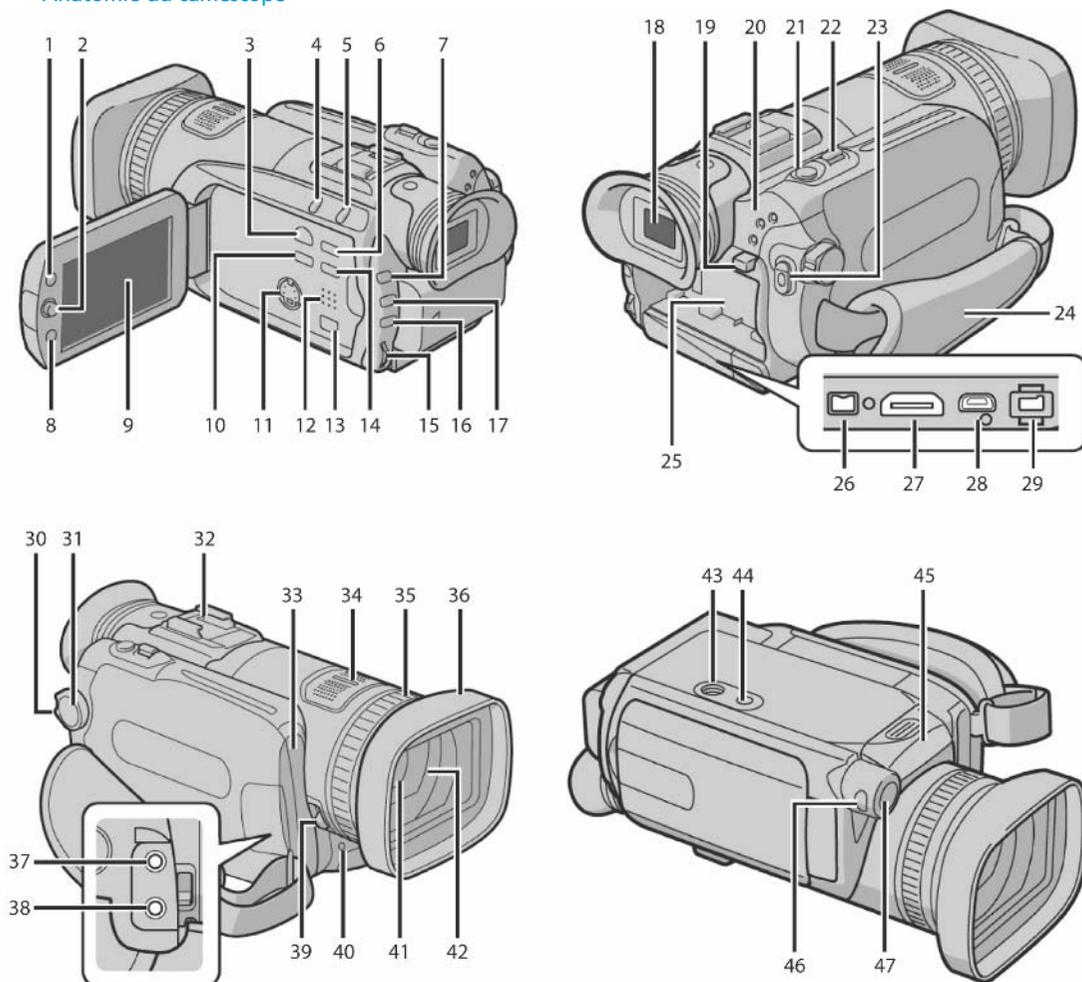


Figure 1.6 Anatomie du caméscope JVC Everio GZ-HD3.

Cet appareil est pourvu d'un capteur tri-CCD (1/5", 570 000 pixels). Il n'est pas Full HD car il enregistre en format 1 440 × 1080i sur disque dur 60 Go en codage MPEG-2 TS ; il est également pourvu d'un lecteur de carte mémoire SD/SDHC permettant l'enregistrement de photos, ainsi que de la vidéo si désiré.

**1** Touche INDEX (recherche de séquences)/Volume d'enregistrement restant/État de la batterie – **2** Pad de sélection directionnelle (gauche, droite, haut, bas) – **3** Commutateur de mode Enregistrement/Lecture (SELECT PLAY/REC) – **4** Touche de mode Auto/Manuel – **5** Touche de correction de contre-jour/Mode d'exposition spot (BACK LIGHT) – **6** Touche d'affichage des informations (INFO) – **7** Touche de réglage priorité diaphragme (A) – **8** Touche de fonction – **9** Moniteur LCD – **10** Touche de sauvegarde directe (dans le disque dur de l'ordinateur – DIRECT BACK UP) – **11** Connecteur S (signal vidéo Y/C) – **12** Haut-parleur – **13** Sortie vidéo composantes RVB – **14** Touche MENU – **15** Molette d'affichage des valeurs – **16** Touche de réglage manuel de l'exposition (BRIGHT) – **17** Touche de réglage manuel de la vitesse d'obturation – **18** Viseur – **19** Verrou de la batterie – **20** Voyant de charge de la batterie (laquelle se charge montée sur le caméscope) – **21** Déclencheur en mode prise de vue photo – **22** Touche basculante de commande de zooming – **23** Détente d'enregistrement vidéo (REC) – **24** Courroie de dragonne – **25** Porte-batterie – **26** Connecteur i.Link (IEEE-1394) – **27** Connecteur HDMI – **28** Connecteur USB – **29** Prise d'alimentation courant continu (DC) – **30** Bouton verrou – **31** Sélecteur d'alimentation (modes : Arrêt, Pause, Marche) – **32** Griffes porte-accessoires – **33** Détecteur de télécommande infrarouge – **34** Microphone stéréo – **35** Bague de mise au point manuelle – **36** Parasoleil – **37** Prise de microphone externe (MIC) – **38** Connecteur de sortie Audio/Vidéo (AV) – **39** Commande du cache-objectif – **40** Voyant d'enregistrement (Tally) – **41** Objectif zoom – **42** Cache-objectif – **43** Trou d'alignement du trépied – **44** Écrou de pied – **45** Logement de carte mémoire (SD) – **46** Touche de mise au point manuelle (FOCUS) – **47** Touche d'assistance à la mise au point (FOCUS ASSIST).

## 1.4 Images parfaites : les bases techniques

Malgré son automaticité quasi totale, le camescope laisse au vidéaste exigeant bien des possibilités d'intervention technique au niveau de l'image : quantité de lumière, choix de la partie de la scène qui doit être parfaitement exposée, répartition générale des contrastes, homogénéité du rendu des couleurs entre les divers plans d'une séquence. Examinons ces quatre points :

**1 Quantité de lumière.** Lorsque vous utilisez votre camescope à sa sensibilité maximale (parce que l'éclairage ambiant est faible), le diaphragme auto est à pleine ouverture, le gain est « poussé » au maximum admissible, de sorte que les images enregistrées sont plus ou moins entachées de défauts, tel le bruit de fond, le manque de contraste, la désaturation des couleurs, etc. N'opérez donc dans ces conditions que si vous ne pouvez pas faire autrement pour enregistrer un événement exceptionnel : sa valeur documentaire ou affective fait pardonner ces défauts techniques. Dans tous les autres cas, cherchez à augmenter la quantité de lumière disponible, soit en déplaçant le lieu de tournage vers un endroit mieux éclairé, soit en ajoutant de la lumière d'appoint. Vous serez dans d'excellentes conditions de tournage à partir de 300 lx environ, ce qui n'est pas une valeur très élevée. Sous cet éclairage, le diaphragme se trouve fermé à  $f/4$  par exemple, ce qui vous fait bénéficier d'une profondeur de champ suffisante – surtout en position grand-angle du zoom – pour que les petites imprécisions de mise au point (automatique ou manuelle) ne soient pas vraiment gênantes.

**2 Choix de la partie de la scène qui doit être parfaitement exposée.** Le réglage de l'exposition par le diaphragme « auto » s'avère parfaitement efficace pour les scènes habituelles, de contraste moyen, telles les vues en extérieur dans un environnement dégagé. L'exposition automatique est une merveilleuse fonction qui permet à « monsieur tout le monde » d'obtenir des résultats corrects avec la plupart des sujets qu'il aborde. Pour vous et pour nous – qui avons l'ambition d'être des vidéastes « engagés » – l'automatisme intégral ne peut pas toujours répondre à nos exigences. Dès que la luminance du sujet principal est notablement différente de celle de son environnement, prenez l'habitude d'opérer en *diaphragme manuel*, c'est-à-dire en réglant l'exposition (en observant l'image dans le viseur électronique) pour le sujet principal. C'est aussi bien le cas lorsque le sujet est notablement plus clair que le fond (personnage devant un arrière-plan sombre), que s'il est plus sombre ou moins éclairé que son environnement (silhouette en contre-jour devant un ciel lumineux). Deux méthodes facilitent ce réglage du diaphragme :

- En mode diaphragme auto, réglez l'exposition en effectuant un zoom avant, afin de ne cadrer dans le

viseur que la partie essentielle du sujet. L'exposition s'étant automatiquement réglée sur la valeur correcte (ce que vous pouvez constater et vérifier dans le viseur ou, à défaut, le moniteur ACL), passez en mode « diaphragme manuel » ou « exposition manuelle » : l'ouverture et le gain restent alors fixés à leur valeur immuable, quels que soient les cadres que vous adopterez par la suite dans les mêmes conditions d'éclairage.

- Conservez votre cadrage de départ, mais en commutant immédiatement en « diaphragme manuel ». Puis réglez délicatement le diaphragme, selon le cas dans le sens de l'ouverture ou de la fermeture, jusqu'à ce que la partie significative de la scène soit bien détaillée dans l'image du viseur ou de l'écran moniteur ACL.

Si vous restiez en « diaph auto » dans le cas d'un personnage en contre-jour par exemple, sa valeur changerait continuellement lorsque vous feriez un zoom avant ou arrière ou un panoramique, cela parce que les proportions relatives de zones claires et de zones sombres se modifient en même temps que le grandissement du sujet et/ou la composition de l'image. L'ouverture du diaphragme, parfois le gain, variant parfois de manière brusque et imprévisible, vous risqueriez d'avoir un « effet de pompage » désagréable et esthétiquement injustifié.

Avec un diaphragme non débrayable, évitez ce genre de situations avec lesquelles il y a une forte différence entre le sujet principal (celui qui doit être impérativement bien exposé) et son environnement. Dans le cas du sujet plus sombre que le fond, activez la commande de contre-jour pendant toute la durée du plan.

**3 Répartition générale des contrastes dans la scène.** À moins que l'on ne veuille créer un climat particulier, la caméra vidéo s'accommode mal de scènes trop contrastées. Même en exposant, comme nous l'avons vu, pour la région significative de la scène, certaines zones d'ombres risquent d'être insuffisamment détaillées (voire « bruitées »), ou bien ce sont les régions les plus lumineuses – dites *hautes lumières* – qui sont « brûlées » et ne sont plus traduites que par un halo lumineux, pouvant parfois empiéter sur les parties voisines plus sombres. Lorsque vous désirez obtenir des détails aussi bien dans l'ombre que dans la lumière, adoptez un point de vue tel que l'éclairage soit réparti de manière relativement homogène sur la scène, sans ombres trop denses, ni zones lumineuses étendues. S'il s'agit de personnages, par exemple, évitez de les placer sous la lumière dure d'un soleil de midi ou dans le faisceau d'un unique projecteur : opérez par temps légèrement couvert ou éclairez les ombres avec une source d'éclairage d'appoint ou à l'aide d'un réflecteur passif bien orienté (un mur blanc, un lé de papier, un drap, le sable d'une plage, etc.).

**4 Homogénéité du rendu des couleurs.** Un défaut caractéristique et choquant d'une séquence vidéo, c'est lorsque la « balance des couleurs » ne se retrouve pas

identique d'un plan au plan suivant : il s'agit d'un « mauvais raccord couleur ». Dans une scène de dialogue, par exemple, le même personnage apparaîtrait alternativement rougeâtre, puis bleuâtre, selon qu'il se trouve filmé en « champ » ou en « contrechamp ». Deux précautions essentielles permettent d'éviter ce grave défaut :

- Passez en BMB, en sélectionnant naturellement la position préétablie (lumière du jour ou artificielle) appropriée. De cette manière, vous ne risquez pas d'avoir un brusque changement de dominante d'un plan au plan suivant, tout au moins tant que les conditions d'éclairage restent identiques. Si votre camescope le permet, mesurez et mémorisez un blanc de référence.
- Il est toujours délicat d'opérer sous un *éclairage mixte*, c'est-à-dire composé à la fois de lumière du jour ( $T_c$  5 600 K) et de lumière artificielle ( $T_c$  comprise entre 2 800 et 3 200 K). Imaginez une scène d'intérieur où deux personnes sont en train de converser : la première, située près de la fenêtre reçoit une forte proportion de lumière 5 600 K, tandis que la deuxième, plus à l'intérieur de la pièce, est partiellement éclairée par sa lampe de bureau à 3 000 K environ. La bonne solution est de s'arranger pour illuminer l'ensemble de la scène avec une lumière de  $T_c$  sinon identique, tout au moins assez voisine, correspondant à l'un des réglages préétablis de la BMB du camescope. Dans l'exemple ci-dessus, le plus simple serait de placer un filtre « convertisseur de lumière » bleu devant la source de lumière artificielle (ce qui amène sa  $T_c$  à une valeur proche de celle du jour) : une autre solution (cf. 4.9.1) est d'appliquer un filtre saumon (85B) sur les vitres de la fenêtre (ce qui convertit la lumière solaire en 3 200 K) en opérant sur le réglage BMB « tungstène ». Faute de prendre ces précautions et quel que soit le réglage camescope adopté, vous aurez forcément l'un des personnages dont les teintes seront à peu près correctes, tandis que l'autre sera soit jaunâtre (BMB « jour »), soit bleuâtre (BMB « tungstène »). Nous reviendrons en détail sur ce thème au chapitre 4.

## 1.5 Reflets parasites et ambiance lumineuse colorée

Dans le même ordre d'idée, veillez particulièrement aux reflets colorés parasites qui ne se justifient que dans le cas où la cause de cette dominante apparaît à l'écran. Expliquons-nous : des personnages dans un environnement de verdure, par exemple, sont généralement affectés d'une dominante verdâtre – peu flatteuse pour le teint – due à la lumière solaire diffusée à travers les feuillages ou réfléchiée par l'herbe. De même, si votre sujet est tout près d'un mur jaune ou rouge, il est probable qu'il sera partiellement coloré de cette teinte. Phénomène analogue pour les sujets filmés à l'ombre « découverte » par beau temps qui se trouvent affectés d'une forte et peu agréable dominante bleue (en effet, la seule lumière qu'ils reçoivent alors est celle qui est diffusée par le ciel bleu). Dans la plupart des cas, il suffit de modifier l'angle de prise de vues ou le cadrage pour éviter ces inconvénients.

Nous avons évoqué ci-dessus la réalité et la « fidélité » des couleurs : cependant, notre environnement moderne est souvent illuminé le soir ou en intérieur de lumières vives et colorées avec lesquelles toute référence aux « couleurs naturelles » n'a plus aucune signification (projecteurs et lasers des night-clubs, éclairage de scène, enseignes lumineuses, fêtes foraines, feux d'artifice, etc.). Il se trouve que le camescope sait merveilleusement enregistrer ces féeries multicolores et vous auriez bien tort de ne pas en tirer parti ! Lorsqu'il s'agit de lumières fortement colorées et/ou monochromatiques, les réglages de BdB n'ont à vrai dire aucune influence.

Si, pour des raisons esthétiques, vous voulez conférer une dominante générale colorée à toute une scène, vous pouvez placer un filtre de la teinte désirée devant l'objectif, mais prenez bien soin d'opérer en BMB, selon la nature spectrale de l'éclairage ambiant. Faute de quoi, l'automatisme s'efforcerait de compenser la dominante volontaire, tout se passant comme s'il n'y avait aucun filtre devant l'objectif.

## Langage et syntaxe de la création vidéo

Lorsque nous sommes au théâtre, nous devons rester à notre place et nous satisfaire des déplacements limités des acteurs dans un décor qui ne change pas souvent ; les comédiens jouent face à nous sous les « feux de la rampe ». Ces contraintes ne nous empêchent pas, si la pièce est bonne et bien interprétée, de jouir d'un excellent spectacle : il y a le dialogue, la couleur, le relief, etc., et nous acceptons volontiers de rester une ou deux heures sans bouger. Si cette pièce de théâtre était filmée en continu avec un camescope de la place du spectateur, la vision du spectacle – dont rien pourtant n'a été amputé – serait absolument insupportable.

### 2.1 1985-1995 : dix ans de galère pour le vidéaste créatif

Avec le camescope, vous disposez d'un outil extraordinairement souple et discret, capable de capturer les images et les sons d'une manière plus directe et réaliste qu'avec le cinéma ou la vidéo « professionnels ». Cette grande part de créativité au moment du tournage ne se retrouve dans le vidéogramme final que s'il est possible de procéder à un véritable montage en post-production, en changeant l'ordre et la longueur des plans, en « habillant » le programme de titres, d'effets et de transitions, en le sonorisant, etc.

Avant l'avènement, à partir des années 1995, des camescopes numériques DV, puis des systèmes de montage virtuel sur ordinateur, le montage élaboré en post-production nécessitait à la fois des équipements onéreux et de sérieuses connaissances sur la manière de s'en servir. De plus, les formats vidéo analogiques grand public (VHS, S-VHS, 8 mm et Hi8) ne permettaient pas – compte tenu de la détérioration de l'image originale dès la première génération de copies – de réaliser un vidéogramme de qualité technique suffisante pour autoriser son exploitation normale par les chaînes TV, par exemple.

En dépit de ces facteurs négatifs, bien des vidéastes amateurs réalisèrent de véritables chefs-d'œuvre (à juste titre primés dans les festivals vidéo ou les concours « Clap d'Or » du magazine *Caméra Vidéo & Multimédia*) mais qui – à cause de la mauvaise résolution des images – ne furent pratiquement pas diffusés auprès du grand public. Lorsque la qualité technique ou artistique des images n'a aucune importance vis-à-vis de leur contenu (tels les documents *news* ou les « Vidéo Gags » filmés par des amateurs), il suffit de les « gonfler » en format professionnel pour les monter et les diffuser normalement.

Notons, pour en terminer avec une époque à jamais révolue que, même sans montage en post-production, certains vidéastes amateurs parmi les plus habiles et talentueux parvenaient à créer – grâce à la technique du « tourné-monté » – à la fois la variété (par les changements de plans et des angles de prise de vues) et la continuité (par l'excellence des raccords). Mais ils devaient s'astreindre à tourner les plans successifs dans la chronologie rigoureuse du récit ou de l'action et à déterminer leur durée à l'instant même de l'enregistrement.

### 2.2 La vidéo à l'âge du numérique

Avec la vidéo numérique fondée sur le format DV (*Digital Video*), tous ces problèmes disparurent. Un vidéaste amateur correctement équipé avait tout ce qu'il fallait pour créer des vidéogrammes de qualité technique digne de bien des programmes diffusés par les chaînes TV. En voici les raisons :

- Un camescope DV enregistre des images de haute résolution (autour de 500 points/par ligne) et un son stéréo de qualité CD.
- Toutes les images de chaque plan enregistré par le camescope sont automatiquement indexées grâce à un code temporel (*time code*) ; c'est ce qui per-

met leur repérage sans ambiguïté au moment de la préparation du montage.

- Contrairement aux formats vidéo analogiques nécessitant le montage « bande à bande », un format vidéo numérique peut être copié plusieurs fois sans perte notable de la qualité originale des séquences.
- Ainsi que nous le verrons très en détail, le montage piloté à l'aide d'un logiciel ordinateur élaboré autorise une créativité pratiquement sans limites.
- Un très grand avantage de la vidéo numérique, c'est qu'elle soit « rétro-applicable » à tous les documents vidéo (ou cinéma) antérieurs. Par exemple, une fois qu'elles ont été numérisées, des séquences vidéo prises il y a quinze ans avec un caméscope VHS-C ou 8 mm se montent avec exactement les mêmes possibilités que s'il s'agissait de séquences filmées avec un caméscope DV d'aujourd'hui.

Grâce à l'avènement de la vidéo numérique et du montage à l'ordinateur, la technique difficile et contraignante du « tourné-monté » d'autrefois n'a plus de raison d'être ; nous n'en parlerons guère. Avec un équipement adéquat, le montage d'un vidéogramme ne vous posera pas de problème technique majeur. En revanche, la valeur artistique de vos réalisations dépend des éléments originaux image et son dont vous disposerez à l'étape du montage : c'est dire qu'elle se décide essentiellement à la prise de vues.

## 2.3 Les principes de l'art vidéographique

Depuis longtemps, le cinéma, puis la télévision, nous ont appris que l'image animée et sonore exige une *mise en scène particulière*, fondée sur le *montage* qui est l'art *d'assembler des plans et des séquences les uns après les autres dans le dessein de créer une nouvelle réalité*. Encore faut-il que ces plans soient conçus au stade du tournage, de manière à ce qu'ils permettent d'assurer la *continuité* du vidéogramme terminé.

La vidéo est un « langage » qui possède sa propre syntaxe. Elle se caractérise par :

**1 Les déplacements relatifs du sujet et/ou du caméscope** pendant la durée d'un plan. Le sujet est souvent mobile, particulièrement lorsqu'il y a des êtres vivants. C'est parfois le caméscope qui se déplace par un *mouvement* (panoramique, travelling) ou bien le « cadre » qui se modifie grâce à un zoom avant ou arrière. Certains plans très dynamiques demandent les mouvements conjugués du caméscope et du sujet : si vous suivez, par exemple, les évolutions d'un skieur dévalant une pente.



Figure 2.1 Continuité du récit. Voir p. 239 du cahier couleur. En toute logique, le plan suivant doit représenter le site désigné par la jeune fille ! Photo Gérard Galès.

**2 Les raccords d'un plan au plan suivant.** Nous verrons qu'il existe des raccords de direction, de mouvement, d'éclairage et ainsi de suite. Si deux plans ne se « raccordent » pas agréablement (cela s'appelle un *faux raccord*), il y a une rupture dans le récit, un « choc visuel » très préjudiciable à sa continuité.

**3 La nécessité d'adopter le plus possible un « cadrage serré »**, c'est-à-dire en *gros plan*. Un motif qui occupe une assez grande place sur l'écran a, d'une part, *plus d'impact* et d'autre part, il est beaucoup plus immédiatement « lisible » ; contrairement à une photographie que l'on peut examiner tout à loisir, les images de la vidéo sont fugaces et offrent une moins bonne résolution des petits détails.

**4 L'accompagnement sonore.** Il s'agit d'un message audiovisuel et vous ne devez jamais sous-estimer tout ce que le son peut et doit apporter aux images.

Dans un premier temps, nous allons étudier le *contenu de l'image*, c'est-à-dire ce qui « remplit » l'écran à un instant donné. Nous aborderons ensuite la *séquence de base* ; par exemple, toute une scène constituée de plans successifs. Nous parlerons de la *transition d'un plan à l'autre*. Nous terminerons par les *déplacements du sujet* (le plus souvent des personnages) et par les *mouvements de caméra* qui sont parfois – mais pas toujours – une manière efficace d'exprimer une situation, un événement ou de décrire une scène.

Le vidéogramme final sera la synthèse de tous ces éléments, articulés, soit sur un scénario précis et prédéterminé, soit au contraire improvisés au rythme même des événements (ce que nous verrons en abordant les différents thèmes aux chapitres 7 & 8).

Vous devez considérer votre caméscope comme un moyen d'obliger le spectateur à voir, sans ambiguïté, ce que vous désirez lui montrer. C'est pour cela que le cadrage et la composition interne de chaque image, l'organisation de chaque plan, le déroulement continu ou par transitions délibérément établies des diverses scènes et épisodes, doivent être « pensés » et réalisés avec un soin tout particulier.

## 2.4 Plans et séquences

On appelle *plan* un seul enregistrement : sa *durée totale* commence au moment où vous pressez la détente du camescope pour filmer, jusqu'à ce que vous la relâchiez ou la pressiez à nouveau pour arrêter l'enregistrement. La *durée utile* d'un plan est le temps compris entre le début (point d'entrée IN) et la fin (point de sortie OUT) de la partie à conserver dans le montage final. Cela veut dire en pratique que l'on doit, à chaque fois que possible, commencer à enregistrer (un événement, une action, un mouvement de caméra, une phrase de dialogue, etc.) *avant* qu'il ne débute, puis arrêter l'enregistrement *après* qu'il est terminé. C'est bien entendu au montage que vous choisirez les points IN et OUT définitifs de chaque plan, mais dans certains cas, vous ne pourrez le faire librement que si vous avez déterminé sa durée utile... à la prise de vues.

Une *séquence* est une série de plans dont la succession couvre un seul événement ou représente une même situation. Le nombre des plans constituant une séquence est éminemment variable en fonction du style de réalisation et des besoins de la narration. Pour captiver l'attention du spectateur, chaque séquence doit être composée de plans différemment cadrés. Chacun d'eux a pour objet d'attirer le plus efficacement possible l'attention du spectateur sur les événements se succédant sur l'écran. Nous en verrons de nombreux exemples.

On utilise souvent le mot *scène* pour désigner un ensemble de séquences couvrant tout un épisode de la narration : un peu comme les scènes de l'acte dans une pièce de théâtre. Le mot *scène* s'emploie également pour indiquer le lieu ou le champ de l'action, ou encore l'espace embrassé par l'objectif de la caméra.

## 2.5 Différents types de cadrage

Le (ou la) passionné(e) du spectacle audiovisuel sous toutes ses formes que vous êtes a probablement remarqué ce qui différencie immédiatement la manière de filmer d'un opérateur confirmé, de celle de l'utilisateur de camescope *lambda* : le premier ne fait pratiquement jamais de zooming et un minimum de mouvements de caméra, alors que le deuxième ne sait pas enregistrer la scène sans zooming avant ou arrière, ni sans promener son camescope de droite à gauche, vers le haut ou vers le bas, dans le souci de vouloir « tout montrer ».

Si les cinéastes et vidéastes confirmés ont horreur des mouvements de zoom, c'est parce que leur emploi s'oppose à la conception « montage plan par plan » du cinéma spectacle. Il est difficile sinon impossible de monter correctement un vidéofilm à partir d'éléments comportant de fréquents mouvements de caméra et surtout de zoomings. La variation de focale en cours d'action apporte certes de la variété à une longue scène tournée depuis le même point de vue, mais il

est « défendu » (par les lois rigoureuses du montage) de couper un plan en plein mouvement. Si le zooming a été effectué trop lent, on ne peut plus le raccourcir, ni conférer au montage le rythme approprié.

Dans le cas de la vidéo-souvenir sans montage, c'est bien sûr l'emploi du zoom et autres mouvements du camescope qui anime quelque peu un plan-séquence qui serait encore plus ennuyeux si le cadre devait rester à peu près immobile durant 20 ou 30 secondes. Le montage faisant pour vous partie intégrante de la création, le zoom vous permettra, du même point de vue, de passer en plusieurs prises, de la vue générale (qui situe l'action dans son environnement), au plan moyen ou au gros plan (qui la précise).

La variation, d'un plan à l'autre, des proportions et de la composition du sujet principal à l'intérieur du cadre de l'image structure et donne du rythme au vidéogramme.

On appelle *plan d'ensemble* (**PE**) un cadrage assez large qui situe l'action dans son environnement. S'il s'agit, par exemple, de la rencontre de deux personnages en extérieur, le cadre englobe non seulement les protagonistes, mais également le paysage servant de décor à cette rencontre. Pour autant, le plan d'ensemble n'a pas à « tout montrer », mais seulement ce qui est nécessaire. La vue générale est souvent le premier plan d'une séquence.

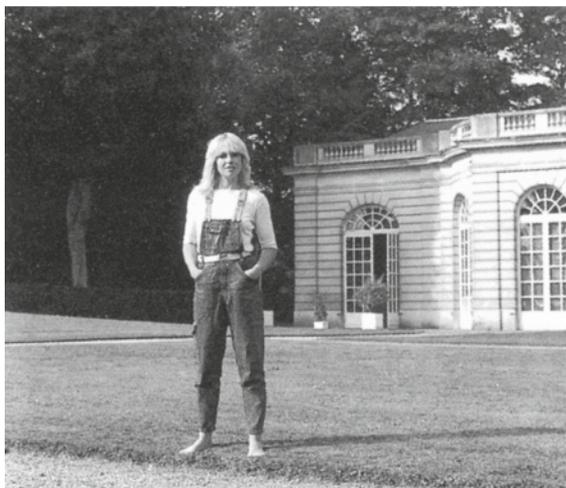
Le *plan large* (**PL**) se concentre davantage sur le sujet principal tout en laissant une large place à son environnement.

Dans un *plan moyen* (**PM**), le sujet principal occupe une plus grande partie du cadre, le décor restant très présent dans l'image.

Avec le *gros plan* (**GP**), le sujet principal n'est montré que dans ce qu'il a d'essentiel. Dans un dialogue, il permet par exemple – en serrant le cadrage sur le visage de la personne qui parle – de mieux comprendre ce qu'elle exprime (et de mieux entendre ce qu'elle dit). Si le gros plan cadre celle qui écoute, il met l'accent sur les sentiments que ce discours lui inspire (*plan de réaction*).

Le *très gros plan* (**TGP**) fait apparaître de nouveaux détails, parfois essentiels à la compréhension du récit : ce peut être une sorte de « clin d'œil » du réalisateur au spectateur, qui lui signale ainsi ce qu'il est censé être le seul à avoir remarqué. En raison de son fort impact dramatique, il ne faut pas l'employer sans raison précise ni trop fréquemment.

Un type de plan à ne pas oublier est le *plan de coupe* (**PC**) : il a le mérite de faciliter l'assemblage de deux plans qui sans cela ne raccorderaient pas bien (dans ce cas, vous serez bien heureux d'en disposer au montage) et d'assurer la continuité entre deux scènes séparées dans l'espace et/ou dans le temps. L'exemple le plus facile à donner pour un plan de coupe est celui de l'interview non préparé. Si le personnage se lance dans une période oratoire trop longue, une manière élégante de réduire son temps de parole est de le couper à la fin



1



2



3



4

Figure 2.2 Différents cadrages.

1 Le plan d'ensemble (PE) présente le sujet dans son environnement – 2 Le plan moyen (PM) laisse moins d'importance au décor, qui reste sensible – 3 Le gros plan (GP) isole le personnage – 4 Le très gros plan (TGP) souligne les éléments importants. Ces quatre cadrages peuvent s'obtenir du même point de vue, en augmentant à chaque fois la focale du zoom. Photos Jacques Pierre.



Figure 2.3 Cette image composée selon la règle des tiers avec un superbe rendu de la perspective, pourrait servir, par exemple, à situer le nouveau lieu où va se dérouler l'action. Photo Gérard Galès.

d'une phrase; d'en sauter une ou deux (ellipse), puis de montrer le visage d'une personne qui écoute (*plan de réaction*) la dernière phrase pour ne revenir sur lui qu'au moment où il en arrive, enfin, à la conclusion.

Il y a également l'*insert* (Ins) qui est le plus souvent un TGP permettant de lire sur l'écran une lettre, un titre de journal, un signe, une date sur un calendrier, etc. ou de montrer en exergue un objet qui va jouer un rôle important dans l'action qui va suivre.

## 2.6 Esthétique de l'image

La longue et prestigieuse histoire du cinéma prouve que, même dans une évolution essentiellement dynamique des éléments constituant l'image dans le cadre du viseur, puis sur l'écran, *il était possible de s'arranger*

pour que l'image soit toujours bien composée, tout au moins lorsque le cadre est fixe. C'est ainsi que les principes de composition établis et appliqués au cours des âges par les peintres, les photographes, les cinéastes sont tout aussi valables pour la vidéo. Voilà pourquoi le responsable de l'éclairage et de la « beauté plastique » des images argentiques ou électroniques animées porte le titre de *directeur de la photographie*.

Nous pensons que ces principes de composition sont plus importants encore, d'une part à cause de la définition moins bonne des images vidéo, d'autre part parce qu'elles se modifient continuellement. Ceci doit nous inciter à « donner à voir » au spectateur des images plus percutantes et plus rapidement identifiées. Voyons quels sont ces principes de composition.

### 2.6.1 Équilibre asymétrique de l'image

Le vidéaste novice, plus préoccupé par les contraintes techniques – bien qu'elles soient presque toutes éliminées par les automatismes de son caméscope – que par le souci de l'expression artistique, a invariablement tendance à placer son sujet principal, disons un personnage, en plein milieu du cadre. Voilà une faute commune dont il faut se débarrasser tout de suite : c'est d'autant plus difficile que l'autofocus de beaucoup

de caméscopes « mesure » précisément la distance du motif situé en plein centre du viseur ! Il y a cependant des systèmes AF plus « intelligents » que les autres qui savent reconnaître le sujet principal lorsque celui-ci est plus ou moins excentré dans le cadre.

**Hierarchisation des éléments.** Dans toute composition picturale, il y a forcément un élément principal, un motif dominant et des éléments secondaires dont on pourrait à la grande rigueur se passer, sans modifier la signification profonde de la scène. Ces éléments secondaires sont soumis au motif principal dont ils précisent la nature et renforcent l'impact. S'il s'agit d'un personnage en pied dans un environnement quelconque (pièce d'appartement, paysage, lieu public, etc.), on ne peut nier que cette silhouette humaine soit l'élément essentiel de l'image ; les autres éléments jouent le rôle accessoire de décor, mais sans lequel on ne pourrait savoir que cette personne se trouve dans un appartement, à la campagne, dans la rue, etc.

Or, l'on admet depuis longtemps qu'à quelques exceptions près, *il est déconseillé de placer ce sujet principal en plein centre du cadrage* ; pourquoi ? Parce que l'image résultante est banale ; elle fait porter le regard du spectateur sur ce motif, en « confisquant » ce qui appartient à l'environnement, alors que ce dernier a au contraire pour rôle de « situer » le personnage, de l'expliquer, de le compléter.



Figure 2.4 Équilibre asymétrique de l'image.

(À gauche) Image déséquilibrée : la jeune fille est au milieu du cadre et tout ce qui est derrière elle ne présente aucun intérêt.

(À droite) Image bien composée situant la jeune fille dans son environnement : elle est agréablement placée vers le tiers gauche du cadre. Photos Gérard Galès.

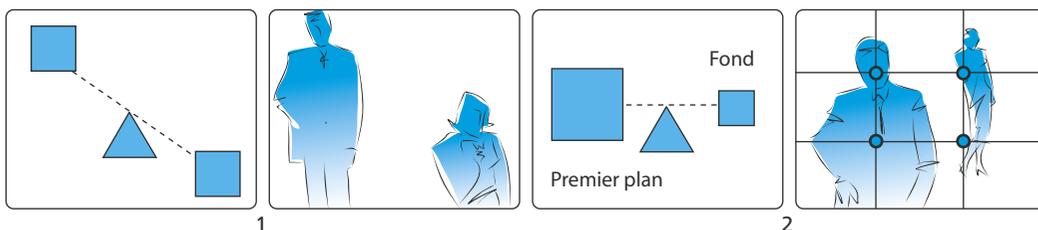


Figure 2.5 Composition asymétrique fondée sur l'éloignement des sujets et leur position dans le cadre.

**1** Déséquilibrée. Parce qu'ils se trouvent à la même distance de la caméra, les deux personnages devraient peser le même poids ; or, il n'en est rien – **2** Équilibrée. Obéissant aux lois de la perspective, la silhouette du personnage féminin située à plus grande distance de la caméra équilibre le personnage masculin cadré en mi-corps, mais plus proche. D'après Gérard Galès.

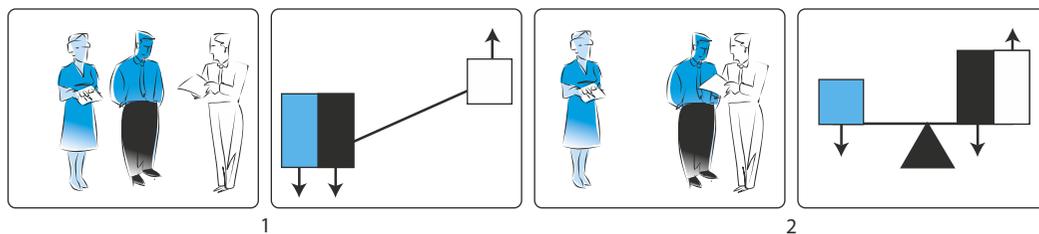


Figure 2.6 Composition asymétrique fondée sur la répartition des valeurs.

Les trois personnages sont de même taille, mais la couleur de leur peau et/ou la nature de leurs vêtements leur confèrent des « poids subjectifs » différents. 1 Image déséquilibrée. Les deux personnages plus sombres font pencher la balance vers la gauche – 2 Image équilibrée. La nouvelle répartition des personnages rétablit l'équilibre. D'après Gérard Galès.

Quand le sujet principal n'est plus centré dans l'image, celle-ci risque d'être déséquilibrée si un autre motif moins important, mais « significatif », ne venait le contrebalancer, en rétablissant ainsi l'équilibre global de l'image, mais d'une manière *asymétrique*.

La classique comparaison avec la balance romaine vient ici illustrer notre propos. Avec cet antique instrument, une petite masse placée loin de l'axe du fléau équilibre l'objet à peser plus lourd, mais placé plus près de l'axe. Dans le cas de la balance, il s'agit d'équilibrer un poids inconnu (celui de l'objet à peser) avec la masse de référence se déplaçant le long du fléau, alors que dans le cas de l'image, il faut équilibrer le « poids psychologique » du motif principal à l'aide des éléments secondaires se trouvant dans son environnement. Le poids est « psychologique » parce qu'il ne se mesure pas en termes physiques objectifs, mais en fonction des sensations éprouvées par le spectateur. Les principaux éléments à considérer sont :

- l'importance du sujet : un être humain est plus « important » qu'un animal domestique ; le visage plus essentiel que les mains ; la rose que le rosier, etc. ;
- ses dimensions dans le cadre ;
- sa *luminance* par rapport à celui de l'environnement, sa *couleur*, sa *forme*, etc.

Il y a une très vieille méthode qui permet au tout débutant de cadrer « agréablement », en attendant que la composition de l'image ne devienne pour lui instinctive et comme une seconde nature : c'est ce qu'on appelle « la règle des tiers ». Il suffit de diviser mentalement le cadre de l'image en tiers égaux ; dans le rapport 4:3 de l'image vidéo, deux lignes verticales et deux lignes horizontales également espacées déterminent quatre points de croisement appelés *points forts*.

On constate facilement qu'en plaçant le motif principal sur l'un de ces quatre points forts et un motif « de rappel » sur le point fort diamétralement opposé, on construit de manière quasi automatique une composition asymétrique, mais agréablement équilibrée.

Les lignes horizontales et verticales partageant l'image par tiers sont également des *lignes fortes*. Cela s'illustre aisément dans une vue générale de paysage. Si vous placez la ligne d'horizon vers le tiers inférieur du cadre, vous conférez une plus grande importance



Figure 2.7 Le Millenium Bridge et la Cathédrale Saint-Paul à Londres.

L'impression d'harmonie dégagée par cette image est sûrement due à l'excellence de sa composition « par tiers ». Photo Gérard Galès.



Figure 2.8 La sensation harmonieuse dégagée par ce paysage toscan est due à son excellente composition, selon la « règle des tiers ».

au ciel (qui évoque ce qui appartient à l'esprit), tandis qu'en le plaçant vers le tiers supérieur, vous faites porter l'intérêt sur ce qui est relatif au « terrestre », à la matière.

Cette « règle des tiers » n'est – pardonnez-nous le terme – qu'un pense-bête, qui peut vous aider dans les



Figure 2.9 En raison du sens de lecture de la gauche vers la droite, le bateau de gauche semble rentrer au port, alors que celui de droite paraît se diriger vers le large. Photos Gérard Galès.

débuts, mais qui ne conduit pas inéluctablement à une image originale, ni même équilibrée.

## 2.6.2 Équilibre de l'image : sens du regard et direction du mouvement

Lorsqu'on cadre un personnage, il est très souhaitable de laisser plus d'espace dans le cadre devant ses yeux que derrière sa tête. Cela est également vrai pour tous les sujets qui présentent une face plus importante : un bâtiment par exemple.

Si vous filmez un sujet mobile – un coureur par exemple – que vous suivez par un panoramique, laissez toujours plus d'espace devant lui que derrière (et d'autant plus de « marge » que ce mobile est plus rapide). Même s'il s'agit d'une voiture arrêtée : on s'attend à ce qu'elle démarre en marche avant !



Figure 2.10 Le sens du regard.

En cadrant, laissez toujours plus d'espace dans la direction où le visage est orienté. C'est ce qu'on appelle « aérer la composition ».

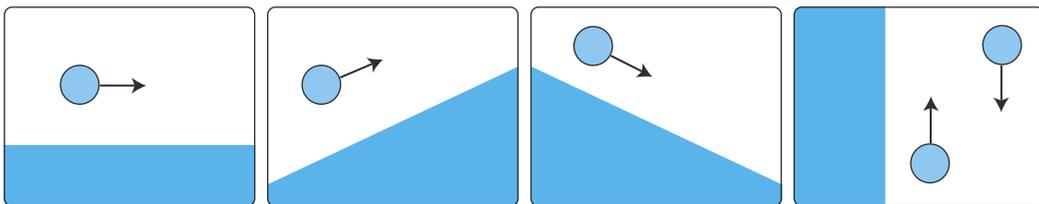


Figure 2.11 Le sens du mouvement.

Il est très influencé par le sens de lecture. Un déplacement horizontal (vers la droite) suggère un avancement progressif normal. Un mouvement oblique s'interprète en fonction des forces de gravitation. Vers le haut : ascension, effort. Vers le bas : descente, glissade, peu d'efforts. Verticale vers le haut : escalade ; vers le bas : chute. D'après Gérard Galès.

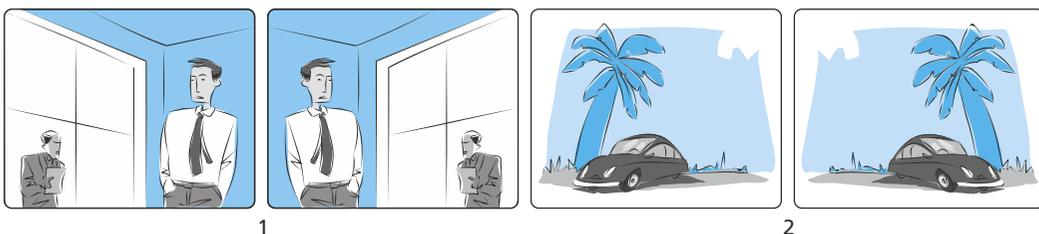


Figure 2.12 Importance du sens de lecture.

1 Située à gauche de la composition, la fenêtre est un simple élément de la scène : c'est le personnage se trouvant à l'intérieur de la pièce qui domine. Si la fenêtre est située à droite de la composition, le spectateur a le sentiment que le personnage qui se profile à l'extérieur va jouer un rôle important dans la scène – 2 L'auto de gauche vient d'arriver, alors que celle de droite est prête à partir. D'après Gérard Galès.



Figure 2.13 Équilibre de l'image.

À gauche : direction du mouvement. Il est souhaitable de laisser de « l'air » à l'avant d'un mobile en mouvement. Photo Gérard Galès.

À droite : comme le montre cet exemple, les minuscules personnages équilibrent parfaitement l'énorme masse des montagnes. Photo Roger Violet.

### 2.6.3 Équilibre de l'image : les masses

Plus un élément principal est « pesant » (les guillemets signifiant que ce poids peut être psychologique), plus il doit être éloigné du centre du cadrage. De cette manière, l'équilibre se retrouve plus facilement en plaçant vers le point fort diamétralement opposé un petit élément du décor, une simple valeur lumineuse ou une tache de couleur vive, jouant à la fois le rôle de contre-poids visuel et de contrepoint subjectif.

Vous pourriez bien sûr placer de l'autre côté du cadre un deuxième élément de même nature et d'égale importance : l'image serait parfaitement équilibrée (à la manière de la balance Roberval), mais complètement dépourvue d'originalité. C'est pour cette raison que, dans une scène de dialogue, on donne en général – par la composition – « la vedette » à celle des deux personnes qui parle (rôle actif), au détriment de celle qui écoute (rôle passif) : c'est la technique du champ/contrechamp (cf. 2.7.3).

Insistons une dernière fois pour rappeler que, lorsque nous parlons « d'équilibre des masses », peu nous importent leurs dimensions réelles ; à la limite, la petite silhouette d'un personnage entouré de montagnes gigantesques, fait basculer la composition à son profit parce que, par nature, tout ce qui est humain retient avec plus d'intensité le regard et l'attention du spectateur.

### 2.6.4 Équilibre de l'image : valeurs et couleurs

Gardez à l'esprit qu'une valeur claire ou une plage de couleur vive (jaune, rouge, orangé) attire davantage le regard du spectateur qu'une plage sombre ou de teinte « sourde ». C'est ainsi qu'il faut éviter de couper une plage très lumineuse ou une zone vivement colorée par le bord du cadre : le regard du spectateur serait irrésistiblement attiré vers l'extérieur de l'écran !

En plaçant un élément plus brillant ou mieux éclairé dans votre composition, vous lui conférez d'emblée une plus grande importance ; il semble donc logique que ce soit le sujet principal qui bénéficie de ce traitement de faveur.

### 2.6.5 Composition : angle de prise de vues

La plupart des scènes que vous tournez font partie d'un monde *tridimensionnel* (largeur, hauteur et *profondeur*) et vous devez tout mettre en œuvre pour bien évoquer cette notion de « troisième dimension ». Bien que l'*angle de prise de vues* – c'est-à-dire la position du camescope par rapport au plan principal du motif dominant – ne soit pas le seul moyen donner de la profondeur à la scène, son choix est souvent décisif.

D'un objet à trois dimensions, il faut montrer au moins deux faces ; trois si possible.

### 2.6.6 Composition : hauteur du point de vue

On appelle *point de vue normal* celui que l'on a lorsque le camescope est tenu horizontalement à la hauteur de l'œil : nous obtenons ainsi une *perspective naturelle*, avec laquelle les proportions des divers éléments de la scène sont respectées et dont les lignes verticales (celles d'un bâtiment) sont traduites par des parallèles sur l'image.

Un *point de vue surélevé*, en *plongée*, élève l'horizon et met l'accent sur les éléments situés en hauteur. Les différents plans de la scène sont bien détachés, tandis que le sujet du premier plan semble « plaqué » sur le sol. Les verticales convergent vers le bas du cadre (d'autant plus que la focale du zoom est courte et que le camescope est plus incliné).



1



2



3

Figure 2.14 Hauteur du point de vue.

1 Point de vue normal – 2 Point de vue surélevé, en plongée – 3 Point de vue surbaissé, en contre-plongée.

Un point de vue surbaissé, en contre-plongée, abaisse la ligne d'horizon et donne plus d'importance aux éléments du premier plan qui sont situés vers le bas du cadre. Un sujet en hauteur se détache sur le ciel (ce terme général

désignant tout ce qui se trouve au-dessus de l'horizon), ce qui lui confère une *position dominante* dans l'image. Les verticales convergent vers le haut du cadre (effet plus manifeste si le zoom est en position grand-angle).

### 2.6.7 Composition : le cadre dans le cadre

Un élément au premier plan est le plus souvent bénéfique dans la composition de l'image. Il est rare en effet qu'une scène, par ailleurs bien « installée » dans le cadre, ne puisse être encore améliorée par la présence d'un motif (sombre et éventuellement flou) au tout premier plan et jouxtant un ou plusieurs côtés du cadre. Cette plage sombre sert de « repoussoir » et augmente considérablement la *sensation de profondeur*.

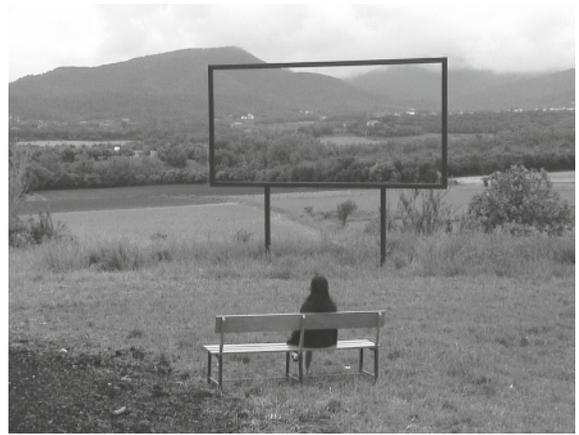


Figure 2.15 Le cadrage en 16:9 démontré par l'exemple.  
Photo Gérard Galès.

### 2.6.8 Composition : fond et arrière-plan

Le mot « arrière-plan » dit bien ce qu'il veut dire : il a habituellement moins d'importance dans l'image que ceux qui sont placés devant. Pour cette raison, il ne doit pas trop attirer le regard au détriment du sujet principal. Ce n'est pas une règle, puisqu'il y a des cas où l'arrière-plan est le motif dominant (coucher de soleil, chaîne de montagnes).

D'une manière générale, évitez les fonds confus aux lignes complexes qui mobilisent le regard et l'éloignent de la partie de l'écran où il se passe quelque chose, autrement dit au préjudice de l'action. Éliminez impitoyablement, en modifiant votre point de vue, les objets disparates du fond (poteaux télégraphiques, pots de fleurs, etc.) qui semblent sortir de la tête des personnages !

Lorsque vous tournez un vidéofilm de fiction ou un événement familial, n'hésitez pas à aménager un peu le lieu où vous opérez. En intérieur par exemple, il est peut-être nécessaire de déplacer un meuble, d'enlever certains bibelots, etc. Ces objets du décor, agréables à regarder dans la vie courante, deviennent importuns par leur seule silhouette imprécise dans le fond de l'image.



Figure 2.16 Le visage se détache mieux sur l'image de gauche dont le fond est sombre et uni, que sur celle de droite où l'arrière-plan complexe apporte un élément de distraction, mais qui « situe » idéalement le lieu de l'action.

Photos Jacques Pierre.



Figure 2.17 Choix de l'angle de prise de vues.

Faites très attention aux éléments de l'arrière-plan, lesquels jouent forcément un rôle dans la composition. Il suffisait à l'opérateur de faire un pas vers la gauche (vue de gauche) pour que le jet d'eau ne jaillisse pas malencontreusement derrière la tête de la jeune fille (vue de droite). Photos Gérard Galès.

Donnons un seul exemple : il est tout à fait normal qu'un couteau à découper la viande se trouve dans une cuisine ; mais si vous tournez une scène dans ce lieu et que cet objet se trouve malencontreusement sur l'écran, chaque spectateur sera intimement persuadé que le redoutable ustensile va jouer un rôle « dramatique » dans la séquence qui va suivre !

*Dans l'image, tout ce qui n'est pas indispensable à la compréhension de la scène, au déroulement de l'action (ou à l'établissement du climat psychologique) est en trop !* Tous les éléments qui se trouvent « à l'écran » à un instant donné jouent un rôle, important ou discret...

### 2.6.9 Quand, où et comment ?

Tout vidéaste se trouve confronté à ce problème essentiel de la création d'une œuvre picturale (fût-elle

la plus modeste) : quand, où et comment filmer ? La seule chose qu'il sait au départ, c'est pourquoi. Quelle que soit la scène ou la situation à « capturer », il y a forcément un point de vue à découvrir, un mouvement de caméra à étudier, un éclairage à améliorer... Enfin, il y a probablement un moment privilégié pendant lequel tous les facteurs semblent s'organiser d'eux-mêmes pour concourir à la réussite finale.

En abordant une nouvelle scène – et si vous en avez la possibilité ou le loisir – laissez le camescope dans le fourre-tout et inspectez visuellement le lieu de tournage, tant objectivement, que subjectivement. Vous devrez peut-être grimper sur une échelle ou vous mettre à plat ventre : c'est parfois indispensable pour découvrir, pour chaque plan à tourner, le meilleur angle, la focale appropriée, le mouvement adéquat, le fond, la couleur dominante, un premier plan ; bref, tous les éléments qui s'imposeront à vous (mais qui

seraient vraisemblablement différents pour un autre vidéaste) pour que la représentation que vous allez donner de la situation ou de l'événement soit, par le fait même, empreinte de votre personnalité.



Figure 2.18 Un point de vue original – ici en forte plongée – donne de la variété à une séquence vidéo.  
Photo Gérard Galès.

Avec un peu d'habitude, cette étude préalable ne demande que quelques minutes : cette « perte de temps » étant largement compensée par la valeur ajoutée à la séquence que vous allez tourner.

S'il s'agit d'une scène « jouée » par des acteurs, il est toujours préférable de la répéter, en la filmant ou non, selon que vous avez le temps et la possibilité de la « rejouer », par exemple sur l'écran ACL de votre camescope.

La meilleure façon de progresser est sans aucun doute d'adopter une position très critique envers soi-même : l'autosatisfaction n'est jamais bénéfique dans les domaines d'expression artistique. Procédez donc à des essais que vous examinerez chez vous, seul, en cherchant à localiser les erreurs et leurs causes. Vous les corrigerez dès que vous en aurez l'occasion. Alors, vous vous rendrez compte à quel point les images enregistrées par le camescope diffèrent de la réalité visuelle ; vous constaterez comment l'œil « impavide » de l'objectif souligne malicieusement le plus petit détail et a une fâcheuse tendance à le placer pour ainsi dire en exergue, en plein écran ! Ce n'est que lorsque vous saurez déceler ces éléments ou détails incongrus *avant le tournage* que vous serez en droit de vous considérer vous-même comme un véritable « cadreur ».

## 2.7 Assurer la continuité par les raccords

La meilleure façon d'assurer la bonne continuité (c'est-à-dire l'assemblage des plans entre eux) est de se souvenir que chaque nouvelle prise implique à la fois un changement des dimensions du sujet dans le cadre et de l'angle de prise de vues. Nous devons même insis-

ter en affirmant que ces différences doivent être bien marquées. Lors d'une action continue, on peut facilement passer durant la même prise, d'une vue d'ensemble à un plan moyen grâce à un zoom avant, en restant forcément sous le même angle. Mais si l'on arrête le tournage, il faudra déplacer le point de vue d'au moins 45° ou bien, s'il est impossible de se déplacer, adopter une focale de zoom très différente.

Le brusque changement d'angle et/ou de grossissement du sujet dans le cadre demande évidemment l'arrêt de l'enregistrement (afin que l'opérateur ait le temps de refaire son cadrage selon le nouveau point de vue) ; dans ces conditions de tournage « à une caméra », l'important est de bien veiller aux raccords de position et d'expression (s'il s'agit de personnages).

Si, dans un dialogue, le premier personnage dit quelque chose de drôle et que vous désirez montrer en gros plan (de réaction) le sourire naissant sur le visage du deuxième, ce dernier ne doit pas bouger en retrouvant cette même expression, malgré un arrêt de tournage qui aura duré plusieurs secondes. Dans un cas semblable, une solution possible serait de panoramiqer d'un personnage à l'autre en un seul plan-séquence : vous risquez cependant – sauf si vous avez pu répéter le mouvement et le jeu des acteurs – de ne pas trouver d'emblée le bon cadrage « à l'arrivée ».

En changeant totalement l'angle de prise de vues d'un plan à l'autre, vous simplifiez considérablement le problème du « bon raccord » : une petite modification d'attitude de la tête ou de la position des mains est masquée par le changement de perspective.

En revanche, *si le personnage change de position*, il faut absolument enregistrer le début de son déplacement : comment faire comprendre au spectateur – si on ne lui montre pas – qu'une personne qu'il vient de voir regarder par la fenêtre se trouve soudainement assise près du feu ? Remarquons déjà que, dans un tel cas, il serait possible de passer « naturellement » entre ces deux plans par un effet de fondu enchaîné (ou autre *transition* adaptée au climat de la scène), lequel « ellipse » le temps.

### 2.7.1 Compression du temps

Pour comprimer le temps – indispensable pour que le récit ne traîne pas en longueur – il suffit de ne conserver que les quelques phases essentielles en les raccordant harmonieusement ; par exemple :

- *Premier plan* : la jeune fille regarde par la fenêtre, laisse retomber le rideau, se retourne et s'éloigne de la fenêtre (dans la bonne direction !).  
... coupé (ellipse).
- *Deuxième plan* : plan large sur la partie du salon où se trouve le fauteuil ; la jeune fille entre dans le cadre (par le bon côté !) et s'assied.



1



2



3



4

Figure 2.19 Compression du temps.

Premier plan (1 et 2) : la jeune fille regarde par la fenêtre et ne voyant personne venir, laisse tomber le rideau ; puis elle se dirige vers l'autre extrémité du salon.

Deuxième plan (3 et 4) : elle arrive près du fauteuil, s'assied et lit. On a ainsi supprimé le long déplacement du personnage à travers la pièce, tout en conservant la direction générale du mouvement. Remarquez que ce sont les éléments du décor – en particulier, la pendule – qui permettent de situer la jeune fille dans le vaste salon (voir le texte page précédente). Photos Jacques Pierre.

Vous voyez qu'il n'était nullement nécessaire (dans un mouvement complexe et très long ; peut-être même irréalisable pour des questions d'éclairage mixte et de suivi de mise au point), de suivre le personnage à travers l'appartement. Cela aurait duré 30 interminables secondes, au lieu de deux plans de 5 secondes chacun.

Ainsi que nous l'avons évoqué, la précaution essentielle est de tourner chacun de ces plans en débordant de plusieurs secondes avant et après la partie estimée utile du plan : c'est ce qui vous permettra, au montage, de sélectionner librement l'emplacement des points IN et OUT assurant le raccord idéal entre ces deux plans. Notez aussi que ces zones de débordement vous seront indispensables si vous décidez, lors du montage, de passer d'un plan à l'autre par un effet de transition, tel un fondu enchaîné.

La manière efficace de comprimer le temps consiste donc à ne pas montrer les phases intermédiaires, inutiles pour la compréhension du spectateur. Voici l'exemple très classique de l'homme qui rentre chez lui :

- *Premier plan en extérieur* : il met la clé dans la serrure et ouvre la porte.
- *Deuxième plan en intérieur* : l'homme entre et ferme la porte. Toutes les phases inutiles ont été supprimées.

La seule chose à bien comprendre – et à indiquer à la personne qui joue la scène – c'est que *le dernier mouvement du premier plan doit se continuer* (malgré l'ellipse d'espace et de temps) *dans la même direction et à la même vitesse au début du deuxième plan*. En pratique, la meilleure manière de procéder dans un



Figure 2.20 Compression du temps et de l'espace. Voir p. 240 du cahier couleur.

Afin d'assurer la continuité du récit avec de bons raccords de direction, la promeneuse entre toujours par la gauche du cadre et se dirige vers la droite. Notez que l'on profite du changement de plan et de décor pour varier la taille du sujet dans le cadre et, légèrement, l'orientation de son parcours. Photos Gérard Galès.

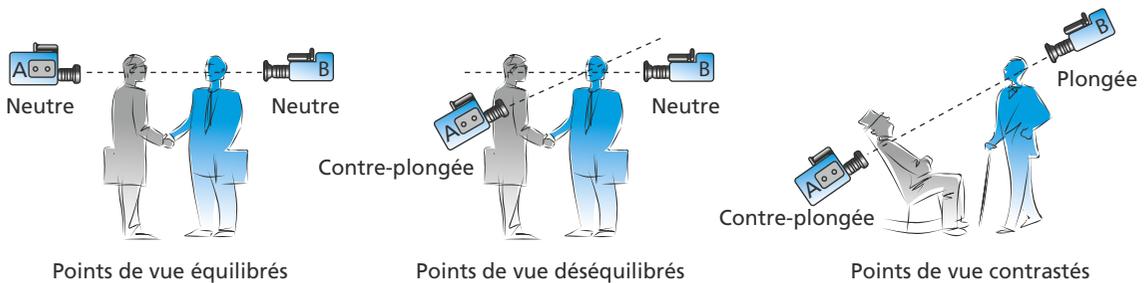


Figure 2.21 Hauteur du point de vue en champ/contrechamp.

Ces schémas montrent que la position de la caméra filmant successivement chacun des deux personnages en champ/contrechamp ne leur confère pas forcément la même importance « psychologique ». D'après Gérard Galès.

tel cas est de filmer successivement les deux actions (ouvrir la porte et entrer) dans leur totalité de l'extérieur et de l'intérieur (large chevauchement d'action) et c'est au montage que l'on passe d'un plan à l'autre à l'instant le plus favorable. On ne peut pas dire que l'action ainsi « ellipsée » soit supprimée : elle se poursuit virtuellement dans l'inconscient du spectateur ; mais comme elle est inutile à sa compréhension du récit, il n'a pas conscience de ne l'avoir jamais vue !

Il serait vain de multiplier les exemples, d'autant qu'une telle action serait montée différemment selon le style de réalisation, les besoins de la narration, le climat dramatique, etc. Pour progresser rapidement dans l'art subtil de la continuité du récit, le meilleur conseil que nous puissions vous donner est d'observer attentivement – au cinéma ou à la télévision – la manière dont les professionnels de talent résolvent ces problèmes. Dans un excellent *spot* publicitaire de 20 secondes où chaque image compte, la transition entre les plans se fait si naturellement et harmonieusement que vous aurez du mal à les compter !

## 2.7.2 Entrée et sortie du cadre

Imaginez une personne se promenant dans un parc, en évoluant donc dans des décors différents : sur l'écran, l'action doit durer, mettons, 30 secondes (alors que dans le récit, elle y sera restée une heure). Si vous

passez brutalement d'un plan à l'autre – plans dans lesquels le personnage est *déjà présent* – le changement de décors sera toujours choquant et désagréable. Si, au contraire, vous laissez le personnage sortir du cadre, à droite dans le premier plan, puis entrer à gauche dans le deuxième et ainsi de suite, les modifications de l'environnement seront insensibles et naturelles et – une fois de plus – vous aurez habilement comprimé l'espace et le temps, sans changer la signification ou le climat de la scène, ni la direction générale du mouvement.

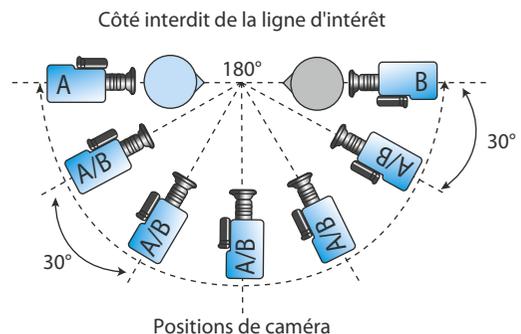


Figure 2.22 La ligne d'intérêt.

Dans le cas du dialogue entre deux personnages, plusieurs positions de caméra sont possibles (six sont représentées sur ce schéma), mais qui doivent toutes être du même côté (180°) de la ligne d'intérêt (appelée aussi « ligne d'action »). Dessin Gérard Galès.

Remarquez qu'il suffirait d'un plan où le personnage se déplace de la gauche vers la droite du cadre pour que le spectateur ait la sensation que la personne revient sur ses pas.

### 2.7.3 Position du point de vue par rapport à la scène

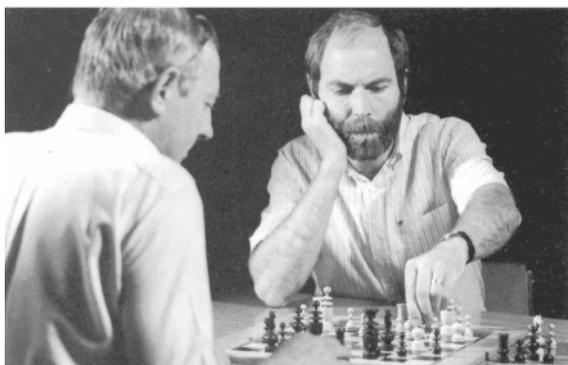


Figure 2.23 Position des personnages par rapport à l'axe de prise de vues.

Pierre est à droite et joue les blancs ; Jacques, à gauche, les noirs. Ces positions ne doivent pas changer, que ce soit pour le plan d'ensemble (en haut), pour le plan moyen de Pierre (au centre) avec Jacques en contrechamp, ou pour le plan moyen de Jacques (en bas), Pierre étant maintenant en contrechamp. Remarque importante : les trois projecteurs éclairant la scène n'ont pas été déplacés d'une position caméra à l'autre, afin d'assurer les « raccords lumière » (cf. 4.6.3). Photos Jacques Pierre.

Nous avons maintenant, pour illustrer un point fondamental, deux joueurs d'échecs se faisant face, par-dessus l'échiquier. La ligne imaginaire qui les relie est la *ligne d'action* (ou *ligne d'intérêt*). Cette ligne est fondamentale, car elle détermine, sur le premier plan d'ensemble, l'orientation spatiale des protagonistes : « vue de la caméra » (ainsi que par le futur spectateur), Pierre est à droite et Jacques est à gauche. Pour le plan moyen de Pierre (qui va pousser son cavalier), le *comescope reste du même côté de la ligne* et cadre Pierre par-dessus l'épaule droite de Jacques. C'est le *champ*.

Le plan suivant est celui de Jacques (qui résiste bien à cette attaque en déplaçant sa tour) ; le comescope est maintenant placé dans la direction opposée, *du même côté de la ligne*, par-dessus l'épaule gauche de Pierre. C'est le *contrechamp*.

Lorsqu'un tel parti pris est engagé, il est impossible d'en changer brutalement : faute de quoi le spectateur ne saurait plus situer les personnages, ni la direction d'un mouvement, dans un nouvel espace que vous ne lui avez pas montré ; en particulier, le décor se trouvant derrière.

Dans cet exemple, nous avons imposé dès le PE « de situation », que c'est Pierre qui est à droite et qu'il regarde toujours vers la gauche de l'écran (où son partenaire est assis), tandis que Jacques est toujours à gauche et orienté vers la droite de l'écran. Si vous placez malencontreusement le point de vue caméra « de l'autre côté de la ligne », Pierre serait à gauche et regarderait vers la droite ; inversement pour Jacques. Le spectateur pourrait croire que nos deux amis ont changé de place, voire de lieu, puisque le décor, l'orientation de l'éclairage principal, etc. seraient différents !

Ces observations s'appliquent à pratiquement toutes les scènes. C'est naturellement une stricte obligation de rester du même côté de la ligne pour un reportage sportif : lors du coup d'envoi, le spectateur doit d'abord savoir que les verts sont à gauche du terrain et les jaunes à droite, tout au moins au cours de la première mi-temps. Si vous tournez un sujet sur un rallye automobile, efforcez-vous de rester du « bon côté » de la route afin que, d'un plan au plan suivant, les voitures ne semblent pas avoir brusquement changé de direction (même si c'est effectivement le cas, dans les lacets d'un col de montagne, par exemple).

Pour un sujet se déplaçant moins rapidement – un cross-country par exemple – il est cependant possible (physiquement et « vidéographiquement ») de passer la ligne sans dérouter le spectateur. Il suffit pour cela d'intercaler adroitement une vue de face des coureurs entre les deux plans filmés de part et d'autre de la ligne d'action.

## Stabilité de l'image et mouvements de caméra

Dans presque toutes les conditions, il suffit à n'importe qui de presser le déclencheur de son caméscope pour filmer les scènes de la vie courante. Le problème est tout autre pour le vidéaste engagé que vous êtes : pour construire le vidéofilm dont vous avez rêvé, vous devez d'abord enregistrer les « bonnes images », c'est-à-dire celles dont vous aurez absolument besoin lors du montage final. Indépendamment de leur contenu, leur première qualité est leur stabilité relativement au cadre.

### 3.1 La règle de l'immobilité relative du cadre et du sujet mobile

Comme en tout autre domaine, une « règle » de prise de vue, de composition, de montage, etc., peut être exceptionnellement contredite ou modifiée dans les faits (vive la liberté !), mais à condition qu'elle ne soit pas ignorée. Le non-respect délibéré de la règle est parfois créatif, ne serait-ce que par ce qu'il diffère de la manière habituelle de s'exprimer.

L'efficacité pratique de la règle simple dont nous parlons est due à ce qu'elle n'est en rien arbitraire, mais fondée sur la psychophysiologie du spectateur, auquel il faut donner à voir des images qu'il comprend instantanément parce que son regard peut s'y fixer suffisamment longtemps.

Cette règle est très rarement démentie : *pendant la durée d'un plan, soit le cadre, soit le sujet (soit les deux) doit être immobile*. Elle est respectée, par exemple :

- Quand un ou plusieurs personnages se déplacent dans le cadre immobile.
- Si vous suivez parfaitement un sujet mobile – disons un cycliste – dans un mouvement de panoramique ; il ne bouge pas dans le cadre, tandis que l'arrière-plan « filé » défile en sens inverse derrière lui.
- Quand vous exécutez un zoom avant ou arrière sur le sujet immobile : seul le cadre se modifie.

- Quand vous décrivez une scène statique par un panoramique ; le cadre se déplace dans le paysage immobile.
- Bien que cela soit moins systématique, la règle est généralement respectée dans un travelling ; ici, c'est le point de vue, c'est-à-dire le cadre, qui se déplace dans une scène essentiellement statique.

Supposons (mais vous n'en êtes plus là !) que vous « baladiez » sans arrêt votre caméra sur une partie de basket dans laquelle les joueurs se déplacent très rapidement d'un panier à l'autre. Dans cette condition avec laquelle tout bouge en même temps, il serait impossible pour le spectateur de fixer, même un court instant, son regard sur un repère spatial lui permettant de « décrypter » la scène ; il serait complètement perdu. Moralité : au moment d'un tir, il faut que le cadre soit immobile afin que le spectateur puisse bien voir le joueur tirer, le ballon traverser le panier, les actions des autres joueurs, etc. Lors d'une attaque, vous pouvez au contraire suivre quelques secondes la progression de l'un des basketteurs (probablement celui qui a le ballon), alors que les autres joueurs qui traversent le cadre seront probablement « illisibles ».

Parce que nous ne pouvons pas évoquer tous les cas d'espèces, nous vous conseillons d'analyser quelques minutes d'un grand film ou d'un reportage télévisé pour vous convaincre de la validité générale de la règle. Cela étant, filmer un match d'équipe avec une seule caméra et d'un unique point de vue, ne permet pas de la respecter aussi parfaitement (c'est probablement impossible) que le réalisateur dans son car-régie, lequel peut à tout instant sélectionner parmi les images issues de dix caméras ou plus, dont les cadreurs savent ce que l'on attend d'eux pour la prochaine action !

### 3.2 De la nécessité d'obtenir des images stables

Avant de le résoudre, posons d'emblée les données du problème. Le léger tremblement des mains est un phénomène physiologique naturel que nous ne pou-

vons pas éviter. Pour l'homme normal, son amplitude moyenne est de  $\pm 1^\circ$  d'angle environ. Par ailleurs, le temps d'intégration de chaque image vidéo est de 1/25 s. Camescope en main, tant que le zoom est réglé sur une courte focale, le sauttillement de l'image dans le cadre de l'écran n'est pas vraiment gênant, mais celui-ci devient de plus en plus sensible au fur et à mesure que le grossissement augmente. À taux égal de tremblement, l'amplitude du sauttillement est proportionnelle à la longueur focale de l'objectif – ou, plus exactement – au grossissement, puisque ce facteur prend en compte le format du capteur. C'est le fort grossissement qui explique pourquoi le sauttillement de l'image est inévitable en mode macro, même sur une courte focale. En prise de vues « métrique », le sauttillement est nettement sensible dès la focale normale, pour devenir insupportable sur les plus longues focales. Prenons l'exemple d'un camescope équipé d'un zoom 12 fois, dont la plus longue focale équivaut en photo 24 × 36 à un 400 mm environ. En photo avec le téléobjectif de 400 mm, une haute sensibilité ISO vous pouvez opérer en extérieur au 1/2 000 s ou plus et obtenir une image nette. En vidéo, en revanche, le pari est perdu d'avance puisqu'il faudrait maintenir parfaitement immobile, durant plusieurs secondes, un mini-camescope qui n'offre aucune inertie. Avec notre « équivalent 400 mm » (angle de champ 6°) le tremblement normal balaye en permanence le tiers de l'écran !

Ceci démontre que, camescope en main, il est normalement impossible d'obtenir des images stables, à moins que le zoom ne soit réglé sur une courte focale (et encore, puisque la plupart des camescopes sont équipés d'un zoom dont la plus courte focale équivaut à un 40 mm ou plus en photo). Bien qu'il soit moins sensible, en particulier lorsque vous suivez un sujet mobile, vous devez avoir conscience que le sauttillement n'affecte pas seulement les plans fixes, mais également les mouvements ; sur une focale téléobjectif, il n'est pas possible de réaliser à la main un panoramique impeccablement « coulé ».

À tout mal, son remède ; des contre-mesures sont heureusement disponibles.

### 3.2.1 Caméra portée

Il n'en reste pas moins que le camescope est avant tout conçu pour être utilisé à main levée : cela vous permet de suivre librement l'action et de changer rapidement d'angle et de point de vue. Camescope à l'épaule ou au poing, vous pouvez vous placer où bon vous semble, adopter des positions inconfortables et découvrir de nouvelles approches. Sur les scènes statiques, nous venons de voir que l'instabilité du camescope est d'autant plus sensible que l'on opère aux plus longues focales du zoom. Pour en limiter les effets, opérez à chaque fois que possible en position *wide* et déplacez-vous par rapport au sujet plutôt qu'augmenter la focale.

**1 Diverses positions de tournage.** Dans tous les cas, vos images bougeront moins si vous adoptez vous-même une attitude très stable. Si possible, ne respirez pas (apnée) pendant toute la durée utile du plan. D'une manière générale, le tremblement des mains est très atténué si les coudes sont serrés contre la poitrine ou qu'ils reposent sur un support stable. Évitez les vêtements trop serrés, entravant votre mobilité sur le terrain.

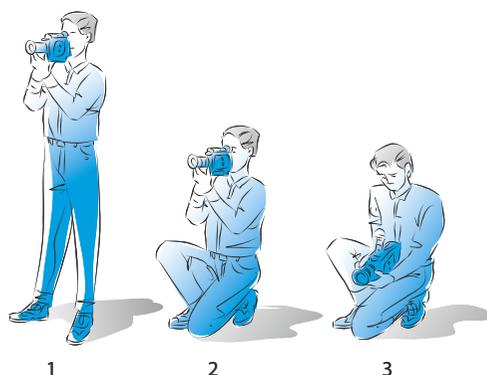


Figure 3.1 Stabilisation du camescope pour le tournage.

**1** En position debout, écartez les jambes, coudes au corps – **2** Un genou à terre permet d'adopter un point de vue bas : pour filmer un enfant en gros plan, par exemple – **3** Pour la visée au ras du sol, selon le modèle, orientez l'écran du moniteur ou le viseur vers le haut.

Voici quelques positions classiques vous permettant d'adopter diverses hauteurs de points de vue :

- *Debout.* Jambes légèrement écartées, les deux mains tenant fermement le camescope, coudes serrés contre la poitrine.
- *Accroupi sur une jambe.* Position pour filmer un personnage assis ou un petit enfant à leur hauteur. Vous pouvez appuyer un coude sur le genou, mais cela limite les possibilités de mouvement.
- *Assis à califourchon,* le dossier de la chaise servant alors de support aux deux coudes. La position assise normale vous confère cependant une plus grande mobilité.
- *Couché.* Les deux coudes au sol, jambes écartées, votre position est très stable, mais les possibilités de mouvement de la caméra sont très limitées. C'est le point de vue à adopter pour filmer au ras du sol.
- *Accoudé.* Bureau, table ou bras d'un fauteuil sont d'excellents supports pour tourner en intérieur ; en extérieur, capot d'une voiture, mur bas, etc.
- *Appui vertical.* Sachez tirer parti de tout appui pouvant augmenter la stabilité du camescope : l'embrasure d'une porte, un pilier, l'épaule d'un ami.

**2 Prise en main du camescope.** Quelle qu'en soit l'architecture (en gros, de poing, de paume ou monobloc), la manière de le tenir pour la prise de vues est imposée par sa configuration et la disposition des commandes (les essentielles dans la main droite). Le point commun aux

modèles compacts et légers d'aujourd'hui est de n'offrir aucune inertie, ce qui les rend d'autant plus instables. Sauf nécessité absolue, il est vivement déconseillé de le tenir d'une seule main pour filmer : vos images seront toujours plus stables si vous le tenez fermement à deux mains en suivant les conseils ci-dessus.

Bien que certains caméscopes *broadcast* dérivés des modèles DV grand public soient « de poing », les professionnels privilégient plus souvent le caméscope d'épaule avec viseur latéral, lequel offre d'emblée une plus grande stabilité d'image, tout au moins sur les courtes focales du zoom.

**3 Visée sur l'écran ACL.** Outre le visionnage des séquences filmées qui est sa fonction première, l'écran couleur ACL orientable dont la plupart des caméscopes sont dotés se révèle un précieux dispositif pour cadrer dans des positions avec lesquelles la visée à hauteur de l'œil est difficile, voire impossible (au-dessus de la tête, au ras du sol, autoscopie, etc.). Il est également agréable d'emploi pour filmer les scènes d'intérieur, particulièrement en plan fixe et sur pied. Pour le tournage en extérieur dans les conditions normales, il présente en revanche des inconvénients majeurs : image illisible en forte lumière ambiante, l'écran n'est, ni dans le même axe que l'objectif, ni dans la direction de votre regard observant la scène (dans ces conditions, on ne peut pas suivre parfaitement les évolutions d'un sujet mobile), forte consommation d'énergie réduisant l'autonomie de la batterie, etc. L'inconvénient le plus grave est la nécessité de tenir le caméscope à bout de bras (car les yeux doivent être à 25 cm ou plus de l'écran), ce qui induit inévitablement une grande instabilité de l'image, généralement accompagné e d'un cadrage très approximatif : le caméscopeur du dimanche ne peut pas observer en même temps la scène et son écran !

### 3.2.2 Stabilisateur d'image

Depuis les débuts de la vidéo légère, les fabricants développent des modèles pourvus de puissants zooms optiques, au détriment bien sûr du véritable grand-angle qui serait bien plus nécessaire. Le résultat est celui que vous connaissez : sur les longues focales, des images sautillantes, pour tout dire, exécrables. Mais aucune difficulté ne pouvant arrêter les concepteurs japonais, ceux-ci ont bientôt inventé le stabilisateur d'image. Il s'agit d'un dispositif tout à fait efficace, puisqu'il élimine ou réduit le désagréable sautellement des images sur l'écran, y compris, pour les meilleurs, sur les longues focales du zoom. Puisque nous y reviendrons (cf. 14.5), ne parlons ici que de ses conditions d'emploi.

- Plus cher, un stabilisateur optique est toujours supérieur au stabilisateur électronique équipant la plupart des caméscopes courants.
- *Débrayez le stabilisateur* lorsque vous opérez sur les courtes focales du zoom, avec un complément optique grand-angle et surtout *sur pied ou autre support stable*.

- *Mettez le stabilisateur en service* quand vous utilisez une position normale ou téléobjectif du zoom, si vous exécutez un mouvement à la main (en particulier un travelling) ou que vous filmez en mode macro.

### 3.2.3 Emploi d'un pied



Figure 3.2 À chaque fois que possible, la réalisation d'un film de qualité « professionnelle » requiert l'emploi du pied-support. Voir p. 239 du cahier couleur.

*Remarquez sur cette photo la présence de la bonnette « coupe-vent » sur le micro et la position de la main de l'opérateur sur la bague de mise au point de l'objectif, toujours prêt à assurer manuellement le suivi de la netteté du sujet filmé.* Photo Gérard Galès.

Un pied spécialement conçu pour la vidéo (cf. 15.6) présente tellement d'avantages qu'il est indispensable à tout vidéaste engagé. Pour un opérateur professionnel – en exceptant bien sûr le reportage sur le terrain – l'emploi du pied est la règle, la caméra portée, l'exception. Lui seul permet d'enregistrer de longues scènes (interviews, conférences, spectacle, etc.) qu'il est impossible de filmer correctement à main levée : au-delà de 30 secondes, par exemple, vous êtes si fatigué que vous ne pouvez plus contrôler les mouvements involontaires du corps, des bras et des mains. La prise de vues sur pied implique une approche du tournage posée et réfléchie, un soin particulier apporté à la composition, à l'éclairage, etc.

Grâce à lui vous pouvez par exemple :

- Adopter un point de vue et un cadrage rigoureux et les conserver autant de temps que désiré.
- Obtenir à coup sûr des images stables, même en position téléobjectif.
- Exécuter des mouvements de caméra très réguliers.
- Contrôler l'horizontalité du caméscope pendant un panoramique.
- Suivre plus régulièrement les sujets mobiles, à condition de connaître d'avance quelle sera leur trajectoire.

Ses inconvénients sont évidents : un pied efficace est relativement encombrant et lourd à transporter et la mise en batterie du caméscope est plus longue.

### Conseils pour l'emploi du pied

Nous donnons plus loin (cf. 3.4), d'autres conseils relatifs à l'exécution des mouvements.

- Cherchez à l'installer sur un sol ferme ; s'il est incliné, réglez les branches télescopiques de manière à ce que la plate-forme soit horizontale. Écartez suffisamment les branches pour lui conférer la meilleure assise. S'il fait du vent, vous pouvez augmenter sa rigidité et sa stabilité en suspendant un poids (sac de sable, bidon d'eau, etc.) sous la plate-forme.
- Placez-vous confortablement entre les branches du pied ; tenez fermement la tige de commande de la plate-forme, coude contre la poitrine ; l'autre main vous permet de manipuler les commandes du camescope. Par exemple, suivi manuel de la mise au point.
- Un pied pourvu d'une colonne centrale à crémaillère commandée par une manivelle, vous permet de réaliser un travelling vertical (sujet proche).

Dans bien des circonstances, un simple monopode est plus pratique que le pied : il est léger, relativement stable et se règle pour varier la hauteur du point de vue. Il est irremplaçable pour filmer dans une salle de spectacle, depuis les gradins d'un terrain ou d'une salle de sport, etc., en bref, partout où l'on ne dispose pas d'assez de place (ni de l'autorisation) pour déployer un trépied. Immobilisez-le en le serrant entre vos jambes et contre votre corps. Les mouvements de caméra sont très limités.

## 3.3 Différents types de mouvements

La tendance naturelle de l'amateur de vidéo-souvenir à filmer n'importe comment ce qui l'intéresse est

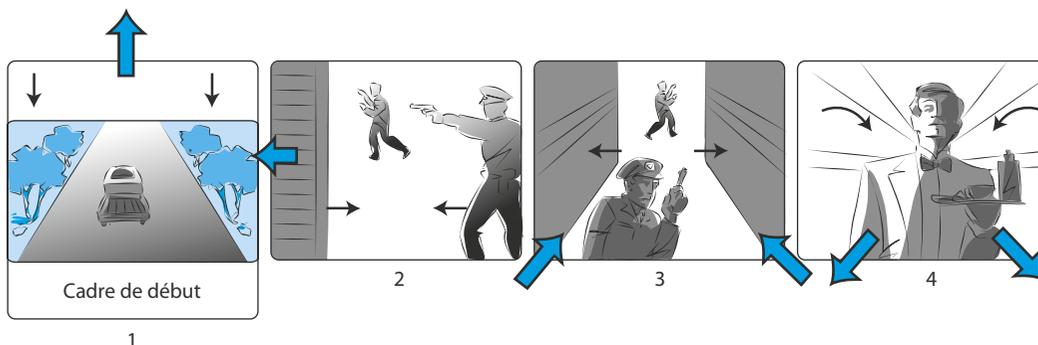


Figure 3.3 Mouvement de caméra et expression scénique.

Un mouvement de caméra (indiqué sur les schémas par des flèches bleues) combiné aux lignes de composition de l'image peut influencer sur la signification d'une scène et induire la subjectivité de son dénouement. **1** Le panoramique vertical fait apparaître l'horizon, puis le ciel, suggérant un départ vers de nouvelles aventures – **2** Le panoramique latéral provoque un effet d'étau se resserrant autour d'un individu poursuivi par la police : son arrestation semble imminente – **3** Le travelling avant en plongée dans un couloir induit un effet de volet en rideau qui s'écarte : le bandit va sans doute s'échapper... – **4** Un travelling arrière accompagne le déplacement du caméreur ; le mouvement de caméra vers le bas accentue l'effet de contre-plongée qui confère une force expressive dominante à ce personnage énigmatique. D'après Gérard Galès.

encouragée par les indications qui lui ont été données par le vendeur et dans le mode d'emploi du camescope : fonctionnement totalement automatique, puisant « zoom 12 fois » (ou plus), stabilisateur d'image, obturateur « au dix-millième », plus une kyrielle de fonctions sophistiquées, dont il n'apprendra jamais à quoi elles pourraient éventuellement servir.

Tout mouvement du camescope doit avoir une *justification* précise : souligner un détail, décrire une scène, suivre une action. Lorsque vous faites pivoter le camescope en suivant un sujet mobile dans le viseur (ou que vous modifiez le grossissement de l'image en zoomant), c'est dans le dessein de maintenir l'attention du spectateur, de l'aider à comprendre ce que vous voulez lui dire. Un mouvement « gratuit » ne ferait que le distraire ou le fatiguer inutilement. Les mouvements sont un peu comme les tournures de phrases et les signes de ponctuation dans le langage écrit : à employer avec discernement et modération.

Les mouvements de base se classent en trois familles : les *travellings optiques* ou « zoomings », les *panoramiques* et les *travellings*.

## 3.4 Conseils valables pour tous les mouvements

Vous le saviez déjà, sinon prenez-en votre parti : exécuter un mouvement à la perfection est une chose très difficile. Si vous n'êtes pas sûr que le mouvement réalisé s'accordera bien avec la séquence montée, doublez-le par des plans fixes de substitution.

**1** Nous avons déjà indiqué qu'un **mouvement limite les possibilités du montage**, ce qui signifie que sa durée et/ou sa vitesse d'exécution doivent être déterminées à la prise de vues, mais en pensant déjà à la manière dont il va s'intégrer dans le montage final de la séquence consi-

dérée. Si votre « zoom avant lent » a duré, par exemple, 15 secondes, vous êtes définitivement « condamné » à lui conserver cette longueur jusqu'au programme final. Car, ainsi que nous allons le préciser, tout mouvement doit être monté ainsi : cadre fixe – mouvement – cadre fixe. Il est quasi impossible, sur le plan de l'esthétique naturellement, d'enchaîner les plans « mouvement sur mouvement », à plus forte raison s'ils sont de nature différente et de direction opposée.

**2 Les mouvements doivent rester** – dans les limites imposées par la nature de la scène filmée – **plutôt l'exception que la règle**. Dans une séquence constituée, par exemple, de cinq plans successifs, un seul mouvement (s'il est seulement nécessaire) est généralement suffisant ; les quatre autres sont des *plans fixes*.

**3 À chaque fois que possible** – quand cela n'enlève pas votre mobilité ni votre rapidité d'action face à l'événement – **opérez sur pied**, en desserrant celui des deux mécanismes de la plate-forme correspondant à l'axe de rotation de l'axe optique. Un pied « à tête fluide » est particulièrement efficace pour la réalisation de mouvements sans heurts. **Si vous devez effectuer le mouvement camescope en main**, son déplacement s'obtient par la rotation de l'ensemble du corps. Pour un panoramique horizontal, par exemple, écartez légèrement les jambes pour atteindre le bon équilibre et effectuez le mouvement de rotation en pivotant votre corps au niveau de la taille : les bras, les épaules et la tête restent immobiles entre eux.

**4 Un mouvement est toujours plus régulier et souple lorsqu'il est exécuté sur une courte focale du zoom** : les petites vibrations et secousses sont alors insensibles sur l'écran. Sauf peut-être avec un camescope doté d'un stabilisateur optique ou électronique, il est pratiquement impossible de réaliser un zoom avant parfait à main levée, surtout s'il est de grande amplitude, allant jusqu'aux focales téléobjectif : opérez sur pied (dans ce cas en désactivant le stabilisateur) ou

renoncez à ce mouvement. Notez cependant qu'un zoom arrière (d'une longue vers une courte focale) est bien plus facile à exécuter à la main, car la fin du plan – fixe – se trouve en position grand-angle. Il est cependant nécessaire d'être très stable en début de plan (position télé).

**5 Répétez votre mouvement « à blanc », afin de bien repérer les points de départ (cadre immobile) et d'arrivée (cadre à nouveau immobile)**, ainsi que *sa durée utile* (au moins deux secondes de cadre fixe, avant et après le mouvement) : vous ne pourrez plus le modifier ! En pratique et par sécurité, nous vous conseillons de commencer l'enregistrement quatre secondes avant le départ du mouvement et de le « couper » quatre secondes après son arrêt. À moins que vous ne cherchiez un « effet spécial », veillez particulièrement à ce que le camescope reste bien horizontal : par définition, l'horizon est toujours « droit » et parallèle au bord inférieur du cadre. La plate-forme d'un pied professionnel est pour cette raison dotée d'un « bol » et d'un niveau à bulle facilitant ce réglage d'horizontalité du mouvement.

**6** Tout mouvement se définit comme étant le passage – à une vitesse habituellement régulière et en une durée déterminée – d'un cadre fixe à un autre cadre fixe. Il s'ensuit que les cadrages de départ et d'arrivée doivent être significatifs et « afficher » des images bien composées ; de plus se raccordant bien avec les plans entre lesquels ce mouvement sera monté.

**7** À l'exception de certains travellings, il faut contrôler le mouvement en observant l'image dans le viseur, lequel a l'avantage décisif de se trouver dans le même axe optique que l'objectif et que votre œil. Ce n'est pas le cas de l'écran ACL que l'on doit d'observer à distance camescope à bout de bras, de sorte qu'il est assez instable et que ses déplacements ne se font ni dans la même direction, ni avec la même amplitude que l'image cadrée !

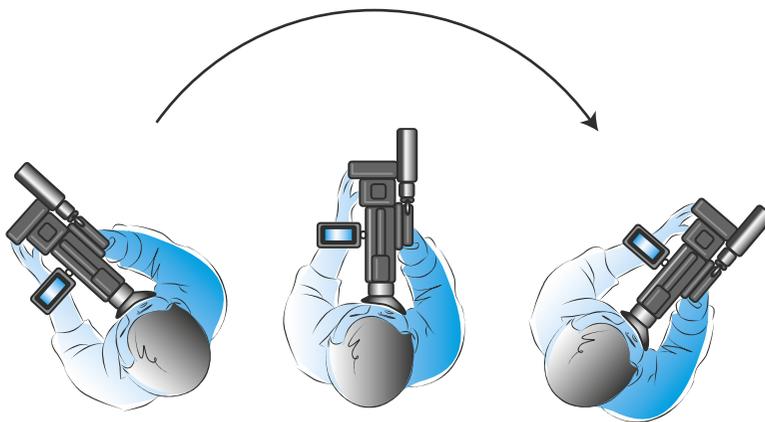


Figure 3.4 Comment réaliser un panoramique bien régulier.

Placez-vous jambes un peu écartées et coudes au corps, face au cadrage final du mouvement. Sans déplacer les pieds, prenez votre cadre de départ. Commencez par tourner quelques secondes de plan fixe, puis, effectuez le panoramique en faisant tourner lentement le haut du corps, au niveau du bassin et de la taille. Terminez la séquence quelques secondes après le plan fixe final.

### 3.5 Travelling optique ou zooming

Il faut tout d'abord remarquer que le fait de zoomer sur la scène ne change ni le point de vue, ni la position de l'axe optique : il fait seulement varier l'angle de champ embrassé par le zoom et, par voie de conséquence, le grandissement du sujet à l'intérieur du cadre. Cela veut dire que *la perspective n'est pas modifiée*.

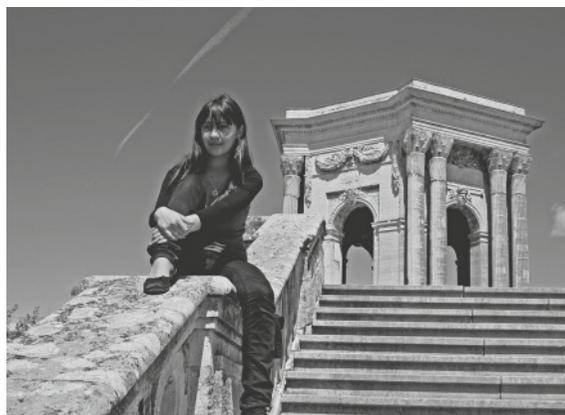
Le *zoom avant (Zav)* est l'augmentation continue de la longueur focale entre deux valeurs extrêmes, donc un grossissement progressif du sujet dans le viseur. Il peut être de forte amplitude, faisant ainsi passer le cadrage du sujet du plan d'ensemble (PE) au très gros plan (TGP) ou, au contraire, limité à une très faible variation de focale ; cela dépend de ce que l'on veut exprimer et de l'adéquation des deux cadrages (de départ et d'arrivée). Sur le plan expressif, le Zav permet d'attirer l'attention sur le sujet, ainsi mis en valeur et mieux détaillé, grâce à la plus grande place qu'il occupe dans l'écran à la fin du mouvement. Aussi est-il indispensable qu'il se termine en cadre fixe sur un motif très significatif de la scène ou du sujet principal.

Le *zoom arrière (Zar)* se fait au contraire en direction des plus courtes focales : le champ embrassé par l'objectif s'élargit continûment, tandis que les dimensions de chaque élément de la scène diminuent progressivement dans le cadre. On voit que le Zar apporte de nouvelles informations sur la situation du sujet dans son environnement. Dans un mouvement de grande amplitude, on passe effectivement du gros plan (GP) au PE.

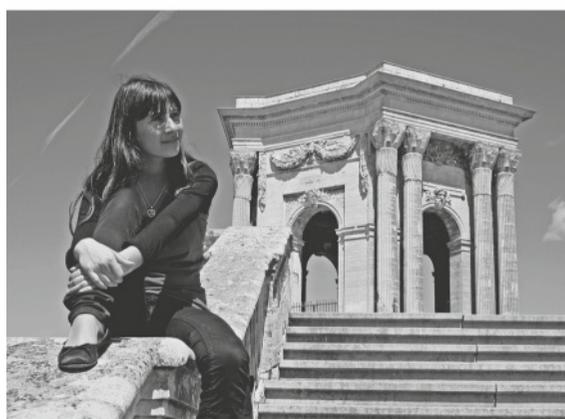
Qu'il s'agisse d'un Zav ou d'un Zar, Il est vivement déconseillé de « balayer » toutes les focales du zoom, ce qui peut prendre beaucoup trop de temps, en particulier s'il a une grande amplitude (10×, 12×, 20×). Dans bien des cas, il suffit de diminuer la focale de quelques millimètres pour faire découvrir au spectateur, le moment venu, un élément environnant qui lui était jusqu'alors caché.

Un Zav ou un Zar est fréquemment associé à un léger mouvement de panoramique ayant pour objet de recadrer agréablement le sujet principal, afin qu'il ne se trouve pas « bêtement » en plein centre du cadre en fin de mouvement (mais, par exemple, sur un point fort).

La *vitesse de zooming* motorisé est invariable sur beaucoup de caméscopes ; quelques modèles offrent deux vitesses au choix, ou encore une vitesse variable, selon qu'on presse ou que l'on déplace plus ou moins la commande W/T. Si le caméscope est monté sur pied et que le zoom soit débrayable, il est bien préférable de varier la focale manuellement, avec l'amplitude et la vitesse désirée : effectuez cette manœuvre avec régularité et délicatesse. Le zoom manuel est



1



2



3

Figure 3.5 Zoom avant. Voir p. 241 du cahier couleur.

Avec ce mouvement – qui fait porter l'attention sur le sujet principal au détriment du décor – la perspective ne change pas. Photos Gérard Galès.

la seule manière de réaliser l'effet « coup de poing », c'est-à-dire le passage extrêmement rapide entre deux focales qui, utilisé exceptionnellement, peut créer un choc visuel surprenant.

### Réflexions sur le zooming

L'objectif zoom est précieux en ce qu'il permet, quel que soit le point de vue par rapport au sujet, de déterminer comme désiré ses dimensions dans le cadre. Il faut admettre en revanche que le zooming n'apporte pas grand-chose à l'expression vidéographique. En effet, un Zav ne fait que grossir un motif que le spectateur voyait déjà selon le même angle et sous la même perspective, tandis qu'un Zar révèle l'environnement du sujet principal, mais en s'en éloignant. Les plus graves défauts du zooming sont de ralentir l'action (il ne se passe rien de nouveau pendant la variation de focale qui, de plus, semble interminable lorsqu'elle est lente) et de poser des problèmes au montage, si le mouvement n'a pas été « pensé » à la PdV.

Disons-le sans ambages : le zooming est la « fonction magique » de l'utilisateur lambda, mais que les opérateurs confirmés n'utilisent jamais, ou à titre très exceptionnel. C'est alors sa rareté qui en fait tout le prix !

## 3.6 Panoramiques

Le plus fréquemment utilisé est le *panoramique horizontal* de gauche à droite ou de droite à gauche. On s'en sert soit pour décrire une scène trop vaste pour être montrée entièrement sur la position grand-angle du zoom, soit pour suivre un sujet mobile dans son dépla-

cement, parfois pour passer d'un sujet à un autre. Un panoramique peut tout aussi bien être *vertical* (vers le haut ou vers le bas) ou *oblique*. Dans ce dernier cas et si l'on opère sur pied, ce sont les deux axes de la plate-forme qu'il faut libérer.

Comme pour les autres mouvements, évitez si possible d'utiliser une focale trop longue. Les mouvements de suivi sur un sujet mobile dont la trajectoire est imprévisible ne peuvent être effectués qu'à la main : par exemple les évolutions acrobatiques d'un avion ou d'un skieur. Dans un tel cas, tenez le caméscope très fermement et suivez le mouvement en déplaçant l'ensemble de la tête et du tronc, en cherchant à garder les bras serrés contre la poitrine. Efforcez-vous aussi de garder l'œil gauche ouvert (si votre œil droit est « directeur ») : en dépit de la différence de grossissement et avec un peu d'habitude, cela vous permet de voir en même temps l'ensemble du champ environnant et de cadrer plus facilement le sujet mobile dans le viseur.

Lorsque vous effectuez un panoramique – en suivant, par exemple, une voiture de course – arrangez-vous pour que votre position la plus confortable et la plus stable corresponde à la fin du mouvement, au moment où le cadre doit être parfaitement fixe (vous laissez le sujet sortir du cadre, ce qui vous permettra de le faire entrer par l'autre côté, plan suivant). Vous ne pourrez pas éviter un saut d'image très désagréable si vous déplacez vos jambes en cours de panoramique.

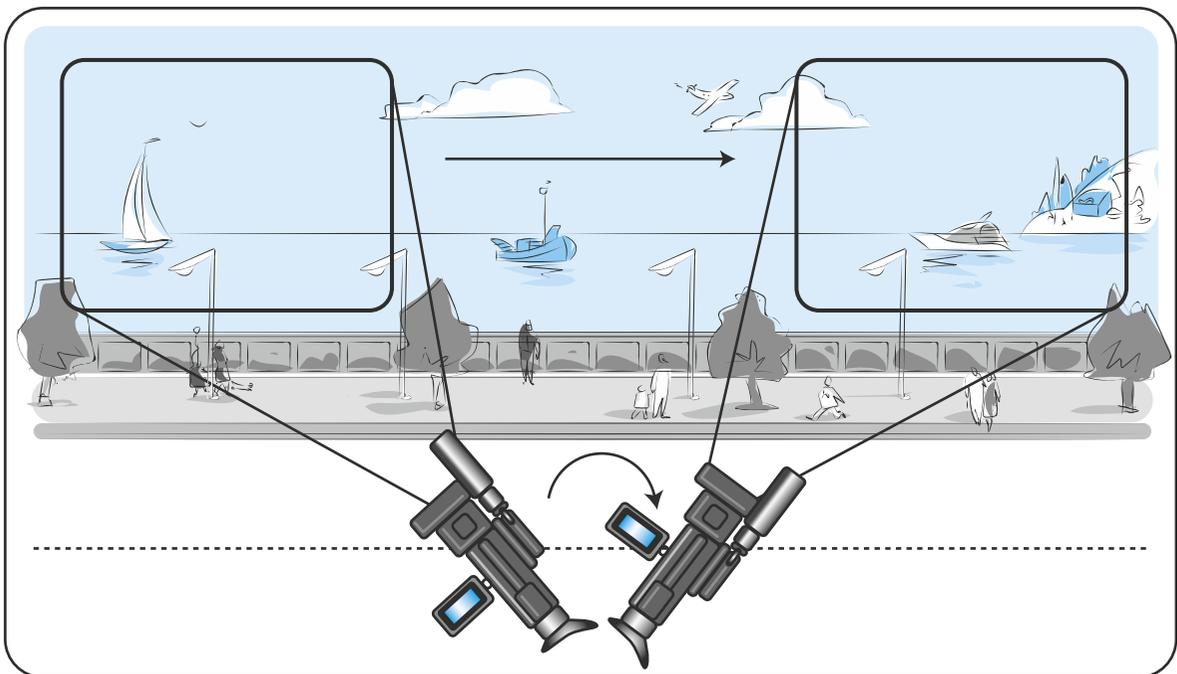


Figure 3.6 Panoramique sur un sujet statique.

Pour qu'un tel mouvement de caméra se raccorde bien au montage, il faut qu'il débute et s'achève par un plan fixe d'une seconde ou plus. Effectuez le mouvement lentement et régulièrement, par rotation du haut du corps, sans déplacer les jambes.

La vitesse d'un panoramique descriptif est un facteur essentiel de la narration. D'une manière générale, panoramiquez d'autant plus lentement (et régulièrement) que la focale du zoom est plus longue ; sinon, la scène défile trop vite dans le cadre pour que le spectateur ait le temps d'identifier quoi que ce soit. Voilà une bonne raison de préférer une courte ou moyenne focale.

Le panoramique est évidemment la seule manière de suivre les évolutions d'un sujet mobile. Réglez alors rigoureusement votre vitesse de panoramique sur celle du mobile qui reste ainsi à la même place dans le cadre, mais en laissant plus d'espace dans la direction du mouvement. En fin de plan, immobilisez le camescope et laissez le sujet sortir du cadre ; « coupez » après qu'il en sera sorti ; pas avant !

Contrairement à ce qu'indiquent la plupart des notices d'emploi, il est vivement déconseillé d'utiliser une vitesse d'obturation rapide lorsqu'on réalise un panoramique : cela ne fait que favoriser l'apparition de phénomènes stroboscopiques désagréables sur l'arrière-plan, particulièrement s'il comporte des lignes verticales régulièrement espacées (barrière, grille, rangée d'arbres, etc.). Puisque vous suivez le mobile dans le viseur, celui-ci est parfaitement net sur l'image, tandis que le fond est « filé », ce qui évoque admirablement la sensation de vitesse.

### 3.7 Travellings

Le véritable travelling « mécanique » n'a vraiment rien à voir avec le zooming : le camescope se déplaçant continûment dans l'espace scénique, la perspective se modifie sans cesse. Les travellings sont certainement les plus « beaux » mouvements de caméra, mais de loin les plus difficiles à préparer et à exécuter. Ils sont un élément très important du langage vidéographique en autorisant une grande liberté d'organisation du récit. Il y a autant de types de travellings que de réalisateurs et d'histoires à raconter : lent, rapide, latéral, oblique, en tournant autour du sujet, en se déplaçant en même temps que lui, etc.



Figure 3.7 Trois images « arrêtées » dans un long panoramique suivant le déplacement du personnage. Voir p. 242 du cahier couleur. Une fois encore, nous vous recommandons de laisser plus d'espace dans la direction du mouvement. Adoptez le même type de cadrage « aéré » pour un travelling latéral, par exemple. Photos Gérard Galès.

### 3.8 Diverses manières d'exécuter un travelling

Contrairement aux mouvements de zooming et de panoramique qui requièrent le viseur classique à hauteur de l'œil, il est le plus souvent préférable de contrôler l'exécution d'un travelling sur l'image de l'écran ACL du camescope (ou d'un moniteur auxiliaire).

**1 En marchant, camescope à la main.** Le zoom étant réglé sur sa plus courte focale, afin de limiter l'effet des secousses involontaires, déplacez-vous de la manière la plus souple qui soit (tel un danseur dont les épaules ne bougent pas par rapport au haut de son corps). Si votre camescope est équipé d'un écran ACL orientable, vous pouvez le tenir à diverses hauteurs du sol, quitte à le déclencher par télécommande. Un stabilisateur optique ou électronique est très efficace.

Avec un peu d'habitude et quelques répétitions préalables – peut-être guidé par un ami dans vos évolutions – vous parviendrez à réaliser des mouvements attrayants à la perfection : passer d'une pièce d'appartement à une autre, monter ou descendre un escalier, etc. Il s'agit là d'un style subjectif de narration, l'objectif du camescope se confondant en quelque sorte avec l'œil du réalisateur, donc avec le regard du spectateur.

Pour des mouvements d'une grande fluidité même sur terrain accidenté, les professionnels utilisent un système de stabilisation dont le plus connu est le *Steadicam* avec visée déportée sur moniteur ACL, mais dont il existe, sous diverses marques, des versions simplifiées et beaucoup moins onéreuses, convenant idéalement aux camescopes compacts. (cf. 15.7).

**2 Pied monté sur support à roues ou à roulettes.** Certains trépieds peuvent recevoir des roulettes, directement ou par l'intermédiaire d'un bâti métallique « triangle ». Ceci permet de déplacer le point de station du camescope pendant le tournage « en studio » et de réaliser des travellings dans diverses directions. En raison du petit diamètre des roulettes, ce dispositif n'est utilisable que sur un sol bien plat et uni.

**3 Fauteuil roulant, chariot, caddie, etc.** Pour de longs travellings (poursuivre un personnage en train de courir dans un couloir, par exemple) le fauteuil roulant pour handicapé est idéal. Le cadreur est assis dans le fauteuil, le plus confortablement possible ; un assistant dirige les déplacements lesquels – après répétitions – peuvent être très complexes. C'est ainsi que l'on peut, par exemple, enregistrer les conversations entre des personnages en tournant de plusieurs fois 360° autour du groupe.

Un caddie grand modèle, chariot à bagages ou certains modèles industriels permettent, avec moins de souplesse, des mouvements de même nature.

**4** Pour les productions à gros budget, il existe chez les loueurs d'équipements professionnels un grand choix de chariots de travellings sur rails et/ou sur roues pneumatiques, de grues, de plates-formes élévatrices, etc.

**5 Toutes sortes de véhicules.** Il y a toujours moyen d'utiliser son camescope, dans une automobile, un train, un avion de tourisme, ULM, hélicoptère, montgolfière, à l'arrière d'une moto, etc. Évitez de fixer le camescope sur un support et d'appuyer l'objectif contre une fenêtre ou un hublot : ce qui transmettrait les vibrations et les cahots. La meilleure façon de procéder est de tenir le camescope en mains, en adoptant soi-même une attitude très souple, afin que l'ensemble du corps joue le rôle d'amortisseur.

Passager d'une voiture, on peut réaliser trois types de travellings : *travelling avant* à travers le pare-brise (ce dernier doit être immaculé ; enlevez éventuellement un essuie-glace) ; *travelling latéral* par une fenêtre vitre abaissée : demandez au chauffeur d'avancer très lentement ; *travelling arrière*, à notre sens le plus efficace, car il fait découvrir continuellement un nouveau paysage et laisse au spectateur le temps de l'analyser pendant qu'il s'éloigne progressivement. Vous pouvez – ainsi que nous l'avons fait bien souvent – vous asseoir en tailleur à l'arrière d'un break, en tenant le camescope fermement, mais en souplesse afin d'amortir les cahots. Utilisez le stabilisateur si votre camescope en est doté et visez sur l'écran ACL, convenablement orienté.

**6** Grâce à la miniaturisation des équipements, l'on peut aujourd'hui enregistrer des séquences spectaculaires dans les conditions les plus extrêmes ; sans en dresser la liste, rappelons les trois configurations les plus courantes :

- camescope pré-réglé fixé sur le casque du « cadreur » (avec œilleton de visée devant un œil, cadrage en inclinant la tête et déclenchement déporté dans une main) ; c'est la solution universellement adoptée pour le parachutisme et la chute libre ;
- camescope (ou mini-caméra + enregistreur) pré-réglé et fixé sur l'engin (ski, luge, ULM, moto, VTT, etc.) ;

- la variante à la configuration précédente est très couramment employée aujourd'hui pour la retransmission télévisée, en particulier des sports mécaniques. La ou les caméras miniatures sont fixées sur l'engin, mais grâce à un émetteur HF embarqué, les images et les sons sont transmis en direct sur un récepteur en poste fixe (cf. 15.8).

#### Remarque à ce propos

L'excellente qualité des images ainsi recueillies (à partir d'une voiture de F1 se déplaçant à 300 km/h, par exemple) est due à l'adoption d'un objectif grand-angle à focale fixe. Outre le vaste champ embrassé, l'emploi d'une courte focale présente deux gros avantages qui sont : (1) la profondeur de champ s'étendant de quelques décimètres (les mains du pilote sur le volant) à l'infini et (2) des images qui sont assez stables, en dépit des secousses et des vibrations. Les camescopes grand public se prêtent très mal à ce genre d'applications, pour la simple raison qu'aucun d'entre eux n'offre d'emblée une véritable position grand-angle ; pour en disposer, il faut coiffer le zoom d'un convertisseur optique *wide* ; celui-ci étant lourd et encombrant, il a vite fait, sous l'effet des vibrations et des chocs, d'abîmer les fragiles mécanismes du zoom.

## 3.9 Mouvement et mise au point (MaP)

Le fonctionnement de l'autofocus (AF) s'oppose le plus souvent à la pleine réussite d'un mouvement, à l'exception d'un zooming sans recadrage final ; encore que dans ce cas, la MaP manuelle (M) soit parfaitement efficace, puisque la distance objectif-sujet ne change pas. Si vous utilisez l'AF pour faire un mouvement (panoramique, travelling) dans une scène comportant à la fois des premiers plans et un arrière-plan, la MaP va se réajuster automatiquement sur l'élément défilant dans la région centrale du cadre. L'AF réagissant plus ou moins rapidement, l'ensemble du plan sera presque inévitablement affecté d'un effet de pompage et c'est peut-être la partie essentielle de l'image (les personnages, par exemple) qui sera floue au moment où elle apparaît à l'écran. Quel que soit le degré d'intelligence du système AF de votre camescope, il est bien préférable – avant d'effectuer le mouvement – de faire préalablement la MaP manuelle sur la partie significative de la scène (ou sur une valeur moyenne assurant une netteté suffisante des éléments les plus importants).

En extérieur, dans le cas général où la lumière est abondante, il suffit de rester en position M et de régler la distance de MaP sur 3 m environ : le zoom étant réglé sur une courte focale, la profondeur de champ s'étend pratiquement du premier plan à l'infini.

En intérieur normalement éclairé, au contraire, le diaphragme est forcément à grande ouverture, tandis que le sujet est proche : la profondeur de champ est très limitée. Si la distance sujet-objectif varie (que ce soit un personnage ou le point de vue caméra qui se déplace), il est le plus souvent nécessaire d'ajuster la mise au point manuelle en continu. Vous devez opérer sur pied, en demandant à un assistant de corriger la MaP en fonction de la distance du sujet : ce qui demande quelques répétitions préalables. Cette technique de « suivi de la mise au point » (*follow focus*) est systématiquement utilisée pour le tournage cinéma et des vidéofilms.

### 3.10 Mouvement et exposition

Pour des raisons analogues, il n'est pas toujours approprié – si l'on dispose d'un diaphragme débrayable – d'exécuter un mouvement en mode diaphragme auto. Il vaut mieux régler l'exposition pour le sujet principal

(quitte à le déterminer en mode auto par un Zav préalable). Vous évitez ainsi que la luminosité générale de l'image et celle du motif principal ne changent brutalement, lorsqu'il se trouve qu'en cours de mouvement, le camescope a été influencé par une plus grande surface de ciel ou par une source d'éclairage. Vous pouvez néanmoins rester en diaphragme auto lorsque le mouvement est relativement lent ou si la scène est normalement contrastée : le changement d'ouverture a le temps de s'effectuer sans à-coups et l'on reproduit ainsi la sensation ressentie par nos yeux qui s'adaptent assez rapidement aux variations de luminance du sujet. Là encore et si les circonstances le permettent, faites une répétition du mouvement et observez attentivement le résultat en le « rejouant » sur l'écran ACL du camescope ou d'un moniteur externe.

Si votre camescope n'est pas à diaphragme débrayable, il offre peut-être une *touche de contre-jour*. En cours de panoramique, pressez-la au moment précis où le champ embrassé par le viseur « entre » dans la région plus sombre ; relâchez-la dès que vous en sortez.

## Lumière et éclairage

Au sens originel du terme – s’appliquant à toute image formée par un objectif et capturée sur une surface sensible – photographe, c’est écrire avec la lumière. C’est bien pour cela que, dans une équipe de tournage cinéma ou télévision, le responsable de la qualité plastique et physique des images s’appelle « directeur de la photographie ».

### 4.1 Lumière et matière

Les différents objets ne réagissent pas de la même manière à la lumière :

- Un *objet opaque* ne se laisse pas traverser par la lumière : il en réfléchit une partie (*réflexion*) et il en absorbe une autre partie (*absorption*). Cet objet paraît d’autant plus clair qu’il réfléchit une plus forte proportion de la lumière incidente.
- Un *objet est de la couleur des radiations qu’il réfléchit* : une cerise est rouge parce qu’elle réfléchit surtout les radiations rouges du spectre et qu’elle absorbe une forte proportion des autres.
- Un *objet translucide* – une tasse en porcelaine par exemple – laisse passer (transmet) une partie de la lumière, sans que l’on puisse distinguer la source de lumière à travers lui : c’est la *diffusion*.
- Un *objet transparent* laisse passer une forte proportion de la lumière et l’on peut voir les objets placés derrière lui : c’est la *transmission*.
- En traversant successivement deux milieux transparents de différentes natures – l’air et le verre par exemple – la lumière est non seulement transmise, mais elle est également déviée : c’est le phénomène de *réfraction*, fondement de l’optique dioptrique.

#### 4.1.1 Réflexion de la lumière

Les objets sont visibles parce qu’ils réfléchissent une partie de la lumière incidente : un miroir parfait et propre, qui réfléchit pratiquement 100 % de la lumière qu’il reçoit, n’est visible que par son cadre, son contour. Il en serait de même pour un objet « noir absolu », c’est-à-dire absorbant toute la lumière qu’il reçoit.

Une partie de la lumière frappant une surface mate est réfléchiée dans toutes les directions – donc *diffusée* – par les aspérités microscopiques de la surface ; l’autre partie est absorbée.

Le *facteur de réflexion* d’une surface est le rapport du flux lumineux réfléchi au flux incident. Voici, exprimé en pourcentage, le facteur de réflexion de quelques surfaces (tableau 4.1).

Tableau 4.1 Facteur de réflexion de quelques surfaces

Blanc de magnésie	98 %
Mur blanchi à la chaux	80 %
Papier blanc ordinaire	60 %
Peau de race blanche	30 %
Plage standard de gris moyen*	18 %
Noir d’une photo sur papier mat	6 %
Noir d’une photo sur papier glacé	2 %
Velours noir épais	0,4 %

\* Visuellement, un gris à 18 % semble exactement situé entre le noir et le blanc. Le gris à 50 % nous paraît bien plus proche du blanc que du noir.

La valeur de 60 % pour le papier blanc signifie qu’il réfléchit (en la diffusant) 60 % de la lumière qu’il reçoit et que, par conséquent, il en absorbe et transmet 40 %.

La loi bien connue « l’angle de réflexion est égal à l’angle d’incidence » ne s’applique pas qu’aux surfaces brillantes : dans le cas d’une surface mate, une plus forte proportion de lumière est diffusée dans la direction indiquée par la loi ; c’est pourquoi il est important d’orienter convenablement un réflecteur passif servant à éclaircir les ombres (*fill-in*).

### 4.2 Ombre et lumière

La lumière se propageant en ligne droite, une source ponctuelle (ou assimilable) projette sur les surfaces avoisinantes des ombres nettes de l’objet qu’elle éclaire. Quand la source ponctuelle est située à l’in-

fini – c'est bien sûr le cas du soleil – l'ombre projetée sur un écran placé perpendiculairement à l'axe de la source derrière l'objet, a les mêmes dimensions que l'objet et elle en reproduit fidèlement les contours. Quand la source est située très près de l'objet, l'ombre projetée est plus grande que l'objet : c'est « l'ombre au flambeau ». Cependant, dans la plupart des cas, les surfaces de projection des ombres ne sont pas perpendiculaires à la source, mais obliques et pas forcément planes : les ombres projetées sont le plus souvent déformées, allongées ou raccourcies, et elles sont de plus soumises – tout comme les objets réels – aux lois de la perspective.

Par ailleurs, une scène quelconque est rarement éclairée par une source unique. Dans un paysage, par exemple, le disque solaire n'est pas seul à l'illuminer : les nuages, le bleu du ciel, le sol, l'eau, les feuillages, etc., diffusent une partie de la lumière solaire en éclairant plus ou moins les ombres. Dans ces conditions, les contours de l'ombre d'un objet ne sont pas nets, mais estompés, l'éclaircissement augmentant progressivement de l'intérieur vers l'extérieur.

- L'*ombre* est l'interception de la lumière par un objet opaque.
- L'*ombre propre* est la partie de l'objet qui n'est pas directement éclairée par la source « principale ».
- L'*ombre portée* est la projection obscure de la silhouette de l'objet sur les surfaces ou objets avoisinants.
- La *pénombre* est la région intermédiaire entre la région obscure et la partie éclairée de l'objet ou de son ombre ; c'est par exemple l'aube ou le crépuscule sur la Terre.

Certains éclairages ne donnent pratiquement aucun ombre : c'est le cas de la lumière venant de pleine face (selon l'axe optique de l'objectif) ou encore provenant simultanément de toutes les directions de l'espace supérieur.

### 4.3 Orientations de la lumière par rapport au sujet et au point de vue

L'orientation générale de la lumière solaire conditionne les genres de vie : en montagne, les villages sont étagés sur l'adret, versant ensoleillé. L'architecte, l'urbaniste, cherchent à assurer l'éclaircissement optimal des fenêtres, terrasses et balcons, afin de nous faire profiter de la bonne lumière et de la chaleur dans les pays froids ou tempérés ; c'est le contraire dans les pays tropicaux.

Le soleil illumine la terre depuis un point de l'espace situé sur un arc de cercle correspondant à sa rotation apparente dans le ciel ; de sorte que nous sommes conditionnés pour voir et identifier les êtres et les cho-

ses sous l'éclairage solaire « moyen », dont l'incidence verticale est autour de 45°. Éclairer un personnage avec une source de lumière en position « non solaire » – en dessous du plan de l'horizon – peut conduire à des effets surprenants. Dans certains cas, la sensation de relief est inversée pour notre œil, qui voit des creux à la place des bosses : c'est ce que l'on constate sur une photo des cratères lunaires, orientée de telle sorte que la lumière solaire vienne par le bas de l'épreuve.

Distinguons dès à présent la *lumière principale*, celle qui éclaire véritablement la scène et situe les objets dans l'espace et les *sources secondaires* qui ne jouent que des rôles de complément : mieux préciser les formes et les contours, éclaircir les ombres, doser le contraste de l'image, produire un effet de contre-jour, etc. De l'orientation spatiale de la source principale par rapport à la scène (observée du point de vue de la caméra) dépendent aussi la répartition et la position des ombres, lesquelles jouent un rôle essentiel dans l'aspect de l'image, le rendu des volumes (ou « modelé ») et de la texture de l'objet.

**1 Lumière frontale.** Elle frappe l'objet de face, mais au-dessus du point de vue. Les ombres projetées sont courtes et dures si la lumière est dirigée et ponctuelle comme un soleil d'été. Cet éclairage avantage la symétrie du sujet, sans détailler sa structure intime. Il a été beaucoup utilisé sur les plateaux d'Hollywood parce que, avec l'appui d'un maquillage bien exécuté, il donnait une image « flatteuse » (et rajeunie) de la star.

**2 Lumière de face.** Un type d'éclairage à éviter dans tous les cas où il est possible d'en utiliser un autre : aucune ombre ne se forme sur le sujet (mais elles sont projetées juste derrière lui) et le relief est généralement détruit. C'est malheureusement l'éclairage donné par la torche intégrée à certains caméscopes ou fixée sur la griffe porte-accessoires, juste au-dessus de l'objectif.

**3 Lumière de trois-quarts en position haute.** C'est l'éclairage classique privilégié depuis toujours par les peintres ; la lumière naturelle par excellence, celle qui est donnée par la position moyenne du soleil dans les pays dits tempérés. Cet éclairage rend sensible la progression des demi-teintes, depuis les hautes lumières jusqu'à l'ombre complète ; c'est aussi celui qui rend le mieux compte de la forme et de la texture des objets ; avec lui, un visage est presque toujours « ressemblant ».

**4 Lumière latérale.** Si la lumière vient de côté, à peine au-dessus de l'axe optique, elle souligne la forme et la texture de l'objet, mais n'en révèle que la moitié ; c'est plutôt un éclairage « à effet », nécessitant habituellement l'appoint d'une source secondaire diffuse pour éclaircir les zones d'ombre.

Si la lumière latérale provient d'un point situé, par exemple, à 45° au-dessus du sujet, l'éclairage frisant met la matière en valeur de façon tout à fait extraordinaire, surtout si sa structure est fine et son relief peu accusé. Il peut mettre en évidence des détails à peine visibles sous un autre éclairage. On l'utilise à



1



2



3



4

Figure 4.1 Un visage, un projecteur.

Selon l'orientation de la source principale, le visage semble changer d'aspect. 1 Au-dessus de la caméra (frontal) – 2 De trois-quarts à droite (à 45°) – 3 Sur le côté (latéral) – 4 En semi-contre-jour (effet). Photos René Bouillot.

chaque fois qu'il faut mettre l'accent sur la matière, l'état de surface ou la structure de l'objet : la pierre, le bois rongé par le temps, la trame d'un tissu, une sculpture en bas-relief, etc.

**5 Contre-jour.** Le sujet se trouve alors entre la source de lumière et la caméra, l'ombre étant projetée en avant sur le sol ou la surface de base ; sa partie frontale est baignée dans l'ombre propre, tandis que ses contours vivement éclairés sont soulignés d'une brillante auréole : c'est l'aspect très spécifique du plein contre-jour.

Quand la source n'est pas juste derrière le sujet, mais par exemple à 45° à droite ou à gauche derrière lui, on établit un *semi-contre-jour*, à notre avis le meilleur éclairage de ce type. Si l'objet est opaque et

s'élève verticalement, le seul contre-jour n'en montre que la silhouette : pour que l'image soit « lisible », il faut que cette silhouette soit bien découpée et immédiatement identifiable, comme un arbre décharné en hiver ou une charpente métallique. C'est en revanche l'éclairage idéal des objets transparents ou translucides : verrerie, cristallerie, porcelaine, etc.

Le contre-jour convient admirablement aux paysages relativement peu accidentés et embrumés : les divers plans de la scène étagés en profondeur sont découpés par la lumière et les ombres douces, soulignant harmonieusement les lignes caractéristiques et les moindres inflexions du terrain.

**6 Éclairage par-dessous.** Ainsi que nous l'avons déjà remarqué, c'est un éclairage « à effet » donnant

un aspect surnaturel à l'objet. Sous cette lumière, un visage prend une apparence diabolique qui doit être celle des damnés subissant les feux de l'Enfer... Les films et vidéofilms d'horreur en font un usage immo-déré. Cela étant, il peut être employé avec des résultats intéressants, soit pour étonner le spectateur, soit pour souligner la fluidité particulière des matériaux transparents, comme le verre, les pierres précieuses ou l'eau. Remarquez que l'éclairage par-dessous s'accepte très volontiers quand la source de lumière est incluse dans le cadrage : comme la lampe à huile ou la bougie dans les célèbres tableaux de *Georges de La Tour*.



Figure 4.2 Éclairage par-dessous.

*Il s'accepte plus volontiers quand – comme ici – les sources de lumière sont incluses dans le cadrage. Dans un cas semblable, vous pouvez améliorer l'aspect général de la scène en complétant l'éclairage des bougies par une faible ambiance de lumière tamisée et colorée : ce qui a pour effet de « décoller les noirs » en détaillant l'arrière-plan. Photo Gérard Galès.*

## 4.4 Lumière dirigée et lumière diffuse



Figure 4.3 Éclairage en lumière diffuse.

*La nature de l'éclairage contribue grandement à établir un certain climat psychologique. Ici, la lumière diffuse confère une ambiance romantique à la scène. Photo Gérard Galès.*

Il serait mal venu – dans cet ouvrage qui ne privilégie aucun style de réalisation ni domaine vidéographique particuliers – de décréter *ex cathedra* que tel ou type d'éclairage convient « idéalement » à une scène donnée : son choix est, pour chacun, une affaire personnelle de talent et de créativité. Nos remarques et conseils ne sont que des suggestions pouvant éventuellement guider le débutant.

Nous dirons cependant que les facteurs déterminant de l'éclairage sont (1) l'orientation de la lumière principale par rapport à la scène et au point de vue, et (2) le contraste de l'image. Si l'on n'en a pas l'expérience, il est extrêmement difficile de bâtir un éclairage esthétiquement satisfaisant avec plusieurs sources. Rien n'est plus déprimant que de voir un vidéaste inexpérimenté disposer n'importe comment une multitude de projecteurs autour du sujet, les uns contrariant ou détruisant l'effet produit par les autres. Répétons-le : il ne peut y avoir qu'une unique *lumière principale*, à l'orientation bien définie, les autres sources – ciel, projecteurs, réflecteurs, diffuseurs – ne jouant que le rôle complémentaire de lumière diffuse d'appoint, éclaircissant les ombres ou encore de lumière dirigée en effet. Ces sources secondaires ne sont là que pour préciser certaines particularités du sujet ou de la scène que la lumière principale ne définirait pas correctement ou suffisamment. La lumière d'ambiance permet de *contrôler le contraste général de l'image*, elle transforme un éclairage dur sous lequel les objets sont surtout traduits par des oppositions de noir et de blanc, en éclairage diffusé, révélant les plus subtiles gradations des demi-teintes et des pages colorées.

La lumière principale peut être complètement diffuse, éclairant le sujet sous toutes les incidences ; ce peut être – pour les scènes qui s'y prêtent (oniriques, sensuelles, etc.) – un merveilleux éclairage soulignant délicatement les formes et le modelé.

## 4.5 Éclairage naturel, disponible et artificiel

Nous ne devrions nous intéresser ici qu'aux aspects esthétiques de l'éclairage, celui qui, selon sa répartition, son orientation et sa concentration, confère un certain climat « psychologique » à la scène. Mais, contrairement aux productions du cinéma et de la télévision spectacle qui consacrent de gros budgets à l'éclairage, le vidéaste travaillant seul ou en toute petite équipe ne peut mettre en œuvre que des moyens très limités : il doit généralement chercher à tirer le meilleur parti de l'éclairage déjà existant sur le lieu de tournage, en l'améliorant à chaque fois que nécessaire et est possible.

La qualité plastique et physique des images vidéo (leurs valeurs, leur contraste et leurs couleurs, etc.) dépend directement des conditions d'éclairage. Celui-

ci ne pose généralement pas de problèmes en extérieur, à la lumière du jour. Les prises de vues en « extérieur nuit » sont plus délicates en raison du fort contraste et surtout du faible niveau de lumière, requérant d'opérer à la plus grande sensibilité du camescope. C'est plutôt dans le cas fréquent du tournage en « intérieur décor réel » que vous pourrez mettre utilement en pratique les principes fondamentaux de l'éclairage.

Autrefois, même les scènes des grands films censées se dérouler en extérieur étaient tournées sous la lumière des projecteurs, dans des décors construits en studio. Ce n'est plus le cas des productions de la télévision et du cinéma-spectacle d'aujourd'hui où – autant pour des raisons de budget de production que de réalisme de la narration et des décors – un grand nombre de scènes sont tournées en « intérieur réel ». Ces conditions de tournage se rencontrent couramment en vidéo légère : les problèmes à résoudre étant les mêmes, vous pouvez vous inspirer très largement des solutions adoptées pour ces productions lourdes.

Lors d'un tournage en décor réel (dans un appartement, par exemple), le directeur de la photographie ne se contente pour ainsi dire jamais de l'éclairage préexistant ; il y a plusieurs bonnes raisons pour cela :

**1 Le niveau d'éclairement est insuffisant.** Un appartement bien éclairé, agréable à habiter, offre un éclairement moyen qui ne dépasse guère 150 lx, ce qui le situe dans les limites inférieures acceptables pour ce qui concerne le niveau de lumière. Il y a certes – surtout avec un camescope qui « affiche » 5 lx – assez de lumière pour faire des images, mais leur qualité ne sera pas optimale. Par ailleurs, un faible éclairement impose que le diaphragme soit à sa pleine ouverture. Il en résulte une faible profondeur de champ, d'autant que le sujet filmé est proche du camescope. Enfin, certains systèmes autofocus fonctionnent mal (ou de manière erratique) en faible lumière.

**2 Il y a généralement trop de contraste** entre les zones les mieux éclairées – sous le lampadaire du salon – et les parties qui en sont plus éloignées. En pleine journée, il y a un fort éclairement, par exemple 5 000 lx, tout près de la fenêtre et quelques centaines de lux seulement à 2 m de cette croisée. Or, le capteur CCD ou CMOS d'un camescope ne peut pas enregistrer correctement ces grands écarts de luminance entre les diverses régions de la scène ou *contraste*. Ou bien, on expose pour les régions lumineuses et les zones plus sombres qui seront complètement « bouchées », ou bien on aura (en ouvrant manuellement le diaphragme) exposé pour les zones d'ombres et ce seront les *hautes lumières* qui viendront former une tache blanchâtre désagréable, en « bavant » sur les régions voisines qui sont rongées.

**3 Une ambiance lumineuse agréable à l'œil** – parce que ce dernier néglige les différences de température de couleur, « gomme » les contrastes, s'adapte continuellement aux variations même brutales de lumi-

nance – risque fort de donner sur l'écran du téléviseur des images inesthétiques, incomplètes et décolorées.

Si, l'on veut obtenir des images de bonne qualité, *il est donc nécessaire de compléter ou même de construire* l'éclairage en intérieur, en adoptant – avec de moyens certes plus limités mais selon les mêmes principes – les méthodes qui ont fait leurs preuves dans les studios et sur les plateaux. Vous continuez toutefois à bénéficier de la grande sensibilité initiale du camescope, lequel a la capacité de former des images très convenables avec des niveaux d'éclairement notablement inférieurs à ceux qui sont requis par une caméra de cinéma ou de télévision.

## 4.6 Éclairage classique en intérieur et en studio

Comme tout autre aspect de la création, la qualité esthétique de l'éclairage n'est pas une affaire de matériel, mais de talent. Il y a toutefois des principes de base solides, dont la connaissance et le respect permettent à tout à chacun de bâtir à coup sûr un éclairage « satisfaisant », c'est-à-dire qui mette bien en valeur les particularités du sujet en respectant l'ambiance de la scène. Ces principes peuvent bien sûr être étendus et adaptés à toutes les sources de lumière et conditions de prise de vues, mais il est plus simple de les expliquer – comme ci-dessous – en utilisant des sources indépendantes (des luminaires à lampe tungstène-halogène) que l'on peut disposer à sa guise par rapport au sujet et au point de vue.

Deux « règles » d'éclairage permettent d'éviter d'emblée les erreurs les plus communes :

- Parce qu'il n'y a qu'un soleil dans notre ciel, une scène ne nous semble agréablement éclairée que si nous ne ressentons qu'une seule source dominante, ne formant qu'un unique jeu d'ombres cohérentes. Les ombres croisées, formées par deux sources identiques placées de part et d'autre du sujet, ont un effet catastrophique.
- *Le soleil étant toujours situé au-dessus de l'horizon*, un éclairage ne paraît « naturel » que s'il provient d'un point de l'espace assez élevé au-dessus de l'horizon ; en moyenne, de 45° à 60° au-dessus du sujet. Il va de soi qu'un éclairage « surnaturel » peut être mieux approprié à un polar ou à un film d'horreur !

L'éclairage classique d'un sujet à trois dimensions – le portrait d'un être humain est le meilleur exemple – requiert l'emploi d'au moins *trois sources de lumière* : quatre sont souvent souhaitables.

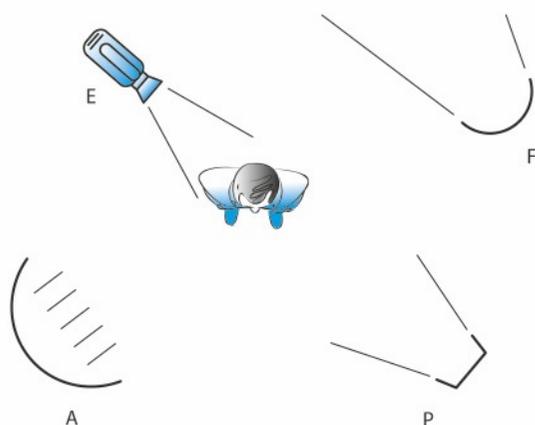
**1 Une source principale (P)** ou « lumière clé », donnant un faisceau assez dirigé, de préférence réglable. Ce projecteur a pour mission de situer le sujet principal dans son espace, de créer son relief, de défi-



1



2



3

Figure 4.4 Construire un éclairage avec quatre sources.

1 Source principale (P) seulement – 2 On a ajouté de la lumière diffuse d'appoint (A) du côté de l'ombre (réflecteur parapluie) – 3 Éclairage complet, avec addition d'une lumière d'effet (E) et d'un projecteur (F), afin de créer une tache lumineuse sur le fond. Photos René Bouillot.

nir sa forme et son volume. Ainsi que nous l'avons déjà évoqué plus haut (cf. 4.3), c'est de sa position par rapport au sujet et à l'axe de prise de vues que dépendent l'aspect général de la scène et son « climat psychologique ».

**2 Une source d'appoint ou « ambiance » (A)**, que l'on appelle aussi « lumière de remplissage » (en anglais *fill-in*), délivrant un faisceau très large de lumière diffuse. Son rôle est de doser le contraste général de l'éclairage en éclaircissant – plus ou moins selon l'effet désiré et l'atmosphère à évoquer – les ombres formées par la source principale. L'ambiance apporte des détails dans les zones d'ombres du sujet et amoindrit le contraste. C'est bien une lumière de « débouchage » des ombres qu'il s'agit. Sa caractéristique essentielle

est de ne pas former de nouvelles ombres qui viendraient contrarier celles qui sont créées par la source principale.

**3 Lumière d'effet (E)**. Cette troisième source – généralement un *spot* dont le faisceau est dirigé et relativement étroit – est placée en *semi-contre-jour*, c'est-à-dire en arrière du plan principal du sujet. Elle silhouette agréablement celui-ci en créant un liseré lumineux qui en souligne les contours et le « décolle » du fond.

**4 L'éclairage du fond (F)**. Dans ce cas de l'éclairage « de studio », la source (P) est relativement proche du sujet principal ; sa surface éclairante étant petite, son intensité lumineuse décroît rapidement, selon la loi bien connue de « l'inverse du carré de la distance ». Si,

par exemple, le personnage est à 2 m du fond (du studio ou de la pièce) et qu'il est principalement éclairé par un projecteur situé à 2 m de lui, cet arrière-plan recevra quatre fois de lumière que le modèle (moins deux divisions de diaphragme). Ce fond, même s'il est de teinte claire, sera sombre, sinon noir sur l'image. À moins que cet effet ne soit délibérément voulu, il est donc nécessaire d'éclairer séparément le fond ou le décor à l'aide d'une *quatrième source*, laquelle permet de plus de « doser » les éclairagements relatifs du sujet principal et de son environnement.

### Remarque

Les sources de lumière spécialisées se classant en diverses catégories – torche, projecteur, ambiance, herse, etc. – toutes sont appelées par le terme générique *luminaire* (cf. 17.9).

## 4.6.1 Éclairage de base : le « triangle »

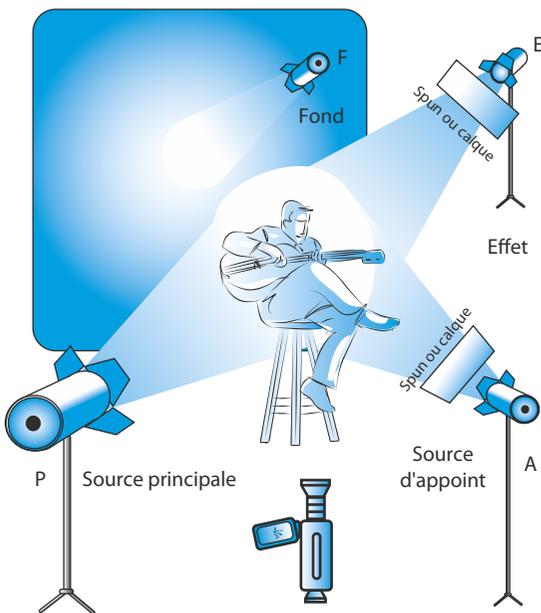


Figure 4.5 Éclairage de base avec trois sources « en triangle ».

Le sujet est mis en relief par la source principale (P). Ses ombres sont adoucies par la source d'appoint (A). Le projecteur (E) donne un effet de semi-contre-jour qui détache le sujet devant le fond. Si besoin est, ce dernier est éclairci grâce à une quatrième source (F). D'après Gérard Galès.

En gardant à l'esprit que nous n'aurons sans doute pas à éclairer un seul personnage et que les angles de prise de vue vont varier, nous pouvons rapidement définir un *éclairage de base*, nous pouvons même écrire « standard ». Rien ni personne – surtout pas nous ! – ne doit vous empêcher de ne pas suivre nos indi-

cations ; mais, lorsque vous le ferez, vous saurez du moins pourquoi vous le faites et dans quelle mesure réfléchie et créative vous vous écartez de l'approche classique de l'éclairage...

Pour construire cet éclairage de base, il suffit de disposer chacune des trois sources éclairant le sujet (P, A et E) selon les trois angles d'un triangle. Notons tout de suite que la position des sources (A) et (E) dépend directement de l'emplacement de la source clé (P) par rapport au sujet et au point de vue de la caméra.

**1 Une bonne position de départ pour la source (P) est à environ 45° à gauche ou à droite de l'axe optique de l'objectif et à 45° ou plus au-dessus.** Comme nous l'avons vu (cf. 4.3 [4]), vous reproduisez de cette manière l'éclairage adopté par les peintres et les sculpteurs de l'école classique ; celui qui correspond à une position moyenne du soleil dans le ciel.

**2 La source d'ambiance (A) est forcément située de l'autre côté de l'axe optique, son rôle étant d'atténuer – et non de supprimer ! – les ombres significatives formées par la source (P).** Non seulement son éclairage est plus faible parce que la puissance initiale de la source est répartie sur une grande surface, mais sa lumière est très diffuse, de manière à éclaircir les zones d'ombres de manière très homogène.

**3 La source d'effet (E) se situe obligatoirement derrière le plan principal du sujet, à gauche, à droite ou au-dessus (mais hors du cadre !) pour l'effet de semi-contre-jour.** Le résultat est plus agréable lorsque la source d'effet est placée approximativement selon l'axe du faisceau (P), vers le point diamétralement opposé.

Pour un véritable *contre-jour*, il faut que la source (E) soit placée juste derrière le sujet et par conséquent masquée à l'objectif du caméscope, ou encore au-dessus du cadre. En pratique, il faut éviter, autant que faire se peut, qu'une puissante source lumineuse (le soleil, ou son reflet dans l'eau, un projecteur de scène) ne frappe directement l'objectif : cela crée des images parasites ou autres défauts, tandis que le diaphragme automatique – trompé par cette source aveuglante – se ferme « à fond ». Bien que le capteur ne risque pas d'être endommagé par une courte exposition à une puissante source de lumière, il est préférable de l'éviter, d'autant qu'il peut y avoir – selon le type de capteur concerné – apparition d'un autre phénomène appelé *smear* : une ligne verticale très lumineuse, parfois rougeâtre, traversant tout l'écran.

À partir de cette configuration de base, vous pouvez élaborer les ambiances lumineuses les plus variées en jouant sur :

- la *position de la source* (P) (angle latéral et vertical), son *intensité*, soit en modulant le diamètre du faisceau (projecteur « focalisable »), soit en éloignant ou en rapprochant la source du sujet ;
- le *contraste*, par la proportion relative de lumière de remplissage apportée par l'ambiance (A) : sa distance, sa surface, le degré de diffusion, etc. ;

- la *position* et la *nature de l'éclairage d'effet*. Nous allons voir que dans un éclairage *complet*, c'est-à-dire prévu pour toute une scène constituée de la succession de plusieurs plans pris selon des points de vue différents, *la même disposition générale peut être conservée* : il n'est pas nécessaire de modifier notablement la position des sources d'un plan à l'autre. Ainsi est-on sûr de ne pas provoquer de *faux raccords d'éclairage*.

### 4.6.2 Éclairage du décor

Si l'ambiance générale de la scène est très claire, il n'est peut-être pas nécessaire d'ajouter une quatrième source (F) pour éclairer le décor. Dans une petite pièce aux murs et au plafond blancs et brillants (cuisine, salle de bain, etc.), la lumière réfléchiée dans toutes les directions illumine suffisamment le décor environnant. Dans un tel cas, veillez néanmoins à ce que la source principale (P) ne projette pas une ombre disgracieuse et qu'elle ne se réfléchisse pas sur le fond.

Si la source (F) est nécessaire – parce que l'arrière-plan est relativement sombre et/ou éloigné de l'action – il est préférable qu'elle soit placée du même côté que la source (P), par rapport à l'axe de prise de vues, de manière que les ombres qu'elle projette semblent issues d'une source unique : par exemple, une fenêtre hors du cadrage.

Il est inutile de « mesurer » quoi que ce soit : laissez cela aux photographes et cinéastes « argentiques » qui n'ont pas comme nous la chance de contrôler immédiatement le résultat obtenu sur l'écran LCD du camescope. En intérieur, vous avez souvent la possibilité d'apprécier l'effet en vraie grandeur sur un téléviseur ou un moniteur.



Figure 4.6 Éclairage du décor.

La comparaison de ces deux images montre bien l'importance d'une source supplémentaire (F) pour éclairer l'arrière-plan en intérieur. L'image de gauche détaille l'environnement, en apportant une certaine confusion. De l'image de droite – prise sans éclairage de fond – se dégage un climat d'isolement et de solitude psychologiquement très évocateur. Photos Jacques Pierre.

### 4.6.3 Scènes à plusieurs personnages

Nous avons indiqué précédemment qu'une longue scène à plusieurs personnages implique de changer de point de vue d'un plan à l'autre, afin de conférer de la variété, de la clarté et de la dynamique au récit. Cependant, de même que la position initiale des acteurs ne change pas considérablement d'un plan à l'autre (ou alors, il faut montrer sur un plan général que les personnes se déplacent), il vaut mieux ne pas modifier la position des sources de lumière, particulièrement celle qui délivre l'éclairage principal (P).

Reprenons l'exemple des joueurs d'échecs (cf. 2.7.3). Avec une disposition générale des luminaires selon la figure 4.7 vous pouvez constater que les sources (P) et (E) jouent alternativement les rôles de source principale, puis d'effet, pour les champs et contrechamps sur Pierre et sur Jacques, tout en assurant l'éclairage général, convenable pour le plan « de situation », illuminé par la source d'ambiance (A). Pour ne pas avoir de surprise désagréable lors des changements de plans, les sources doivent être situées très au-dessus des personnages.

#### Remarque

Il est évidemment impossible d'utiliser un unique projecteur comme source (P), une seule ambiance (A) et une seule source d'effet (E) pour éclairer les personnages évoluant sur le vaste plateau d'un studio. On obtient exactement le même résultat en divisant le plateau en zones de quelques mètres carrés, qui sont chacune éclairées par un trio de luminaires (P, A, E) pareillement orientés et réglés, suspendus à la « grille » d'éclairage du studio. Une console de commande des éclairages permet de moduler les éclairages en fonction des ambiances à évoquer. Le fond et les décors sont éclairés séparément par des luminaires de type « cyclorama ».

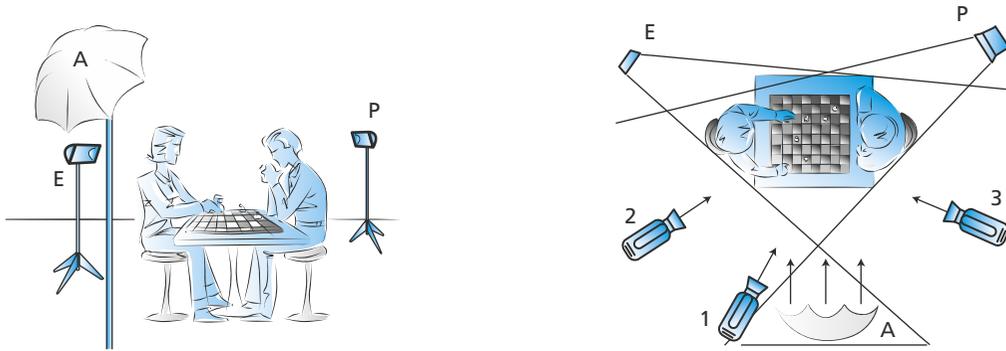


Figure 4.7 Trois sources pour deux personnages.

On voit que les deux mêmes projecteurs (P) et (E) jouent alternativement les rôles de source « clé » et « d'effet » pour les champs et contrechamps de Pierre (à droite) et de Jacques (à gauche), selon les positions 2 et 3 du camescope. La source d'appoint (A), plus diffuse, éclaireit les ombres pour les plans d'ensemble filmés depuis la position 1 du camescope.

## 4.7 Comment apporter de la variété dans les éclairages ?

En vidéo – comme en cinéma ou en photo d'ailleurs – le véritable problème est de créer une atmosphère lumineuse correspondant bien à la nature de la scène à enregistrer, en particulier au climat psychologique ou dramatique à évoquer. Il faut pour cela trouver le bon équilibre, la « balance » agréable entre les différents plans et éléments de la scène.

Si un personnage est assis près du feu, sous l'abat-jour d'un lampadaire, il est indispensable que ces effets naturels (rougeolement du feu, douce lumière chaude diffusée par l'abat-jour) soient conservés ou, plus exactement, recréés.

On s'arrangera pour que le personnage – surtout éclairé par la source principale – reçoive cette lumière à peu près sous le même angle que celle qu'il est censé recevoir du lampadaire. Par ailleurs, il ne faut pas que la luminosité relativement faible de l'âtre soit détruite par un faisceau de lumière malencontreusement orienté. Dans ce cas cité en exemple, les *températures de couleur* ( $T_c$ ) du feu et du lampadaire sont bien inférieures à celles des luminaires vidéo (3 200 K), mais cela ne détruit nullement l'équilibre général des couleurs de la scène. Au contraire, l'ambiance « chaude » apportée par les dominantes jaune et orangée s'accorde bien à l'atmosphère « intimiste » que vous souhaitez probablement conférer à une telle scène. Voilà un cas où il est préférable de placer le sélecteur de BMB du camescope sur la position préétablie « tungstène/3 200 K » ; la *balance automatique des blancs* (BAB) aurait tendance à surcorriger la prédominance des teintes chaudes en « refroidissant » excessivement l'ambiance générale de la scène, avec de plus un risque de « pompage » des couleurs en cas de mouvement de caméra et/ou de changement de cadrage entre plans successifs.

## 4.8 Éclairage mixte

Si vous tournez en intérieur et en décor naturel, vous serez fréquemment confronté à ce problème complexe de l'éclairage mixte : mélange de lumière artificielle (donnée par les sources d'éclairage normales du lieu et/ou vos propres luminaires) et de lumière du jour pénétrant dans le local par les fenêtres et autres baies vitrées. Ce sont des conditions avec lesquelles il est strictement impossible d'obtenir un rendu fidèle des couleurs de tous les éléments de la scène, sans modifier la  $T_c$  de l'une des deux sources.

Si vous avez réglé la *balance manuelle des blancs* (BMB) de votre camescope pour la lumière artificielle (tungstène/3 200 K), seules les régions de la scène uniquement éclairées par des lampes à incandescence auront des teintes exactes, tandis que les zones recevant surtout la lumière du jour seront fortement teintées de bleu. Les zones intermédiaires, recevant simultanément les deux éclairages, sont généralement affectées d'une dominante magenta...

Inversement, si vous adoptez la BAB lumière du jour (5 600 K) – parce que vous tournez dans une ambiance dominée par la lumière naturelle – seules les régions uniquement éclairées par la lumière solaire seront fidèlement éclairées. Les parties éloignées que vous avez dû éclairer en lumière artificielle (projecteurs ou lampes domestiques) seront fatalement affectées d'une dominante orangée plus ou moins prononcée.

## 4.9 Équilibrer la $T_c$ des sources

Diverses méthodes permettent d'équilibrer la  $T_c$  des deux types de sources, donc d'éviter l'apparition de dominantes colorées. Aucune n'est « facile », mais la méthode des filtres est largement à la portée d'un vidéaste amateur voulant opérer « en professionnel ».

### 4.9.1 Méthode des filtres

Il y a deux façons d'équilibrer la  $T_c$  des sources à l'aide de filtres colorés : ou bien vous convertissez la  $T_c$  de la lumière du jour à la  $T_c$  des sources « tungstène » (conversion 5 600 K  $\rightarrow$  3 200 K), ou bien vous convertissez la  $T_c$  des sources « tungstène » à la  $T_c$  de la lumière du jour (conversion 3 200 K  $\rightarrow$  5 600 K).



Figure 4.8 Simplement fixée devant la face d'une torche à lampe halogène (3 200 K), la « gélatine » bleue en convertit l'éclairage en « lumière du jour » (5 000 K environ).  
Photo Gérard Galès. Voir p. 243 du cahier couleur.

Pour simplifier, nous nous référons ici aux valeurs de  $T_c$  « standard » : dans la réalité, selon l'état atmosphérique, l'heure du jour et l'orientation des fenêtres, la  $T_c$  de la lumière naturelle pénétrant dans le local peut varier entre 5 000 et 7 000 K, tandis que les lampes électriques « domestiques » ont une  $T_c$  nettement inférieure à celle des lampes halogènes (3 200 K) équipant les luminaires photo-cinéma-vidéo. Si on le désire – car cela n'est pas forcément souhaitable sur le plan de l'esthétique –, il est toujours possible d'assurer un équilibre parfait de la  $T_c$  pour l'ensemble de la scène en mesurant la  $T_c$  des sources avec un thermocolorimètre et en utilisant des filtres correcteurs adéquats (cf. 17.9). Cependant, un directeur de la photographie talentueux et expérimenté préfère généralement établir la balance couleur de la scène « au feeling », puis en contrôlant les images sur un moniteur couleur de référence ; de plus, des corrections « fines » et la conti-

nuité de la balance couleur entre les plans et scènes successifs sont le plus souvent effectuées au stade ultérieur de la post-production : cela s'appelle l'étalonnage.

**1 Coller sur les carreaux des fenêtres des filtres « saumon » de dimensions appropriées.** On trouve dans le commerce spécialisé des rouleaux ou grandes feuilles de filtre type W85B ou équivalent (Lee Filters, Rosco) de teinte orangée (Full CTO). La lumière du jour est ainsi convertie en lumière 3 200 K et l'on peut opérer sans problème avec l'appoint de projecteurs à lampe halogène et autres lampes « tungstène », en restant en BAB, ou en adoptant la BMB réglée sur 3 200 K, ou encore en mémorisant le blanc de référence.

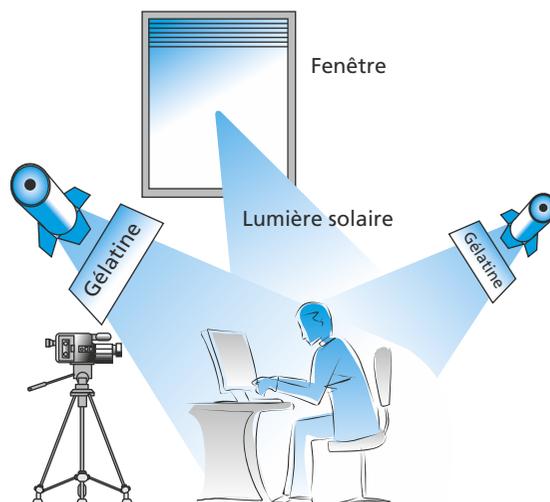


Figure 4.9 Comment équilibrer la température de couleur ( $T_c$ ) des sources en éclairage mixte.

On ne peut pas obtenir des couleurs correctes d'un sujet qui est simultanément éclairé par des sources de lumière dont les  $T_c$  sont différentes. Ici, l'équilibre a été obtenu en convertissant la  $T_c$  (3 200 K) des projecteurs halogènes à la  $T_c$  (5 600 K) de la lumière du jour, grâce à des filtres « gélatine » bleus (référence W80A ou Full CTB) montés devant les luminaires. D'après Gérard Galès.

**2 Placer devant la face éclairante des luminaires** (lesquels sont équipés d'un cadre porte-filtre pour cet usage) une feuille de filtre bleu (type W80A ou équivalent Full CTB). La  $T_c$  de la lumière issue des sources « tungstène » est ainsi élevée à 5 000 K environ, ce qui permet de mélanger impunément les deux types de sources. Néanmoins, le spectre des lampes à incandescence contenant une bien plus forte proportion de radiations rouges que de bleues, le rendement de la conversion est très mauvais : on perd beaucoup de l'intensité nominale des projecteurs par rapport à la lumière du jour.

Certains projecteurs et la plupart des torches vidéo sont conçus pour accepter un filtre en verre dichroïque bleu « éleveur de  $T_c$  », lesquels sont à la fois fragiles et très onéreux. Les filtres « gélatine » se détériorent rapidement à la chaleur, mais leur prix relativement modéré permet de les remplacer fréquemment.

### 4.9.2 Sources artificielles type « lumière du jour »

La méthode de conversion 5 600 K → 3 200 K avec emploi du filtre saumon est économique et efficace, mais elle est parfois inutilisable. Par exemple, vous ne pouvez pas appliquer des mètres carrés de filtre sur les verrières d'un vaste local. Pareillement, il est impossible d'ouvrir une fenêtre dont les vitres ont été « filtrées » sans inonder la pièce de lumière bleue, ni sans teinter (ni surexposer) le paysage extérieur. La plupart des tournages de fiction, documentaires ou interview impliquant de telles situations, la seule solution pratique est d'utiliser des luminaires spécialisés émettant directement une lumière dont le spectre soit, sinon identique, du moins assimilable à celle de la lumière solaire moyenne. Deux types de sources artificielles (HMI et à fluorescence) répondant à ces conditions, celles-ci sont aujourd'hui les plus employées pour les prises de vues cinéma et télévision en extérieur et en décors naturels. Ce sont des équipements que l'on trouve très facilement en location.

**1 Luminaires à source aux halogénures métalliques dite HMI.** Il existe, des luminaires de tous types et puissances, spécifiquement conçus pour l'emploi des lampes à décharge HMI dont les caractéristiques principales sont : (1) Un spectre assimilable à la lumière du jour ( $\pm 5\,600\text{ K}$ ). (2) Un rendement énergétique (en lumens par watt) très élevé par rapport aux lampes halogènes. (3) Chaque lampe HMI nécessite un coffret d'alimentation électrique ou *ballast*. (4) Contrairement aux lampes halogènes, les sources HMI émettent peu de chaleur, ce qui procure en intérieur des conditions de tournage bien plus agréables pour les acteurs.

En intérieur comme en extérieur, utilisés seuls ou mélangés à la lumière du jour, les luminaires HMI permettent de bâtir des éclairages de *Tc* homogène sur l'ensemble de la scène. Mais le mieux étant souvent l'ennemi du bien, il est généralement souhaitable de modifier soit la *Tc* générale de la scène – par réglage de la BdB à la caméra ou en régie – soit localement sur certaines régions grâce à des filtres (plus froids ou plus chauds) placés sur les luminaires concernés.

**2 Luminaires à fluorescence.** Les luminaires à fluorescence sont décrits au chapitre 17 (cf. 17.7) : ne parlons ici que de la qualité de la lumière qu'ils délivrent :

- Température de couleur assimilable à la lumière du jour ; elles peuvent donc être mélangées à celle-ci, ainsi qu'avec les luminaires HMI. Attention ! seuls les tubes fluorescents spécifiquement destinés à cet usage sont « compatibles lumière du jour » ; ils sont de plus alimentés en courant haute fréquence – 56 kHz, par exemple – ce qui élimine le risque de scintillement.
- Grande surface éclairante délivrant un éclairage d'ambiance très diffus, c'est-à-dire pratiquement sans ombres.

- Bien souvent, les luminaires à fluorescence servent à établir l'éclairage d'ambiance de l'ensemble du plateau (par exemple, un éclairage de 500 à 1 000 lx), tandis que l'éclairage principal et les effets sont créés par des luminaires à faisceau dirigé, tels des projecteurs HMI.

### 4.9.3 Tubes fluorescents d'éclairage général

Abondamment utilisés pour l'éclairage domestique, commercial, industriel ou public, les tubes fluorescents présentent deux inconvénients majeurs pour la prise de vue vidéo :

- Leur spectre d'émission étant discontinu, avec prédominance des raies bleu-vert du mercure, ils provoquent toujours l'apparition de dominantes colorées – habituellement verdâtres – dans les images vidéo. Des dominantes qu'il est impossible d'éliminer totalement.
- L'intensité de la lumière émise par un tube fluorescent varie au rythme du courant alternatif 50 Hz. En interférant avec le « balayage » d'analyse de la caméra, les fluctuations de la source peuvent provoquer des variations aléatoires de la luminosité des images (défilement de bandes sombres, scintillement).

### 4.9.4 Autres sources à spectre discontinu

Outre les tubes fluorescents, il existe bien d'autres sources à décharge, essentiellement utilisées pour l'éclairage public, routier et des sites industriels. Ces sources ont en commun d'émettre un spectre *discontinu*, parfois réduit à des bandes spectrales étroites où quelques raies dominant. Dans d'autres cas, la lumière émise est visuellement « blanche », mais elle ne l'est pas pour la caméra vidéo, laquelle a besoin – pour analyser et restituer les couleurs naturelles de la scène – d'un spectre continu ou contenant tout au moins des radiations dans les trois grandes zones spectrales, violet-bleu, vert et rouge. Une autre caractéristique commune à la plupart des lampes à décharge (y compris les HMI de forte puissance), c'est qu'elles n'atteignent leur intensité lumineuse maximale que plusieurs minutes après leur allumage : raison pour laquelle on allume les réverbères d'éclairage public avant que la nuit ne soit complètement tombée.

Les trois grandes catégories de ces lampes à décharge sont les suivantes.

**1 Lampe à vapeur de mercure.** Sous la forme moderne utilisée pour l'éclairage public, par exemple, l'intérieur d'une lampe à mercure à haute pression est recouvert d'un enduit fluorescent qui, excité par l'ultraviolet, émet à son tour des radiations visibles. La

lampe émet ainsi une lumière visuellement presque « blanche », mais qui reste bleu-vert pour l'imageur de la caméra vidéo.

**2 Lampe à vapeur de sodium.** Très utilisée pour l'éclairage public en raison de son excellent rendement, elle émet une lumière jaune orangé constituée seulement de deux raies spectrales ; sous leur éclairage, il est évidemment impossible d'obtenir des images d'une autre couleur !

Il existe enfin une grande variété de *lampes à « arc métallique »* au zirconium, à atmosphère de xénon, etc. que nous ne pouvons décrire ici. La plupart d'entre elles émettent avec un excellent rendement une puissante lumière visuellement blanche – ce qui permet de les utiliser en éclairage, dans les projecteurs cinéma, etc. – alors que la discontinuité de leur spectre ne permet pas de restituer les couleurs « fidèles » de la scène.

Le point commun à tous ces types de sources est de ne jamais permettre de restituer des couleurs « naturelles ». Puisqu'on n'y peut rien, il faut soit prendre le parti de les accepter telles qu'elles sont (d'autant qu'elles peuvent contribuer à créer un climat psychologique intéressant), soit renoncer à filmer sous leur éclairage.

**3 Sources à diodes émettrices de lumière (DEL).** À cause de leur excellent rendement (lm/W) favorisant les économies d'énergie, elles sont appelées à jouer un rôle prédominant dans la plupart des domaines de l'éclairage : domestique, industriel, automobile, etc. (cf. 17.8).

### 4.9.5 Doit-on refuser le mélange des Tc ?

On ne peut pas répondre à ce genre de question sans prendre en compte la finalité du programme et le public auquel il est destiné. Il est évident qu'un vidéo-film de fiction, un documentaire, un film industriel, commercial, etc. qu'on a l'ambition de vendre ou de présenter à un public averti doit répondre à certains critères, voire aux conventions du genre : en dehors de son contenu et de son message, c'est aussi sous cet angle qu'il sera jugé. Il n'y a sans doute pas lieu d'être aussi exigeant lorsqu'il s'agit d'un film familial ou d'une œuvre personnelle de création ou de recherche.

Un vidéofilm attrayant n'est pas constitué d'images figées, mais de scènes dynamiques et sonores ; entraîné dans le feu de l'action ou le déroulement du récit, le spectateur accepte bien que la moitié du visage de « l'acteur » soit bleue, l'autre moitié un peu rougeâtre, s'il en a compris la raison. Nous considérons même que cela apporte une palette de teintes plus riche, plus moderne, à laquelle nous nous sommes d'ailleurs habitués avec ces diverses sources (enseignes lumineuses, tubes fluorescents, lampes à mercure ou au sodium, laser et autres) qui « barbouillent » de couleurs les êtres et les choses dès que la nuit tombe sur la ville.

L'énorme avantage de la vidéo, particulièrement en intérieur décor réel et extérieur nuit, c'est qu'elle

permet de *contrôler les images avant, pendant et après l'enregistrement*, soit sur l'écran LCD du camescope, soit grâce à un moniteur installé tout exprès. Dans ces conditions, il serait vain de chercher à expliquer « en long et en large » ce que vous pouvez ou ne devez pas faire : basez-vous sur vos précédentes expériences, procédez à des essais, critiquez objectivement les résultats obtenus, voilà tout !

## 4.10 Suggestions et conseils pour l'éclairage

Du temps lointain où les grands films étaient presque intégralement tournés en studio, les sources d'éclairage étaient des lampes à arc ou des projecteurs *spots* délivrant des faisceaux de lumière très dirigés. Si adroit fut-il, le directeur de la photographie de l'époque ne pouvait totalement éviter la formation d'ombres croisées et autres défauts d'éclairage sur les acteurs en mouvement et dans le décor : il vous suffit d'observer les scènes d'intérieur dans un vieux western pour vous en convaincre. Compte tenu de la faible sensibilité des films et du matériel d'éclairage dont il disposait, un cinéaste amateur filmant en intérieur était déjà très heureux d'obtenir des images, fussent-elles d'une déplorable qualité.

Or, grâce à l'excellence des caméras vidéo professionnelles et des camescopes grand public d'aujourd'hui, les conditions de tournage et le style des réalisations se sont beaucoup améliorées, d'abord à partir des années 1950 (néo-réalisme italien, Nouvelle Vague, grand reportage, etc.), puis, vers 1985, avec l'avènement du camescope « de poing », dans le sens d'une ambiance naturelle de la scène, avec laquelle l'éclairage est totalement intégré à l'action et au décor. Puisque vous avez fréquemment devant les yeux des exemples de ce que l'on peut obtenir avec un camescope comme le vôtre, de la persévérance et du talent, la meilleure manière de progresser est de s'inspirer des meilleures réalisations.

Voici quelques conseils en guise de conclusion à ce chapitre.

**1 Source très lumineuse dans le champ de l'image.** Les capteurs équipant les camescopes ne sont pas sujets au « brûlage » comme l'étaient les tubes analyseurs des caméras de télévision d'autrefois. Il est cependant souhaitable de ne pas conserver l'image du soleil (ou autre source ponctuelle de lumière intense) immobile dans le cadrage. Lorsque vous ne pouvez l'éviter (parce que vous filmez une scène de spectacle illuminée par de nombreux projecteurs ou que le soleil fait face à la caméra) arrangez-vous pour que le « point chaud » du soleil ou du projecteur ne demeure pas plusieurs secondes à la même place dans le cadre : ceci pourrait endommager définitivement la cible sensible du capteur. Si le camescope est sur pied, faites-le pivoter assez fréquemment de quelques degrés.



Figure 4.10 N'opérez pas en mode d'exposition automatique quand vous filmez des feux d'artifice ou autres scènes comportant des lumières animées : pour éviter le « pompage », préréglez l'exposition à une valeur fixe en manuel.  
Photo Gérard Galès. Voir p. 244 du cahier couleur.

Deux autres phénomènes sont à craindre lorsque la source lumineuse est dans le cadre :

- *Sous-exposition du sujet principal.* Ébloui par l'intense source de lumière, le système d'exposition du caméscope provoque la fermeture du diaphragme automatique. La seule solution est alors de passer en mode diaphragme manuel et de le régler (en l'ouvrant) pour le sujet principal, non pour le soleil ou le projecteur. Si le diaphragme n'est pas débrayable, actionnez la touche de contre-jour. Si vous ne prenez pas ces précautions, le diaphragme auto se fermera beaucoup trop et votre sujet, très sous-exposé, sera très sombre sur l'image.
- *Barre lumineuse verticale ou smear.* Le *smear* se manifeste sous la forme d'une barre verticale, blanche ou rougeâtre, traversant toute l'image. Il est dû au fait que les registres verticaux du capteur (de type CCD), saturés par l'excès des charges accumulées par les pixels situés sur le ou les points très lumineux, ne parviennent pas à les évacuer. Les capteurs actuels sont bien mieux protégés contre ce défaut que ceux d'autrefois : il est même presque inexistant sur certains. À vrai dire, un caméscope dont le capteur est très affecté par le *smear* serait inutilisable pour le tournage « extérieur nuit », ou autres situations où des sources lumineuses sont incluses dans le cadre des images.

**2 Contraste et niveau de noir.** Dans un vidéofilm de fiction, on a souvent besoin de réaliser des « scènes à effet », comportant de vastes régions sombres où s'illuminent ça et là un visage, un objet, une source de lumière. Afin de bien évoquer ce climat dramatique, vous devez vous souvenir que ce n'est pas à votre œil que la scène doit « plaire », mais au caméscope qui ne réagit pas comme vous. C'est ainsi que dans une scène très contrastée – en valeurs sombres ou *low key* – (un

visage sortant de l'ombre, par exemple) *vous devez toujours ajouter un peu de lumière d'appoint dans les ombres, afin de « décrocher les noirs »*. Sur l'écran, vous obtiendrez effectivement l'effet visuel désiré, mais votre image sera beaucoup plus belle, sans bruit parasite (effet de neige) dans ses régions sombres.

Le réglage de l'exposition (qui implique un diaphragme débrayable) est également délicat en cas d'une scène contrastée. *Ne prenez en compte que la région significative de la scène, celle qui doit être bien lisible, autrement dit idéalement exposée.* Opérez de la manière suivante :

a) *En réglage « diaphragme auto »*, faites un zoom avant sur la zone importante du sujet (le visage d'un personnage par exemple), de manière à ce qu'elle occupe pratiquement tout le champ du viseur : l'exposition, soit l'ouverture du diaphragme, se règle pour cette partie de la scène.

b) *Passez en mode « diaphragme manuel » et conservez cette ouverture pour l'enregistrement de la scène*, quelle que soit la variation des proportions d'ombre et de lumière contenues dans le cadrage, au cours d'un mouvement par exemple. Opérer à ouverture constante est la seule manière d'éviter le phénomène de « pompage », qui est indigne d'un vidéaste sérieux. Si vous restiez en mode automatique – même si l'automatisme est particulièrement « intelligent » – la luminosité générale de l'image se modifierait continuellement à chaque fois que vous feriez un mouvement, tel un zoom avant ou arrière faisant varier les proportions relatives du sujet et de l'arrière-plan dans le cadre de l'image.

**3 Images en valeurs claires et éclairage « tous azimuts ».** Si vous désirez conférer à une scène le caractère du rêve, une grande douceur (pour une situation sensuelle ou avec de jeunes enfants, etc.), l'idéal est de créer une ambiance lumineuse extrêmement diffuse, produite par un éclairage très abondant, mais provenant de toutes les directions de l'espace supérieur. Elle s'obtient en installant le sujet dans un décor de papier ou de tissu blanc et en ne l'éclairant qu'en lumière indirecte (par réflexion), ou encore diffusée par des vélums, ou des lés de papier-calque, ou de *spun* (un matériau diffusant spécialement conçu pour cet usage), s'interposant entre les sources de lumière et le sujet. Cette technique de *high key* est largement utilisée par les photographes, cinéastes et vidéastes voulant donner à leurs images un climat romantique ou sensuel.

C'est un autre cas où il faut impérativement opérer en diaphragme manuel qu'il faut ouvrir d'au moins deux divisions, afin de surexposer volontairement ; sinon, l'image est grisâtre et trop sombre. On peut encore accentuer le climat de douceur en plaçant un « filtre à flou » (*soft filter*) devant l'objectif, donnant une image « enveloppée » et imprécise. Pour éviter tout risque de dérèglement accidentel, débrayez l'autofocus et faites la mise au point en manuel sans le filtre.



## Prise de son directe

Tout caméscope numérique a, au minimum, la capacité d'enregistrer l'audio stéréo avec la superbe qualité sonore d'un CD. En vérité, vous n'en bénéficierez pleinement et dans les conditions de tournage les plus exigeantes qu'en utilisant un microphone externe (ou un couple stéréo) que vous disposerez comme requis par rapport à la source sonore et en contrôlant en permanence la qualité de l'enregistrement par écoute au casque.

### 5.1 Généralités

En visionnant sa première cassette, le débutant est souvent surpris par la manière dont le son s'est enregistré en quelque sorte « tout seul » en même temps que les images. En filmant, notre vidéaste en herbe n'avait pas conscience que le microphone intégré à son caméscope recueille tous les sons, sans savoir faire la discrimination entre le « message sonore utile » censé provenir de la scène cadrée dans le viseur (par exemple, la parole) et les bruits parasites de l'espace environnant.

Pour la vidéo souvenir, le micro incorporé remplit parfaitement son rôle de capteur automatique des sons. Grâce à lui, l'utilisateur familial obtient généralement et sans y prendre garde un accompagnement sonore pour lui « correct », car raisonnablement audible.

Il n'en est évidemment pas de même pour celle ou celui pour qui la vidéographie est un art véritable. Dès le moment où vous voulez conférer à votre réalisation les caractéristiques d'une œuvre achevée, vous êtes obligé de donner à la qualité technique et artistique du message sonore autant d'importance qu'à l'image ; ce qui n'est pas peu dire !

#### Remarque

Ce chapitre traite essentiellement des aspects pratiques et artistiques de la prise de son. Référez-vous au chapitre 16 pour les informations techniques (types de microphones, branchements, particularités de l'enregistrement en stéréophonie, etc.) et au chapitre 22 pour ce qui concerne la création et le montage de la partie sonore d'une œuvre vidéographique.



Figure 5.1 La prise de son directe.

Voir p. 247 du cahier couleur.

*Ce caméscope Canon Série XL aux capacités « pro » est pourvu d'un microphone stéréo éloigné du corps de l'appareil de manière à minimiser les bruits mécaniques et de manipulation. L'opérateur l'a de plus équipé d'une bonnette anti-vent presque toujours nécessaire pour le tournage en plein air. Photo Gérard Galès.*

Le spectateur perçoit un message audiovisuel de manière globale et très subjective : en visionnant un film sur son téléviseur, il s'attend inconsciemment à ce que la qualité sonore soit équivalente à celle de l'image. S'il s'agit, par exemple, d'un chef d'œuvre du cinéma des années quarante, son plaisir de cinéophile n'est pas entamé par le nasillement de la bande sonore, ni par le contraste excessif de l'image N&B maintes fois contretypée au cours des âges. En revanche, le DVD d'un grand film récent lui semble à juste titre déplorable si les images ne sont pas impeccables, ni accompagnées d'une bande sonore Dolby Digital 5+1 ou autre DTS.

On constate le même phénomène en vidéo de création. N'ayant pas d'autre choix, le vidéaste d'il y a quinze ans devait bien se contenter de la pauvre qualité des sons et des images captés par les caméscopes de l'époque (des documents familiaux que lui et ses proches sont pourtant ravis de pouvoir visionner aujourd'hui). En revanche, la vidéo numérique – dont le son est digne de l'image – nous incite naturellement à attacher une grande importance aux aspects techni-

ques et esthétiques du message sonore, particulièrement à la manière dont les sons *live* sont captés à la prise de vues. Malheureusement, l'extrême compacité du camescope fait qu'il est très difficile de bénéficier réellement de la haute qualité sonore théoriquement offerte par le format.

## 5.2 Microphone incorporé

Il est inutile de s'appesantir sur les avantages du micro incorporé au camescope : la quasi-totalité des utilisateurs grand public n'en connaît pas d'autre, tandis que les vidéastes mêmes confirmés s'en servent le plus souvent : il est toujours disponible, il fonctionne et se règle automatiquement et il délivre, dans les conditions habituelles de tournage, une qualité sonore bonne, honorable ou acceptable.

Le microphone d'un camescope numérique est toujours stéréo (parfois et/ou 5.1) et sa sensibilité est élevée. Sur les modèles courants, le micro est noyé dans le corps de l'appareil et ne présente aucune protubérance, alors qu'il est au contraire nettement séparé du boîtier sur les plus encombrants camescopes tri-capturs de type « pro » : c'est déjà une garantie de bien meilleure qualité. Si vous n'utilisez que le micro intégré, il est important pour vous de bien connaître ses défauts, afin d'éviter ou de minimiser les conséquences les plus fâcheuses. Selon vos domaines d'expression, vous en déduirez aisément les cas où l'emploi d'un micro externe est hautement souhaitable, voire indispensable.

Puisqu'il est souvent impossible de s'en passer, c'est sans acrimonie que nous énumérons ci-dessous les défauts inhérents au micro incorporé. Il va de soi que les divers camescopes en sont plus ou moins affectés, selon les technologies ou les architectures adoptées par leur concepteur. Indépendamment de leur prix et de leurs performances imagièrès, certains délivrent une meilleure qualité sonore que d'autres.

1 Parce qu'il en est très proche et contenu dans la même enceinte, le micro a tendance à capter les bruits mécaniques (défilement de bande, rotation du tambour, moteur de zoom, etc.). Sur un modèle ultra-compact, sa proximité des doigts et de la bouche du vidéaste lui permet de capter des bruits parasites (frottement, petits chocs de manipulation, souffle de la respiration).

2 Non débrayable sur les camescopes courants, le CAG (contrôle automatique de gain) fonctionne ainsi : il détecte l'intensité du son capté par le micro et règle en permanence le niveau l'enregistrement sur un niveau standard moyen. Mais il ne réagit pas instantanément, de sorte qu'une augmentation brusque d'intensité provoque la saturation pouvant rendre le son momentanément inaudible. Dans le cas d'une période de silence relatif ou de son très

faible, l'automatisme va au contraire pousser le gain au maximum afin de capter quand même quelque chose, mais avec augmentation généralement très sensible du souffle ou bruit de fond. Contrairement à l'automatisme « intelligent » de la balance des blancs, par exemple, le CAG est un automatisme « bête » : si leurs intensités sont à peu près identiques, il est incapable de faire la différence entre le son utile (par exemple la parole de l'acteur) et le son parasite de l'espace environnant.

3 Dans le dessein de minimiser les bruits parasites « hors cadre », le micro intégré est de type unidirectionnel. Il est environ trois fois plus sensible vers l'avant (selon l'axe optique de l'objectif) que latéralement et vers l'arrière. Sa portée efficace dépend du niveau sonore ambiant : si lors d'une scène de dialogue entre deux personnages, vous changez la distance caméra entre deux plans (en passant par exemple de 2,5 m à 3,5 m), vous n'obtenez plus le même rapport signal utile/son ambiant, la parole étant d'autant plus affectée par le bruit que la distance caméra est plus grande.



Figure 5.2 Microphone stéréo Sennheiser MKE 400.

*De type directionnel super-cardioïde, ce microphone à condensateur se monte sur la griffe porte-accessoires du camescope grâce à un support muni d'amortisseurs. Pourvu de demeure d'une bonnette anti-écho, il est doté de réglages de « volume » (gain), de balance stéréo gauche/droite et d'un commutateur Arrêt/Marche. Alimentation : une pile AAA.*

## 5.3 Emploi d'un micro externe

Les inconvénients du micro intégré recensés ci-dessus n'empêchent pas de capter un son correct à distance limitée de la source : disons jusqu'à 3 m d'une personne parlant normalement dans un environnement pas trop bruyant, soit dans les conditions de la vidéo de loisir et du reportage de proximité. En revanche, vous ne pourrez pas aborder par la grande porte les thèmes de la vidéo créative (particulièrement ceux qui sont développés au chapitre 9), sans placer – pour filmer certaines scènes – un micro à proximité du sujet.

### Remarques

**1** L'emploi d'un micro externe n'est évidemment possible que si le caméscope est pourvu d'une prise micro MIC (ou autres entrées audio sur les modèles professionnels). La même remarque s'applique à la prise casque (ou autre sortie audio) vous permettant le contrôle en direct de la qualité de l'enregistrement sonore. Or, bien des modèles n'en ont pas, ou bien l'une et pas l'autre. C'est un point à vérifier avant l'achat d'un caméscope.

**2** Bien que la prise de son stéréophonique nécessite, soit l'emploi de deux microphones séparés, soit celui d'un micro stéréo, nous utilisons ici le terme « micro » au singulier.

**3** Les indications ci-dessous s'appliquent aussi bien à la prise de son synchrone le micro étant connecté au caméscope que sur un enregistreur indépendant.

ne captant pas pareillement les sons dans les diverses directions de l'espace, il est plus utile de les classer en fonction de leur *directivité*. Notons à ce propos que certains microphones sont pourvus de réglages permettant de modifier la forme de leur lobe de sensibilité (ou *diagramme polaire*), en les rendant ainsi plus ou moins directifs.

**1 Micro omnidirectionnel.** Comme son nom l'indique, ce type de micro capte les sons venant de toutes les directions de l'espace avec un gain à peu près identique. Il convient bien pour enregistrer à proximité de la source sonore, au centre d'un groupe de plusieurs personnes ou l'ambiance générale. Placé trop près de la source sonore « principale », il a trop tendance à capter en même temps les bruits parasites.

**2 Micro bidirectionnel.** Il capte les sons avec la même sensibilité dans deux directions opposées à 180°. Il est donc bien adapté au dialogue entre deux personnes se faisant face. L'un des micros requis pour l'enregistrement stéréophonique M-S est obligatoirement de type bidirectionnel (chapitre 16).

**3 Micro unidirectionnel.** Il se décline en plusieurs types, en fonction de la directivité ; sa sensibilité étant maximale vers l'avant et dans l'axe de la capsule, il doit être orienté d'autant plus précisément vers la source

### 5.3.1 Directivité des micros

Il y a trois grandes familles de microphones : *dynamique*, *électrostatique* et *à électret*, dont nous verrons les particularités (chapitre 16). Mais les microphones

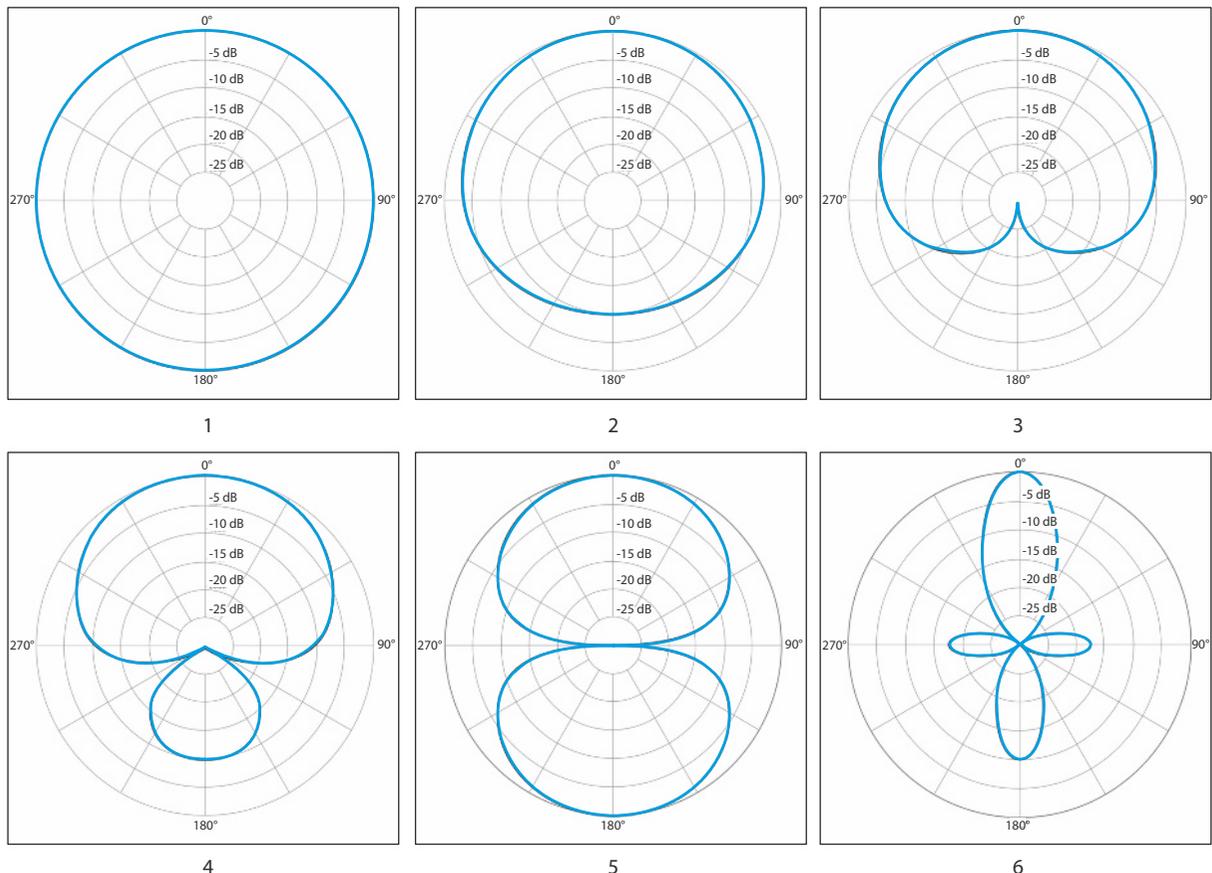


Figure 5.3 Diagramme polaire de différents microphones.

1 Omnidirectionnel – 2 Subcardioïde – 3 Cardioïde – 4 Supercardioïde – 5 Bidirectionnel – 6 Canon (shotgun).

que son lobe de sensibilité est plus étroit (et capte donc les sons de plus loin).

- *Cardioïde*. Son appellation fait référence à la forme en « cœur » de son diagramme de sensibilité. Comme avec le micro intégré au camescope qui est de ce type, on peut l'utiliser à une distance relativement éloignée, mais il a surtout l'avantage, lorsqu'il est placé à proximité de la source, de bien l'isoler de l'ambiance générale. Il est particulièrement efficace dans un intérieur dont les murs réverbèrent fortement la parole.
- *Supercardioïde*. Encore plus sélectif, il permet d'isoler la source sonore dans un environnement bruyant.
- *Hypercardioïde* (dit aussi *canon*). Il a la forme d'un long cylindre portant des fentes ou ouvertures latérales. Son extrême directivité (lobe d'angle inférieur à 40°) lui permet de capter les sources sonores très éloignées, mais il faut l'orienter avec une grande précision.

### 5.3.2 Emplacement et disposition d'un micro externe

La nature des scènes et les conditions de tournage commandent le type de micro externe et la manière de l'utiliser. Vous trouverez également de nombreux conseils pratiques sur la prise de son dans les « Thèmes vidéographiques » (chapitres 8 & 9).

**1 Fixé sur le camescope.** Vous bénéficierez déjà d'une bien meilleure qualité sonore en montant un micro externe sur la griffe porte-accessoires du camescope. L'amélioration du son n'est pas seulement due aux performances propres au micro, mais surtout au fait qu'il est maintenant éloigné des mécanismes du camescope et des mains du cadreur, sources de bruit parasite. Choisissez un modèle de type cardioïde ou supercardioïde (à plus longue portée efficace que l'intégré), de préférence assez long pour que son extrémité dépasse la face avant du camescope. Afin d'éviter la transmission des vibrations, fixez l'embase du micro sur la griffe par l'intermédiaire d'un dispositif amortisseur souple.

**2 Tenu en main.** C'est la méthode de l'interview dans la foule dite « micro trottoir ». Le « journaliste » tient le micro (dynamique) à la main et le dirige alternativement vers sa bouche (question) et vers celle de l'interviewé (réponse). Une sage précaution est de faire une ou plusieurs boucles avec le câble que l'on tient en même temps que le micro. Ceci a pour effet d'éviter les bruits de traction et de manipulation et permet de disposer immédiatement d'une longueur supplémentaire de câble lorsqu'on doit s'éloigner quelque peu du point de station du camescope.

**3 Micro sur perche.** Pour une scène dialoguée entre acteurs – dans un vidéofilm de fiction, par exemple – la méthode de capture appropriée est le micro (cardioïde) fixé au bout d'une perche. Son emploi implique la collaboration active d'un « perchman » expérimenté qui doit parfaitement dominer sa technique. Les bras levés

au-dessus de la tête, c'est-à-dire dans une position très inconfortable, il doit éviter que le micro, la perche (ou leur ombre !) n'entrent malencontreusement dans le champ de l'image et l'orienter en permanence vers le personnage qui est en train de s'exprimer. Pour apprécier « en direct » la qualité du son capté, le preneur de son doit l'écouter au casque connecté à la prise du camescope, soit directement, soit indirectement par l'intermédiaire d'un pupitre mélangeur (mixette). Dans les conditions idéales, il dispose également d'un moniteur de contrôle de l'image lui permettant d'approcher et d'orienter son micro sans entrer dans le champ de l'image.

**4 Micro à poste fixe.** Dans le cas d'une réunion de plusieurs personnes autour d'une table ou autre configuration semblable, le plus efficace est de placer un micro omnidirectionnel au centre de la table, en le dissimulant éventuellement de la caméra grâce à un accessoire du décor. Une autre solution est de suspendre le micro hors-champ au-dessus de la scène, à un lustre par exemple, ou bien à l'extrémité d'un bras-support en porte-à-faux appelé « girafe ». Le *micro sur pied* ou *support de table* est très utilisé pour les conférences, les chanteurs, diseurs, etc. Préférez alors un cardioïde convenablement orienté.

**5 Micro cravate.** C'est le type de microphone (omnidirectionnel) miniature très sensible systématiquement utilisé sur les plateaux de télévision. Étant fixé sur la poitrine de la personne, dissimulé ou non dans le vêtement, il a l'avantage de rester à distance constante de la bouche, en captant un son d'intensité relativement constante. L'emploi du micro cravate à liaison par fil limite sévèrement la mobilité de l'acteur, alors que ce dernier peut se déplacer très librement sur le plateau ou dans la nature s'il est équipé d'un micro émetteur dit HF. La partie récepteur du système se connecte à l'entrée micro du camescope.



Figure 5.4 Prise de vues sur le terrain.  
Voir p. 247 du cahier couleur.

*Sous les directives de professionnels expérimentés, les jeunes stagiaires apprennent à maîtriser tous les aspects de la réalisation vidéo : aussi bien l'image que le son. Il s'agit ici du tournage d'un court-métrage de fiction lors d'une compétition « Regards Croisés » dans le cadre des 24<sup>es</sup> Semaines du cinéma méditerranéen 2008, à Lunel (34). Photo J.-P. Peraldi.*

## 5.4 Contrôle d'enregistrement

Quand le son direct est de prime importance – dialogue, musique, etc. – il est indispensable de vérifier en permanence sa qualité technique et artistique. Ceci requiert l'écoute à l'aide d'un casque connecté à la prise (ou autre sortie audio) du caméscope. N'oubliez pas que vous entendez ainsi le son capté par le microphone et non celui qui est effectivement enregistré en même temps que les images. Il est donc primordial de s'assurer de sa qualité en procédant – à chaque fois que possible – à des essais préalables, avec écoute au casque en relecture de la séquence sonore. Notez à ce propos que le mini-haut-parleur couplé à l'écran ACL ne peut en aucun cas remplacer le casque : il est désactivé à l'enregistrement et, de toute manière, il ne permettrait pas de contrôler la qualité de l'audio stéréo qui serait mélangé avec le son réel perçu par le cadreur. Pour cette dernière raison, la simple oreillette ne convient pas.

Faites le choix d'un casque de bonne qualité, vous isolant le mieux possible de l'espace sonore ambiant. Si son volume d'écoute est réglable, fixez définitivement celui-ci de manière à ce que le niveau du son direct soit identique au niveau de lecture de la bande.

Selon le modèle de caméscope, deux cas peuvent se présenter.

**1 Pas de réglages audio sur le caméscope.** C'est le cas de la quasi-totalité des appareils grand public dont le CAG n'est pas débrayable et qui n'offrent donc aucun réglage manuel du niveau d'enregistrement audio. L'écoute au casque n'en est que plus précieuse, puisqu'elle vous permet de détecter les bruits parasites, pertes de niveau, saturation, « savonnage » du narrateur, etc. et de refaire la prise si nécessaire et possible. Vous pouvez aussi, par l'écoute préalable sans filmage (répétition son), vous assurer de la distance et de l'orientation optimales d'un micro externe, évaluer le niveau de bruit ambiant par rapport au son utile, contrôler le taux de réverbération du local, etc. et y apporter les corrections souhaitables avant de tourner la scène.

**2 Caméscope pourvu de réglages audio.** Disons les choses comme elles sont : seuls les caméscopes tri-capteurs du très haut de gamme... de prix (et les modèles professionnels) autorisent le débrayage de l'automatisme et le réglage séparé du niveau des voies stéréophoniques. Pour ce qui concerne la *bonne qualité sonore*, le réglage de niveau optimal est celui avec lequel on perçoit très distinctement les sons utiles et beaucoup moins, ou pas du tout, le bruit de fond et autres parasites. La *quantité sonore* est le niveau mesuré par le « bargraph », situé dans le viseur ou à sa proximité. Lors de l'émission du son, ce niveau doit rester inclus dans la zone indiquant une modulation correcte, laquelle oscille en moyenne autour de 0 dB. Vous pouvez toutefois accepter sans dommage de très brèves incursions de la crête du niveau dans la zone de surmodulation (généralement colorée en rouge).

3 Si l'on travaille en équipe, c'est bien sûr l'ingénieur du son qui porte le casque de contrôle. Pour qu'il puisse se déplacer librement, le câble reliant le casque au caméscope doit faire plusieurs mètres.



Figure 5.5 Sony Micro-Zoom ECM-HGZ1.

*Il se monte directement sur la « griffe intelligente » du caméscope qui l'alimente et achemine le signal sans cordon. Ses avantages sur le micro incorporé (du modèle Sony compatible) sont d'avoir une bien meilleure directivité et de disposer de la fonction zoom avec laquelle son lobe de sensibilité s'adapte au réglage du zoom optique. Dimensions : 111 × 25 mm. Poids : 50 g.*

## 5.5 Espace et environnement sonore

Nous avons vu jusqu'à présent comment bénéficier de la meilleure qualité technique d'enregistrement sonore, en constatant d'ailleurs qu'elle ne s'obtient pas facilement avec les caméscopes courants et qu'elle est impossible avec ceux qui n'ont pas de prise pour micro externe. Puisque nous y sommes quand même parvenu, réenfourchons notre dada afin de nous consacrer aux aspects esthétiques de l'enregistrement sonore. Dans le vidéogramme terminé, le son « matériau brut de source », n'est jamais seul, puisqu'il a été – au stade de la post-production – mélangé à divers éléments sonores (musique, parole, effets) et assemblé avec d'autres plans image lors du montage final. Indépendamment de ce qu'il représente ou de ce qu'il signifie (le « message »), un plan sonore doit donc répondre à deux conditions : (1) s'harmoniser par son ambiance avec le plan image qu'il accompagne, (2) s'assembler sans faux raccord avec d'autres plans. Ces notions sont psychologiques, parce que fondées sur l'expérience du spectateur qui « s'attend » inconsciemment à ce qu'à une configuration spatiale donnée de la scène corresponde une certaine ambiance sonore.

**1 Les plans sonores.** Nous entendons d'autant plus clairement une conversation que nous sommes plus proches des interlocuteurs. Selon le schéma de perception humaine, un gros plan s'assimile à un son fort, distinct et peu bruité par l'environnement, un plan moyen à un son de plus faible intensité mais audible, et un plan général à un son faible, plus marqué par l'acoustique du lieu, jusqu'à être pratiquement indis-

inct. Cette interprétation est « réaliste » puisque nos yeux ne sont pas zooms et que nos oreilles n'ont pas d'amplis.

Or, ainsi que nous l'avons évoqué à propos du micro intégré (cf. 5.2), faire un zoom avant (Zav) sur un personnage modifie le cadrage visuel, mais pas le plan sonore, avec pour conséquence l'augmentation apparente du niveau de bruit. Voici un cas typique où, une fois de plus, le Zav est haïssable (cf. 3.5). Si vous zoomez, depuis la vue d'ensemble de deux personnages, sur le gros plan de l'un d'entre eux en train de parler, le spectateur s'attend à entendre plus distinctement sa voix. Or, la distance caméra n'ayant pas varié, il ressent subjectivement l'effet contraire d'un bruit ambiant plus fort en gros plan qu'en vue générale ! Dans le dessein louable de pallier ce défaut, certains caméscopes (en particulier de marque *Panasonic*) sont équipés d'un *micro zoom* dont l'angle de champ sonore se restreint en même temps que la focale du zoom augmente. Par rapport au classique cardioïde, ce type de micro délivre certes la même intensité sonore à une distance un peu plus grande du sujet, mais il n'évite pas la montée progressive du bruit au fur et à mesure que l'on « zoome » avec le micro.

Néanmoins, le rapport naturel entre la distance du sujet et le niveau de perception des sons ne s'accorde pas forcément avec les besoins ou l'écriture du récit : deux personnages qui s'éloignent progressivement de la caméra (donc du spectateur) ont sans doute des propos confidentiels à échanger, mais qui doivent pourtant être clairement perçus. Dans un tel cas, il ne faut pas hésiter à tricher avec la réalité, en conservant, quelle que soit la distance des interlocuteurs, la même intensité sonore à la conversation. La seule manière d'y parvenir en son synchrone est de faire porter des micros émetteurs par les comédiens (cf. 16.11). Ce n'est qu'une affaire de convention scénique avec laquelle la fin justifie les moyens : au théâtre, nul ne s'étonne qu'un personnage s'exprime *en aparté* à la seule attention des spectateurs, sans que les autres ne l'entendent !

**2 Acoustique.** Qu'il en ait conscience ou non, le spectateur associe les dimensions et la nature du lieu où se déroule la scène, à un certain climat sonore qu'il identifie d'ailleurs très facilement. Dans une « dramatique radio », l'environnement sonore suffit à planter le décor, à suggérer des images, à créer l'atmosphère physique et psychologique. Même l'auditeur non-voyant apprend sans qu'on lui dise que la scène se déroule dans un hall, dans la chambre à coucher, dans un parc, dans la rue, etc. Ce climat sonore résulte essentiellement des caractéristiques de réverbération ou d'absorption des sons émis par la source, par les murs et autres surfaces environnantes, ainsi que de la distance de la source sonore à ces diverses surfaces. Par exemple, les multiples réflexions de la parole sur les murs proches d'une salle de bains produisent une ambiance acoustique « sèche », très différente de celle

que l'on obtient dans une église avec des effets d'écho plus ou moins étouffés et qui peuvent se prolonger plusieurs secondes.

Ces remarques concernent surtout la prise de son « seul », indépendante des images, par exemple l'enregistrement d'un commentaire en post-production. Dans le cas habituel de l'enregistrement synchrone image et son, la manière pratique de réduire une trop forte influence de l'environnement acoustique consiste à utiliser un micro externe assez directif à distance relativement proche de la source.

L'autre point important sur lequel nous reviendrons au chapitre 22, est la possibilité de modifier profondément les caractéristiques du son enregistré à la prise de vues (couleur, réverbération, répartition des fréquences, égalisation, etc.) par traitement numérique en post-production.

**3 Bruits parasites.** Tout son indésirable est un bruit parasite. En dehors du bruit environnemental dont nous avons abondamment discuté, trois autres types de bruits sont à éviter ou à éliminer.

a) *Bruit électronique.* Il est généralement la conséquence d'un défaut de branchement ou d'un signal sonore trop faible dont le gain a été trop poussé.

b) *Bruit de vent.* En extérieur, le vent est un ennemi redoutable contre lequel il est toujours difficile de lutter efficacement. En captant les moindres vibrations de l'air, le microphone ne fait pas la différence entre les fréquences appartenant au son utile, et celles qui sont engendrées par la pression du vent. Sur certains caméscopes grand public, le micro intégré est pourvu d'un mode « coupe-vent » à activer par le menu. Il s'agit d'un filtre électronique coupant brutalement les plus basses fréquences du signal audio (typiquement, celles inférieures à 200 Hz), caractéristiques du bruit de vent. Ce n'est qu'un pis-aller, mais qui, dans certains cas, peut améliorer l'audibilité du son.

Accessoire généralement livré avec un microphone indépendant – lequel est bien plus exposé au vent que le micro intégré – la bonnette en mousse de polyuréthane expansé atténue efficacement le vent de faible intensité. Beaucoup d'opérateurs la laissent en permanence sur le micro lorsqu'ils tournent en extérieur. Il existe enfin, un type de manchon en fourrure de longs poils acryliques (*Rycote Windjammer*) s'adaptant spécifiquement aux micros professionnels des principales marques. Onéreux mais très efficace, il atténue le bruit de vent de – 12 dB environ, sans altération sensible du spectre des fréquences.

Lorsque le son *live* est indispensable et que le vent est un peu fort, il vaut mieux attendre qu'il se calme pour filmer et/ou chercher à en protéger le micro en s'abritant derrière un paravent naturel (tronc d'arbre, son propre corps dos au vent, une voiture, etc.).

c) *Autres sources de bruit.* Si vous travaillez en équipe, lancez le traditionnel avertissement « Silence ! On tourne ! » avant de filmer un plan. Imposez le

silence, même pour les scènes qui ne le demandent pas. Lorsque vous tournez en famille ou dans la foule, songez que la bande son peut être gâchée par les propos des bavards proches de la caméra. Il y a enfin les bruits incontrôlables, mais prévisibles : les avions près d'un aéroport, les trains, le roulement des voitures à proximité d'une autoroute. Si les scènes du vidéo-film sont censées se dérouler en pleine nature ou au XVIII<sup>e</sup> siècle, il vaut mieux avoir identifié ces nuisances lors de la reconnaissance préliminaire du lieu !

## 5.6 Enregistrement indépendant du son

En maintes occasions, il est préférable ou utile de capter des sons d'ambiance – les « non synchrones » – au moyen d'un enregistreur audio indépendant (magnétophone à bande genre Nagra, numérique DAT, etc.) équipé d'un bon micro. Selon les cas, vous pouvez installer l'enregistreur près de la source sonore (par

exemple, à bord du quatre sans barreur que vous filmez depuis le bord du plan d'eau), ou bien recueillir vous-même ou par un assistant, les bruits environnants avant, pendant ou après le tournage : les oiseaux dans la forêt, le murmure du ruisseau, le vrombissement de la cascade, la fête foraine, le défilé d'une fanfare, etc. N'oubliez pas, pour chaque plan sonore, de faire une annonce verbale vous permettant de l'identifier ultérieurement en vue de son « doublage » avec les images correspondantes. Pour chaque type de scène, enregistrez une diversité de plans sonores assez longs, parmi lesquels vous pourrez sélectionner ceux qui s'accordent le mieux au climat des images conservées pour le montage.

Certains plans sonores typiques d'une situation, d'un genre de paysage ou d'un lieu sont en quelque sorte d'emploi universel (les grandes orgues, les bruits de la rue, le déferlement des vagues, le piétinement d'un troupeau, le chant des cigales...). Vous avez intérêt à les répertorier soigneusement en constituant ainsi une « sonothèque » à laquelle vous ferez souvent appel pour le montage de vos réalisations futures.



## Écrire un film

En schématisant, on peut dire que la création d'un vidéo-film se développe en trois grandes phases. La première, celle du concept et de l'écriture de l'œuvre, est littéraire. La deuxième, phase active du tournage, est – par le truchement de moyens techniques – la traduction d'une histoire « écrite » (le scénario) en narration audiovisuelle. La troisième phase est contenue dans la notion de « montage » assurant la mise en forme définitive de l'œuvre.

### 6.1 Notions générales

Alors que la réalisation d'un téléfilm résulte habituellement de la collaboration de plusieurs équipes de spécialistes (80 noms au générique), celle d'un vidéo-film est parfois l'œuvre d'une seule personne ! C'est dire que sa réussite demande une extraordinaire conjonction de connaissances et de talents. Vous allez donc aborder le genre le plus difficile : celui d'un vidéo-film bâti d'abord à partir d'un *scénario*, puis selon un *découpage* élaboré. Une entreprise passionnante s'il en est, mais que l'on ne peut mener à bien sans une étude approfondie de tous les éléments visuels et sonores.

Cette voie royale de la réalisation demande à la fois application, persévérance et un « bagage » de vidéaste encore peu commun aujourd'hui. Dès le moment où vous aurez choisi un sujet ou un thème, où vous imaginerez les scènes qui composeront le spectacle, où vous sélectionnerez vos interprètes s'il y en a, vous serez un véritable metteur en scène, avec ses responsabilités (et ses contraintes) morales et techniques ; vous connaîtrez l'angoisse de l'erreur ou de l'indécision, mais aussi l'immense joie d'avoir pu faire naître une œuvre du néant, un spectacle « total » capable de captiver et de retenir l'attention des autres. Si la vidéo doit rester pour vous une activité ludique, nous vous conseillons de n'aborder une telle entreprise que si vous êtes à peu près certain de pouvoir l'amener jusqu'à son achèvement.

Pour y parvenir plus facilement, il vaut mieux travailler en équipe, en collaboration étroite : les membres de la famille – si vous avez su les intéresser à la vidéo dont ils seront à la fois les acteurs et les « assistants réalisateurs » – ou un groupe d'amis, ou encore

les membres d'un club vidéo dont vous faites partie. Là, les ressources en hommes et en équipement sont, en principe, plus abondantes.

Il est cependant fréquent qu'un vidéo-film de fiction fondé sur un scénario précis, comporte des scènes de la vie réelle que vous ne pouvez pas modifier. Vous êtes alors obligé de les tourner à la manière du reportage, c'est-à-dire avec les contraintes et dans l'ordre imposé par le déroulement de l'événement. Imaginez, simple exemple, que votre scénario ait prévu que votre personnage de fiction se trouve mêlé à la foule dans une manifestation de rue. Puisqu'il doit être effectué en temps réel, dans la continuité (de temps et d'espace) et sans possibilité de « rejouer » une action essentielle, le tournage implique une bonne dose d'improvisation, mais également une attention soutenue en ce qui concerne la chronologie et la durée de chaque plan, la qualité des raccords, etc. À chaque fois que possible, vous chercherez à enchaîner les plans dans leur ordre naturel, ce qui revient à effectuer une sorte de « pré-montage » de la séquence à la prise de vues, qu'il ne restera qu'à « peaufiner » lors du montage final.

S'il s'agit au contraire du tournage d'un vidéo-film dont toutes les scènes ont été prévues dans le découpage, le montage sera entièrement effectué en post-production. Selon les principes de réalisation d'un grand film, vous pouvez alors filmer les plans dans l'ordre le plus approprié (nécessitant le moindre nombre de changement de point de vue), faire plusieurs prises d'un même plan, recommencer une scène dialoguée ou une interview et ainsi de suite, en sélectionnant les mieux réussis au montage final.

On voit que, quel que soit le cas de figure, l'essentiel de la création se fait pendant le tournage : même très soigné et mûrement réfléchi, le montage ne peut jamais dissimuler parfaitement les grosses fautes de prise de vues, ni suppléer l'absence d'un élément important oublié ou non prévu dans le plan de tournage.

### 6.2 Écriture du scénario

La fiction dramatique est certainement le type de vidéo-film le plus complet et le plus valorisant, mais

que vous ne pourrez mener à bien sans partir d'un bon scénario. Quels que soient la technicité déployée, la beauté des images, l'adéquation des décors ou le talent des acteurs, cela ne sert à rien s'ils ne sont pas au seul service du récit. Comme le prouvent les milliers d'œuvres de valeur réalisées depuis l'invention du cinéma il y a plus d'un siècle, les thèmes à développer sont innombrables. Malgré cela, le plus difficile est de trouver l'idée de départ, le reste n'étant « plus » ensuite qu'une question de traitement et de développement du récit. La meilleure source devrait être l'imagination du créateur, mais celle-ci étant la chose la moins équitablement partagée au monde, vous pouvez vous inspirer avec bonheur de faits divers recueillis dans la presse ou dans votre entourage, ou bien sûr d'un ouvrage littéraire (dans ce dernier cas, vous ne pourrez pas présenter votre œuvre en public sans avoir résolu les problèmes de copyright).

Mettez l'idée et les grandes lignes du déroulement de l'action dramatique sur le papier, puis écrivez un *synopsis* (quelques paragraphes sont amplement suffisants) qui servira de base, soit à vos réflexions personnelles si vous êtes seul, soit plus habituellement pour une réalisation d'une telle ampleur, à la discussion entre collaborateurs du projet.

La prochaine étape est l'établissement d'un premier développement écrit. Comme le livret d'un opéra, il décrit scène par scène – au temps présent – la structure et le développement de l'intrigue ; il évoque le climat psychologique et le style de narration, en donnant des aperçus du dialogue, mais sans traiter des aspects techniques de la réalisation.

Lorsque ce nouveau document a été discuté et amendé si nécessaire, vous pouvez vous consacrer à l'écriture du *scénario complet*. Celui-ci donne tous les détails de l'intrigue, décrit les décors et les actions, ainsi et surtout que le texte du dialogue de chaque personnage. N'oubliez pas qu'il s'agit de langage parlé : en le jouant et en le lisant à haute voix, vérifiez qu'il semble naturel et « colle » bien avec le personnage concerné.

Il est utile de dresser le portrait psychologique de chaque personnage important : pour qu'il semble authentique, son comportement et sa personnalité doivent être affirmés et consistants. Il évolue et réagit, sa personnalité se précise par l'action, le dialogue et ses réactions vis-à-vis des autres personnages et des situations. Cherchez d'abord à bâtir votre fiction avec les images et l'action : sans « interprétation », le dialogue seul ne suffit pas.

Sans quitter notre propos, nous pouvons aller plus loin dans l'analyse en remarquant qu'une œuvre de fiction – drame ou comédie – fait la relation d'un conflit. Ce dernier peut ne concerner qu'un seul personnage (conflit psychologique), plusieurs (conflit émotionnel), ou un groupe d'individus (conflit social). On peut dire que ces diverses situations conflictuelles sont les ressorts mêmes de l'action dramatique.

Pour construire et faire évoluer votre histoire, inspirez-vous d'un principe général – qui fait ses preuves dans la plupart des fictions – en donnant à votre personnage une raison ou un but précis d'agir : résoudre une énigme, rencontrer un partenaire, réussir un exploit.

- Créez le conflit ou le climat de confrontation en plaçant des obstacles sur son chemin : criminel machiavélique, rival amoureux, concurrent.
- Compliquez et faites progresser les détails de l'intrigue : événements imprévisibles, fausses pistes, quiproquos, petites disputes d'amoureux, difficultés ou réussites financières.
- Ne terminez pas le film sans avoir résolu le conflit d'une manière ou d'une autre (car la fin n'est pas forcément heureuse, ni prévisible) : le criminel a été démasqué, le rival triomphe dans le cœur de la belle, l'homme d'affaires réussit un beau « coup ».

Dans un vidéofilm, particulièrement s'il est « dramatique », les premières scènes sont décisives : elles vous procurent la meilleure et peut-être la seule occasion de captiver l'attention du spectateur, puis de le maintenir en haleine jusqu'au dénouement de l'intrigue. Le climat de suspense et les grandes lignes de l'action doivent donc être établis dès les premières minutes du film. Efforcez-vous de « planter le décor », de bien faire comprendre les motivations du personnage principal, mais en laissant deviner les obstacles qu'il va sûrement rencontrer. Le spectateur doit se sentir personnellement concerné et en sympathie avec le héros ou l'héroïne ; il désire inconsciemment voir l'action se développer et aboutir d'une manière positive.

## 6.3 Découpage technique

Tout film ou vidéofilm est composé de *séquences*, *scènes* et *plans*. La séquence se compare au chapitre d'un livre ou à l'acte d'une pièce de théâtre : elle doit former un tout, par la succession harmonieuse et logique des scènes qui la composent. On y retrouve cette indispensable notion d'*unité*, soit de *lieu*, soit de *temps* ou les deux à la fois.

La scène elle-même se divise naturellement en *plans* dont nous avons assez dit qu'ils devaient se succéder sans heurts, avec de bons raccords.

Le découpage est un guide sûr qui vous permet de tout montrer – et de tout dire – mais sans digressions inutiles. Il doit être suffisamment détaillé et explicite pour prévenir toute indécision ou ambiguïté au moment du tournage, éviter les omissions ou les erreurs d'ordre technique.

Voici quelques-uns des éléments qui devront figurer en bonne place – habituellement sur des colonnes parallèles – dans un découpage bien conçu.

**1 L'ordre chronologique des prises de vues**, en spécifiant le numéro du plan, le lieu de l'action, suivant scène par scène le déroulement du récit.

**2 Les éléments de dialogue**, pour chaque scène, si le film comporte des parties jouées par des acteurs. Quand le programme doit être accompagné d'un commentaire, comme c'est le cas de beaucoup de sujets documentaires, il est sage – même s'il n'est pas définitif – de l'inclure dans le découpage, car il est en étroite relation avec la durée des plans et des scènes.

**3 Le cadrage, le champ embrassé et la durée (utile) de chaque plan.** Nous avons déjà indiqué qu'un plan rapproché est plus significatif et plus rapidement analysé qu'un plan général, mais qu'il donne une moindre importance au décor ou à l'environnement : une scène en extérieur requiert (et permet) des champs plus larges et des plans plus longs qu'une scène dramatique tournée en intérieur.

**4 Le choix de l'angle de prise de vue et la hauteur du point de vue.** Ces indications seront plus claires et plus fidèlement suivies au moment du tournage si vous les accompagnez d'un schéma.

**5 Les mouvements** : zooming, panoramique, travelling, suivi d'un personnage dans son déplacement, etc. À ce propos, il ne suffit pas d'écrire « long travelling avant » sur le découpage pour être en mesure de le réaliser sur le terrain. Indiquez également quels moyens vous utiliserez pour le faire. S'il risque d'être irréalisable ou difficile (ce qui n'est pas forcément prévisible au moment de l'écriture), prévoyez son remplacement par un ou deux plans fixes, peut-être un effet à réaliser au montage, ou encore un mouvement moins complexe, en le laissant « en option » sur le premier découpage.

**6 Les instructions pour les raccords** : par exemple, par où entre et sort un personnage dans le cadre, son attitude et son expression en fin ou en début de plan, etc. Le point à ne jamais oublier est que, dans un film de fiction, les plans sont rarement tournés dans l'ordre de leur montage : afin de ne pas avoir à déplacer le point de vue de la caméra, modifier l'éclairage, etc., il est très habituel – dans une scène dialoguée par exemple – de filmer tous les plans du personnage A selon un angle de prise de vue, puis tous les plans du personnage B, selon l'angle inverse, etc. Cela fait évidemment gagner beaucoup de temps lors du tournage, mais complique singulièrement le contrôle de la continuité et la qualité des raccords entre des plans qui ne seront assemblés dans leur ordre naturel et définitif qu'au montage final.

**7 Le « climat »** d'une scène ou d'une séquence qui sera créé par l'éclairage, l'emploi d'un filtre, le réglage de BdB, etc.

**8 Prévoyez également des inserts, des plans de coupe**, un certain nombre de plans « d'habillage » qu'il est sans doute impossible de définir précisément à ce stade de la préparation, mais qui peuvent s'avérer utiles, voire indispensables, lors du montage définitif : à condition de les avoir enregistrés lors du tournage.

Ce document très complet, comportant plusieurs colonnes parallèles, est celui du réalisateur que vous êtes. Il est comparable à la partition du chef d'orchestre qui, sur deux pages, présente en synchronisme les parties jouées par chaque instrument ou groupe d'instruments. S'il s'agit d'un vidéofilm de fiction complexe, le document maître doit généralement être « éclaté » en sections séparées, feuilles ou fiches, consacrées chacune à une séquence ou tournage en un même lieu. Pour les scènes dialoguées, préparez un document spécifique à l'attention des comédiens, dans lequel vous donnez – outre les textes de leur rôle et les jeux de scène – un résumé de l'action, ainsi que des indications sur le climat psychologique induit par l'environnement et l'éclairage : c'est ce qui leur permettra (sans encombrer leur esprit d'indications techniques qui ne les concernent pas) d'apprendre et de répéter leur rôle, individuellement ou en groupe.

## 6.4 Story-board

Le terme officiel que personne n'utilise est « scénarimage ». Il désigne une suite de dessins ou de schémas représentant, avant le tournage, le film dans sa totalité. Selon votre manière de concevoir et de « prévisualiser » un vidéofilm, la création du story-board précède ou suit l'écriture du scénario (et du découpage technique) :

- *Avant scénario.* Le story-board vous sert à écrire le film dans sa continuité et à le simuler, à la manière des créateurs d'une bande dessinée (le scénariste et le dessinateur). Lorsque vous avez imaginé la trame et la progression générale de l'histoire, détaillez-la sur le story-board, dont chaque dessin représente la scène (vue de la caméra à son moment culminant), sa légende résumant le détail de l'action et les conditions générales de prise de vues (angle, grosseur de plan, mouvement, etc.). S'il y a lieu, les éléments du dialogue. Ce story-board, qui devra probablement se modifier, sert de base à l'écriture du scénario et/ou du découpage technique.
- Soit pour créer – après scénario et découpage définitif – un document pratique de tournage. Dans ce dernier cas, il est indispensable que chaque plan soit numéroté et que sa durée soit mentionnée.

Vous n'avez pas besoin d'être un as du dessin pour cela : des croquis simplifiés des personnages, du décor et du cadrage sont amplement suffisants. En pratique, c'est même un inconvénient de faire réaliser les dessins par un spécialiste de la BD de talent, lequel aura le plus souvent tendance à créer de magnifiques images, mais qui sont « intournables », parce qu'elles impliquent, par exemple, une trop grande profondeur de champ, de fausses perspectives, etc.

Sans remplacer le scénario détaillé, l'établissement d'un story-board, même sommaire, est extrêmement

utile à toute réalisation un peu ambitieuse, cela pour plusieurs raisons :

- Il vous oblige à penser à ce que vous filmez et surtout pourquoi. Vous pouvez ainsi mieux vous concentrer sur la logistique du tournage et la continuité de l'action.
- Il mémorise visuellement les enchaînements et les raccords entre les scènes et les plans. Lorsque le tournage n'est pas effectué dans la chronologie de l'histoire – ce qui est souvent le cas – le story-board permet de s'assurer rapidement et sans risque d'erreur que les raccords seront bons.
- Lors du dérushage et du montage en post-production, il permet de retrouver l'ordre logique de montage des plans tournés « dans le désordre ».

## 6.5 Aspects pratiques

Nous ne voulons pas aller plus avant et décrire ou reproduire les pages d'un découpage « classique » : d'abord parce que c'est justement la part essentielle de la création qui n'appartient qu'à vous, ensuite parce que la vidéographie autorise – bien plus que le cinéma ou la télévision institutionnels – beaucoup de liberté et une approche originale du thème traité, en dehors ou à côté des sentiers battus.

Nous avons dit qu'un découpage complet et bien écrit est un guide sûr. Ce point étant confirmé par l'expérience, il ne constitue en rien une « bible » que l'on doit strictement respecter lors de la phase décisive du tournage. Il vous arrivera plus d'une fois, face à la scène à tourner, d'en découvrir des aspects inattendus, une autre manière d'enchaîner les plans, ou des angles de prise de vue que vous n'aviez pu « prévisualiser » sur le papier ou le story-board. N'hésitez pas alors à introduire ces nouveaux éléments dans votre trame de base, en faisant naturellement très attention aux répercussions qu'ils peuvent avoir sur l'ensemble de l'œuvre. Si, par exemple, vous incluez un magnifique coucher de soleil – spectacle féérique mais difficilement prévisible – dans une scène en cours de développement, il vous sera totalement impossible de poursuivre le tournage le lendemain sans indiquer qu'il s'agit d'un autre jour...

Même pour un « grand film », la modification d'un scénario en cours de tournage est une chose assez courante : tout est noté par la scripte, et le réalisateur va peut-être travailler très tard dans la nuit avec le scénariste pour préparer le tournage du lendemain ! Toutes proportions gardées, c'est un peu dans cet esprit que vous utiliserez votre premier découpage.

Les auteurs de cet ouvrage ont tous deux une longue expérience de la réalisation audiovisuelle, dans différents domaines et pas seulement en vidéo ; nous considérons qu'un premier découpage précis est une absolue nécessité, dans la mesure où c'est

la seule manière de ne pas négliger au moment du tournage certains plans ou raccords indispensables au montage et à la continuité. À défaut de ce document, scrupuleusement remis à jour en cours de tournage, on risque fort d'oublier complètement tel ou tel passage essentiel qui ne pourra plus être reconstitué après coup. Notre méthode est simple : faire une croix dans la case « réservée à cet effet », indiquant que le plan n°  $x$  a bien été tourné et qu'il a été *vérifié*. Que l'on soit seul ou en équipe, on notera *au fur et à mesure* toutes les modifications apportées au découpage d'origine.

N'oubliez pas que l'une des grandes supériorités de la vidéo sur le cinéma, c'est que l'on peut revoir et réentendre à loisir les plans ou les scènes qui viennent d'être tournés et qu'il est donc possible de s'assurer sans ambiguïté qu'ils sont « dans la boîte », pour reprendre le jargon des professionnels.

## 6.6 Un plan de réalisation en cinq volets

Le secret d'une bonne mise en scène – le passage de la phase d'écriture à la phase de réalisation – est les préparations avant tournage. Elles doivent permettre une réalisation respectant le scénario et le découpage, avec un minimum de problèmes, dont aucun ne puisse être résolu. Dans une réalisation en équipe, la décision appartient bien sûr au réalisateur, la responsabilité est collective, mais chaque membre doit se sentir concerné.

Nos conseils relatifs à chacun des grands chapitres de la réalisation concernent le vidéofilm de fiction de classe « professionnelle » : vous saurez bien ne conserver que ceux qui peuvent être utiles à vos propres réalisations.

### 6.6.1 Plan de tournage

Comme nous l'avons vu, le tournage d'une fiction ne se fait pratiquement jamais dans l'ordre du scénario : on tourne habituellement à la suite toutes les scènes se déroulant en un même lieu.

- La première tâche est donc de découper le scénario afin d'établir un plan de tournage logique ; ce qui implique parfois de « jongler » avec les notions de temps.
- La *durée du tournage* est éminemment variable en fonction de la complexité de la réalisation et les exigences du scénario. Un documentaire réalisé en extérieur peut se tourner en une journée, alors qu'une fiction dramatique élaborée, impliquant des éclairages spécifiques et des scènes dialoguées, peut demander une journée de tournage pour trois à cinq minutes de durée écran.

- Prenez en compte le temps passé nécessaire à la préparation de scènes complexes (installation d'un éclairage, travelling, etc.).
- Lorsqu'il s'agit de scènes tournées en extérieur, prévoyez d'emblée une marge supplémentaire de temps pour les « intempéries ». Quel que soit le lieu de tournage, commencez toujours – pendant qu'il fait beau – par les vues générales ; si, par la suite, le ciel se couvre un peu, il est généralement possible de filmer les plans rapprochés.
- Prévoyez suffisamment de temps pour les scènes devant être tournées à un certain moment de la journée, tel un coucher de soleil. Il faut être prêt avant, de manière à pouvoir filmer dès que les conditions sont réunies... et avoir tourné la scène avant la nuit !

### 6.6.2 Lieux de tournage

Quelques considérations d'ordre pratique :

- Il est en principe interdit de filmer en « professionnel » sans autorisation dans un lieu public. Sachez que pour l'Autorité, la prise de vue est « professionnelle » dès le moment où l'appareil (comescope, photographique, etc.) est monté sur pied. Bien que filmés caméra en main, il y a bien des lieux qu'il est interdit de faire figurer (sans autorisation) dans un spectacle présenté à un public, même non payant. C'est, à Paris par exemple, le cas du Louvre, de l'Arche de la Défense et de beaucoup d'autres endroits. Si une autorisation officielle est requise, demandez-la au moins une semaine à l'avance. Quelles que soient les circonstances, demandez l'autorisation (écrite) de les filmer aux personnes susceptibles d'être reconnues sur vos images.
- En extérieur comme en intérieur, l'orientation du soleil par rapport à la scène et au point de vue de la caméra est importante. Une scène de rue, par exemple, peut permettre de meilleures images dans une zone d'ombre. En intérieur, notez l'orientation des fenêtres et baies vitrées, ainsi que les heures d'ensoleillement du local. En plein hiver, même par beau temps, vous ne disposez que de quelques heures d'éclairage naturel suffisant.
- Ainsi que nous en avons discuté (chapitre 4), l'éclairage d'appoint en intérieur n'est pas forcément nécessaire ; vous pouvez vous en assurer en procédant à des tests préalables avec votre comescope.
- Si vous devez utiliser des luminaires, notez l'emplacement des prises de courant et la puissance électrique que vous pouvez prélever sans faire disjoncter le réseau. Prévoyez prises compatibles et rallonges.
- En extérieur, l'enregistrement direct du son pose très fréquemment des problèmes : bruit de la circulation automobile, travaux publics, hélicoptère, foule bruyante, etc. Même un intérieur réputé

« calme » peut être trop bruyant : climatiseur, téléphone, ascenseur, sonnerie, etc. Étudiez la possibilité de les neutraliser lors du tournage. Nous verrons (chapitre 6) quelles mesures techniques et précautions vous pouvez prendre pour améliorer grandement la qualité sonore, d'une interview ou d'un dialogue enregistré dans ces conditions. Vérifiez l'acoustique du local de tournage. La bonne méthode, applicable aux séquences sans son synchrone, est de les sonoriser en post-production.

### 6.6.3 Décors, accessoires et costumes

Le style de votre vidéofilm de fiction dépend dans une bonne mesure des accessoires, décors et costumes. Il est courant de modifier un scénario, voire de renoncer à une réalisation, pour la simple raison que ces éléments sont difficiles ou trop chers à réunir. Dans une équipe organisée, le régisseur est le responsable de ces problèmes.

- Dressez une liste détaillée de tous les accessoires prévus pour chaque scène. Certains sont disponibles d'emblée, d'autres empruntés à des amis ou aux membres de l'équipe. Si l'on doit briser un objet (un verre, par exemple) en prévoir plusieurs exemplaires.
- Précisez l'habillement de chaque acteur, pour chaque scène. Les vêtements se louent si nécessaire chez un costumier.

### 6.6.4 Budget

Quand l'équipe technique et la distribution ne sont constituées que de bénévoles, la réalisation d'un petit vidéogramme en décor naturel ne coûte que le prix de quelques cassettes. S'il s'agit d'un projet plus ambitieux – *a fortiori* d'un film réalisé sur commande ou que vous espérez vendre –, il y a des dépenses à prévoir que vous devrez évaluer avec une précision suffisante, sous peine de connaître une surprise désagréable en plein milieu de la réalisation. Il faut ensuite réunir les fonds nécessaires avant d'entraîner l'ensemble des participants dans ce qui reste toujours une « aventure ». Vous savez bien qu'un grand film ayant coûté fort cher peut être un cuisant échec commercial !

Votre budget prévisionnel analysera, par exemple, les principales rubriques suivantes :

- **Transport.** Les déplacements de l'équipe demandent deux voitures (gratuites) et de l'essence (payante).
- **Droits à payer.** Outre les autorisations, beaucoup d'organismes exigent des droits de tournage sur le lieu. C'est le cas d'un aéroport, monument, zoo, etc. Chez un particulier, il faut au minimum régler les dépenses en électricité (et utiliser son téléphone mobile).

- **Accessoires et costumes.** La plupart peuvent être empruntés. Prévoyez les dépenses afférentes aux scènes où il y a consommation de nourriture ou de boissons. Éventuellement : frais de décoration, d'aménagement d'un local, etc.
- **Équipements supplémentaires.** Prévoir et calculer les frais de location, en matériel d'éclairage, par exemple, ainsi que rechanges (lampes, filtres, etc.).
- **Cassettes.** Avec ses nombreuses « prises », une production de fiction implique une consommation de bande très importante, d'autant que vous n'avez jamais intérêt à enregistrer sur la même cassette des séquences du film de nature différentes ou tournées à plusieurs jours ou semaines d'intervalle : selon votre méthode de travail et le genre de réalisation, comptez cinq à dix fois plus de durée de bande que la durée finale du programme.
- **Assurances.** Pour une production impliquant des déplacements et/ou quelques risques, contractez une assurance corporelle pour les tiers et les dommages matériels.

### 6.6.5 Fiches de tournage

Lorsque les points ci-dessus ont tous été définis, le régisseur (ou le membre de l'équipe responsable de la régie) établit une *fiche de tournage* pour chaque jour de prise de vues ; elle indique :

- la date de tournage,
- les numéros des scènes à tourner,
- l'adresse et le téléphone du lieu,
- le point de rendez-vous de l'équipe,
- la distribution et l'heure de convocation des acteurs,
- la liste des accessoires et costumes,
- les équipements complémentaires,
- tous les problèmes particuliers, par exemple, parking, terrain boueux,
- l'heure prévue pour la fin du tournage (pour les acteurs, pour la technique).

Bien qu'il ne participe pas directement aux aspects techniques et artistiques de la réalisation, le rôle du régisseur est fondamental en tant que coordinateur de l'équipe, des acteurs et des matériels. Pour cette raison, il dispose de tous les moyens modernes lui permettant de contacter à tout moment chacun des participants du projet.

## 6.7 Écriture d'un commentaire

Alors que l'ancien adage « une image vaut mille mots » s'applique bien à la création d'un climat de rêve, un film documentaire impose de compléter par la parole ce que les images ne disent pas. Une approche souvent exploitée par les meilleurs documentaristes est

de rédiger un commentaire exprimant un concept différent de celui qui est évoqué par les images, en créant ainsi une opposition de thèmes. Dans d'autres cas, la parole permet de relier des événements, sans faire appel au visuel. Le commentaire peut répondre à ces objectifs divers, mais sans jamais cesser d'être « naturel », bien argumenté et précis ; il doit informer et distraire à la fois.

On confère souvent au commentaire le rôle d'interprétation des images, en imposant un point de vue particulier : notons que cette approche est exactement l'inverse du « reportage » dont la plus grande vertu est censément l'objectivité. Prenons en exemple les images agrestes d'une rivière coulant paresseusement à travers les prés. La signification du message bascule totalement si le commentaire informe le spectateur que son eau est empoisonnée en amont par les décharges toxiques d'un lisier. À la sensation de beauté tranquille éprouvée par le spectateur succède bientôt l'angoisse de la pollution.

Le commentaire permet aussi d'introduire une interview : « Nous avons interrogé à ce propos, Jean Leclainche, représentant des Verts au conseil municipal de la localité voisine de Saint-Marcellin » (puis on passe à l'homme en train de parler). Il assure en même temps la liaison entre des séquences disparates, en créant une continuité qui sans cela n'existerait pas.

Contrairement au film de fiction qui implique au moment du tournage l'existence d'un scénario précis avec ses dialogues et son découpage technique détaillé, le genre documentaire implique une bonne part d'improvisation. Il y a là une sorte de contradiction : il est impossible, d'une part, d'établir un plan de tournage précis à propos d'une réalité que l'on ne découvre qu'au moment du filmage sur le terrain, tandis que, d'autre part, on ne peut rédiger le commentaire définitif qu'après le montage final, les phrases devant être écrites en fonction des images et de la durée des séquences. Une bonne façon de procéder est d'écrire la continuité et les grandes lignes du commentaire lors du tournage ; ce qui vous permet d'imaginer la manière dont vous enchaînez les plans et les scènes au montage. C'est en fait la seule manière de ne pas filmer trop long ou trop court les plans « avec mouvement » sur lesquels vous aurez un certain nombre de mots à dire, mais dont vous ne pourrez pas changer la durée. Si vous n'êtes pas fixé sur ce point, faites plusieurs prises plus ou moins longues du même mouvement : vous choisirez parmi elles au montage. Ces remarques ne concernent pas une majorité de plans fixes « tournés longs », lesquels sont ajustables et taillables à merci.

Dans le genre documentaire, le défaut de bien des vidéastes inexpérimentés est de monter des plans trop longs, ce qui confère un rythme insupportablement lent au programme dont la durée se prolonge excessivement : tel passage qui peut et doit être traité en deux minutes, en dure cinq. Pour combler les vides, le novice a tendance à accompagner les images d'un commentaire continu et inconsistant.

### 6.7.1 Rédaction du commentaire : conseils de base

En rédigeant un commentaire, la première chose à faire est de déterminer le débit de la parole ; ni trop rapide, ni trop lent. En moyenne, quelque chose comme deux mots à la seconde.

On ne peut pas, par ailleurs, parler sans arrêt : il faut au strict minimum 1 seconde de respiration entre deux phrases. Cela veut dire que si une phrase doit être dite, par exemple, sur un plan de 10 secondes, le temps de parole maximal est de 8 secondes (soit une phrase d'une quinzaine de mots).

Le texte du commentaire influence l'opinion du spectateur, d'autant plus qu'il est bien écrit et bien dit.

Évitez les clichés et les tournures pédantes (du genre « Il est également primordial de bien comprendre la signification profonde de... »).

La redondance entre les mots et les images est l'un des pires défauts. Ne dites pas « et la journée se termine par un magnifique coucher de soleil » : puisqu'il l'a devant les yeux, le spectateur n'a pas besoin que vous lui indiquiez qu'il s'agit d'un coucher de soleil, il peut juger par lui-même s'il est aussi « magnifique » que cela et il sait que ce phénomène n'a lieu qu'en fin de journée.

Un autre défaut majeur est de décrire par la parole un objet réel qu'on ne montre pas : ou bien il était indispensable et vous avez oublié, ou vous n'avez pas pu le filmer (c'est le fameux « plan manquant »), ou bien il ne l'était pas vraiment ; problème résolu en modifiant le commentaire et peut-être le montage de la séquence.

Il y a, semble-t-il, deux principales manières de rédiger un commentaire :

- Soit en collant aux images et en donnant au spectateur des renseignements précis. Par exemple : « De l'autre côté de l'Arno qu'enjambe le Ponte-Vecchio, Florence élève au-dessus des toits, ses campaniles, ses coupoles et ses tours. »
- Soit en « accompagnant » les images avec de discrètes allusions poétiques ou artistiques. Par exemple : « Nous voici au cœur de l'ancienne Toscane, patrie de Benvenuto Cellini, dans la ville au nom de femme... Florence... »

Cela dépend bien sûr de la nature du film, mais essayez de laisser de grandes pauses entre deux phrases successives : laissez l'esprit du spectateur s'imprégner des images, du climat psychologique, de la musique, des effets visuels et sonores.

### 6.7.2 Préparation du commentaire écrit

Nous reviendrons en détail (cf. 10.5 & 22.8 [10]) sur ce qui concerne la technique et les conditions d'enregistrement d'un commentaire en voix *off*. Comme d'autres éléments de la bande sonore, le commentaire ne peut pas être « synchronisé » avant que le montage image ne soit lui-même définitif. Vous avez cependant le choix entre deux méthodes de préparation du commentaire ; l'une n'est pas « meilleure » que l'autre, mais elles sont différentes : vous adopterez celle qui s'accorde le mieux à vos goûts, à votre style personnel et surtout à la nature de votre réalisation. Dans tous les cas, le moment où le commentateur doit attaquer sa phrase ou prononcer tel mot est indiqué, sur le texte du commentaire, par un repère temporel (chiffre de code-temps ou TC).

**1 Priorité montage image.** Avec cette méthode la plus habituelle, on finit de rédiger et de mettre au point le commentaire en fonction du montage image ; puis on synchronise le texte en y reportant les repères de TC. Il ne reste plus qu'à l'enregistrer.

**2 Priorité commentaire.** Dans un film de formation, par exemple, la structure et la durée de chaque section d'un module programme dépendent de l'opération à filmer et du temps qu'il faut pour la décrire. Dans un tel cas, il est souvent préférable de rédiger préalablement et d'enregistrer une version provisoire du commentaire minuté, lequel servira de guide pour le montage des images.

Lorsque vous êtes satisfait de votre commentaire, tapez-le en double interligne avec un traitement de texte ordinateur, en laissant une marge à gauche. Revenez à la ligne au départ de chaque nouvelle phrase. Il ne vous restera plus qu'à reporter les TC sur le texte, puis d'en faire l'édition définitive en vue d'enregistrement.



## Thèmes vidéographiques : le genre reportage

Ce n'est pas en enregistrant « au petit bonheur la chance » des images et des sons les uns à la suite des autres que l'on peut produire un vidéofilm digne de ce nom. Or, le vidéaste du dimanche a tendance à beaucoup filmer, mais n'importe comment : sans changer de place, il se contente le plus souvent de cadrer son sujet avec le zoom et de presser sur la détente. Dans ces conditions, il n'est pas étonnant qu'une heure d'enregistrement ne contienne que de quoi monter quelques minutes de bonne vidéo !

### 7.1 Notions générales

Grâce à la technologie numérique, on peut maintenant réaliser un montage *techniquement correct*, même à partir d'images tournées en analogique : ce qui représente un immense progrès. Mais cela ne change rien au fond du problème, car le meilleur des montages ne permet pas d'obtenir un bon vidéofilm à partir d'originaux mal filmés !

Votre procédure de tournage dépend essentiellement du thème traité. S'il s'assimile au genre « reportage », vous ne pouvez que filmer l'événement au fur et à mesure de son déroulement, en sachant que ses phases essentielles n'ont lieu qu'une fois. Dans ce cas, vous avez intérêt à assurer une certaine continuité entre les vues successives, mais, dans la mesure du possible, en soignant les raccords entre les plans. En limitant les plans à une durée raisonnable (ce qui veut dire des plans un peu plus longs que leur *durée utile* de montage), vos rushes constituent un vidéogramme assez rythmé et dynamique, déjà très présentable aux membres de la famille et aux amis ; tous les plans étant réunis et sécurisés, vous pouvez remettre le montage définitif de votre vidéofilm à bien plus tard.

En abordant votre premier tournage « sérieux », prenez la décision de ne traiter qu'un seul grand thème à la fois, quitte – s'il se trouve que vous en avez plusieurs en cours à la même époque – à utiliser un dossier informatique différent pour chaque sujet. Bien que ce soit une condition nécessaire, l'*unité de sujet* ne suffit pas : il faut aussi qu'il soit traité de façon logique

et ordonnée, c'est-à-dire en « contant une histoire » qui – comme toute forme de narration – à un début, un développement et une conclusion.

Quel que soit le thème traité, fût-il une fête familiale, efforcez-vous d'organiser les prises de vues autour d'un *fil conducteur*, à moins que la nature du vidéogramme à réaliser ne demande l'élaboration d'un scénario, d'un découpage et d'un plan de tournage.

#### 7.1.1 Certains films sont plus faciles à réaliser

Dans le monde qui nous entoure, beaucoup de sujets méritent d'être enregistrés ; nous devrions dire « d'être bien enregistrés », ce qui n'est pas la même chose. Les plus immédiatement accessibles sont les événements et les scènes de la vie familiale et amicale : la « vidéo-souvenir » que rien ne peut remplacer pour aujourd'hui et surtout pour demain.

D'autres thèmes très pratiqués par les vidéastes amateurs sont les vidéogrammes de vacances, de voyage et de reportage d'actualité. L'ordre des prises de vues étant chronologique, il est possible – dans le cadre d'un récit bien rythmé – de tourner en se laissant guider par le déroulement naturel et parfois imprévisible des événements. Encore faut-il choisir dans l'instant les scènes à filmer, déterminer à peu près la durée qu'elles méritent et ménager si possible des enchaînements agréables.

Le genre *documentaire* recouvre des catégories très diverses : certains sujets extrêmement intéressants ou originaux ne demandent pas la mise en œuvre de moyens particuliers. Un bon vidéaste qui connaît bien le thème qu'il développe – ce qui lui permet de ne rien oublier d'essentiel – est généralement capable de le traiter de façon très libre, dans le style du reportage.

Le film de formation, le vidéoclip et le vidéofilm de fiction, ce qu'en télévision l'on appelle une « dramatique », sont à n'en pas douter les genres les plus difficiles, ne serait-ce que parce qu'ils sont conçus, soit pour répondre à un besoin, soit pour séduire un public : pour atteindre ces objectifs, les vidéogrammes doivent

afficher de grandes qualités tant sur le plan technique qu'artistique. Or, les équipements aujourd'hui accessibles au vidéaste amateur assurent la qualité d'image et de son que l'on peut qualifier de « professionnelle ».

Le vidéofilm de fiction et le vidéoclip sont de plus en plus pratiqués par les amateurs passionnés, dont certains sont très talentueux : ce que l'on peut constater dans les festivals vidéo ou lors du concours « Clap d'Or » organisé par le magazine *Caméra Vidéo & Multimédia*.

Nous pensons qu'un vidéaste ambitieux mais encore inexpérimenté progressera plus rapidement en commençant par filmer les scènes de la vie de tous les jours et en s'inspirant des conseils prodigués dans cet ouvrage. Un thème très attachant est celui des jeunes enfants qui poursuivent leurs jeux sans se soucier bien longtemps d'un camescope qui ne fait aucun bruit et sur lequel rien ne bouge. Les fêtes de famille, les rencontres amicales, les parties de pêche ou de chasse, les excursions, etc., sont d'autres excellentes occasions de réaliser des films dont la valeur affective ne fera que croître au cours des années.

### 7.1.2 L'idée directrice

Ainsi que nous l'avons déjà souligné, la réussite dépend de nombreux facteurs dont les deux plus importants, hormis le choix même du sujet, sont l'*idée directrice* et la manière dont elle est *développée en continuité* par l'assemblage de plans successifs ; ce que nous appelons la *narration*. Dans le langage audiovisuel, la durée et le contenu de chaque plan, relativement à la teneur de ce « discours », sont assurément des éléments décisifs. Nous avons discuté (cf. 2.5) des différents types de cadrage et de leur signification visuelle et psychologique ; nous avons également fait remarquer que les plans rapprochés ont généralement plus d'impact.

## 7.2 Le genre reportage

Malgré leur grande diversité, les thèmes du genre reportage ont en commun de donner la priorité à la narration des événements capturés en temps réel, au détriment – lorsqu'il n'y a pas moyen de faire autrement – de la qualité technique des images et du son. Parmi ces événements, il y a lieu de faire la distinction entre ceux dont vous pouvez, dans une certaine mesure, modifier le déroulement et aménager les conditions de tournage (typiquement la vidéo familiale) et ceux dont vous n'êtes que le témoin, sans pouvoir exercer sur eux la moindre influence.

Dans ce qui suit, nous soulignons les spécificités et nous donnons quelques conseils sur différents types de vidéofilms. Nous abordons chaque sujet directement, sans revenir sur les notions générales exposées dans les chapitres précédents.

## 7.3 Le monde de l'enfance

La vidéo d'amateur n'étant praticable que depuis 1985 environ, vous n'avez peut-être pas hérité de vos parents du témoignage animé et sonore de votre petite enfance : des photos bien sûr, peut-être quelques films Super-8 que vous avez bien du mal – si cela est encore possible – à visionner aujourd'hui. Il n'en sera pas de même pour vos enfants ou ceux de vos proches, si vous prenez le soin de filmer les principales étapes de leur croissance : un inestimable trésor pour les archives familiales et les générations à venir. Il est important de noter à chaque fois la date de prise de vues, ce que votre camescope fera en principe automatiquement. Néanmoins, une façon imparable et valorisante de dater les prises de vues consiste à filmer – en début de chaque tournage – la « une » du quotidien du jour. Lorsque vous réaliserez le montage, bien des années après, vous aurez ainsi une indication précise sur les événements qui faisaient l'actualité à l'époque des prises de vues ; vous saurez rédiger un commentaire... circonstancié. Puisque les prises de vues ne se termineront qu'au bout de 7 ou 8 ans, vous devez les stocker sur des supports pérennes et dûment référencés, peut-être sur disque optique type DVD/BD, ou sur disque dur sécurisé (cf. chapitre 25). Sans cette précaution, le risque de perte ou de destruction involontaire de ces inestimables documents serait vraiment trop grand.

L'enfant s'amusant avec son jouet favori ou faisant ses premiers pas permet une approche directe et simple. Voici quelques suggestions, prenant en compte le fait que ces documents seront montés ultérieurement, en ne conservant que les meilleurs passages.

- Prenez des plans plutôt longs afin de laisser à l'action le temps de se développer.
- Placez votre camescope à la hauteur de l'enfant ; trépied en position basse, ou à la main, en vous asseyant par terre dans une position stable, par exemple, coudes sur les genoux, dos appuyé contre un mur ou un meuble. Il est alors préférable de cadrer sur l'écran ACL plutôt que dans le viseur du camescope.
- Servez-vous du zoom pour varier les grosseurs de plan entre deux prises, plutôt que pour « zoomer » : ce qui serait la manière la plus sûre de « rater » un geste ou une mimique inattendue.
- Prenez de nombreux gros plans afin de saisir la variété des expressions amusantes. Pour les plans de coupe, filmez un parent, des jouets, etc.
- Attachez une très grande importance à la prise de son : le gazouillement, le rire ou les pleurs d'un bébé sont de précieux documents. À ce propos, évitez les bruits parasites, en particulier la voix *off* de personnes présentes dans la pièce, mais qui ne figurent pas à l'écran.
- En intérieur, nous vous déconseillons vivement d'utiliser une torche vidéo directement braquée sur l'enfant ; vous avez compris pourquoi. Si la lumière

ambiante est trop faible pour l'obtention de bonnes images, installez un éclairage d'appoint et diffusez sa lumière par réflexion sur une surface claire.

En grandissant, l'enfant comprend vite qu'il est filmé et a tendance « à jouer pour la caméra ». Efforcez-vous alors de le filmer à son insu : de plus loin en position télé du zoom, en dissimulant le camescope derrière un meuble, etc. S'il s'intéresse trop à vous, faites semblant de le filmer jusqu'à ce qu'il reprenne de lui-même ses jeux et que vous puissiez à nouveau le saisir dans des attitudes naturelles.

Les enfants plus âgés sont comédiens par nature : répondez à leur envie de participation active en les incitant à jouer de petites scènes. Cette collaboration vous permet de choisir les meilleurs angles de prise de vues et de soigner la prise de son. N'hésitez pas dans ce cas à faire collaborer les personnes présentes qui peuvent même applaudir à la fin de la « représentation ».



Figure 7.1 Correction d'exposition.  
Voir p. 244 du cahier couleur.

*Dans le cas d'un contre-jour aussi violent que celui-ci – et à défaut d'un éclairage d'appoint en fill-in –, on ne peut pas éviter de surexposer les régions directement éclairées par le soleil. Pour l'opérateur, l'essentiel était de régler manuellement l'exposition de telle sorte que le visage des enfants soit suffisamment détaillé. Photo Gérard Galès.*

## 7.4 Fêtes familiales et entre amis

Le plaisir de la vidéo, c'est aussi de conserver à jamais le précieux souvenir des réunions familiales et amicales. Avant le jour J, prenez connaissance du déroulement des événements de manière à étudier sur place et à prévoir les angles de prise de vues, la position du ou des micros externes, la disposition de l'éclairage d'appoint s'il s'avère nécessaire. Si possible, procédez à quelques essais en vraie grandeur. Informez-vous des « surprises » devant survenir en cours de réunion (distribution de cadeaux, arrivée du gâteau d'anniversaire,

etc.), ce qui vous permettra de vous trouver prêt à filmer en bonne place et au bon moment. S'il s'agit d'une soirée, la qualité de l'éclairage est un facteur essentiel de la réussite : il n'est pas question en effet d'utiliser une torche vidéo montée sur le camescope, laquelle détruirait totalement l'ambiance naturelle du lieu, en signalant de plus à chaque participant que vous êtes en train de le filmer, ce qui, outre la platitude de l'éclairage, lui fait prendre aussitôt une attitude empruntée. Voici quelques conseils relatifs à l'éclairage :

- L'éclairage d'appoint doit être installé et vérifié avant le début de la réunion. Dans une pièce petite ou encombrée, installez les lampes près d'un mur, faites passer les câbles d'alimentation sous le tapis et immobilisez-les à l'aide de bande adhésive ou « gaffer ». Arrangez-vous pour que, le moment venu, il soit possible d'allumer ces luminaires à partir d'un seul commutateur aisément accessible.
- Positionnez les lampes de manière à ce qu'elles ne se trouvent pas dans le champ de l'objectif, même pour les vues générales, le zoom étant réglé sur une courte focale. L'idéal est d'installer les sources de lumière en hauteur.
- Comme nous en avons discuté au chapitre 4, prévoyez une source principale, par exemple au-dessus de la table ou du centre de la pièce, laquelle détermine l'aspect général de l'éclairage à la manière d'un lustre ; vous aurez éventuellement besoin d'une ou deux sources de lumière diffuse (éclairage indirect par réflexion sur le plafond ou sur un mur clair) pour « déboucher » les ombres.
- Laissez les sources d'éclairage normales de la pièce (lustre, lampadaires, bougies, etc.) allumées : même si leur intensité est insuffisante pour filmer efficacement sans lumière d'appoint, elles permettent de conserver l'ambiance naturelle du lieu. Les tubes fluorescents sont en revanche à proscrire.
- Veillez à la qualité de l'enregistrement sonore : pour bien capter les conversations, placez un microphone *omnidirectionnel* au centre de la table, dissimulé dans un élément de décoration (chandelier, corbeille de fleurs). Une autre bonne solution est de le suspendre au plafond, hors du champ de la caméra.
- Afin de figurer vous-même dans les images, vous pouvez soit former un assistant qui prendra votre place derrière le camescope, soit le déclencher à distance grâce à la télécommande.

La mise en scène est aussi importante que la préparation technique. Planifiez le tournage en fonction des principaux événements qui doivent intervenir. Déplacez au besoin quelques meubles ; enlevez provisoirement certains bibelots, disposez bouquets et plantes vertes pour agrémenter vos compositions ; assurez par avance votre liberté de déplacement. La maîtresse de maison trouvera peut-être que « vous en faites trop », mais elle vous remerciera plus tard en constatant la qualité de votre réalisation.

Débutez par des plans qui situent l'action et le lieu : arrivée des invités, vue de la table décorée. Lorsque tout le monde est assis, prenez des plans d'ensemble afin de situer les positions respectives des participants, puis filmez chaque personne sous différents angles en plan moyen et/ou en gros plan ; ils ne doivent pas regarder en direction de la caméra. Efforcez-vous de bien traduire les relations affectueuses et les moments forts, par exemple, l'enfant assis entre ses grands-parents soufflant les bougies de son gâteau d'anniversaire. Afin d'évoquer le temps qui passe, prévoyez par exemple un fondu enchaîné entre deux séquences, ou encore des plans de coupe significatifs, tel un verre à moitié vide, la bougie dont la longueur diminue, etc.

En tournant, songez que vous n'êtes pas en train de faire la relation fidèle d'un événement, mais une évocation émouvante pour les spectateurs du futur. Vous devez donc éliminer sans vergogne au montage (voire ne pas filmer) ce qui est sans intérêt réel, dévalorisant pour les personnes ou franchement « laid » ; ne montrez pas, par exemple, les gens en train de manger. Comme tout vidéofilm, celui-ci doit avoir une fin logique, tel le traditionnel chœur du « Bon Anniversaire », ou les invités prenant congé de leurs hôtes. À notre avis, un tel film une fois monté ne devrait pas durer plus de 8 à 10 minutes.

## 7.5 Mariage et autres cérémonies formelles

La « photo de mariage » était autrefois une activité importante et rémunératrice du photographe professionnel. Dans le cas du mariage traditionnel dans les familles bourgeoises, on lui passait commande de prestations bien déterminées, habituellement les photos officielles du couple, la bénédiction nuptiale et la sortie d'église, le groupe des invités, un reportage durant le lunch ou le banquet. De nos jours, ces photos sont accompagnées, parfois même remplacées par un vidéofilm des principales phases de l'événement. Un bon nombre d'excellents professionnels – ex-photographes ou vidéastes – se sont spécialisés dans ce type de réalisation. C'est dire qu'un vidéaste amateur acceptant de couvrir bénévolement pour ses proches un événement de cette importance endosse une énorme responsabilité. C'est peut-être votre cas, aussi avons-nous jugé souhaitable de développer ce thème du vidéofilm de mariage plus en profondeur.

Nous prenons ici l'exemple typique d'un mariage religieux « solennel », mais les mêmes principes de tournage s'appliquent en partie à d'autres événements et cérémonies : baptême, remise de prix, banquets commémoratifs, etc.

Dans cette approche traditionnelle, un mariage est un événement sur le déroulement duquel vous n'avez pratiquement aucun contrôle. Il est donc de prime

importance d'en connaître par avance les phases essentielles et de se préparer à n'en négliger aucune.

Le compte rendu complet d'un tel événement est plus facilement « couvert » par une équipe comprenant deux opérateurs ou plus, avec répartition précise des tâches et mise en commun des rushes en vue du montage ; vous pouvez néanmoins obtenir de bons résultats en opérant seul, plus un assistant, à condition d'avoir soigneusement préparé votre tournage et de vous trouver dans les meilleures conditions pour en filmer les phases essentielles : celles que l'on ne vous pardonnerait jamais d'avoir ratées !

L'établissement du plan de tournage est la clé de la réussite. Quels que soient les lieux – pourtant fort divers – où vous aurez à opérer, vous devez préalablement étudier toutes les conditions techniques et pratiques de tournage. Si le mariage comprend une cérémonie religieuse, qui devient alors capitale, présentez-vous quelques jours avant au responsable et demandez-lui l'autorisation formelle de filmer à l'intérieur du lieu saint (il se peut qu'il vous demande une « participation financière »). Assurez-vous que l'éclairage naturel est suffisant ; s'il ne l'est pas – ou qu'il risque de faire mauvais temps ce jour-là – informez-vous de la possibilité d'utiliser un éclairage d'appoint, généralement réduit à une torche autonome tenu par un assistant ; dans tous les cas, procédez à de sérieux essais. Dans les conditions les plus favorables, vous serez autorisé à installer des projecteurs éclairant la partie du chœur et l'autel où se dérouleront les phases les plus importantes de la cérémonie.

Ne négligez pas le son (synchrone) au moment de la bénédiction nuptiale : l'idéal serait d'installer sur pied un microphone de type cardioïde entre le couple et le prêtre, mais, selon le cas, vous pouvez peut-être utiliser un micro HF ou un micro sur perche dirigé par un assistant. Si vous n'êtes pas autorisé à filmer dans l'église (le temple, la synagogue ou la mosquée), vous pouvez du moins enregistrer le son seul avec un magnétophone, vous servant ultérieurement à doubler des scènes filmées en dehors de l'église, ou des photos « officielles » reprises en banc-titre.

Les meilleurs points de station se situent souvent près du porche et, à l'intérieur, à proximité de l'autel. Inspectez les lieux à la recherche d'autres points de vue et d'angles caméra plus originaux : par exemple une chapelle latérale, une galerie, la tribune des grandes orgues, etc. Préparez par avance vos déplacements d'un point à un autre, en prévoyant les chemins qui risquent le moins de perturber le déroulement de la cérémonie.

Un « grand mariage » est habituellement précédé d'une répétition se déroulant sous l'égide d'un maître de cérémonie. En y assistant comescope en main, vous vous préparerez à bien filmer, en déterminant précisément chaque point de vue à adopter, le moment idéal d'en changer, éventuellement installer par avance un pied-support ou un éclairage d'appoint.

Un compte rendu plus complet de l'événement sera agrémenté lors du montage final par d'autres éléments visuels repris au banc-titre, par exemple, des photos extraites des albums de famille, le gros plan du carton d'invitation. Complétez ce prologue de vues bien composées de l'édifice religieux.

Il y a bien d'autres épisodes de mise en scène très valorisants, en particulier la mariée et les demoiselles d'honneur prêtes à partir vers le lieu de la cérémonie. Mais, vous devrez peut-être renoncer à les filmer... parce que vous devez arriver à l'église avant eux. Une solution pourrait être de filmer cet épisode avant le départ à la mairie pour le mariage civil (si les habillements sont les mêmes), ou encore de le rejouer spécialement pour le film, à un autre moment de la journée.

Arrangez-vous pour arriver à l'église assez tôt pour être prêt à opérer dès l'arrivée des premiers invités importants. Cherchez le point de vue vous permettant de filmer chaque groupe de personnes pénétrant dans l'église. Ajoutez-y quelques notations rapides, tel le futur marié regardant fiévreusement sa montre en attendant sa future : ces petits plans de coupe sont du nanan pour le montage.

Nous donnons dans ce qui suit des plans de tournage vraisemblables, mais évidemment arbitraires. Le premier évoque un mariage religieux catholique (des informations que vous saurez adapter aux rites spécifiques), le deuxième, la réception officielle, le troisième d'autres genres de cérémonies. Ce ne sont que quelques conseils ou suggestions basés sur des exemples concrets ; ils vous donneront peut-être la solution pratique à un problème rencontré dans une situation analogue, même si le contexte en est différent.



## 7.5.1 Mariage religieux

Situez immédiatement l'action en montrant l'arrivée de la mariée à l'église ; nous supposons que le marié s'y trouve déjà. Commencez en position téléobjectif et zoomez arrière au fur et à mesure que la voiture approche. Changez de point de vue pour filmer la sortie de la voiture. Précipitez-vous alors vers le porche de l'église afin de suivre en panoramique la mariée y pénétrant. À la fin de cette courte séquence, prévoyez la durée d'un fondu : 3 ou 4 secondes après l'entrée de la mariée.

Si vous en avez l'autorisation, filmez l'office sur pied, à la hauteur maximum. Placez-vous à peu près parallèlement au prêtre : vous aurez ainsi une vue de trois-quarts des époux, le prêtre de profil et les premiers rangs de l'assemblée. Réglez la balance des blancs sur la valeur fixe appropriée (jugez-en sur l'écran ACL de votre camescope).

Commencez le tournage par une vue d'ensemble assez large au départ du premier hymne ; puis, en position télé, quelques plans plus rapprochés des personnes du premier rang. Vous pouvez également alterner – pendant la première partie du service – les plans rapprochés des époux et les vues d'ensemble de l'assistance. Tentez un pano lent sur les demoiselles et garçons d'honneur.

Enregistrez la bénédiction nuptiale en un seul plan continu : vous pouvez panoramiquer et/ou zoomer très lentement en suivant le déroulement de l'action : soyez cadré serré sur les mariés au moment de l'échange des vœux. Apprêtez-vous aussitôt à recadrer pour filmer en gros plan la remise des alliances. Terminez la séquence par un panoramique en plan plus large afin de faire partager l'émotion des proches à la joie radieuse des nouveaux époux.



Figure 7.2 La photo de mariage.

(À gauche) À la mairie, l'éclairage ambiant est généralement assez abondant pour autoriser les prises de vues sans source d'appoint. Photo Jacques Pierre.

(À droite) L'emploi d'une torche autonome montée sur le camescope permet de tourner les scènes à l'intérieur de l'église habituellement peu éclairée. Inconvénient : l'arrière-plan reste sombre. Photo Gérald Descoffre.

Si vous devez filmer la signature des registres (qui se passe souvent dans un lieu annexe), gagnez du temps en détachant le camescope du pied et en opérant à main levée. Si nécessaire, fixez une torche vidéo sur le camescope, à moins que vous n'ayez pu prévoir un assistant éclairagiste dirigeant adroitement le faisceau d'un projecteur autonome sur la scène. Pendant ce temps, un ami est déjà en train d'installer le trépied devant l'église, à l'emplacement que vous lui aurez d'avance indiqué. Cela vous permettra de vous précipiter à nouveau pour filmer à temps la sortie d'église et la descente des marches dans de bonnes conditions. Commencez à filmer avant que les époux n'apparaissent en haut des marches et continuez à tourner sans discontinuité pendant la sortie des autres participants des premiers rangs. La présence d'un photographe « officiel » est généralement bénéfique, car elle vous donne plus de temps pour opérer. Celui-ci a en effet l'habitude d'organiser la sortie d'église de manière à photographier les mariés, les parents, etc. en les arrêtant successivement en haut des marches : ce qui vous permet de filmer de manière plus libre les groupes de personnes se préparant pour la photographie. Ce sont des plans que vous raccorderez au montage en alternant des vues des spectateurs, du photographe en train d'opérer, etc.

Le tournage sur le parvis de l'église se termine habituellement par la séquence des nouveaux mariés montant en voiture pour se rendre à la réception. Vous devrez être prêt à saisir ce très court épisode ; filmez en cadre fixe la voiture s'éloignant : cela vous permettra, au montage, de faire la transition (par un fondu ou autre effet) entre cet épisode et celui qui va suivre, probablement, le lunch de réception.

## 7.5.2 Réceptions

Formalisé lui aussi, le lunch comporte des épisodes prévisibles auxquels vous pouvez donc vous préparer, bien sûr quelques jours avant : arrivée des invités, toasts, allocution, partage du gâteau, etc. S'il se déroule en intérieur, vérifiez le niveau de lumière ambiante et s'il s'avère insuffisant, repérez les prises de courant dont vous aurez besoin. Puisque vous ne pourrez sans doute pas éclairer tout le volume du salon, concentrez votre éclairage d'appoint sur les zones où les événements importants vont se dérouler. Deux ou trois projecteurs halogènes de 500 W devraient suffire. Attendez l'arrivée des invités, camescope sur pied. Cadrez la rangée des hôtes en diagonale, les mariés au premier plan. Vous pourrez ensuite varier les approches en alternant les plans rapprochés et les vues plus générales, puis, camescope en main prenez quelques contrechamps entre les épaules des mariés. Le voile et la robe de la mariée, ces symboles, sont à bien mettre en valeur dans vos images.

Pour l'enregistrement des allocutions, toast et découpe de gâteau, vous pouvez procéder comme suit :

- Montez le camescope sur pied, latéralement par rapport aux hôtes et aux invités. Pour avoir un bon son, utilisez soit un micro cardioïde sur pied, soit un micro canon orienté par un assistant.
- Vous pouvez faire, à la rigueur, un panoramique allant par exemple du gros plan du premier témoin faisant son speech à celui des époux en train de l'écouter, mais ne multipliez pas ce mouvement qui devient vite lassant.
- Une bonne méthode consiste à enregistrer les allocutions en continu à l'aide d'un magnétophone indépendant : après avoir filmé en son synchrone caméra le personnage débutant son speech, vous pouvez – au montage – passer rapidement sur des plans divers en son *off*, la bande sonore ne conservant que quelques courts passages significatifs des allocutions, les applaudissements, etc.
- Soignez particulièrement l'épisode traditionnel du gâteau de mariage : filmez-le encore intact, puis lorsque la belle épousée en distribue gracieusement les parts aux invités de marque.

La partie formelle de la réception étant maintenant achevée, vous avez tout le temps de prendre toute une série de plans variés sur les groupes de personnes conversant entre elles, les enfants perdus dans la mêlée ou chahutant un peu. Pour ces notations rapides et pittoresques, aidez-vous de la torche vidéo et du micro directionnel pour saisir au passage des bribes de phrases et les rires. Vous pouvez aussi conduire quelques brèves interviews à la manière du reporter de télévision.

Dernier épisode à essayer de ne pas manquer camescope en main : la « fuite » des époux et les vœux qui l'accompagnent.

## 7.5.3 Autres cérémonies

Les autres types de cérémonies religieuses ou civiles demandent les mêmes préparations, votre manière d'aborder le sujet dépendant évidemment de ses spécificités.

Une cérémonie de baptême se filme à peu près comme un mariage, mais en plus court et plus simple. Votre vedette, le bébé, est un tout petit sujet qu'il faut filmer de près. Restez en gros plan pour saisir à la volée ses expressions, ses grimaces ou ses pleurs. Pour bien capter les paroles du prêtre et des parrains, arrangez-vous pour faire tenir – par un membre de la famille – le microphone externe tout près des fonds baptismaux. Dès que vous le pouvez, prenez du recul afin de prendre des vues plus générales du lieu et du groupe de personnes présentes.

Les commémorations, départs à la retraite, remises de prix, fêtes d'entreprise, etc. sont également des événements que l'on enregistre plus volontiers aujourd'hui en vidéo qu'en photo. Voici quelques conseils très généraux :

- Adoptez un point de vue élevé, de manière à pouvoir embrasser, par des mouvements de zooming et/ou de panoramique du camescope monté sur pied, aussi bien le « podium » que les participants.
- L'éclairage de la salle accueillant ce type de manifestation est généralement (tout juste) suffisant pour prendre de bonnes images. Le diaphragme étant grand ouvert, la profondeur de champ est assez limitée ; aussi vaut-il mieux faire la mise au point manuelle en la rectifiant si nécessaire entre deux prises.
- Vous ne pouvez pas enregistrer un son de bonne qualité avec le micro intégré au camescope ; installez un microphone cardioïde devant les intervenants (celui-ci fait peut-être déjà partie de l'équipement permanent de la salle) et – si vous passez par un mélangeur audio – un micro omnidirectionnel pour les bruits d'ambiance.
- Commencez par quelques gros plans soigneusement composés et cadrés des cadeaux, prix ou diplômes.
- Suivez en continu le récipiendaire approchant pour recevoir ses félicitations, son prix ou son diplôme. Puis, laissez-le sortir du cadre en plan fixe.

## 7.6 Voyages et vacances

Que l'on voyage dans son pays ou à l'étranger, les vacances sont des occasions rêvées pour le vidéaste : de nouveaux sujets stimulent sans cesse la créativité et l'on a plus de temps à consacrer aux aspects techniques et surtout esthétiques des prises de vues. Au terme « vacances » (synonyme pour beaucoup de repos dans un contexte familial), nous préférons substituer celui de « temps libre » évoquant celui que l'on peut principalement consacrer au tournage. Lors d'un voyage d'affaires à l'étranger, un vidéaste engagé serait bien malheureux de ne pas trouver quelques heures ou une journée de liberté lui permettant de capter des images mémorables. L'idéal est évidemment d'opérer seul ou avec quelqu'un d'aussi passionné que vous, sans limitation de temps et « la bride sur le cou », avec pour seul souci de capturer les meilleures images et de traiter chaque scène de la manière la plus complète. La vie réelle implique pour beaucoup d'entre nous de sérieuses contraintes : vous ne pouvez pas abandonner votre famille toute une journée ; vous participez à un voyage organisé, dans lequel vous visiterez les sites en groupe dans un temps toujours trop limité, etc. Puisqu'il y en aura moins, c'est une raison de plus de n'enregistrer que de bonnes images et des séquences « montables ».

### 7.6.1 Généralités : prises de vues en extérieur

Avec la pratique, vous apprendrez vite à apprécier les différentes qualités de la lumière naturelle. Le lieu géo-

graphique, la saison, les conditions atmosphériques, la position du soleil par rapport à la scène et au point de vue, la présence de surfaces réfléchissantes ou diffusantes (sable, plan d'eau, mur blanchi à la chaux, nuages) sont autant de facteurs qui modifient à l'infini les caractéristiques de l'éclairage et, par conséquent, influent sur l'exposition, la profondeur de champ, le contraste, le rendu des couleurs et la composition de l'image.

Si possible, repérez préalablement à quel moment l'éclairage est le plus favorable sur le site à filmer. Le soleil direct, par exemple, avive les couleurs et souligne les contours ; de trois-quarts, il convient à la plupart des scènes classiques. Le plein soleil par ciel bleu, engendre un fort contraste et des ombres denses : comme nous l'avons vu (cf. 1.4), il est alors conseillé – grâce à la commande manuelle du diaphragme – de régler l'exposition pour le sujet principal. Le soleil voilé ou le ciel légèrement couvert sont des conditions d'éclairage idéales : en éclaircissant les ombres, la lumière diffusée diminue le contraste et l'excessive saturation des couleurs. Par temps couvert, la scène est si peu contrastée qu'elle semble « plate », avec des couleurs délavées : impossible d'obtenir de bonnes images dans ces conditions.

L'exposition ne peut poser problème qu'en cas de scène très contrastée ; sinon, restez en mode automatique. Si vous filmez par exemple un ciel tourmenté, il importe peu que les parties terrestres – qui occupent alors peu de place dans la composition – soient sombres et sous-exposées. Dans le cas du contre-jour, c'est à vous de décider de l'effet que vous voulez obtenir : soit une silhouette noire se profilant devant un arrière-plan normalement exposé, soit un sujet un peu détaillé dans un environnement très lumineux (cas typique d'emploi de la touche de contre-jour).

Au soleil et sur une courte focale du zoom, le diaphragme auto se trouve sur une petite ouverture, de sorte que la PdC s'étend de quelques décimètres à l'infini. Profitez-en pour réaliser de spectaculaires compositions au ras du sol ou de l'eau, avec un motif au tout premier plan.

#### Protection de l'équipement

- Ne soumettez pas votre camescope à la chaleur ni à l'humidité. Ne le laissez jamais dans l'habitacle d'une voiture, ni en plein soleil sans protection.
- Un brusque changement de température du camescope – lorsqu'il a été transporté de l'extérieur humide et froid dans un local chauffé – provoque la condensation d'humidité sur le tambour et sur la bande, ce qui le rend provisoirement inopérant : un voyant témoin DEW (humidité) ou autre pictogramme apparaît dans le viseur ou sur l'écran ACL. Il faut alors laisser l'appareil sous tension plusieurs minutes à la température normale d'une habitation, jusqu'à ce que l'humidité étant évaporée, l'extinction du voyant signale que l'appareil fonctionne à nouveau.

- Évitez à tout prix d'exposer votre camescope à la poussière, au sable, à l'eau, aux embruns, etc. Vous pouvez l'en protéger en l'enfermant – pour de courtes périodes – dans un sac plastique avec une découpe dégageant l'objectif.
- En déplacement, protégez votre camescope des vibrations et des chocs : fourre-tout matelassé, mallette garnie de mousse plastique, sac de transport conçu spécialement pour lui.
- Parfaitement transparent, un filtre anti-ultraviolet (UV) protège efficacement la lentille antérieure du zoom contre les chocs, les rayures, etc. Après emploi, remplacez toujours le bouchon sur l'objectif (ou le volet coulissant protecteur).

### 7.6.2 Créativité au tournage

Pour bien raconter des histoires avec votre caméra, vous devez vous pénétrer d'une vérité si évidente qu'elle est oubliée, voire ignorée par beaucoup : le spectateur n'appréhendera votre récit qu'à travers les images que vous lui laissez voir et les sons que vous lui faites entendre. Pour le spectateur quel qu'il soit, tout ce qui – durant la projection d'une scène – ne figure pas dans le cadre de l'écran n'existe pas. Mais attention : un élément du décor, ne jouant apparemment qu'un rôle accessoire dans l'image, peut être tout aussi « nécessaire » à votre interprétation de la réalité. Par exemple, un château d'eau ou une ligne à haute tension figurant dans un paysage lui confère inexorablement une autre signification que des ruines médiévales, un arbre ou des nuages ! C'est à vous de savoir si cet élément doit ou ne doit pas apparaître dans les images ; mais s'il y figure, ce ne doit pas être par hasard !

Multipliez les plans, variez les approches et les cadrages, mais sans oublier qu'ils devront s'assembler logiquement et harmonieusement lors d'un montage que vous ne ferez peut-être que plusieurs mois plus tard. Repérez le motif dominant d'un paysage en le liant visuellement à son environnement. Par exemple, suivre à la caméra un personnage gravissant un sentier permet, en fin de plan, de faire découvrir au spectateur le site qu'il va visiter. Comme les mots dans une phrase, utilisez les plans et les séquences de manière à transcrire visuellement les notions d'harmonie et de continuité. Pour bien lier entre elles les différentes phases et faire évoluer positivement votre récit, faites se succéder, dans un ordre logique, plan d'ensemble, plan moyen et gros plan. C'est avant de commencer le tournage que vous devez réfléchir à ce que vous voulez exprimer ; ne conservez que les aspects les plus significatifs de chaque sujet ou événement ; assurez d'avance de bons raccords en prévoyant ça et là des plans de coupe (qui ne seront insérés qu'au montage).

Les éléments sonores captés sur le terrain grâce à un petit magnétophone indépendant (le chant des oiseaux, le crissement des criquets, le murmure d'un ruisseau) contribueront, parfois autant que les éléments visuels, à évoquer l'ambiance particulière du lieu.

Même « condamné » à demeurer avec sa famille sur la plage, un vidéaste avisé sait tirer parti de situations potentiellement humoristiques. Il peut créer une brève séquence comique en montant à rythme accéléré des plans contrastant par leur contenu, en opposant, par exemple, les enfants excités dans leurs jeux aux parents lézardant au soleil. En restant dans le cadre familial, la visite d'un parc d'attractions est une source inépuisable de séquences dynamiques et colorées. Adoptez une approche très libre, associant les vues spectaculaires sur les attractions, aux réactions et aux expressions des membres de la famille. Il va de soi que ce type de film « tourné dans le désordre » devra faire l'objet d'un montage dynamique et cursif. Sa durée maximale ? Disons 10 minutes pour une journée à Disneyland.

### 7.6.3 Vidéofilm de voyage

Tout en restant dans le cadre du « reportage » (et non d'un véritable documentaire) le film de voyage exige une certaine préparation. Avant le départ, documentez-vous sur le pays que vous allez visiter (cartes, guides, livres illustrés, visites sur le Net). Parce qu'il est probable que vous allez tourner – selon les occasions et en fonction de votre itinéraire – une grande quantité de sujets différents, sans pouvoir vous soucier de l'ordre des plans et des scènes au moment des prises de vues, vous aurez fatalement un dérushage complet et une mise en ordre des plans à effectuer avant montage. Donnons un exemple de ce qu'il ne faut pas faire : l'un de nos amis avait visité en huit jours et filmé abondamment le Mexique et plusieurs petits états d'Amérique centrale. Mais au moment de monter son film quelques semaines après son retour, il fut incapable de savoir si telle scène pittoresque ou tel site avait été enregistré au Nicaragua, au Salvador ou au Guatemala !

Sans « monter à la caméra », essayez de respecter, même de loin, un plan de tournage sommaire ; enregistrez dans la cassette des vues indiquant la situation géographique et/ou le nom de la localité (panneaux indicateurs, affiches, journaux, cartes géographiques, etc.). Ces repères vous rafraîchiront sans ambiguïté la mémoire au moment du montage et vous aideront à rédiger votre commentaire ; ils serviront peut-être de guide au spectateur.

Les travellings effectués depuis un train, une voiture ou un bateau facilitent l'évocation d'un changement de décor et de lieu. Chaque site visité a ses caractères spécifiques qu'il faut mettre d'abord en évidence.

Pour décrire une ville, épargnez à vos spectateurs la visite guidée traditionnelle (cinq secondes de Tour Eiffel dans le lointain et l'on ne peut être qu'à Paris) : décidez d'un fil conducteur ou d'un thème principal, l'architecture par exemple. Une vue générale prise d'un point élevé plante le décor pour les plans plus proches qui suivront.

Filmez les monuments, les statues, les fontaines, etc. sous leurs meilleurs aspects. Un bâtiment, par exemple, est habituellement plus en valeur lorsqu'il est éclairé assez obliquement. Afin d'éviter la monotonie, variez vos approches. Au lieu de commencer conventionnellement la séquence par une vue générale, vous pouvez la débiter par un gros plan sur un détail architectural, puis passer, en changeant de point de vue à la vue large de la façade. Ou bien, commencer par un gros plan de quelqu'un sortant par la porte principale et zoomer arrière afin de découvrir tout l'édifice. S'il s'agit d'un monument méritant vingt secondes dans le montage final, vous en aurez probablement « fait le tour » en cinq ou six plans bien enchaînés. N'oubliez pas d'évoquer sa situation et ses proportions par les éléments de l'environnement : personnages et végétation.

### Si vous partez en voyage...

Avant le départ :

- Contrôlez le bon fonctionnement de votre équipement : camescope, trépied et autre accessoire en tournant une cassette d'essai ; vérifiez les résultats en lecture, image et son.
- Emportez de quoi nettoyer le camescope.
- C'est bien dommage, mais votre zoom n'ayant de vraie position grand-angle, emportez le convertisseur wide nécessaire lorsque vous manquerez de recul.
- Vérifiez l'état des batteries et leur pleine charge. Une batterie de rechange est un strict minimum. Si vous devez rester toute une journée sur terrain (randonnée, excursion pédestre, etc.) la ceinture-batterie est la solution la plus sûre.
- Surtout, n'oubliez pas le chargeur de batteries ni l'alimentation secteur. À ce propos, un adaptateur de prise de courant est peut-être nécessaire ? Si oui, achetez-le avant le départ.
- Emportez la torche vidéo avec batterie et chargeur : vous en aurez sûrement besoin.
- Micro externe, cordon rallonge, casque ou écouteur.
- Faites votre provision de cassettes : vous n'en trouverez pas partout.
- Filtres utiles, sans être indispensables : anti-UV (de protection), gris neutre et polariseur.
- Prévoyez un fourre-tout bien rembourré pour avoir toujours votre camescope et ses principaux accessoires avec vous. En avion, en bagage à main, bien sûr, mais en respectant les règlements en vigueur !

## 7.6.4 Visite d'une ville

Un bon vidéogramme doit donner au spectateur la sensation d'avoir fait partie du voyage. Dans les villes, les parades, marchés, animations de rues et vie nocturne sont des thèmes très favorables, car on y trouve couleur, mouvement, authenticité de l'environnement humain et ambiance sonore. Les marchés en plein air fournissent les meilleures occasions d'entrer en contact avec la population locale, d'apprécier ses particularités et ses coutumes. Trouvez d'abord un point de vue éloigné, si possible élevé afin de situer son ensemble dans l'environnement, puis concentrez-vous sur quelques étalages parmi les plus pittoresques et typiques du pays, fréquentés par les gens du cru. Évitez les marchands de souvenirs et autres objets de pacotille destinés aux touristes qui ne méritent pas d'être filmés, tout au moins au premier degré.



Figure 7.3 Lorsque vous visitez une ville, soyez toujours prêt à saisir des scènes amusantes comme celle-ci, lesquelles apportent de la variété dans votre récit.

Photo Gérard Galès.

Adoptez un point de vue oblique par rapport à l'étalage, de manière à cadrer aisément aussi bien les clients que les vendeurs. Le zoom en position télé permet de prendre les produits, le visage des personnages ou des mains échangeant l'argent en gros plan.

Alors qu'il est facile d'opérer dans l'animation générale d'un marché où l'on ne fait guère attention à vous, une approche plus discrète est souvent nécessaire pour filmer des scènes de rue sans se faire remarquer. Une manière d'y parvenir est de vous intégrer à l'environnement que vous voulez filmer. Asseyez-vous à une table, prenez un verre et adoptez une attitude détendue. « Mine de rien », posez le camescope sur la table, mettez-le sous tension et, probablement en position télé du zoom, cadrez uniquement sur l'écran ACL en vous arrangeant pour qu'il ne soit pas visible depuis le lieu de l'action. Soyez patient en attendant qu'il se passe quelque chose d'intéressant autour de vous. Commencez alors à filmer sans regarder l'écran plus que nécessaire. Une autre manière très différente

de procéder est de s'intégrer à la foule et de se promener lentement en badaud, camescope pendu autour du cou. Afin d'obtenir des images suffisamment nettes et relativement stables, réglez le zoom sur sa plus courte focale, mise au point manuelle sur 3 m. Pour cadrer, vous pouvez vous servir de l'écran ACL du camescope convenablement orienté vers le haut, mais dans un environnement qui risque d'être hostile, il vaut mieux filmer à l'aveuglette, tous feux éteints : masquez ou éteignez le voyant rouge d'enregistrement révélant le fonctionnement de l'appareil. Les images prises dans ces conditions ne sont pas toujours bien cadrées, mais avec un peu d'habitude et en multipliant les prises, vous saisissez probablement des moments « magiques ».

Pour filmer un défilé ou une parade, cherchez d'abord un emplacement stratégique, tel qu'un balcon ou un coin de rue vous donnant une vue générale. Les vues presque de face et en plongée sont les plus complètes et dynamiques. Dans une action continue comme celle-ci, il vaut mieux prendre des plans plus longs que de coutume, en particulier si vous enregistrez en même temps la musique d'une fanfare. Cela dépend bien sûr de vos possibilités de déplacement et des circonstances, mais l'idéal est de prendre un grand nombre de plans de coupe et de raccords que vous intercalerez au montage dans les vues générales du cortège afin d'en faire un récit cursif et dynamique : les participants et les spectateurs, l'enfant juché sur les épaules de son père, les gens regardant par la fenêtre, des musiciens en cadrage serré, etc.

C'est le soir ou la nuit que certains lieux de la ville sont les plus animés. Compte tenu de la sensibilité de votre camescope, vous avez généralement assez de lumière pour tourner : terrasses des cafés, bals populaires, vitrines, enseignes, rues et bâtiments éclairés. Un feu d'artifice constitue à lui seul un magnifique sujet.

La réussite de ce type de vidéofilm tourné très librement dépend essentiellement de la valeur esthétique du montage qui doit être dynamique, rythmé, cursif. Cependant, l'enchaînement harmonieux des images sur l'écran serait sûrement contrarié, voire détruit, par les discontinuités du son direct, brusquement interrompu et modifié à chaque point de montage entre deux plans, qui, bien souvent, n'ont pas été pris en un même lieu, ni dans le même environnement sonore. Dès les prises de vues, vous devez penser à enregistrer – avec la meilleure qualité possible – les sons d'ambiance en continu durant plusieurs dizaines de secondes ; en assurant la continuité sonore de la séquence correspondante, ils sont indispensables au doublage. Vous avez deux moyens de le faire : (1) soit à l'aide d'un magnétophone portable manœuvré par une personne de votre entourage : cet « ingénieur du son » peut alors capturer l'ambiance dans les meilleures conditions pendant que vous filmez ; (2) soit en enregistrant une cassette « son seul » avec le camescope, en coiffant le zoom de son bouchon. Dans les deux cas,

n'oubliez pas de faire, en début d'enregistrement, une annonce verbale du lieu et de la date de la prise de son et utilisez un microphone externe et non celui qui est intégré au magnétophone ou au camescope.

## 7.7 Reportage sportif et étude du mouvement

Si vous êtes le pratiquant, le collaborateur ou le témoin privilégié d'une discipline sportive, vous pouvez constituer les « vidéo-albums » d'images animées et sonores qui seront appréciés, non seulement pas vous-même, mais également par toutes les personnes intéressées ou impliquées par la relation de ces événements. Collaborant aux activités club sportif, en tant que participant ou de dirigeant, pratiquant d'un sport ou d'une activité de plein air ou en salle, vous bénéficiez d'un libre accès aux stades et aux pistes, aux courts et aux links. Il vous est alors possible, grâce à votre camescope – mais surtout à la manière dont vous savez l'utiliser – de devenir le *mentor* d'une équipe amateur ou bien, à titre personnel, d'améliorer votre propre jeu ou celui de vos proches en utilisant votre camescope comme un outil d'analyse ou de perfectionnement du geste sportif.

### 7.7.1 Ralenti et obturateur rapide

Les sports individuels bénéficient considérablement de l'analyse raisonnée du mouvement permise par les modes de ralenti et d'arrêt sur image à la lecture ou au montage. Une petite erreur de placement au moment de frapper un passing-shot de revers – que vous ne pourriez pas bien déceler en vitesse normale de lecture – peut être vue et revue, analysée, ou encore comparée côte à côte avec le même geste effectué par un joueur plus confirmé ou par un champion.

La plupart des camescopes évolués sont dotés d'un *obturateur rapide* (généralement avec plusieurs « vitesses » allant jusqu'à 1/4 000 s ou plus). Lorsque vous choisissez, par exemple, le 1/1 000 s, chaque image vidéo enregistrée sur la bande magnétique représente un « instantané » de cette durée. Sur un sujet mobile, il en résulte des images individuelles très nettes, que vous pouvez ensuite analyser à loisir au ralenti ou en arrêt/image. La durée d'exposition étant d'autant plus courte que la vitesse d'obturation est plus élevée, il va de soi que la scène doit être suffisamment éclairée : ce qui est toujours le cas en extérieur par beau temps, mais non dans une salle couverte où l'éclairage proche de 1 500 lx ne permet pas de dépasser le 1/500 s environ.

Cela étant, les constructeurs ont beaucoup exagéré l'intérêt de l'obturateur rapide : dans la très grande majorité des cas, il est bien préférable d'opérer à la

vitesse d'obturation normale de 1/50 s (enregistrement d'une trame vidéo). Voici pourquoi : si vous filmez le service de tennis ou le *drive* de golf d'un champion, la balle est soudainement propulsée à bien plus de 100 km/h (adoptons cette valeur, courante pour un joueur amateur). La fréquence d'enregistrement étant de 50 trames par seconde, vous n'enregistrez une nouvelle image que toutes les 0,02 s. Or, durant cet intervalle de temps, la balle s'est déplacée de 55 cm. Si l'obturateur est réglé, mettons au 1/4 000 s, la balle est presque nette. Il en résulte qu'elle est pratiquement invisible sur l'écran (un point minuscule tous les 55 cm, 50 fois par seconde) ; de plus, vous n'avez pratiquement aucune chance de « tomber tout juste » sur l'instant où le fer du club de golf ou bien le tamis de la raquette de tennis frappe la balle (une trame avant, c'est trop tôt ; une trame après, c'est trop tard). Faites-en l'essai si vous ne nous croyez pas. Si, en revanche, vous utilisez la vitesse d'obturation normale de 1/50 s, la balle est représentée sur chaque trame par une traînée lumineuse – car elle est blanche ou jaune – qui se voit très bien et en continu, quelle que soit sa vitesse. Si l'on suit un mobile dans un mouvement de panoramique, chaque image est nette au 1/50 s, car elle est pratiquement immobile dans le cadre : ce qu'il fallait démontrer (et n'empêchera pas nos augures de continuer à prétendre que le 1/10 000 s est la panacée de la vidéo sportive !). Les caméras filmant les grands tournois de tennis ou de golf pour la télévision sont généralement « réglées » sur le 1/50 s (ou le 1/60 s si le système TV est NTSC) : ce qui assure une bonne visibilité de la balle pour le spectateur.

Néanmoins, l'emploi d'une vitesse plus élevée que la normale, avec relecture au ralenti, permet de bien mieux distinguer, par exemple, l'endroit où la balle de tennis retombe par rapport à la ligne : raison pour laquelle certaines des caméras TV couvrant l'événement sont parfois réglées sur le 1/100 s ou le 1/200 s. Il vaudrait mieux qu'elles ne servent qu'à cela ; en effet, les images transmises en direct ou relues à la cadence normale sont alors plus ou moins affectées d'effets stroboscopiques (la trajectoire de la balle est saccadée).

En pratique, cela veut dire que, ralentis ou pas, les plans que vous avez capturés à haute vitesse d'obturation ne peuvent pas se monter dans une séquence dont les autres plans ont été filmés normalement : vous devez les présenter à part, par exemple entre deux effets.

### 7.7.2 Quelques conseils pour vos reportages sportifs

Un lancer de bowling, le franchissement d'une haie, le sprint à l'arrivée d'une course cycliste, l'envol d'un deltaplane, la position du surfer sur sa planche, la défense du gardien de but face à l'attaque, sont autant

d'actions décisives à bien saisir avec le camescope. La possibilité de « rejouer » les phases importantes dans le mode de lecture le plus favorable (vitesse normale, ralenti, vue par vue, arrêt/image) est un très bon enseignement pour l'athlète ou les membres d'une équipe qui peuvent ainsi apprécier leur comportement « de l'extérieur », comme s'il s'agissait d'un autre ; c'est-à-dire avec un sens critique aiguisé, donc profitable.

À chaque fois que possible, opérez sur trépied ou sur monopode et, au paroxysme de l'action, assurez-vous que le camescope soit bien stabilisé (ou que le mobile soit parfaitement suivi dans le cadre du viseur). Évitez les mouvements de zooming ou les panoramiques inutiles. C'est de cette manière que vous obtiendrez, à vitesse normale d'obturation, des images ralenties ou arrêtées très lisibles, autorisant une analyse précise par rapport aux repères statiques qui jalonnent toute action. Il y a cependant des cas où le zooming durant l'action est plus que justifié : dans une partie de tennis, par exemple, vous pouvez exécuter – en commande manuelle – un zoom arrière assez rapide pour passer dans une même prise, du plan moyen du serveur lançant la balle, au plan général montrant l'adversaire la recevant et se déplaçant sur le court et enchaîner sur les échanges suivants. Un tel plan n'est « jouable » que si votre point de vue se trouve quelque part dans le prolongement d'un des petits côtés du court.

Avec un peu de pratique, vous suivrez les mouvements continus, telle une course de plat, une descente de ski, etc., en vous arrangeant pour que le sujet mobile reste toujours impeccablement cadré dans le viseur. Si vous opérez à main levée, particulièrement en position téléobjectif, activez le stabilisateur si votre camescope en est doté.

Lorsqu'un sujet est essentiellement mobile – ce qui est le cas de la plupart des gestes sportifs – il faut toujours éviter de déplacer sans raison l'axe optique de la caméra par rapport au sujet, car cela fait perdre les notions de temps et d'espace et apporte de la confusion au récit.

Les entraîneurs qui aident leurs joueurs ou athlètes à progresser grâce à la vidéo – ils sont largement majoritaires – obtiennent un meilleur « rendement » en procédant à l'analyse des images sur le terrain ou dans les vestiaires, immédiatement après la compétition, ou au cours des phases d'entraînement et de préparation avant match. Il fallait autrefois installer un moniteur portable alimenté par batterie ou par le secteur. Il est bien plus simple aujourd'hui d'utiliser un ordinateur portable visualisant directement les images vidéo sur son écran

## 7.8 Journalisme électronique

C'est ainsi que nous traduisons la méthode professionnelle appelée ENG (*Electronic News Gathering*)

consistant à cueillir les images et le son sur le vif, mais, comme on peut le constater chaque jour dans les reportages télévisés, dans des conditions précaires et dangereuses pour les plus exposés. Dans le contexte actuel, ces vidéo-reporters ont impérativement besoin d'équipements plus compacts et performants.

Dans les années 1970, l'équipe de tournage sur le terrain en format vidéo U-Matic (3/4") nécessitait, outre le journaliste, une équipe technique de plusieurs personnes : le cameraman (caméra sur pied), un assistant au magnétoscope, un preneur de son, fréquemment un quatrième technicien chargé de l'éclairage (torche autonome). En 1980, le *Betacam* de *Sony* utilisant la bande 1/2" en cassette, permit la création d'un type de caméra de reportage d'épaule à magnétoscope embarqué, autrement dit un comes-

cope. S'il le fallait, un seul opérateur pouvait assurer les prises de vues image et son avec une qualité « antenne ». Mais lorsque la vidéo numérique DV apparut en 1995, les vidéo-reporters ayant à opérer dans les conditions et les environnements les plus difficiles comprirent aussitôt qu'un caméscope ultracompact de ce format répondrait encore mieux à leurs besoins. De fait, certains caméscopes professionnels ne diffèrent pas fondamentalement de leur alter ego DV « grand public ». Nous n'en tirerons pour l'instant qu'une conclusion : équipé d'un bon caméscope DV/HD aucun domaine de prise de vues ne vous est interdit et – en y ajoutant un système évolué de montage virtuel – vous disposez des outils permettant de réaliser des vidéofilms dignes des prestations professionnelles les plus achevées.

## Thèmes vidéographiques : films à découpage et mise en scène

Pour les types de réalisation dont nous avons parlé dans le chapitre précédent, une assez large place devait être – par la force des choses – laissée à l'improvisation au moment du tournage. Bien qu'il n'y ait pas de frontière nettement marquée entre les deux « genres », les réalisations des vidéofilms traités dans ce chapitre ont en commun de demander une importante préparation, tandis que la complexité du tournage rend très souhaitable le travail en équipe.

### 8.1 Équipe de tournage vidéo

Vidéaste passionné et compétent, vous n'avez besoin de personne pour traiter à la perfection les thèmes les plus courants : voyages, fête familiale, activité sportive personnelle, reportage, etc. Il y a bien sûr des cas où vous apprécierez la présence d'un assistant bénévole pour le micro, la torche d'éclairage ou la conduite d'une interview. Pour être menée à bon terme en quelques mois, une production plus ambitieuse requiert en revanche le travail en équipe. Par exemple, un documentaire traitant le sujet « en profondeur », implique des activités aussi diverses que la documentation, l'écriture d'un scénario, la mise en scène, l'interview, l'éclairage, les prises de vues, la prise de son, la sonorisation, le montage. Si talentueux et persévérant soit-il, un seul n'y peut suffire. La synergie de plusieurs personnes permet le partage du temps, du travail et des compétences, l'échange des idées, la mise en commun des ressources financières, en bref, des facteurs pouvant conduire à la création de vidéogrammes élaborés et imaginatifs.

Il faut ici insister sur un point : grande ou petite, une équipe vidéo ne peut avoir qu'un unique « patron », le *réalisateur*. Celui-ci n'est pas forcément capable d'occuper tous les postes, mais lorsqu'il délègue ses pouvoirs, il doit continuer à porter un jugement objectif sur le travail des autres. Chaque membre d'une équipe constituée d'amis bénévoles doit avoir le sentiment que ses efforts sont appréciés par tous. La meilleure façon d'y parvenir est d'attribuer à chacun un travail et une part de responsabi-

lité déterminés. Dans le cas d'une équipe réduite, la même personne se voit naturellement attribuer plusieurs tâches : c'est par exemple le réalisateur qui conduit les interviews, l'opérateur s'occupe également de l'éclairage, etc. Dans ces conditions parfois difficiles, il est souhaitable que chaque personne accepte et soit capable de tenir provisoirement d'autres postes.

La réalisation d'un vidéofilm de fiction requiert souvent d'autres compétences : décors, costumes, maquillage, etc., par exemple sous la forme de collaboration provisoire avec des spécialistes d'une troupe de théâtre amateur.

Nous vous présentons, à simple titre d'exemple, une équipe « type » composée de six personnes, qui conviendrait au tournage d'un vidéogramme documentaire incluant des interviews.

#### 8.1.1 Réalisateur

Véritable auteur du vidéofilm au sens artistique du terme, le réalisateur est à même d'en contrôler tous les aspects, ce qui est la seule manière de conférer l'indispensable unité au programme. Il doit posséder les qualités naturelles du leader et posséder une connaissance approfondie de toutes les phases de la production. Lors du tournage, il s'assure du respect du scénario et du découpage qu'il a le plus souvent établi. Il est présent à toutes les étapes : pré-production, tournage et post-production (recherche, rédaction des scripts, animation, musique, montage). En cas de conflit ou de problème, il écoute l'avis de ses collaborateurs, mais c'est finalement lui qui décide.

#### 8.1.2 Opérateur (ou directeur de la photographie)

En liaison intime avec le réalisateur et l'éclairagiste, il est responsable de tout ce qui concerne les prises de vues. Il inspecte préalablement les sites de tournage et identifie les ressources nécessaires.

Il a des responsabilités techniques (exposition, filtres, contraste, balance des blancs, niveaux audio, etc.) et des responsabilités artistiques : des idées et suggestions concernant le découpage, les positions de la caméra, les mouvements, la lumière et l'éclairage.

### 8.1.3 Ingénieur du son

En liaison avec l'opérateur, il est à la fois responsable de l'enregistrement durant les prises de vues, puis, avec le réalisateur, du mixage sonore au montage. Il évalue les sites et identifie les ressources nécessaires au tournage. Il sélectionne les équipements : micros, table de mixage et autres répondant aux exigences techniques spécifiques. Positionnement et réglage des micros et enregistreurs ; il a une connaissance approfondie des entrées/sorties caméra, table de mixage, moniteurs, girafe, perches, suspensions, enregistrement filaire et sans fil, impédance, polarité, synchronisation, etc.

### 8.1.4 Éclairagiste

En suivant les indications données par l'opérateur et selon le climat et le style souhaité par le réalisateur, il s'occupe de l'installation, du branchement et du positionnement des luminaires, du réglage des faisceaux, des réflecteurs et diffuseurs, de la pose des filtres correcteurs, etc. Pendant le tournage, il surveille l'absence d'ombres indésirables dans le champ de la caméra, particulièrement celles du micro.

### 8.1.5 Intervieweur (ou « journaliste »)

Avec le réalisateur, il prépare une stratégie et une liste de questions. Avant les interviews, il délasse habituellement l'équipe de tournage afin de se consacrer pleinement aux personnes à interroger qu'il s'efforce de mettre en condition et de « relaxer » par un entretien préalable dans un endroit écarté du lieu de tournage. Comme nous le verrons (cf. 9.1), il peut, selon le style de réalisation, se trouver à l'écran ou « hors écran » et s'adresser directement à la caméra. Il peut être également le narrateur du commentaire.

### 8.1.6 Régisseur

Cet organisateur ne s'occupe de l'intendance, mais sans intervenir dans la réalisation proprement dite : questions financières, coordination des dates de tournages, convocation des membres de l'équipe de prise de vues, contrôle de la disponibilité des équipements et des lieux de tournage, transport, repas, hébergement, etc.

## 8.2 Films à scénario et mise en scène



Figure 8.1 Tous les éléments de l'image (personnage, décor, éclairage et composition) contribuent à recréer l'atmosphère d'un film « polar » (ou de sa parodie...).

*Photo Gérard Galès.*

Nous regroupons un peu arbitrairement sous ce terme, les vidéofilms qui impliquent habituellement le travail en équipe (même si elle est réduite à deux personnes) et – préalablement au tournage – l'écriture d'un scénario et l'établissement d'un découpage plus ou moins précis. Nous en donnons quelques exemples typiques, mais sans aller jusqu'au grand vidéofilm de fiction (avec acteurs, décors, etc.) dont l'étude sortirait du cadre de cet ouvrage.

## 8.3 Interview et commentaire en direct

L'interview est l'un des constituants essentiels de la plupart des vidéo-reportages et il s'intègre aussi à beaucoup de documentaires. C'est une manière de prouver au spectateur que le problème que vous évoquez dans votre vidéofilm est important, puisque d'autres que vous ont une opinion à exprimer sur la question ; il confère de plus un indéniable caractère d'authenticité à votre récit. L'interview est aussi une technique : le « journaliste » (l'une de vos casquettes si vous travaillez seul) doit connaître à fond le sujet traité, puis décider qui doit être interrogé, évaluer ce que la personne choisie peut avoir à dire sur le sujet, enfin, savoir en tirer le meilleur parti.

Le type d'interview dépend des conditions de tournage et de la personne interrogée, plus exactement de la nature de la réponse que vous attendez d'elle. Selon la nature du vidéofilm, y a, en généralisant, trois sortes de personnages à interviewer :

- *l'expert*, capable de donner des réponses circonstanciées et précises à des questions spécifiques,

- le *témoin* narrant sa propre expérience, décrivant les événements auxquels il a assisté ou participé,
- l'*anonyme* dont on recueille l'opinion dans la foule (micro-trottoir).

La réalisation de ces trois types d'interviews varie notablement. Dans le cas de l'expert ou du témoin, il est essentiel de converser préalablement avec lui afin d'appréhender sa psychologie et de définir la manière dont vous pourrez orienter l'interview. À ce stade, ne posez pas les questions telles que vous les formulerez au tournage : il se préparerait à y répondre et perdrait tout naturel (en faisant de plus allusion à ces questions auxquelles il croit avoir déjà répondu). À partir de ces informations, préparez une série de questions guidant la conversation selon une progression logique. Ce n'est qu'une trame de base à partir de laquelle vous devez être capable d'improviser, de poser une nouvelle question précisant certains points. Évitez à tout prix les répétitions : une interview doit être stimulante, informative et spontanée.

L'art du journaliste, c'est de poser des questions courtes, mais précises, formulées de manière à « lancer » les réponses, puis de les écouter attentivement. Dans le style interrogatif, elles utilisent des mots tels que : qui, quoi, dont, où, comment, etc., interdisant d'emblée une réponse lapidaire de type « oui » ou « non ». Par exemple : « Qu'est-ce que vous en pensez ? »

Il y a deux façons de couvrir une interview avec une seule caméra :

- L'*interview questionneur « hors champ »*, fréquemment utilisée pour les reportages TV. Dans le montage final, on ne conserve pas forcément les questions du journaliste, mais l'on sent que la personne y répond précisément en le regardant. Si ce dernier se place à côté de la caméra, l'interviewé est vu depuis la caméra sous un angle favorable de trois-quarts gauche ou droite, son regard n'étant pas orienté vers l'objectif. C'est une chose qu'il faut absolument éviter, car ce n'est pas au spectateur qu'il doit sembler répondre, mais à celle ou celui qui l'interroge. Dans le cas où ce serait l'opérateur qui pose les questions, celui-ci ne doit pas rester derrière la caméra, faute de quoi l'interviewé regarderait automatiquement vers l'objectif. Le camescope étant sur pied, le cadrage étant assuré, l'opérateur devient journaliste en se plaçant à droite ou à gauche de la caméra pour poser les questions. On crée au montage une narration continue en assemblant les réponses bout à bout (afin d'éviter de désagréables sauts d'image, on change de cadrage ou l'on ménage des transitions par fondu enchaîné entre les plans successifs).
- L'*interview « à l'écran »* est une conversation classique, plus en profondeur, mettant journaliste et interviewé face à face. Si l'on a pris soin de filmer au moins un plan d'ensemble englobant les deux personnages, il est ensuite possible de filmer séparément les deux personnes, puis de monter les plans en alternance, par exemple selon la méthode du champ/contrechamp. Sa réussite demande un sujet

décontracté et confiant ; si elle est nécessaire, cette mise en condition est le travail du journaliste. Un environnement familier est le meilleur endroit pour la conduire, mais si cela n'est pas possible, choisir un lieu de tournage confortable et bien organisé, les préparations techniques étant terminées lorsque la personne à interviewer entre dans le local. Avant de débiter le tournage, on fera un essai de voix, d'emplacement de la caméra, d'éclairage s'il y a lieu. N'hésitez pas à tourner « large » quitte à reprendre des phases de l'entretien qui, après visionnage des scènes filmées, ne vous conviendraient pas.



Figure 8.2 Interview sur le terrain.

Afin de bénéficier d'un son de qualité protégé du bruit ambiant, le microphone muni d'une bonnette anti-vent est tenu hors cadrage à proximité de la personne interviewée. Photo Gérard Galès.

### 8.3.1 Micro-trottoir

Les courts échanges « question-réponse » dans la rue sont le sel des sondages d'opinion. Filmez-les sous forme de gros plans, en variant cadrages, angles de prise de vues et environnement de manière à donner aux opinions recueillies un caractère personnel : il y a forcément des « pour » et des « contre ». Au montage, il suffit de conserver la question pour la première interview ; il sera évident que les suivantes – que vous monterez bout à bout ou en passant par des transitions – répondent à la même.

Pour ce type d'interview dans un lieu public, il est très largement préférable de travailler à deux personnes : l'opérateur qui ne s'occupe que du cadrage et de la prise de vues et le « journaliste » tenant un microphone relié au camescope par un cordon suffisamment long, qu'il dirige alternativement vers sa bouche pour poser sa question, puis vers la personne interrogée, ce qui « lance » sa réponse. La méthode offre deux avantages : d'une part l'opérateur peut rester assez éloigné de son sujet qui pourrait être intimidé par la proximité de la caméra, d'autre part, le micro – de préférence assez directif – est suffisamment près de l'interviewé pour capter clairement ses paroles dans le bruit ambiant. L'emploi d'un micro HF (cf. chapitre 16) permet de filmer les gens à leur insu (caméra cachée).

### 8.3.2 Technique de l'interview planifiée

Décidez d'abord si le journaliste et son micro et la personne interrogée apparaissent en même temps à l'écran. S'il s'agit d'un « compte rendu » journaliste hors champ, efforcez-vous de changer de cadrage à chaque prise de manière à bien raccorder les plans au montage. À chaque nouvelle question, vous passez, par exemple, du plan moyen à un plan plus rapproché. Si le journaliste se tient tout à côté de la caméra (ou que c'est l'opérateur qui joue ce rôle), la personne interrogée se trouve presque de face et regarde forcément vers lui. Pendant sa réponse, vous pouvez faire un léger zoom avant sur la personne, mais *jamais un zoom arrière* qui donnerait le sentiment que l'on se désintéresse de ce qu'elle raconte.



Figure 8.3 Une interview planifiée.

Voir p. 247 du cahier couleur.

*Les conditions opératoires idéales sont ici réunies : éclairage naturel en « ombre découverte », microphone sur support « girafe », situé hors champ juste au-dessus des locuteurs, camescope « pro » monté sur pied. Afin de sécuriser la prise de son et s'affranchir des perturbations dues au vent, le microphone du camescope est pourvu d'une bonnette anti-vent en fourrure synthétique. L'enregistrement s'étant fait sur deux pistes audio séparées, la qualité sonore fut encore améliorée lors du mixage en post-production.* Par courtoisie de Thierry Philippon – Photo Gérard Galès.

L'entretien style « dialogue » (journaliste dans le champ) implique, avec une seule caméra, de filmer l'interviewé et le journaliste séparément. Seul le plan d'introduction nécessite une vue d'ensemble de la personne faisant face au journaliste, ce dernier étant vu de trois-quarts arrière, plus près de la caméra. Enregistrez d'abord l'entretien dans sa continuité, mais en ne conservant à l'écran que la personne interrogée. Ne la cadrez pas trop serré afin de lui laisser une certaine liberté de mouvement (faire des gestes de la main, se pencher en avant, etc.), sans avoir à rectifier le cadre, lequel doit être fixe pendant la prise. Il est en revanche conseillé de modifier un peu le cadrage pendant que le journaliste pose une nouvelle question. Lorsqu'on est sûr que l'interview est « dans la boîte », il faut éviter, à chaque fois que possible, de le visionner en présence de l'interviewé : si vous lui en laissez le choix, il y a un grand risque que pour une raison ou pour une autre,

il veuille justement reprendre le passage le plus spontané et révélateur de l'entretien.

Après avoir libéré votre interlocuteur, demandez au journaliste – que vous filmerez maintenant en contrechamp et en plaçant la caméra dans l'axe de la position auparavant occupée par l'interviewé – de reposer toutes les questions, lesquelles seront d'autant plus cursives et pertinentes que vous connaissez déjà les réponses. Trois conditions assureront sa parfaite réussite, en vous offrant de plus la possibilité de supprimer certains couples question-réponse ou d'en changer l'ordre final :

- Que l'interviewé ne commence pas à répondre avant que le journaliste n'ait fini de poser sa question.
- Veillez au sens du regard des protagonistes : ils se regardent mutuellement « droit dans les yeux », c'est-à-dire dans la caméra, donc en direction du futur spectateur à qui le discours s'adresse.
- Afin de prévenir tout problème au montage en lui conférant une grande souplesse, prenez quelques plans de coupe et de « réaction » sur le visage des personnages, particulièrement celui du journaliste écoutant les réponses.

Si vous ne voulez pas que le micro apparaisse dans le champ, vous avez l'option, soit d'utiliser un micro cardioïde fixé sur une perche, orienté hors champ sur la personne qui parle, soit un micro-cravate pour chaque protagoniste (un seul suffira si, comme ci-dessus, ils ne sont pas filmés en même temps).

### 8.3.3 Journaliste présentateur

Le problème se pose très différemment lorsque celui que nous avons appelé le « journaliste » est d'abord l'auteur du reportage – ou de l'introduction d'un sujet documentaire quelconque – dont il explique ou commente les raisons et les circonstances. Puisque c'est une chose que vous voyez tous les jours dans les magazines et journaux télévisés, nous n'avons pas besoin de vous dire qu'il doit au contraire et en permanence regarder son spectateur « droit dans les yeux », c'est-à-dire exactement dans l'objectif de la caméra. D'où l'emploi du « prompteur » qui, dans l'application « présentateur télé en studio », fait défiler le texte ou les têtes de chapitre de ses sujets devant l'objectif de la caméra qui est en train de le filmer.

Pour vous, ce témoignage direct à la première personne peut être une manière forte et convaincante d'introduire un film de reportage, un documentaire ou même une fiction.

### 8.3.4 Commentaires en direct sur le site

Certains sujets de reportage, d'exploration, de relation d'un événement, etc., peuvent être traités au tournage comme un témoignage du vidéaste à la première

personne : en même temps qu'il enregistre avec son camescope les images et les sons du monde qui l'entoure ou de l'événement auquel il assiste, il exprime ou commente par la parole les réactions ou les émotions que ceux-ci suscitent en lui. Dans un environnement ou un contexte « dramatique », cette manière de procéder confère un grand caractère d'authenticité aux séquences filmées, en donnant au spectateur la sensation d'en avoir été lui-même le témoin.

Dans le cas plus général du film de voyage par exemple, la méthode peut servir à noter au passage des renseignements sur les sujets tournés (lieu, particularité d'un site, etc.) qui seront très utiles lors de la préparation du montage et de la mise en ordre des plans au dérushage. On peut également l'employer en « son témoin » pour créer la phrase d'un commentaire, par exemple, lors d'un panoramique descriptif présentant successivement différents objets. C'est alors une manière de déterminer sans ambiguïté la durée utile qu'il faut donner à ce plan.

En pratique et quelle qu'en soit la finalité, le commentaire en direct pose le problème de la qualité et de l'adéquation de la bande son. Si vous filmez en commentant à travers le micro intégré du camescope (donc sur la même piste audio), vous superposez vos paroles à l'ambiance sonore de la scène : vous ne pourrez plus les isoler pour les traiter séparément au montage. Cette méthode – laquelle vous fait prendre de gros risques – n'est applicable qu'à des cas particuliers : vous ne désirez pas conserver le son d'ambiance, vous ne parlez en « aide-mémoire » que dans les parties non utiles des plans que vous filmez ou bien vous êtes sûr que votre commentaire en direct « colle » d'emblée avec les images : ce qui suppose indiscutablement une grande maîtrise.

La solution qui s'impose est donc d'enregistrer le commentaire direct *sur une piste audio et à partir d'un micro séparés*. Cette possibilité est offerte en format numérique disposant de plusieurs pistes audio, mais elle ne peut être mise en œuvre qu'avec certains modèles de camescopes haut de gamme, et équipements professionnels (cf. chapitres 10 & 16).

## 8.4 Film de formation ou de démonstration

Application simple du documentaire ce type de programme expose, clairement et succinctement, les étapes d'un processus ou illustre le mode d'emploi d'un instrument ou d'une machine. Ce thème général s'applique à des sujets très variés, pouvant aller de la préparation culinaire, à la pose du papier peint, de l'assemblage d'un modèle réduit au réglage d'une machine-outil, etc. Son traitement demande à la fois un déroulement logique des séquences et un commentaire explicatif. Pour servir pleinement son rôle, un tel programme doit être ordonné en chapitres ou

en sections pouvant être accédés rapidement et indépendamment. En d'autres termes, il ne peut plus être exploité comme autrefois sous la forme d'une cassette VHS que le spectateur était obligé de visionner dans sa continuité (ou nécessitant un rebobinage de bande pour revenir à un passage donné), mais sous celle d'un disque DVD interactif lui permettant de choisir librement et d'accéder immédiatement aux sections qu'il veut voir et revoir ou encore, parmi plusieurs qui lui sont proposées, celles qui correspondent à une application particulière. Cela suppose, dès l'écriture du scénario, une architecture arborescente du programme dont nous expliquerons les particularités (cf. chapitres 11 & 24).

La méthode de tournage la plus directe consiste à filmer une personne en train de travailler. Le commentaire en post-sonorisation, des titres et sous-titres, peut-être des schémas ou des animations, préciseront les points qui n'ont pu être décrits par les images. Pour filmer de cette manière, il faut avoir au moins une fois assisté à la démonstration. Ceci vous permet de préparer un découpage précis, par exemple avec storyboard. Entendez-vous avec le démonstrateur afin qu'il sache ce qu'il aura à faire et à quel moment.

Après les plans d'ensemble situant l'action, après avoir clairement montré les accessoires et outils qui seront utilisés au cours de la démonstration, travaillez en cadrages plus serrés afin de bien détailler les procédures. Prévoyez les plans de coupe assurant la continuité du récit et les fondus nécessaires à la compression du temps (cuisson d'un plat, par exemple). Tenez le plus grand compte de ce que nous avons indiqué concernant les raccords de direction et de mouvement (cf. 2.7). Composez des images simples, faciles « à lire », mais en variant les angles et les grosseurs de plans, afin d'aboutir à une démonstration logique et ininterrompue, non pas pour l'ensemble du programme, mais pour chacune de ses sections.

Vous éviterez les ombres gênantes et vous simplifierez le tournage en adoptant un éclairage général diffus, baignant l'ensemble de la scène ; de même, il est bien préférable d'isoler la scène de l'environnement grâce à un fond uni devant laquelle elle se détache bien. Ne conservez le son direct que s'il apporte des informations importantes, difficiles à resynchroniser en post-production.

Une autre manière de procéder est de filmer la suite des opérations en continu, accompagnée du commentaire direct du démonstrateur : ce qui suppose de sa part l'apparent naturel du comédien (diction, spontanéité et précision des gestes, etc.). Puis vous en reprenez les phases principales sous des angles variés et en cadrages plus serrés : vous les insérerez en bonne place dans le montage final. Si l'action se déroule à peu près au même endroit, un micro en poste fixe peut suffire : sinon, utilisez un micro-cravate, filaire ou HF, attaché au vêtement du démonstrateur, ce qui lui confère une grande liberté de déplacement.

## 8.5 Vidéo-portrait

Il s'agit en quelque sorte d'un documentaire consacré à la description d'un être humain. En choisissant une femme ou un homme à forte personnalité, vous vous donnez l'occasion d'en faire un vidéo-portrait qui ne sera pas seulement artistique, mais également informatif et psychologique. Ce personnage doit avoir la capacité de parler de son travail ou de sa vie affective de manière ouverte et attachante. Artistes, artisans, musiciens, paysans, personnes âgées aux souvenirs émouvants, sont des sujets de premier choix. Il est avant tout souhaitable de filmer le personnage dans son environnement familial, en lui faisant oublier le plus possible la présence de la caméra. Un autre point fondamental est de respecter l'ambiance naturelle du lieu ou de l'environnement : si la lumière disponible est insuffisante pour obtenir des images techniquement bonnes, utilisez un éclairage d'appoint diffus, conservant cette atmosphère habituelle, sans éblouir ni gêner votre interlocuteur.

Le vidéo-portrait requiert une sincère collaboration entre le vidéaste et la personne qui lui fait confiance. Abordez-la gentiment, mais franchement. Par l'observation, la conversation, l'écoute attentive, vous vous ferez une bonne idée de sa personnalité, ce qui demande de votre part une totale disponibilité. En préparant le portrait par des entretiens préalables sans caméra, imaginez déjà ce qui apparaîtra sur l'écran et comment vous mettrez votre personnage « en scène ».

Recueillez des informations sur son origine et sa formation professionnelle ou culturelle. Consacrez un maximum de temps à converser, faites une interview en profondeur et prenez discrètement des notes qui faciliteront l'écriture du scénario. Observez-le attentivement, à la recherche des gestes et des attitudes significatives qui révèlent le caractère. Étudiez votre personnage aussi bien dans sa vie familiale ou sociale, que dans son activité professionnelle ; sachez apprécier ses compétences et ses techniques ; laissez-lui confier ses croyances, ses prises de positions morales ou religieuses, les influences qu'il a subies. Ces éléments psychologiques vous permettront d'en tracer un portrait complet et véridique.

Chaque séquence prend pour base les informations recueillies dans les précédentes ; ceci crée une progression dramatique apportant continuellement de nouvelles touches au portrait : si cette progression dramatique n'est pas assurée dès le tournage par la suite des séquences et la réponse aux questions que vous lui posez, vous devez pouvoir l'assurer au montage.

La séquence d'ouverture de votre programme aura pour effet d'intriguer et d'accrocher le spectateur, par exemple en donnant un premier aperçu sur l'activité principale du personnage. Vous montrerez, par exemple, le potier pétrissant sa glaise ou le peintre traçant une esquisse. Quel que soit le thème, essayez de donner un impact maximum à cette séquence accompa-

gnée d'un sobre commentaire. Menez une interview très poussée du sujet, dont les éléments seront montés en divers endroits du programme, ou bien vous n'en conservez que la partie sonore, servant de commentaire en contrepoint à des séquences visuelles appropriées.

N'oubliez pas de poser des questions obligeant votre interlocuteur à donner une réponse détaillée et de varier les cadrages en vue du montage final.

Pensez à inclure des effets sonores directs donnant plus de vérité au portrait : craquement des bûches dans l'âtre, jappement du chien à l'arrière-plan, etc. La musique, s'il y en a, doit être en relation avec l'atmosphère du lieu et surtout avec la psychologie du personnage. Cherchez enfin une conclusion nerveuse, résumant en une ou deux phrases bien structurées la personnalité et/ou l'activité de la femme ou de l'homme dont vous venez de faire le portrait.

## 8.6 Clip vidéo

Le clip vidéo est, pour le vidéaste ambitieux, l'une des meilleures écoles de création d'un programme dont les qualités techniques et artistiques peuvent se mesurer aux meilleures réalisations des professionnels spécialisés. Le mariage intime des images et de la musique implique en effet une mise en scène imaginative, un montage dynamique et rigoureux, l'intégration d'effets spéciaux élaborés.

Avant toute décision, rappelez-vous que si vous devez présenter votre clip à un public – même restreint et non payant – l'utilisation d'une œuvre musicale enregistrée est interdite, sauf autorisation préalable et paiement de droits qui peuvent être élevés. Ce n'est pas un risque à prendre : la fraude dans ce domaine est immanquablement détectée et les amendes à payer aux organismes de recouvrement des droits sont de prix vertigineux.

L'approche la plus simple consiste à filmer ou à sélectionner des images qui s'accordent, par leur nature et la manière dont elles sont montées, au rythme de la musique et/ou aux paroles de la chanson. Voici quelques premières suggestions :

- En vous basant sur le minutage exact du morceau musical sélectionné, écrivez votre scénario en cherchant à l'illustrer la musique d'images en contrepoint, plutôt qu'en respectant strictement les idées ou le texte de la chanson. Recherchez le contraste et la surprise, en opposant, par exemple, des images exubérantes à des situations conflictuelles.
- Adoptez un thème visuel et un rythme servant de lien et de support à la musique. Un morceau de hard-rock s'illustrera, par exemple, par une mosaïque de plans courts et animés, tandis qu'une succession de lents panoramiques lents sur des paysages, avec transitions par fondus enchaînés s'accordera mieux à l'esprit d'une ballade romantique.

- En illustrant le contenu musical – qui est la raison d’être d’un clip vidéo – donnez naturellement priorité à la vedette, mais cherchez à mettre en relief la personnalité de chaque musicien, les danseurs s’il y en a, le décor et les effets d’éclairage (projecteurs animés, stroboscopie, laser, etc.) ou autres, comme la fumée. C’est véritablement l’occasion d’adopter un style de tournage très libre, qui serait inapproprié à toute autre réalisation. Brisez les règles, cassez la continuité visuelle, répétez plusieurs fois la même action, etc.
- Dès le concept, sachez faire le distinguo entre les effets de scène faisant partie du spectacle (que vous ne conserverez peut-être pas tous, ou que vous modifierez pour mieux servir votre propos) et ceux que vous introduirez au montage. Ces derniers devront évidemment être d’un style esthétiquement compatible avec les effets scéniques – eux-mêmes synchronisés avec la musique –, mais n’oubliez pas que certains plans ne sont effectivement réalisables que si vous prévoyez les raccords, les durées, etc., en les filmant ; d’où l’importance fondamentale de disposer, avant tournage, d’un découpage technique impeccable illustré par un story-board détaillé et minuté.

Bien qu’elles soient fondées sur des considérations techniques et esthétiques générales semblables, les approches peuvent être très différentes selon qu’il s’agit d’un spectacle déjà mis en scène ou d’une pure création vidéo prenant pour base une musique préenregistrée. C’est à vous d’en décider, mais il est possible dans ce dernier cas de prévoir avant le tournage tous les effets que vous n’introduirez qu’au montage.

### 8.6.1 Méthode générale : monter les images sur la bande son

Du temps de l’analogique grand public, la réalisation d’un clip vidéo musical (exigeant donc une synchronisation parfaite des images et du son) était très compliquée par le fait qu’il était en pratique impossible de synchroniser les images montées sur une bande son préexistante. L’une des moins mauvaises solutions possibles consistait à filmer, avec une bonne qualité sonore, un plan-séquence de toute la durée du morceau, puis à insérer au montage les images de différents plans, soit filmés par d’autres caméras pendant la même exécution, soit lors d’une autre exécution, soit enfin des plans d’illustration non synchrones extérieurs.

Oublions toutes ces misères au profit de la procédure générale ci-dessous, laquelle implique la disposition d’un système de montage virtuel avec possibilité de synchronisation (ou de resynchronisation) du son sur les images (cf. chapitre 22). Prenons en exemple la prestation d’un groupe composé d’un chanteur accompagné de deux instrumentistes. Pour les besoins de nos explications, supposez que vous ne disposiez que d’une caméra, mais que le groupe peut exécuter plusieurs fois le morceau de manière à peu près iden-

tique, c’est-à-dire sans changement notable de l’interprétation, du rythme, des durées et ainsi de suite.

**1 Réalisation d’un master image et son.** Dans les conditions de qualité sonore optimale, filmez sur pied, en plan fixe et dans la continuité, une vue générale de la prestation du groupe. Lancez l’enregistrement plusieurs secondes avant le début de la musique. Si possible, soignez également tous les aspects de l’image (cadrage, composition, éclairage, exposition, balance colorée, etc.) : ce qui vous permettra si désiré de conserver des passages synchrones de ce plan-séquence dans le montage final. Refaites tout si l’exécution musicale n’est pas parfaite : cet enregistrement sonore est le définitif.

**2 Analyse de la bande son, découpage, préparation du tournage.** Sur votre système de montage, procédez sur la *timeline* à une analyse précise de la bande son – en relation avec l’évolution du récit musical, avec les gestes et les interventions des musiciens dans la bande image. Vous disposez ainsi de la continuité du son avec repères temporels (le code temps) de découpage sonore, vous permettant de bâtir votre scénario, de procéder au découpage technique en prévoyant éventuellement des effets, de rédiger votre plan de tournage.

**3 Méthode du play-back.** Puisque la bande sonore de l’ensemble de la prestation musicale est complète et définitive, vous allez la rejouer identique pour chacun des différents épisodes du tournage. Pour ce faire, il faut que chaque musicien (chanteur ou instrumentiste) puisse entendre la bande originale et soit capable de réitérer sa partie en synchronisme. Ceci demande habituellement quelques répétitions. Vous avez deux principaux moyens de faire entendre cette bande sonore aux musiciens pendant qu’ils exécutent leur partie et les chorus :

- Grâce à des enceintes, diffusion sur le plateau de la bande master à l’ensemble du groupe.
- Oreillette peu visible diffusant le son à chaque musicien. Dans ce dernier cas, on peut souvent se contenter de n’équiper de l’oreillette que le chanteur, lequel doit absolument être « synchro labial » avec sa première prestation. Pour les autres participants, le son général peut souvent suffire.

**4 Tournage.** La continuité image et son du clip étant assurée par le master, vous pouvez (quelques heures ou quelques jours plus tard, lorsque tout est prêt), enregistrer les plans prévus sur le découpage. Dans ce qui suit, « plan-séquence » signifie que la caméra filme sans interruption pendant toute la durée du morceau. En principe, les sons enregistrés *via* le micro intégré du camescope ne seront pas conservés : ce sont des sons « témoins » permettant le contrôle du synchronisme à la prise de vues, puis l’insertion et la resynchronisation des plans en bonne place dans le montage. Idéalement, les plans image que vous allez tourner doivent être parfaitement synchrones avec le son : sinon, refaire les plans clairement désynchronisés.

En restant dans notre exemple, nous suggérons :

a) *Plan-séquence du groupe*. Camescope en main, filmez l'ensemble du groupe sous trois ou quatre différents angles (à droite, à gauche, par l'arrière, etc.). Il vaut mieux prendre des plans statiques et relativement courts, mais les réitérer plusieurs fois pendant le déroulement du morceau. Le son enregistré par le camescope n'est plus qu'un guide vous permettant de contrôler le synchronisme, tant à la prise de vues qu'au montage.

b) *Plan-séquence du chanteur* sous deux ou trois angles différents, alternés plusieurs fois. Comme pour l'interview, prenez soin de ne pas changer de cadrage en plein milieu d'une phrase (musicale). Puisque le chanteur « vedette » sera plus souvent présent à l'écran, filmez des plans assez longs.

c) *Plan-séquence des musiciens*. Pour ces derniers, vous pouvez peut-être vous contenter d'un seul plan-séquence, en les filmant alternativement sous divers

angles, de préférence au moment où ils exécutent un trait, un solo, etc.

d) *Plans partiels*. Ils soulignent des passages visuellement significatifs du film. Contrairement aux scènes des plans-séquences précédents qui – afin de se monter facilement – sont plutôt statiques, vous pouvez vous permettre des mouvements de caméra (panoramique d'un musicien à l'autre, zoom avant rapide, etc.) qui dynamiseront le montage.

e) *Plans de coupe et inserts*. À filmer librement et à insérer habilement dans le vidéogramme, au rythme de la musique.

## 8.6.2 Variations sur le même thème

Nous avons pris ci-dessus l'exemple le plus difficile d'un clip musical, tourné avec une seule caméra, basé

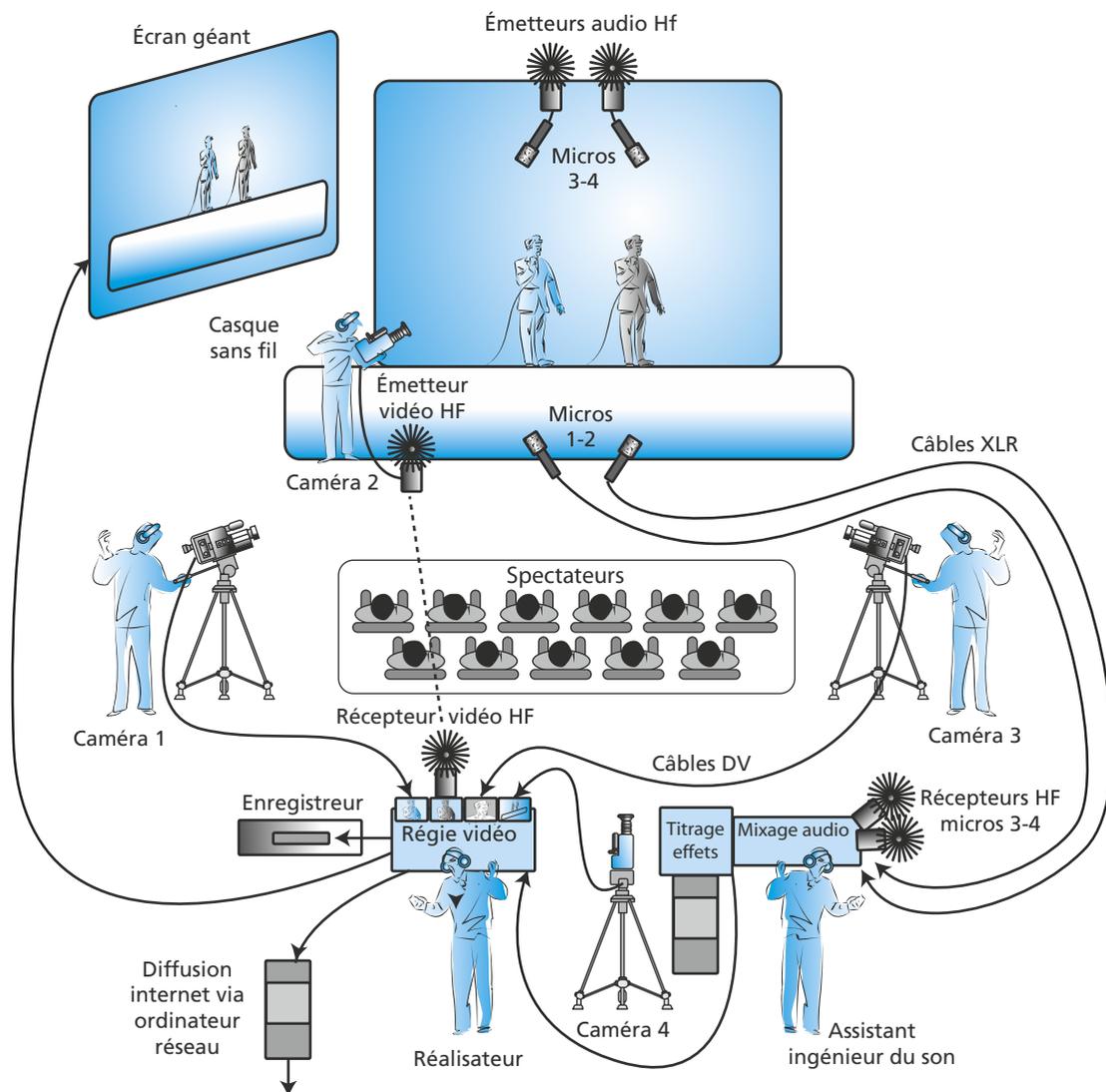


Figure 8.4 Un exemple typique d'installation de tournage événementiel multicaméra. D'après Gérard Galès.

sur une exécution *live* du morceau : ce qui impose de filmer la quasi-totalité des plans images à retenir en synchronisation play-back.

**1 Tournage à plusieurs caméras.** Dans un tel cas, l'idéal est évidemment de tourner l'ensemble de la prestation en direct, avec plusieurs caméras. Il est difficile de parvenir à quelque chose de correct avec moins de trois caméras, lesquelles filment en continu tous les plans prévus par le découpage.

**2 Clip réalisé à partir de musique déjà enregistrée.** Sur le plan technique tout au moins, il est très facile de monter des images non synchrones sur une bande sonore déjà enregistrée, qu'il s'agisse d'un morceau ou d'un montage musical extrait de disques CD, ou de musique spécialement composée pour le programme. Vous procédez comme nous l'avons vu à une analyse précise de la bande son à partir de laquelle vous « écrivez » votre scénario, puis établissez votre plan de montage et/ou de tournage, etc.

**3 Cas général.** Lorsque le clip (ou toute autre partie d'un vidéogramme) ne contient pas d'images synchrones (synchro lèvres, musiciens, etc.), le seul problème technique éventuellement à résoudre est celui de la synchronisation ultérieure de certains effets sonores (claquement de porte, coup de feu, cri, etc.) qui n'ont pas été enregistrés correctement à la prise de vue. En vidéo analogique et faute de disposer d'un système de montage virtuel, la resynchronisation de ces effets (sur une bande son séparée) peut poser quelques problèmes. Nous y reviendrons.

**4 De la musique sur les images.** Dans la plupart des films et téléfilms (de fiction, documentaires, etc.) les scènes de dialogues, interviews, chantées ou dansées, sont synchro son par définition. Dans une approche professionnelle classique, en revanche, la musique « d'illustration » est généralement composée, exécutée et enregistrée après le montage définitif du film. Pareillement, si vous travaillez avec un excellent musicien ou que vous l'êtes vous-même, une merveilleuse manière de réaliser un « poème musical » par exemple, est de composer la musique d'après le montage terminé, ou mieux encore d'écrire la musique en même temps que l'on monte les images. C'est ainsi que Serge Eisenstein et Serge Prokofiev réalisèrent, épisode après épisode, l'impérissable chef-d'œuvre *Alexandre Nevski*.

## 8.7 Filmer pour convaincre

Le message contenu dans un vidéofilm bien construit et argumenté peut avoir un fort impact sur les spectateurs. Son thème doit être suffisamment actuel et important pour retenir et concerner un public. Ce thème sera le fruit de vos réflexions, ou bien il répond aux préoccupations d'un groupe social (jeunes, écologistes, association caritative, etc.). En raison de sa

nature et de son traitement formel, un tel programme se compare inconsciemment dans l'esprit du spectateur à une émission de type « magazine TV ». Puisque vous placez ainsi la barre assez haut, cherchez à conférer un aspect aussi professionnel que possible à votre programme : séquences bien construites, progression dramatique, argumentation solide, logique et directe. S'il y a enquête d'opinion, ne conservez que des réponses courtes et intimement liées au thème traité.

Pour être persuasif, le document doit viser une audience relativement bien ciblée ; ce qui définit votre approche. Si vous voulez, par exemple, plaider une cause générale auprès d'un large public, vous devrez en introduire le thème, puis l'expliquer point par point. Allez plus directement aux faits s'il s'agit d'un auditoire déjà averti des données du problème. Afin de maintenir l'attention du spectateur jusqu'à la conclusion, la durée du programme ne devrait pas dépasser 10 à 12 minutes.

Quel que soit le thème, commencez par réunir vos idées sur le papier (ou l'écran de votre ordinateur), puis construisez un plan mettant bien en évidence l'objectif du programme, sa structure et son contenu. Lorsque ce plan a été accepté par toutes les parties concernées, procédez à des recherches approfondies en devenant vous-même un expert sur le thème traité. Réalisez alors un découpage précis avec scénario, continuité du commentaire, story-board et plan de tournage.

Tous les vidéofilms de plaidoyer pour une « bonne cause » (bonne, puisque c'est celle que vous défendez...) ont sensiblement la structure générale décrite ci-dessous. Nous vous engageons cependant à découvrir dans ce cadre – par une étude en profondeur réunissant un petit groupe de passionnés – une approche non conventionnelle pour un vidéogramme qui doit être agressif et dérangent, puisque son dessein est de déclencher une « prise de conscience » chez le spectateur.

### 8.7.1 Structure générale du vidéogramme

Tel l'avocat plaidant une cause dans l'intérêt suprême de son client, vous pouvez successivement développer votre thème en six points.

**1 Exposez les données du problème.** Dès la première séquence – peut-être même avant un court générique – il faut « accrocher » l'intérêt du spectateur et focaliser son attention sur le sujet. Il faut donc le faire avec des images fortes, soigneusement composées, qui introduisent le thème en termes clairs. Une musique adéquate en augmente l'impact. Utilisez un commentaire en voix off, exposant les grandes lignes du « problème », coupé de très brèves interviews de témoins contant leurs expériences personnelles. Si vous en avez le talent, présentez vous-même le sujet.

**2 Introduisez la notion d'intérêt général.** Apportez la preuve « qu'il faut faire quelque chose ». Recueillez des opinions sur la situation actuelle : enquêtes dans la rue, avis de spécialistes, titres de journaux, etc. Rendez

compte des manifestations, ponctuées de courtes interviews recueillies parmi les membres les plus actifs (ou les plus responsables) de la communauté.

**3 Expliquez les causes.** La partie centrale du programme développe en détail chaque argument : comment en est-on arrivé là ? Les faits cités par le narrateur ou par les personnes interrogées sont systématiquement illustrés de vues (et de sons) appropriés. Ne donnez pas une trop forte densité aux flux des informations : des images se succédant très rapidement, un commentaire continu, ne donnent pas au spectateur le temps de bien assimiler le message. S'il y a lieu, accompagnez les éléments techniques de schémas ou d'animations, mais assez simples pour être compris par tous.

**4 Argumentez.** Vos recherches vous auront fait comprendre les motivations et les démarches de ceux qui défendent la cause, ou qui sont au contraire responsables de la situation présente. Traitez sans réserve des implications politiques et financières. Dans un souci d'objectivité (apparente ou réelle, c'est à vous d'en juger), laissez une (petite) place à ceux qui sont opposés au projet et permettez-leur d'exposer leurs points de vue. Développez ensuite vos propres raisons. L'alternance des argumentations « pour » et « contre » confère au discours une efficace intensité dramatique. Le commentaire ne doit pas souligner des choses que les images indiquent déjà ; le contraire est parfois souhaitable. Si, par exemple, un membre de l'opposition prétend dans une interview « qu'il n'y a pas de problème », montrez pendant qu'il s'exprime des images qui démentent ses propos (rivière polluée, colline déboisée, banlieue malade, etc.). Il va de soi que les « bons » doivent gagner !

**5 Donnez la solution.** Il vous faut maintenant prouver que le problème évoqué peut être résolu. Expliquez, par des images et des arguments positifs, quelle nouvelle politique il faudrait adopter et les résultats immédiats qu'elle apporterait. Si le sujet s'y prête, montrez que le même problème a été bien résolu ailleurs. Introduisez la notion d'urgence par le rythme du montage et la musique.

**6 Conclusion : il faut agir.** Dans la dernière partie de votre vidéogramme, répétez les arguments « pour » les plus forts, de préférence par des textes courts incrustés dans les images. En conclusion, expliquez clairement aux spectateurs l'aide précieuse qu'ils peuvent apporter. Afin de ne pas délayer votre message, montez – s'il y a lieu – le générique en exergue, c'est-à-dire après la conclusion du film (fondu au noir après le mot fin, autre musique, etc.).

## 8.8 Constitution d'archives vidéo

Dans le monde d'aujourd'hui, le temps s'accélère et les traces du passé s'estompent bien plus rapidement

qu'autrefois : dans les villes, des quartiers entiers sont rasés, les villages traditionnels deviennent les lieux de vacances des citadins, etc. Or, la majorité de ces témoignages du passé récent ou du présent – qui seraient extrêmement précieux pour demain – n'ont pas été enregistrés, ou ils l'ont été maladroitement et de façon aléatoire sur des supports de piètre qualité (photo, cinéma et vidéo d'amateur). Le pronostic ne fait qu'empirer avec la photo numérique pour tous et la vidéo volatile à basse définition du Web : de ceux-là, en supposant qu'elles leur parviennent, les générations futures ne pourront vraiment rien faire. Les archives institutionnelles (Bibliothèque nationale, INA, musées, etc.) ne conservent, dans les meilleures conditions d'ailleurs, que les documents ou les œuvres qui leur sont communiquées ou léguées, en s'attachant davantage à ceux qui sont considérés par nature comme devant être « impérissables » : les manuscrits et imprimés, les objets et les œuvres d'art. Or, le véritable problème des « archives », c'est qu'il est impossible de prévoir quels sujets seront les plus importants à étudier dans le futur. Selon ce point de vue, c'est indiscutablement les images animées et sonores de la vidéo qui étaient, jusqu'à présent, les plus mal loties. Vous en connaissez les grandes raisons : médiocre qualité technique du procédé, impossibilité de tirer des copies « acceptables », mauvaise conservation des originaux, etc.

L'avènement et la superbe qualité de la vidéo numérique accessible à tous modifient complètement ce sombre tableau : en prenant les précautions qui s'imposent, vous pouvez maintenant être sûr que les images et les sons que vous enregistrez aujourd'hui seront « exploitables » sans perte de qualité dans le futur. En voici, à simple titre d'exemple, une passionnante application.

### 8.8.1 Histoire locale

Recueillis au cours des années, les documents relatifs à la vie d'une communauté deviennent la mémoire audiovisuelle de l'histoire locale. Avec le temps, ces archives vidéo constituent une précieuse « banque de données » au service des générations actuelles et futures. Compte tenu de l'évolution explosive de la société et des mœurs, c'est maintenant qu'il faut filmer !

Profitez de l'occasion qui nous est donnée de souligner un fait évident, mais dont nous avons rarement conscience : le présent d'aujourd'hui étant le passé de demain, notre environnement social et culturel des années 2010 (avec nos autos, téléphones mobiles et autres assistants personnels), semblera aux générations d'ici 50 ou 100 ans, aussi curieux ou émouvant que, pour nous, l'omnibus à chevaux Madeleine-Bastille de 1900 ou le rock n'roll de 1950. En généralisant le propos, cela signifie que tout ce que vous filmez bien et « définitivement » aujourd'hui est déjà « historique ».

L'une des principales sources d'informations sont les habitants les plus âgés de la localité. Interviewez la personne de manière informelle, dans un environnement confortable et sous un éclairage diffus, plus favorable à sa relaxation. En vous efforçant de lui faire oublier qu'elle est filmée, conduisez-la gentiment à évoquer ses souvenirs et ses expériences personnelles ; afin de ne pas lui faire perdre le fil de ses idées, il vaut mieux ne pas interrompre le tournage en pleine conversation. Il est souvent préférable de faire l'interview en groupe : les souvenirs évoqués par l'un stimulent les autres personnes présentes, lesquelles ont aussi des choses intéressantes à raconter.

Les coutumes locales et les manifestations traditionnelles sont des témoignages précieux, mais en voie d'extinction. Il y a les « petits métiers » encore pratiqués dans les provinces, ou qui sont perpétués dans un but conservatoire : tailleur de pierre, dentellière, modiste, tisserand, meunier, sellier, maréchal-ferrant, etc. Ces activités et les personnes qui les exercent présentent un grand intérêt documentaire et historique ; même s'il ne travaille plus de la même manière, n'hésitez pas à demander au vieil artisan de reprendre pour vous ses anciens outils. Une bonne manière d'expliquer les gestes ou les méthodes est d'illustrer les images par le commentaire en voix off du personnage.

Les manifestations locales (fête au village, défilé, fanfare, comice agricole, marché aux bestiaux, etc.) méritent d'être enregistrées, qui sait, pour la dernière fois. Il en va de même pour certains événements pittoresques (élections, visite d'une personnalité, passage du Tour de France...). Vous serez étonné de la masse de documents que vous pouvez ainsi recueillir.



Figure 8.5 Reportage lors d'un spectacle « historique médiéval ». Voir p. 239 du cahier couleur.

*Quand c'est possible, l'idéal est de filmer au cours des répétitions « en costume » : ce qui permet au cadreur, comme ici, de se déplacer librement au milieu des acteurs.* Photo Gérard Galès.

L'architecture et les rues de la localité sont une autre source majeure d'informations pour les archi-

ves. Recherchez les anciennes photos et les cartes postales représentant les rues, les places, les bâtiments, tels qu'ils étaient autrefois. Puis filmez, selon le même point de vue et angle de champ ce qu'ils sont devenus aujourd'hui. Alternez l'ancien et le moderne, en mettant ainsi en évidence les changements intervenus au cours du temps. Il est particulièrement important de filmer les vieux bâtiments, ateliers et usine avant leur démolition. Demandez les autorisations nécessaires pour y pénétrer et y opérer en toute quiétude et sécurité. Vous pourrez ultérieurement accompagner ces images d'une sonorisation évoquant le style de vie et les particularités d'antan.

Les collections anciennes – photographies, gravures, journaux et autres – sont une inestimable et intarissable source de documentation. Bien que beaucoup d'entre eux soient accessibles ultérieurement, vous avez sans doute intérêt à les enregistrer maintenant et dans l'esprit de vos tournages actuels : votre vidéofilm ne pourrait pas être complété sans eux. Si telle est votre démarche, procédez à des recherches, tant chez les particuliers que dans le musée, la bibliothèque municipale ou autre conservatoire. Selon leur nature et les conditions particulières, les documents seront, soit directement filmés au banc-titre, soit repris au scanner en vue de tirage ultérieur. Dans la grande majorité des cas, ces travaux de transfert devront être effectués sur place : un musée ne laisse jamais sortir ses collections, un particulier rarement.

## 8.8.2 Quelques conseils

Selon l'approche évoquée ci-dessus, les séquences que vous enregistrez peuvent répondre simultanément à deux objectifs :

- Le premier, immédiat, est la réalisation d'un vidéogramme sur un thème donné, telle l'histoire d'une ville. En vous fondant sur un scénario précis, complet et minuté, vous pourriez vous contenter de ne tourner, à la longueur voulue, que les plans et les scènes dont vous savez d'avance avoir besoin pour le montage.
- Le deuxième est d'emmagasiner – en vue d'utilisations futures mais indéterminées – un ensemble de documents « d'archives », dûment référencés et dont la conservation est d'avance assurée. Dans ce cas, votre démarche logique sera d'enregistrer sans idées préconçues, un maximum de situations intéressantes. Il faut donc filmer à chaque fois en ayant à l'esprit que les documents enregistrés seront, soit montés pour la création du vidéofilm thématique du genre évoqué ci-dessus, soit incorporés comme désiré dans n'importe quel autre programme du futur.

Il s'agit donc de constituer une vidéothèque de plans bruts (non montés) dans laquelle vous et les

autres pourront puiser au fur et à mesure de leurs besoins. Pour que les séquences enregistrées soient d'usage « universel », cherchez – outre la meilleure qualité technique et artistique possible – à respecter les conditions suivantes.

**1 Filmez des plans plutôt longs**, mais qu'il sera possible de réduire à la durée nécessaire lors du montage particulier. Dans le cas de mouvements (panoramique, zooming, etc.) – qui doivent débiter et finir par des cadres fixes – prenez-en plusieurs de différentes durées.

**2 Dans la mesure du possible, enregistrez ces plans dans l'ordre logique** (chronologique, descriptif, géographique, etc.) et de préférence dans le même support de stockage. Dès à présent, les originaux ne sont généralement pas archivés sur le support « camscope » (même ceux qui utilisent encore la cassette de bande magnétique), mais plus souvent sous la forme de fichiers sur support non-linéaire du type disque optique DVD/BD ou HDD, etc. Cette méthode non destructive permet de regrouper et de classer les séquences par « dossiers » (thème, date, type d'événement, etc.), en autorisant de plus un accès extrêmement rapide aux séquences désirées.

## 8.9 Réalisation de vidéos Web

Qu'est-ce que la vidéo Web ? Ce nouveau type de programme résulte de la symbiose, sous l'égide du Web, de trois domaines de l'image animée sonore, jusqu'alors complètement distincts : la télévision, la vidéo et l'informatique. Il est évident que la réalisation de vidéo Web va rapidement devenir un pôle d'attraction pour les internautes-vidéastes convaincus et un métier pour bien des néo-professionnels. À l'instar du montage virtuel qui en est l'outil majeur, la vidéo Web est à la fois une technique extrêmement élaborée exploitant les nouvelles ressources et capacité de l'informatique de pointe et un art moderne, puisant ses racines dans la vidéo de création. Comme Internet, son « public » potentiel est à l'échelle mondiale, c'est-à-dire qu'un programme vidéo Web intéressant et bien réalisé peut atteindre et concerner des centaines de milliers d'internautes.

Le thème d'une vidéo Web pouvant varier à l'infini, nous délaisserons les aspects artistiques pour nous concentrer d'une part, sur les aspects techniques de la réalisation qui sont spécifiques à ce média, d'autre part, à la constitution d'une équipe de réalisation et aux responsabilités particulières de chacun de ses membres. Comme pour toute œuvre vidéo, un vidéaste très compétent et correctement équipé en matériel est capable de mener seul une telle réalisation ; si telle est votre ambition, vous pourrez vous inspirer de la description des différentes phases qu'il vous faudra assurer pour y parvenir.

### 8.9.1 Contraintes techniques

Ces contraintes sont toutes la conséquence du procédé utilisé pour la transmission du programme sur le Web. Puisqu'elles sont connues par avance, ces limitations dictent en partie la manière de bien filmer ; d'autres ne sont déterminées que par le codage utilisé pour la transmission.

#### Attention !

Les remarques et conseils ci-dessous s'appliquent à la transmission sur Internet à bande passante réduite. Très bientôt, la généralisation de la diffusion en bande large permettra la transmission d'images vidéo normales « plein écran », c'est-à-dire que la plupart des limitations ci-dessous seront, sinon disparues, tout au moins très amoindries.

**1** La faible bande passante oblige à transmettre des images de faible résolution (320 × 240 pixels), sur une partie seulement de l'écran (fenêtre), parfois à une cadence plus faible que la vidéo normale, 15 im/s par exemple. Le fort taux de compression peut provoquer divers artefacts de visualisation. Le principe général est donc de créer des images peu complexes, c'est-à-dire faciles à compresser.

**2** La palette des couleurs Web est restreinte.

**3** Les images diffusées sont de type progressif (vidéo non entrelacée).

**4** Chaque nouveau plan nécessite une image « clé » peu compressée. On a donc intérêt à éviter les plans courts ou impliquant des effets, en particulier les fonds enchaînés.

**5** Qu'il s'agisse de l'image ou du son, les erreurs au tournage sont très difficiles, voire impossibles à corriger en post-production.

De ces limitations techniques découlent des conseils de tournage permettant d'en réduire les conséquences négatives au minimum.

### 8.9.2 Conseils de tournage d'une vidéo Web

Compte tenu de la faible résolution des images et des conditions d'observation du spectateur – lequel ne peut pas regarder en même temps plusieurs endroits de l'écran – le principe général est de prendre des images simples, faciles à lire, qui seront donc moins affectées par la compression.

Ne réduisez pas la qualité vidéo dès la prise de vues, sous le fallacieux prétexte qu'elle sera de toute manière altérée par la compression et l'encodage. Si vous filmez en DV, par exemple, vous évitez d'emblée le bruit vidéo et la granulation et vous enregistrez en même temps des images pouvant être montées dans

un vidéofilm exploité normalement. Dans ce cas, vous aurez parfois intérêt à doubler certains plans Web, pour les rendre plus appropriés au « langage » de la vidéo normale.

### 1 Pour l'image

- Concentrez-vous sur le contenu des images et évitez les effets spéciaux.
- La petite fenêtre de visualisation privilégie les plans longs (jamais moins de 10 s) et statiques. Pour avoir des images bien lisibles, opérez au maximum en gros plan.
- La palette des couleurs étant restreinte, il faut éviter les couleurs saturées (particulièrement le rouge et le jaune vifs), ainsi que les sujets comportant de fins détails. Vous aurez les résultats les plus agréables avec des couleurs neutres, vêtements gris, par exemple.
- Pour économiser la compression, faites des arrière-plans flous – grâce à une faible profondeur de champ – ou à des fonds unis.
- Toujours filmer sur pied : une image qui « sautille » consomme de la bande passante et baisse donc inutilement sa qualité.
- Utiliser une vitesse d'obturation plus élevée (1/100 s par exemple) donne des images individuellement plus nettes, plus faciles à compresser.
- Se méfier de l'autofocus et du temps qu'il met à assurer une parfaite mise au point : le flou étant accentué à la compression, il est préférable de faire une mise au point manuelle sur le sujet.
- Pas de zoomings, ni de mouvements rapides.
- Bâissez un éclairage diffus, formant des images peu contrastées, sans points chauds.
- Veillez à l'uniformité de l'exposition d'un plan et d'une scène à l'autre.

### 2 Pour le son

- Efforcez-vous d'enregistrer une plage audio de dynamique constante.
- Évitez les bruits indésirables, très difficiles à éliminer en post-production : ils sont de plus amplifiés par le décodeur audio Web.
- Si possible, enregistrez simultanément l'audio sur deux pistes différentes. Par exemple, l'une avec un micro-cravate, l'autre avec un micro canon sur perche ou avec un micro à main. Vous pourrez ainsi sélectionner la meilleure des deux lors du montage.
- Enregistrez toujours l'audio en qualité maximale 48 kHz/16-bit ; cela même si la partie audio du programme doit être diffusée en 8-bit.

## 8.9.3 Une équipe de réalisation pour le Web

Une équipe professionnelle est habituellement constituée de sept intervenants principaux (et de leurs

assistants s'il y a lieu). Parmi ceux-ci, le réalisateur, l'opérateur, l'ingénieur du son et le monteur (chapitre suivant) assurent le même rôle et assument les mêmes responsabilités que dans toute réalisation vidéo : pour être efficaces à 100 %, il leur suffit de prendre en compte les particularités techniques propres à la réalisation Web. Puisque nous les rencontrons pour la première fois, nous devons évoquer les missions des trois autres intervenants : le producteur, l'encodeur et le « concepteur Web » plus souvent appelé *Web designer*.

**1 Le producteur.** C'est le chef suprême, gestionnaire du budget, qui planifie et organise tous les aspects de la production : il trouve et inspecte les lieux de tournage, évalue les problèmes d'accès et de sécurité, négocie avec les propriétaires des lieux de tournage, identifie les techniciens et les compétences, les équipements, les matériels et installations nécessaires. Il consulte les différentes parties afin de distribuer les tâches et les responsabilités. Son rôle administratif est également fondamental : il négocie avec les fournisseurs, demande les autorisations, règle les problèmes de droits d'auteur, contracte les assurances, etc. En résumé, il répond aux questions : qui fait quoi, quand et où ?

**2 L'encodeur.** Responsable de la conversion des images et des sons dans un « format lisible » sur ordinateur, il sélectionne l'*architecture* et le codec adéquats pour la *transmission des fichiers compressés*. Il enregistre sur disque dur les images et les sons du master. Il sélectionne les paramètres de traitement et les options d'encodage optimisant la compression vidéo et audio dans la méthode de diffusion et de stockage spécifiée. Parmi les décisions qu'il doit prendre :

- S'il ne peut pas faire un transfert direct depuis le système de montage, il effectue l'encodage à partir de la bande master.
- Il vérifie les niveaux sources vidéo et audio.
- Si la vidéo n'a pas été tournée en balayage progressif, il doit la désentrelacer.
- Si la bande passante est limitée, il peut décider de réduire la cadence à 12 im/s au lieu de 15 im/s ; il peut même descendre à 5 im/s pour les successions d'images fixes (diaporama).

**3 Le Web designer.** Cet intervenant majeur est l'auteur du site Web, dont il crée le style et l'aspect. Le programme peut être très complexe, car formé d'une combinaison de graphismes, de texte, de vidéo, d'audio, d'animations et de liens, dans un contexte interactif diffusé sur ordinateur.

- Il décide de la présentation et de la navigation, prépare une *carte du site* et assure la sécurité et la qualité des connexions pour les utilisateurs.
- Il numérise le contenu selon les normes de qualité exigées.

**4 Le monteur.** Les aspects artistiques du montage étant traités dès le chapitre suivant, donnons seule-

ment quelques conseils directement liés à la réalisation d'une vidéo Web. Voici quelques-unes des principales mesures que le monteur doit prendre :

- Vérifier soigneusement les éléments sources avant de passer à la numérisation : particulièrement la qualité et l'adéquation des images et les variations des niveaux sonores.
- Les transitions sont assurées par des *cuts* ou des volets ; éviter les fondus enchaînés qui sont difficiles à compresser.
- Choisir des polices simples et très lisibles pour la composition des titres.
- Améliorer et simplifier les images en très gros plan, par exemple en remplissant les arrière-plans et les fonds de motifs flous.

## Montage

Il est assez juste de comparer le montage vidéo à l'art de la cuisine : à partir des produits de base sélectionnés avec amour pour leur qualité, le grand chef élabore des mets raffinés qui reflètent sa personnalité et font les délices de ses clients gastronomes. Il en va de même pour le montage : plutôt que de le considérer comme le simple moyen de nourrir le regard et l'esprit du spectateur, il faut apprendre à l'exercer comme un « chef monteur » – celui dont le nom figure en bonne place sur le générique du film – c'est-à-dire en artiste pleinement responsable.

Comme pour les autres volets de la réalisation, la réussite d'un montage est autant une question de choix que de talent. La technique est bien sûr indispensable, mais c'est bien l'approche personnelle et imaginative du monteur qui fera toute la différence entre un produit relativement ordinaire et un spectacle particulièrement « goûteux ».

Alors, êtes-vous prêt à vous mettre aux fourneaux ? Oui ! Mais pour faire « prendre la sauce », vous devez disposer dès le départ d'un « fond » favorable. Celui-ci sera d'une part constitué par une matière première adéquate, c'est-à-dire des rushes de bonne qualité et, d'autre part, d'un équipement informatique – matériel et logiciel – performant et bien adapté.

Vous réussirez votre « recette », si vous savez employer votre ordinateur comme un *mixer* auquel vous demanderez de mélanger tous ces ingrédients, d'exploiter votre programme de montage comme un « four » pour les mitonner, gérer vos effets visuels et sonores comme des « condiments » exhausteurs de goût. Il vous restera à utiliser le support de diffusion comme d'une vitrine de présentation pour votre montage, avant de le servir à l'écran. Alors, le repas visuel sera prêt à être dégusté... et à critiquer !

### 9.1 Philosophie et esthétique du montage

Monter, c'est trier, assembler, découper et combiner des images et des sons. C'est aussi les corriger avec

des filtres spécialisés, les « habiller » avec des effets appropriés et les enrichir (les clarifier) avec des titres, voire des sous-titres dans le cas d'un dialogue ou de commentaires dans une autre langue. L'opération de « montage » (souvent désignée sous le terme plus général de « post-production »), recouvre en fait toute une série d'étapes intermédiaires, mettant en œuvre des outils, des techniques et un savoir-faire différents.

L'expérience des monteurs professionnels indique qu'il est préférable d'organiser ces étapes par ordre de priorité, afin que le montage se construise de manière logique et qu'une certaine action sur l'image et/ou le son ne puisse, ni perturber l'étape suivante, ni détruire le travail réalisé précédemment. Esthétiquement, le but du montage est dans un premier temps d'éliminer les éléments (séquences, plans) ratés ou inopportuns par rapport au propos visé dans le produit final. C'est le montage de base, brut, dit de « nettoyage ».

L'autre objectif principal de ce travail de post-production est de modifier les images et les sons choisis afin de les mettre en harmonie avec le « message » (social, commercial, comique, philosophique, etc.) que le réalisateur veut délivrer à ses spectateurs. Bien souvent, le montage permet d'attribuer un certain « genre » au vidéogramme (reportage, documentaire, clip, fiction, émission TV, etc.), en le dotant des attributs visuels et sonores couramment admis pour le représenter.

#### 9.1.1 Style du montage

Esthétiquement parlant, on ne monte pas un clip musical de la même manière qu'un documentaire sur les Papous de Nouvelle-Guinée ou une fiction de style « polar ». Au niveau technique, les méthodes peuvent parfois aussi différer quelque peu, davantage pour des raisons pratiques (gain de temps, synchronisation avec de la musique, ajouts d'effets ou de titrages spécifiques) que de genre de programme. Pour qu'à la diffusion le document monté soit identifié et accepté par le spectateur comme appartenant à un certain genre, il est en effet impératif de respecter les « codes » qui le régissent. Ces derniers ont été façonnés par plus d'un siècle

de production cinématographique, mais aussi par la télévision, dont les « modes » visuels et sonores sont devenus des références primordiales. Qu'on le regrette ou qu'on s'en félicite, ces clichés télévisuels se sont inscrits dans la mémoire inconsciente du téléspectateur qui les admet dorénavant comme « naturels », voire indispensables.

Cela dit, il n'est pas interdit au vidéaste monteur d'innover en mélangeant divers genres dans un même document, pour autant que les codes stylistiques de chacun y soient représentés. Le documentaire « romancé », plus communément désigné « docu-fiction », est un exemple révélateur de cette tendance actuelle au métissage de genre qui se répand aussi bien à la télévision qu'au cinéma. Cependant, la puissance expressive de l'art de l'Image est qu'il ne reste jamais figé. Il se métamorphose et se renouvelle en permanence au fil des années et des générations de créateurs. Les codes télévisuels d'aujourd'hui ne seront pas forcément ceux de demain. Rien n'empêche en effet un réalisateur-monteur talentueux d'oser « mettre un coup de pied dans la fourmilière » en tentant d'imposer un style qui lui est propre.

## 9.1.2 Préparation du montage

Faut-il ou non établir un projet de montage préalable ? Ce point, déjà évoqué dans le chapitre 6, souligne le fait qu'il est difficile d'établir un plan de montage précis avant le tournage. Il n'est pas rare en effet – même si le scénario a été soigneusement rédigé et qu'il soit respecté lors du tournage – que l'on doive modifier ou supprimer certains plans qui avaient été prévus sur le papier, ou bien en rajouter de nouveaux. Par exemple, une scène de la vie réelle, dont le déroulement n'est pas totalement prévisible, peut demander d'improviser le cadrage, l'emplacement et les mouvements de caméra, la prise de son ou l'éclairage.

En final, la série des plans tournés ne correspond pas forcément au plan de tournage initial et il faudra donc adapter le montage à cette nouvelle moisson d'images et de sons. Il peut y avoir aussi des surprises en cours de tournage (ne parlons que des mauvaises). Par exemple, un effet atmosphérique inattendu, un accessoire ne fonctionnant pas comme prévu, un élément étranger entrant accidentellement dans le cadre, un acteur ou un intervenant ne délivrant pas la prestation attendue. De tels incidents peuvent obliger le réalisateur à revoir son scénario d'origine, en rajoutant, modifiant ou supprimant certaines scènes.

En vue de l'élaboration définitive du montage, il est donc de beaucoup préférable d'attendre la fin du tournage afin d'effectuer un dérushage de la totalité des plans enregistrés. On peut alors opérer une sélection rigoureuse des seuls passages bons à monter en piochant dans cette bibliothèque d'éléments visuels et sonores, aussi complète que possible. Dès ce moment,

on n'a pas toujours en tête le bruitage spécifique qui va faire vivre un sujet, caractériser un objet ou un véhicule, ni la petite musique typée qui soulignera le climat psychologique de la scène. Mais si vous avez préparé le plan de montage sur le papier, celui-ci s'imprègne dans votre esprit : il constituera certainement une aide précieuse lorsque vous serez installé devant votre banc de montage.

Car vous disposerez alors d'un fil conducteur, d'un « chemin de fer » que vous n'aurez qu'à suivre pas à pas. Ce plan de montage permet aussi de prévoir la méthode à appliquer (esthétique et technique) pour cataloguer le document dans un certain genre, comme nous l'avons évoqué précédemment. Mais, de la même manière que vis-à-vis du scénario, ce travail préparatoire ne signifie pas obligatoirement respect absolu de ce qui a été décidé sur le papier (avec moins de liberté dans le cas d'un film de commande). Aussi précis et figolé que soit ce plan de montage, l'expérience montre que – pour diverses raisons pratiques ou esthétiques – il est très fréquent de devoir modifier certaines de ses parties au fur et à mesure de la progression du tournage. En résumé, le plan de montage doit être considéré comme un guide très utile, et non comme une « bible » que l'on doive respecter à tout prix.

## 9.1.3 Tournage et montage sont-ils indissociables ?

**1 Oui**, car le tournage amène inévitablement son lot de « scories », c'est-à-dire de plans ratés ou inutilisables et que cela implique un « nettoyage » que l'on ne peut effectuer qu'au moyen d'un montage salvateur ; que celui-ci soit réalisé en post-production ou bien directement sur le camescope (voir ci-dessous). Cette opération d'écrémage caractérise notamment le reportage et le documentaire, lorsque les images sont captées sur le vif au cœur d'une situation réelle (non « romancée ») et que le cadreur se trouve donc particulièrement exposé à toutes sortes d'imprévus.

**2 Non**, car une scène entière peut être constituée d'un unique plan : il s'agit du *plan-séquence*, lequel contient tous les éléments visuels et sonores nécessaires au bon déroulement de la situation mise en scène. L'exemple le plus banal est celui de la captation de spectacle théâtral ou musical sur scène, pris du début à la fin en plan fixe depuis un camescope monté sur pied. Remarquons que dans un tel cas, la présence de l'opérateur n'est pas nécessaire si les réglages de prise de vue et de prise de son ont été effectués préalablement et que le camescope est déclenché par télécommande.

Cette manière primitive de filmer en plan fixe d'un unique point de vue conduit généralement à un ennuyeux spectacle. Le plan-séquence peut toutefois être rendu plus attrayant par des mouvements de caméra et/ou quelques effets modérés de zooming.

On doit au contraire faire une place de choix au plan-séquence tourné à la main avec un stabilisateur type Steadicam. Vous trouverez maints exemples de ce superbe exercice de style, en particulier dans les films de fiction

**3 « Tourné-monté ».** Il est enfin des vidéofilms qui impliquent le montage (reportage en situation réelle, par exemple), mais pour lesquels l'expérience du réalisateur permet de ne tourner que les plans requis pour le montage final.

C'est la méthode appelée « tourné-monté », exercice de haute voltige demandant une attention soutenue et des réactions rapides de la part du cadreur, lequel doit se trouver toujours au bon endroit au bon moment. Cette manière de procéder n'est pas à la portée du vidéaste inexpérimenté.

La grande vertu du tourné-monté est de supprimer le montage en post-production, en gagnant ainsi un temps précieux (particulièrement si le programme doit être diffusé le plus tôt possible). Dans ce cas, le cadreur est obligé de tourner les plans et les scènes dans la continuité, avec pratiquement pas de droit à l'erreur. Il peut néanmoins recommencer une scène ratée « à la volée », en utilisant une fonction du camescope de type *Edit Search* (localisation précise de début d'un plan). La chose était peu pratique (voire risquée) avec les camescopes à cassette, car il fallait revenir en arrière sur la bande, de manière à effacer et à réenregistrer exactement le nouveau plan par-dessus. C'est au contraire très facile avec les camescopes (désormais les plus nombreux) qui utilisent un support d'enregistrement « non linéaire », tel le Minidisque (DVD ou BD), le disque dur (HDD) ou la carte mémoire. Ces camescopes génèrent une indexation des plans tournés en les présentant sur l'écran LCD sous la forme de vignettes. Le cadreur dispose ainsi, intégré au camescope, d'un système de « dérushage » automatique, en temps réel. Il lui suffit ensuite de réaliser sa sélection, son « montage », directement pendant le tournage (au moment d'une pause, entre deux prises de vues, etc.), en effaçant ou en ne sélectionnant pas les vignettes des plans qu'il juge inintéressants ou ratés.

## 9.2 Équipe de montage

Durant le tournage d'une production importante, telle une fiction, des rapports d'activités – des « fiches » – ont été rédigés par la personne chargée du script pour ce qui concerne la prise de vues et par la personne (ou l'équipe) chargée de l'audio pour ce qui se rapporte à la prise de son. Ces fiches ayant été remises au réalisateur dès la fin du tournage, ce dernier s'y reporte pour élaborer son montage. En principe, les membres de l'équipe de prise de vues ne participent pas au montage.



Figure 9.1 Montage en équipe.

*Grâce à la facilité de mise en œuvre de l'outil informatique, le réalisateur peut envisager d'effectuer seul le montage de son vidéofilm. Mais la situation est bien meilleure lorsque, comme ici, il bénéficie du précieux concours d'une assistante – de préférence la personne qui était chargée du script lors du tournage – ainsi que d'un ingénieur du son, gérant avec une grande compétence la partie audio du programme. Photo Gérard Galès.*

Cela étant, il n'est pas rare que la personne chargée du script soit présente lors du montage, généralement à la demande expresse du réalisateur. La (ou le) script ayant été la « mémoire » du tournage, elle est habituellement la plus apte à synthétiser les éléments épars du tournage, repérer des plans perdus ou « oubliés », à se souvenir de l'articulation des raccords, etc. Pour ce qui est de l'opération technique de montage proprement dite, un monteur professionnel ou tout au moins une personne ayant une bonne expérience dans ce domaine est indispensable.

En production de vidéo institutionnelle, il n'est pas rare que ce soit le réalisateur qui assure également le montage, car c'est lui qui connaît le mieux tous les tenants et aboutissants du projet. Ce produit étant son « bébé », le réalisateur peut souhaiter ne laisser à personne d'autre que lui le soin de « l'accoucher ». Ce qui ne pose pas de problème s'il dispose aussi d'une solide formation technique de monteur. En production amateur, le vidéaste porte souvent seul toutes les casquettes, pour des raisons évidentes d'économie, mais également par souci de simplicité (apparente). Il se retrouve ainsi scénariste, cadreur, preneur de son, script, réalisateur et maintenant monteur, truquiste et ingénieur du son-mixeur de studio. Peu de personnes étant capables de maîtriser tous les corps de métiers, les premiers résultats ne sont pas forcément à la hauteur des espérances de départ...

### 9.2.1 Importance du monteur

Le métier de monteur requiert des connaissances techniques et artistiques, la capacité d'expression par l'image et le son sans doute plus étendues que celles que l'on demanderait à un spécialiste (cadreur, un scénariste, un preneur de son ou un éclairagiste). Si vous

considérez, sans doute à juste titre, que ces spécialistes étaient indispensables à la réussite du tournage, vous serez au moins aussi exigeant en ce qui concerne son montage en post-production. Parmi les qualités que doit avoir un bon monteur, on peut citer au niveau technique la précision et la rapidité d'exécution (ce qui nécessite une excellente maîtrise de l'outil), afin de minimiser le temps à passer devant la machine (lequel est onéreux si le montage est effectué dans un studio de location). Le monteur doit savoir exploiter à fond chacune des fonctions mises en œuvre à toutes les étapes du montage.

Au niveau de l'esthétique, on lui demande une connaissance parfaite de toutes les « règles » de montage (cf. 9.4), notamment pour assurer les « bons » raccords et résoudre d'éventuels problèmes de continuité. Il doit aussi faire preuve d'une bonne dose d'intuition afin de sentir, deviner, appréhender rapidement et à coup sûr quels sont les assemblages d'images et/ou de sons les plus appropriés à une situation donnée. Enfin, une grande qualité que l'on est en droit d'attendre chez un monteur, est de faire preuve d'une grande patience et de beaucoup de compréhension face aux souhaits pas toujours clairement exprimés, ni bien définis, du réalisateur ou du client.

## 9.2.2 Couple réalisateur-monteur

Il en est de l'équipe de montage comme de l'équipe de tournage. Quel que soit son poste, du plus important au plus modeste, chacun doit être en mesure d'apporter sa pierre à l'édifice sans pour autant empiéter sur les prérogatives de l'autre ni lui « demander la Lune ». Le binôme réalisateur-monteur ne fait pas exception à cette règle. Ce travail en commun est très courant dans le domaine de la vidéo *broadcast*, un peu moins dans l'institutionnel et malheureusement quasiment ignoré la plupart du temps dans la sphère amateur. Or le monteur n'est pas seulement là pour faire fonctionner et piloter un certain nombre de machines sous les ordres d'un réalisateur. Loin d'être un simple pilote exécutant, son rôle est de proposer à chaque fois que nécessaire des solutions techniques et esthétiques profitables au « bébé » qui va naître. Il doit aller au-delà des attentes du réalisateur et ne pas hésiter à « mettre son grain de sel » dans la production, mais sans chercher à l'imposer sans son accord. Grande capacité d'écoute et de dialogue face à des demandes parfois pressantes, délirantes, voire despotiques, d'un réalisateur surexcité, sont les vertus cardinales du monteur. Le poste est difficile, qui nécessite professionnalisme, patience et adaptabilité.

On peut ici prolonger la métaphore en comparant le monteur à un accoucheur devant faire preuve de psychologie mais de fermeté, face à une future maman un peu angoissée. En revanche, un réalisateur expérimenté doit être à l'écoute de son monteur, lorsque celui-ci propose sa solution à un problème rencontré lors du

montage. Ce réalisateur doit parfois accepter de « mettre de l'eau dans son vin », lorsque ses vœux initiaux ne peuvent être exaucés pleinement. Il sait cependant rester ferme quant au message qu'il doit faire passer aux spectateurs : c'est le seul maître à bord.

Il y a parfois des tentatives de prise de pouvoir d'un côté ou de l'autre, une trop forte personnalité ayant tendance à vouloir s'imposer sur l'autre, sans rien concéder : une telle situation est très défavorable pour la réussite finale de l'œuvre !

Notre conclusion sera que les maîtres mots : Écoute réciproque – Respect – Tolérance sont les atouts de la réussite du duo réalisateur/monteur devant exprimer la quintessence de sa créativité et de sa productivité.

## 9.2.3 Infographiste

Ce poste est apparu dans les studios de montage avec le développement fulgurant des technologies informatiques de numérisation et de compression d'image. Grâce aux puissants outils graphiques de programmes spécialisés (dits de *compositing*), l'infographiste est capable de créer des décors et des personnages entièrement virtuels sous forme d'animation 2D ou de modélisation 3D. Les images de synthèse, l'interactivité et plus généralement les effets spéciaux sont ses domaines de prédilection. Mais selon l'orientation de la production du studio (cinéma, vidéo, dessin animé, jeu, Internet, etc.), il lui est souvent demandé de se spécialiser dans un domaine spécifique. S'il s'agit de création d'images et de textures en 2D, cela va essentiellement requérir de sa part un bon coup de crayon (ce dernier étant dans ce cas électronique, agissant sur une tablette graphique périphérique au clavier et à la souris de l'ordinateur) et une bonne connaissance de la gestion des couleurs, des effets de matières et autres fonctions.

S'il doit réaliser de la modélisation et de l'animation de personnages en 3D, l'infographiste devra également posséder de solides connaissances en matière de volume, d'espace, de profondeur et de mouvement. Dans tous les cas, sa créativité et son sens artistique sont mis à contribution, tout autant que ses compétences techniques et informatiques. Dans un studio de montage audiovisuel multimédia d'aujourd'hui, l'infographiste peut tout aussi bien être conduit à retoucher des photos, des images vidéo, des dessins et des textes, à créer des logos, des menus DVD ou des génériques d'émissions TV.

## 9.2.4 Truquiste

Ce spécialiste des effets spéciaux collabore en général très étroitement avec l'infographiste. Il intervient lui aussi en amont de la post-production sonore. Très demandé sur les films à gros budgets nécessitant d'importants décors d'époque ou de science-fiction, il maîtrise la plupart des programmes informatiques de

création d'effets spéciaux, mais il doit être également capable de réaliser (voire bricoler) toutes sortes de maquettes où évolueront les personnages virtuels créés par l'infographiste. Si – par le truchement d'incrustations et de trucages virtuels – il est ultérieurement chargé d'intégrer ces éléments dans le montage, il porte la double casquette de « monteur-truquiste ». Un tel poste demande à la fois de grandes compétences techniques (création de maquettes, connaissance parfaite des outils logiciels et matériels d'informatique), mais surtout de l'imagination, lui permettant de créer des situations irréelles, mais donnant l'illusion du vrai.

En pratique courante, le travail qui lui est demandé s'assimile à celui d'un infographiste. C'est souvent le cas à la télévision où son rôle consiste surtout à faire l'habillage des chaînes et des diverses émissions. Dans un studio de production vidéo classique (industrielle, événementielle, de publicité, etc.), il n'est pas rare qu'il soit aussi chargé de masquer des éléments indésirables ou des imperfections d'image.

### 9.2.5 Illustrateur sonore

C'est un peu l'équivalent du truquiste au niveau du son. À la fois technicien hors pair et créateur imaginaire, l'illustrateur sonore (*sound designer* pour parler français) prend en charge la réalisation du contenu sonore de l'œuvre. Cela englobe la musique, les effets sonores destinés à renforcer le contenu visuel, parfois aussi les dialogues rajoutés en voix off (ou en doublage). On peut lui demander de créer une trame audio originale tout autant que d'adapter des éléments sonores existants puisés dans des banques de sons. Son travail consiste à déterminer les besoins en matière d'enregistrements vocaux, à définir un style et des thèmes musicaux en accord avec les orientations artistiques et le contenu du document. Il est avant tout un grand connaisseur de musique, ouvert à tous les styles et à toutes les époques. Il travaille en étroite collaboration avec l'ingénieur du son, l'éventuel compositeur interprète et le directeur artistique s'il y a lieu. Il doit savoir exploiter les logiciels spécialisés dans la création musicale pour trouver des ambiances sonores spécifiques et créer des effets spéciaux originaux (écho, réverbération, etc.). Dans certains cas, il peut aussi être amené à choisir et/ou produire des bruitages et à collaborer pour cela avec l'ingénieur du son, l'infographiste et le truquiste. Plus spécifiquement embauché jusqu'à présent dans la production d'émissions TV, de publicités et de produits multimédias, notamment les jeux vidéo, l'illustrateur sonore œuvre de plus en plus souvent aujourd'hui pour des sites Internet.

### 9.2.6 Ingénieur du son de studio

Le rapprochement des métiers de l'image et du son, *via* l'évolution des technologies informatiques, a vu

la disparition de la plupart des petits studios audio indépendants et l'intégration directe de l'ingénieur du son au cœur du studio de montage vidéo, où il travaille conjointement avec le monteur image. Dans ce cas, l'ingénieur du son de studio est plus spécifiquement chargé de la réalisation du mélange (mixage) des multiples canaux (pistes) audio. Il répartit les divers niveaux de volumes en fonction de l'importance relative de chacune de ces pistes, gère l'étalonnage des fréquences graves et aiguës (égalisation), ainsi que divers effets et fournit au final un signal audio composite (2 canaux stéréo, multicanal Surround 5.1, par exemple), compatible avec le support de diffusion choisi. Son travail est aussi bien technique qu'esthétique, car il doit être capable de doter le son du document monté d'une « couleur » spécifique en accord avec l'ambiance globale recherchée.

Selon les studios et les personnalités, le mélange sonore (le « mixage ») se fait encore parfois sur une table de mixage classique (avec ses potentiomètres, ses cadrans, ses bargraphs, ses voyants, etc.). Néanmoins, le numérique prend de plus en plus d'importance en montage audio. Comme nous le verrons, les grands logiciels de montage sont aussi complets et performants en ce qui concerne l'image que le son ; mais il y a aussi de nombreux programmes élaborés, spécialisés dans l'édition audio. En travaillant avec l'un de ces derniers, l'ingénieur du son procède à des découpages de fichiers audio, à des retouches visant à supprimer certains défauts du message sonore et à l'ajout d'effets spéciaux.

L'ingénieur du son de studio gère aussi la réalisation (prise de son, mixage, étalonnage) de doublages simples tel que le commentaire en voix off (*Voice Over*), les effets instrumentaux et des bruitages divers. En l'absence d'illustrateur sonore, il peut aussi être amené à exploiter et monter des extraits de musiques et/ou de bruitages préenregistrés puisés dans des banques sonores.

### 9.2.7 Commanditaire

Dans toute production vidéo, de la plus modeste à la plus ambitieuse, il y a un commanditaire réel ou virtuel, c'est-à-dire une personne ou un organisme ayant l'intérêt, l'envie ou le besoin d'exploiter le programme finalisé. C'est le plus souvent le commanditaire qui monte le projet, le finance (parfois en partenariat avec d'autres personnes ou organismes) et en confie la réalisation à un vidéaste indépendant ou une société de production professionnelle. Le vidéaste est la plupart du temps son propre commanditaire (lorsqu'il porte toutes les casquettes). Si le document une fois monté ne correspond pas à ses espérances, il en est le seul responsable et il ne tient qu'à lui de l'améliorer d'une manière ou d'une autre. La situation est très différente en production professionnelle, car le commanditaire s'assimile avant tout à un client. Ce personnage ou l'or-

ganisme dont il dépend (chaîne de télévision, société privée, institution publique, association...) ayant financé la réalisation, il est en droit d'exiger en retour un document vidéo conforme au cahier des charges initialement établi. Si ce n'est pas le cas ou si des divergences apparaissent, le commanditaire peut alors faire jouer son droit au *final cut* (c'est-à-dire la structure du programme finalisé), dont il bénéficie habituellement par contrat. Il peut ainsi obliger le monteur, réalisateur ou producteur à « revoir sa copie » et à modifier tout ou partie du document commandé. Dans le cas de plusieurs commanditaires (coproduction), c'est généralement le plus important (par son financement) qui est le seul détenteur du *final cut*.

## 9.3 Des méthodes pour mieux monter

Nous avons vu, dans les premiers chapitres de cet ouvrage, qu'une méthodologie de tournage bien maîtrisée contribuait très efficacement à la réussite des prises de vues et des prises de sons. Il en est de même pour le montage. Avant de vous confronter à votre logiciel ordinateur « banc de montage » pour débiter la post-production de votre œuvre, nous vous conseillons fortement de passer tout le temps qu'il faut afin de faire plus ample connaissance avec les diverses méthodes de conduite d'un montage, de la plus simple à la plus élaborée.

La connaissance de ces méthodes vous permettra d'optimiser votre travail devant l'ordinateur et de comprendre pourquoi vous devez choisir telle manière de monter plutôt qu'une autre, cela en fonction des caractéristiques des rushes et/ou de la nature et du style que vous désirez conférer à votre réalisation.

### 9.3.1 Dérusher avant de commencer à monter

Le tournage étant achevé et le montage envisagé, le premier souci du responsable de cette opération (qu'il s'agisse du réalisateur ou d'un monteur indépendant) est de prendre connaissance de cette matière première qu'il va devoir « travailler » sur l'ordinateur. La conduite du travail diffère sensiblement selon la nature du projet. Si ce dernier a été soutenu par un story-board, l'ensemble de ces documents de travail constitue un précieux fil conducteur, facilitant le choix de la meilleure prise de chaque plan, en fonction de sa qualité technique, de l'intérêt de l'action ou du jeu des acteurs.

Dans les domaines du reportage ou du documentaire au contraire, on ne dispose le plus souvent que d'un simple plan de tournage. S'il s'agit d'une réalisation en équipe réduite, le monteur n'hérite peut-être que de quelques notes plus ou moins hâtivement jetées sur le papier. Dans ces conditions défavorables, mais plus fréquentes qu'on ne le croit, le monteur est



Figure 9.2 Dérushage.

Un logiciel de montage virtuel est pourvu d'un système automatique d'indexation des plans enregistrés au tournage, lequel dispense le monteur de la longue et fastidieuse méthode de dérushage « manuel sur papier ». En ne sélectionnant dans la liste que les plans utiles au montage en cours, on peut réaliser rapidement un pré-montage grossier, sans avoir à transférer la totalité des rushes dans le disque dur de l'ordinateur. Image Gérard Galès.

obligé de découvrir et de répertorier toutes les images et les sons enregistrés au fur et à mesure du dérushage. Plusieurs lectures de l'ensemble de ces éléments, complétées de notes abondantes et précises sont alors indispensables, afin de décrypter, classifier et établir la liste précise des plans susceptibles d'être utilisés dans le montage.

Un programme logiciel dédié au « dérushage automatique » peut s'avérer très efficace pour le repérage et l'indexation rapide de tout plan enregistré. Chaque plan est accompagné d'une petite vignette permettant de se faire une idée de son contenu. Quelle que soit la manière de travailler le dérushage, il doit en résulter un plan de montage fixant de manière claire et définitive la ligne directrice du montage (il peut y avoir plusieurs lignes directrices dans le cas où l'on envisage différentes versions d'une même œuvre). Ce document, le plus souvent rédigé sur papier – plus facile à consulter qu'une vue écran – liste chaque élément visuel et/ou sonore à inclure dans le montage. Le document spécifie la durée prévue de chaque plan et indique sa place dans le programme final. On peut le compléter d'indications relatives au mode de transition entre deux plans (*cut*, volet, fondu, etc.), au filtre d'effet spécial prévu, au trucage à appliquer à certaines scènes, l'emplacement et la nature des titres, génériques, etc. Il faut également prévoir une colonne « Remarques » précisant le type et la nature des corrections vidéo ou audio à effectuer sur certains éléments.

### 9.3.2 Lecture et exploitation rationnelle du code temporel (TC)

Tous les vidéastes connaissent bien le petit compteur qui s'incrute sur demande dans un coin de l'écran LCD ou du viseur du camescope et s'agite lorsqu'on enregistre ou qu'on lit une séquence vidéo. Fonctionnant sur un mode horaire (affichage en heure:minute:seconde: image (25 im/s en PAL/50 Hz) [hh:mm:ss:ii] ce code temporel (TC pour *Time Code*) marque chaque image enregistrée qui se trouve ainsi dotée d'une sorte de « plaque d'immatriculation » unique. Si le *time code* affiche, par exemple, TC 01:25:42:24, cela signifie qu'il s'agit de la 128 574<sup>e</sup> image enregistrée depuis le début, lequel est codé TC 00:00:00:00.

#### Calcul du nombre d'images à partir de TC 00:00:00:00

$$(h \times 3\,600 \times 25) + (min \times 60 \times 25) + (s \times 25) + (i)$$

Pour l'exemple ci-dessus (TC 01:25:42:24) on trouve bien :

$$(1 \times 3\,600 \times 25) + (25 \times 60 \times 25) + (42 \times 25) + (24)$$

soit :

$$(90\,000) + (37\,500) + (1\,050) + (24) = 128\,574 \text{ images.}$$

Grâce à ce principe d'identification, il est très facile de repérer une image quelconque par rapport à l'image précédente et à l'image suivante. Le programme de capture (copie des rushes sur l'ordinateur) exploite ce TC pour piloter le camescope en lecture ou bien en enregistrement lors de l'exportation du programme final. Cependant, la numérotation des images n'est pas la seule fonction du TC : il enregistre également des « données utiles » (*data code*), en l'occurrence la date et l'heure réelles, à chaque fois que l'on presse la détente d'enregistrement du camescope (ou le bouton *Record* d'une platine DVD, par exemple). C'est grâce à ces données de date et d'heure qu'un programme de dérushage automatique ou de détection de scènes à la capture s'avère capable (entre autres méthodes), de repérer les différentes séquences d'enregistrements. Dans l'index qui résulte de ce dérushage automatique, la vignette représentative du plan vidéo est accompagnée de l'affichage des codes temporels de début et de fin de ce plan. Leur différence indique sa durée. Au montage, vous bénéficiez en permanence de l'affichage de ce code temporel dans la visionneuse, mais aussi dans la fenêtre de montage elle-même (appelée *timeline*). La *timeline* comporte une échelle temporelle graduée sous laquelle la séquence vidéo concernée vient se placer sous la forme d'un segment graphique linéaire. C'est ainsi que la connaissance d'une certaine valeur de TC permet de poser un repère sur un point quelconque de ce segment.

Si par exemple, une séquence vidéo figurant sur la *timeline* dure précisément 6 s, alors que le *time code* affiché est TC 00:00:03:00, cela signifie que la tête de lecture est exactement positionnée au milieu du segment, à mi-distance de son début (IN) et de sa fin (OUT). En pratique, ce système permet de naviguer rapidement et dans les deux sens le long d'une piste de montage (audio ou vidéo) et de spécifier l'emplacement exact où l'on veut placer une coupure, un effet, un fondu, etc.

### 9.3.3 Maquette de montage en mode *off-line*

Le terme *off-line* signifie simplement que l'on réalise un montage que l'on souhaite définitif, mais en se servant initialement d'éléments vidéo (copie des originaux) de faible résolution : ce qui justifie l'appellation de « maquette ». Dans une opération de maquettage classique, toutes les données relatives à la composition du montage sont ensuite transférées sur une plateforme informatique plus puissante, ayant la capacité de manipuler, de traiter, fichiers originaux « lourds » et d'insérer des effets spéciaux, en effectuant les calculs bien plus rapidement, très souvent en temps réel.

Cette machine informatique a pour mission de « conformer » le programme, c'est-à-dire de lui donner sa structure définitive, avec tous ses attributs et dans sa pleine résolution : on obtient ainsi le pro-

gramme terminé, de la plus haute qualité *on-line*, ce qui veut dire diffusable, mais que l'on utilise le plus souvent comme « matrice » d'édition ou document master pour le tirage de copies d'exploitation.

De nos jours, quand on doit monter le vidéogramme à partir de rushes enregistrés dans un format HD extrêmement gourmand en puissance de traitement, il est de plus en plus habituel d'utiliser la même plateforme informatique pour la réalisation de la maquette de montage, puis pour sa conformation. Afin de ne pas avoir à utiliser toute la puissance de traitement (du « processeur »), le programme logiciel permet d'abord d'exécuter le montage maquette en plus faible résolution que les rushes originaux (pour ce faire, le logiciel pilote le codec chargé de compresser les rushes sélectionnés, stockés dans le chutier). L'accélération du traitement fait gagner un temps précieux et procure une grande souplesse de travail au monteur qui peut expérimenter des effets ou modifier son montage sans perdre du temps en attente de traitement. Une fois la maquette validée, on peut réaliser la conformation : le programme logiciel « récupère » les rushes originaux « pleine résolution » de manière automatique et, en se fondant sur les valeurs de *time code* (TC), il les substitue fidèlement avec tous leurs attributs aux copies « allégées » des plans de la maquette.

Une raison majeure d'adopter la solution du maquettage en basse résolution, c'est quand l'ordinateur personnel n'est pas assez puissant pour activer le logiciel de montage (ou qu'il ne dispose pas d'un espace de stockage suffisant) autorisant la réalisation du programme définitif. Il faut toutefois que le programme de montage « maquette » soit capable d'éditer une liste de montage (EDL pour *Edit Decision List*) pouvant être correctement interprétée par le programme logiciel de la puissante station informatique qui sera ultérieurement utilisée pour le montage final. Cette liste (un fichier léger pouvant tenir dans une petite clé USB) indique tous les points d'entrée et de sortie (*In/Out*) de chaque plan monté en se basant sur les valeurs TC. Elle est ensuite remise au studio de post-production en même temps que les rushes. Le monteur n'a plus alors qu'à re-capturer ces derniers (avec le TC) dans la station de montage, en se référant à cette liste pour retrouver sur la *timeline* toutes les séquences montées avec leurs attributs de découpage. En accord avec le réalisateur, il rajoute ensuite les corrections, trucages et effets spéciaux complémentaires.

### 9.3.4 Méthode de l'ours provisoire

Héritée du montage cinéma pour la constitution de la « copie de travail », la méthode de l'ours est un processus de montage par éliminations successives. On monte bout à bout, de préférence dans l'ordre du scénario, les copies des plans « utiles » prélevés dans l'ensemble des rushes : dans un film avec mise en scène, par exemple, une bonne proportion de plans

on fait l'objet de plusieurs prises. Dans un deuxième temps, on ne conserve de ce premier bout à bout que les meilleures prises parmi les plans sélectionnés. On continue ainsi à supprimer les doublons, à raccourcir les plans trop longs, à ajuster les raccords, etc., jusqu'à parvenir à un montage épuré, lequel n'est censé réunir que la quintessence des images et des sons.

La méthode s'avère efficace lorsque, au départ, on ne sait pas trop quel plan sélectionner parmi plusieurs prises plus ou moins semblables ou que le plan de montage est très approximatif. Elle n'est cependant pas sans danger, en particulier si l'on a opté dès le départ pour une capture sélective des rushes en mode *Batch* (par lots), cela en ne copiant dans le disque dur de l'ordinateur que les séquences jugées utiles à ce moment-là. Même si l'on a pris soin de recopier l'intégralité des rushes, le risque est grand, au moment du premier tri, de mettre à la corbeille certains plans que l'on avait trop précipitamment jugés inutiles.

C'est pour cela que le monteur de talent n'hésite jamais à reconsidérer son approche, quitte à revisiter les rushes afin d'y découvrir le plan « qui va bien », mais qui avait échappé à sa sagacité lors de la première sélection.

### 9.3.5 Montage en mode *on-line*

C'est la procédure de montage la plus directe, mais aussi celle qui requiert la préparation la plus soignée pour être bien réussie. La méthode consiste à effectuer d'emblée le montage définitif sur la station informatique choisie (dans un studio professionnel ou sur son ordinateur personnel), cela sans passer par la création préalable d'une maquette off-line en basse résolution, ni même d'un « ours » provisoire. Les seuls plans indispensables à l'élaboration du document final sont directement prélevés dans le chutier au fur et à mesure des besoins et posés (associés) sur la *timeline* jusqu'à obtention de l'assemblage désiré. Puis, les filtres, effets et corrections sont appliqués par-dessus, sans plus attendre. On achève généralement le montage par l'illustration sonore, les titrages et le générique.

Voilà de quoi gagner beaucoup de temps, penserez-vous ? Certainement oui, mais à condition que le montage ait été préalablement conçu et étudié dans ses moindres détails sur le papier ! Faute d'un fil conducteur précis, le temps passé devant la machine risque d'être excessivement long et fatigant. Il est certes possible de monter on-line par tâtonnement et « approximations successives », car le montage virtuel tolère bien des erreurs de découpage et d'assemblage ; il permet de multiplier sans risque les essais et les versions d'une même œuvre, mais la rigueur de pensée tout autant que la créativité risquent d'en souffrir. Un monteur épuisé physiquement et nerveusement par des heures de « bidouillages » à l'ordinateur manque singulièrement d'efficacité.

Nous pensons que le montage en mode *on-line* ne s'accomplit sereinement qu'à partir d'un plan de montage bien établi, découlant lui-même d'un dérushage

soigné et conduit dans le respect du scénario ou du story-board. D'une manière générale, quelle que soit la méthode de montage choisie, sachez prendre du recul en évitant l'autosatisfaction. Parce qu'il est difficile de juger objectivement du résultat après avoir travaillé de longues heures sur un montage, nous vous conseillons d'arrêter le travail, de l'oublier un jour ou deux, avant de reprendre le montage (encore moins de le considérer comme « bon à tirer » en vue de sa diffusion).

En observant votre montage avec un œil neuf, vous vous rendez peut-être compte que le raccord de plans ou l'effet spécial que vous trouviez excellent après l'avoir maintes fois retravaillé, apparaît maintenant surfait ou inadapté. Pour l'avoir expérimentée en de nombreuses occasions, nous savons à quel point cette phase de « repos » bénéficie à la fois à la créativité du monteur et à la qualité du montage.

### 9.3.6 De l'utilité des plans de coupe

Il ne s'agit pas d'une méthode de montage à proprement parler, mais d'une « ponctuation » visuelle permettant d'attirer ou de maintenir l'attention du spectateur pendant le déroulement d'un plan statique, trop long ou manquant d'intérêt. Le plan de coupe porte bien son nom, car il a en effet pour rôle de scinder un plan ou une séquence et d'y insérer un plan supplémentaire, que pour cette raison on appelle aussi un *insert*. Il est particulièrement efficace pour « alléger » un plan-séquence, une interview ou un plan fixe.

Sans en faire une règle absolue, un plan de coupe fonctionne mieux s'il est de courte durée (3 s au maximum)

et – puisqu'il est bref – en gros plan, afin d'être immédiatement identifié par le spectateur. Imaginez l'interview d'un personnage évoquant son passe-temps favori dans la conversation, la pêche à la ligne, par exemple. Il vous est facile d'insérer un plan de coupe le montrant en train de pêcher, tandis que le dialogue se poursuit en voix *off*. Si l'interview se prolonge, vous avez sans doute intérêt à insérer un deuxième plan de coupe, sur le même sujet, mais vu sous un angle différent ; disons, un poisson en gros plan se débattant frénétiquement au bout de la ligne.

L'insertion d'un plan de coupe est le moyen efficace de dynamiser le récit, mais aussi d'attirer, par un gros plan, l'attention du spectateur sur un détail, un objet, une expression sur un visage, etc., qu'il ne verrait pas aussi distinctement sur un plan général.

La décision d'introduire des plans de coupe dans une séquence se prend au montage, mais la chose n'est possible que si vous aviez pris soin de faire une ample moisson de plans fixes lors du tournage. On pouvait autrefois utiliser des plans extraits d'autres séquences de tournage, voire d'une banque d'images, mais il est extrêmement peu probable – maintenant qu'une majorité de vidéofilms sont tournés en HD, le plus souvent en 16:9 – que vous puissiez mettre la main sur un plan d'archives idéal, c'est-à-dire se mariant parfaitement avec les rushes originaux.

## 9.4 Différents types de raccords

Mettre bout à bout des images différentes, c'est un peu comme bâtir une pièce de tissu en patchwork. On s'in-



Figure 9.3 Comment éviter les faux raccords ? Voir p. 249 du cahier couleur.

(En haut) Dans ce premier strip de montage, les raccords entre les plans 2 et 3, ainsi qu'entre les plans 3 et 4, sont « boiteux ». En effet, la règle des 180° n'ayant pas été respectée lors du tournage, l'axe de prise de vue est passé de l'autre côté de la ligne symbolique reliant les regards des deux personnages. Il en résulte ceci : dans le plan 3, le personnage en bleu semble s'être subitement retourné, alors que dans le plan 4, on dirait que le personnage en chemise jaune lui tourne le dos. On pourrait penser à supprimer cette image 3 au montage, mais on se retrouverait dans ce cas avec deux plans successifs sur le personnage en jaune, presque à la même échelle, en perdant de plus l'effet visuel et sonore de champ/contre-champ.

(En bas) Une solution assez satisfaisante résolvant ce type de problème consiste à insérer, en lieu et place de ce plan 3, un plan de coupe (sans personnage) montrant un détail de la scène. Celui-ci permet de faire « oublier » au spectateur la position relative des deux personnages, mais en conservant la parole (en voix *off*) de l'homme en bleu. Images Gérard Galès.

terroge afin de déterminer si le motif qui se marie avec celui placé à sa droite va également s'accorder avec celui de gauche. Et, plus globalement, si cette portion de l'œuvre s'harmonise avec le tout... Le problème est du même ordre en montage vidéo : ce plan va-t-il s'accorder avec le précédent et avec le suivant ? C'est l'expérience, acquise au fil des années par les cinéastes du monde entier, ainsi que le niveau d'éducation et de compréhension du spectateur « type » – ce que nous appelons son « niveau de tolérance » – qui a permis d'y répondre et d'édicter de manière empirique des « règles » à respecter en la matière. Il est, par exemple, toujours utile d'observer les réactions des spectateurs durant la projection et d'écouter leurs commentaires à la sortie.

Les monteurs professionnels dignes de ce nom connaissent ces « règles » empiriques de montage et les appliquent systématiquement afin de ne pas tomber dans le piège du faux raccord, ce vilain hiatus visuel qui ferait dire au spectateur lambda que le spectacle en question est « boiteux », illogique, etc. Cependant, rien n'empêche un monteur (réalisateur) à l'esprit créatif de transgresser ces règles.

Le cinéma d'auteur actuel démontre que ce qui était autrefois considéré comme choquant (au niveau des raccords, entre autres) ne l'est plus forcément aujourd'hui. Jouer avec les faux raccords est même un exercice de style pratiqué par certains cinéastes d'avant-garde. Nous conseillons toutefois au vidéaste amateur encore inexpérimenté (c'est peut-être votre cas) d'adopter d'abord une démarche logique, en s'imprégnant bien des règles du montage classique. Lorsque vous aurez acquis une bonne maîtrise du montage traditionnel, vous pouvez avoir envie de vous écarter des sentiers battus : mais connaissant les « règles de l'art », vous saurez du moins comment et pourquoi !

### 9.4.1 Raccord de rupture

En « collant » bout à bout deux plans différents sur la *timeline* de l'écran du logiciel de montage, vous créez *de facto* un raccord de rupture. Mais vous ne devez pas laisser au hasard le soin de décider de la pertinence de cette articulation essentielle. Le choix du point de raccord entre les deux plans est d'une importance capitale, car il contribue à déterminer à la fois le style et la signification de l'assemblage. Si votre dessein est de créer une sensation de brusque rupture, de passage instantané à une autre vue, optez sans hésiter pour un *raccord en coupe franche* (on dit « en *cut* »), c'est-à-dire sans effet de transition intermédiaire entre les deux images raccordées. Par exemple, vous raccordez en *cut* pour signifier qu'une action ou une journée est pleinement achevée, qu'il y a un changement radical de lieu, de sujet, d'époque, etc.

Le raccord en *cut* est également très usité pour dynamiser et rythmer un montage. En tronçonnant une séquence et en ne montrant au spectateur que de

courts fragments de celle-ci, on « réactive » sans cesse son intérêt, car il est obligé de « décrypter » chaque nouvelle image proposée. Les réalisateurs de publicités télévisées l'ont bien compris, qui parviennent à afficher, par exemple, une succession de 20 plans en *cut* dans un *spot* d'une quinzaine de secondes. Ce type de message visuel très cursif requiert, de la part du monteur, un sens du rythme et de la dynamique très développé.

L'insertion de plans de coupe (cf. 9.3.6) s'avère souvent un moyen très efficace de sauver des raccords trop brutaux (dont on dit « qu'ils ne passent pas ») ou bien pour camoufler de « vrais » faux-raccords.

### 9.4.2 Raccord de continuité

Il ne s'agit plus, comme ci-dessus, de créer une rupture, mais au contraire de « passer en douceur » d'un plan à l'autre. Une solution de facilité (faisant parfois office de pansement afin de masquer un raccord qui serait mauvais en *cut*) consiste à passer d'un plan à l'autre à travers un *effet de transition* (cf. 9.5.5), tel un volet, agissant comme un masque mobile entre les plans, ou encore une dissolution, laquelle « désintègre » l'image amont dans l'image aval. L'effet de transition classique (à la fois efficace et discret) est le *fondue enchaînée*, avec lequel la dernière image du premier plan disparaît graduellement au profit de la première image du plan suivant.

Le *raccord de transformation* (ou *morphing*) est surtout utilisé avec un personnage (qui n'est pas forcément humain !) ou un objet filmé en gros plan : celui-ci se déforme comme de la pâte à modeler et se transforme progressivement en un autre. D'une manière générale, ces divers types de transitions – il y en a bien d'autres – ont pour fonction de produire le même effet « psychologique » chez le spectateur, soit pour créer une sensation de continuité dans le récit, soit pour évoquer le sentiment de temps passé entre deux scènes (ou de distance entre deux lieux). En résumé, le dessein du raccord de continuité est « de faire glisser » le regard du spectateur d'un plan (ou d'une scène) à l'autre sans qu'il bute sur le moindre obstacle.

Mais le raccord de continuité peut tout aussi bien utiliser la coupe franche en *cut*. Les scènes d'action (combats, poursuites, etc.) si appréciées du public, sont les plus grosses consommatrices des raccords en *cut*, la continuité étant assurée au moyen de raccords de mouvement (du sujet et/ou de caméra). En pratique du montage, la scène est tronçonnée en une multitude de plans très brefs pour la dynamiser au maximum, le but final étant cependant de créer une sensation de simultanéité dans l'action. Les monteurs expérimentés savent à quel point il est difficile de réussir un raccord en mouvement. Il suffit parfois de décaler le point de montage de quelques images – en amont ou en aval – pour que le raccord soit parfait au lieu d'être plus ou moins « raté ».

Une « règle » communément appliquée par les meilleurs est de couper le plan en plein dans le mouvement du sujet et d'en tirer deux segments inégaux. On a remarqué que la sensation de continuité fonctionne idéalement quand on consacre un tiers du temps (début de l'action) dans le plan amont et – après la coupe – deux tiers du temps (milieu et fin de l'action) dans le plan aval. En dépit de leur subtilité, ce ne sont là que des indications de base, car il est le plus souvent nécessaire d'affiner la position du point de montage, jusqu'à obtenir le raccord le plus harmonieux (c'est-à-dire celui qui favorise la continuité du récit). Un outil logiciel tel que le *Trim* (une fenêtre spécifique de gestion des raccords) est alors le bienvenu, car il permet de « travailler » le raccord avec la plus grande précision.

Si vous désirez intégrer une telle scène d'action dans votre montage, avec un maximum d'efficacité, rappelez-vous (au moment du tournage bien sûr) qu'il faut la filmer sous plusieurs angles et selon des points de vue différents (ou à plusieurs caméras dans une réalisation professionnelle). N'oubliez pas que vous pouvez créer une subtile sensation de continuité en tirant parti de divers attributs de l'image ou du son (que ce soit en *cut* ou *via* une transition). L'occasion s'en présente, par exemple, quand l'éclairage ou les couleurs sont similaires ou qu'ils s'harmonisent dans les deux plans à raccorder. La continuité s'obtient d'une manière élégante et efficace grâce à la bande sonore : lorsqu'une musique, une voix ou un bruitage « recouvre » la durée de plusieurs plans, ou de plusieurs scènes. Des combinaisons de mouvements de caméra (tel l'enchaînement de panoramiques ou de travellings) ou de focales (plusieurs zoomings consécutifs, par exemple) peuvent également contribuer à la continuité du récit.

### 9.4.3 Ellipse temporelle

Cet artifice fondamental de l'art du montage est le moyen efficace de raccourcir une action trop longue et dont certaines phases du déroulement ne sont pas nécessaires à la compréhension du récit. Prenons l'exemple très courant d'un personnage rentrant chez lui : il arrive en voiture, se gare, sort du véhicule, le ferme, puis traverse le parking, entre dans le hall de son immeuble, monte les escaliers et ouvre enfin la porte de son appartement. Ouf ! Filmée dans son intégralité et montée telle qu'elle, cette séquence semblerait interminable, insupportable pour le spectateur. Il est donc impératif de la raccourcir, c'est-à-dire de couper dans le temps en la rendant ainsi dynamique et intéressante. Pour résoudre le problème, il faut éliminer de grandes portions des plans filmés, voire certains plans qui sont « implicites » (par exemple, l'homme qui sort ses clés de sa poche), tout en conservant une sensation (très subjective, bien sûr) d'écoulement du temps et de continuité de l'action.

Cette compression du temps ne présente pas de réelles difficultés si l'on a dans l'esprit les quelques « règles » suivantes :

- Que tous les plans qui composent la séquence soient axés sur le sujet principal de l'action, afin de maintenir la sensation de continuité et d'obliger le spectateur à ne s'intéresser qu'à lui.
- Ne conserver que les actions les plus significatives de la séquence. Dans l'exemple ci-dessus ce serait en priorité : Il gare la voiture – Il la ferme par télécommande – Il entre dans le hall de l'immeuble – Il ouvre la porte de son appartement.
- Monter tous les plans en coupe franche (en *cut*), de manière à accentuer la sensation de simultanéité. Il faut en revanche supprimer l'effet de « cassure » qui en résulte grâce à une articulation « fluide » des plans.
- Pour obtenir cette continuité, chacun des raccords doit être effectué au cœur du mouvement de ce sujet (on peut dire « au paroxysme de l'action »). N'utilisez jamais d'effet de transition en fondu enchaîné ou de dissolution, car ceux-ci suggèrent qu'un surcroît de temps s'est écoulé entre les deux plans. On pourrait avoir recours à un volet pour passer d'un plan à l'autre, mais celui-ci semblerait tellement suranné et artificiel que le spectateur d'aujourd'hui en serait surpris et peut-être gêné. Faites-en l'expérience en observant attentivement les meilleurs *spots* publicitaires : la continuité et l'ellipse de temps sont pleinement obtenues quand le spectateur ne remarque pas les changements de plans : peut-être aurez-vous du mal à les compter...

## 9.5 Maîtriser les fonctions logicielles de base

Il y a forcément un moment où un vidéaste « engagé » doit effectuer (ou surveiller la conduite de) son premier montage : ceci peut lui poser de sérieux problèmes s'il n'a pas conscience que le montage est aussi fondamental que le tournage pour la réussite de l'œuvre. Un opérateur expérimenté a plus de chances d'obtenir d'emblée un honnête résultat car – ainsi que nous l'avons évoqué – il a déjà « pensé » à bien enchaîner les plans au moment du tournage.

Quoi qu'il en soit, la plupart des monteurs débutants vont passer plus de temps à essayer de comprendre quelles sont les fonctions les plus importantes du logiciel, à quoi elles servent et quand les activer, qu'à pratiquer le montage de manière créative. Dans de telles conditions, le novice qui sera resté très longtemps devant sa station informatique, pour un résultat somme toute très décevant, risque de se dégoûter à jamais de cette étape essentielle de la création.

Avant de vous lancer dans le montage de votre programme, commencez par vous familiariser avec

toutes les fonctions de base du logiciel de montage que vous avez choisi, d'autant qu'elles ne sont pas toutes fondées sur exactement les mêmes logiques et « gestuelles » de fonctionnement. Une fois que vous aurez acquis les notions d'équilibre et de juste dosage dans la manière de piloter et d'exploiter la puissance du logiciel et de l'ordinateur, vous aurez énormément progressé sur le chemin de la réussite. Cet acquis est définitif et ne s'oublie pas (c'est comme apprendre à lire une partition musicale). En d'autres termes, le montage devient une sorte de réflexe qui vous permet d'être performant dès que vous abordez le travail. La pratique intensive du montage rend vite cette activité agréable et efficace.

Exercez-vous chaque fois que possible en assemblant judicieusement des plans prélevés dans des rushes, voire dans des enregistrements d'émissions TV, dans le seul but d'évaluer ce que cela donnera en final, lorsque vous copierez (exporterez) votre œuvre sur le support de diffusion, DVD par exemple. Quand vous en serez là, recueillez les réactions à chaud de vos spectateurs, afin d'en tirer de précieux enseignements sur la manière de conférer un maximum d'impact à vos prochaines créations audiovisuelles.

### 9.5.1 Réduire la durée du plan

Déterminer la durée d'un plan au moment du tournage peut être la bonne façon de procéder, particulièrement dans le cas du reportage événementiel que l'on veut exploiter le plus rapidement possible, c'est-à-dire sans ou avec un minimum de montage en post-production. L'inconvénient est que chaque plan étant « formaté » d'origine, il est difficile de l'utiliser ultérieurement dans un programme différent. La stratégie mérite d'être étudiée plus en détail.

**1 Plan trop long.** Ne croyez surtout pas que tout ce que vous allez filmer sera « bon pour le service » et se retrouvera tel que dans le programme final. Même la technique du « tourné-monté » (cf. 9.1.3) ne vous dispense pas de tout montage. Le principe de tour-

nage « minimaliste » vous permet de réduire très sensiblement le nombre de plans ratés (ou inutiles), mais il implique que vous ayez bénéficié de conditions de tournage très favorables.

Si, comme la grande majorité des vidéastes, vous ne faites pas partie de la catégorie des « voltigeurs » du tourné-monté, vous aurez probablement choisi d'enregistrer des plans assez longs, dans le dessein de ne pas rater l'instant paroxystique de l'événement. Il sera évidemment nécessaire de raccourcir les plans conservés, en les débarrassant des « parties inutiles » entourant le cœur de l'événement.

#### Un conseil

N'ayez aucune indulgence envers votre propre travail. Un défaut assez répandu chez le débutant est en effet d'inclure un plan inutile ou de médiocre qualité dans le montage, sous le seul prétexte qu'il fut difficile à filmer. Pareillement, le monteur novice a presque toujours tendance à « faire trop long », ce qui se traduit sur l'écran par un rythme trop lent. N'hésitez pas à couper, à raccourcir les plans et les séquences. Rappelez-vous qu'il s'agit de montage « virtuel », avec lequel vous ne travaillez que sur des copies : il n'y a donc aucun risque de détruire ni d'endommager des fichiers originaux bien abrités dans le disque dur.

**2 Plans réutilisables.** Depuis que la vidéo est numérique, il n'y a pas d'inconvénients à réutiliser des rushes dans un nouveau programme, plusieurs mois voire plusieurs années après le tournage. Ce n'était pas le cas du temps de l'analogique, car chaque génération de copies dégradait inéluctablement la qualité des originaux. Par ailleurs, le nouveau document peut être d'une nature très différente du programme initial. Par exemple, tel extrait d'une scène de rue, d'une séquence de voyage ou d'une interview – que vous aviez tourné dans l'esprit du reportage – va peut-être trouver ultérieurement sa place dans un film de fiction ou un documentaire. Mais dans la plupart des cas, la



Figure 9.4 En montage virtuel, il est très aisé de modifier la durée d'un plan déjà monté.

Sa durée étant représentée par un segment graphique dans la fenêtre de montage, le plan peut être réduit (ou rallongé s'il a été préalablement réduit) en « tirant » simplement sa bordure amont ou aval vers la gauche ou vers la droite. Un des grands avantages du montage virtuel est qu'il est toujours possible de revenir en arrière sur une action, afin d'annuler une modification finalement jugée inopportune. Image Gérard Galès.

réutilisation des éléments d'une ancienne séquence implique un « remontage », adapté au rythme et au style du nouveau document.

Vous verrez au chapitre 20 que votre logiciel de montage dispose des outils vous aidant à atteindre ce but : d'abord à la capture des rushes, en marquant vous-même – grâce au *time code* – les points d'entrée et de sortie des plans devant être copiés sur l'ordinateur (mode *Batch* ou par lots), ou bien dans le chutier du programme de montage en modifiant les points d'entrée/sortie virtuels du plan, ou encore dans la fenêtre de montage proprement dite (la *timeline*) en « tirant » sur les bords du plan (segment) avec la souris. Ces procédures sont plus faciles à exécuter qu'à expliquer.

### 9.5.2 L'art de fractionner les plans

On peut souhaiter fractionner un plan pour diverses raisons. Soit parce que celui-ci est trop long et que seule sa première et/ou sa dernière partie doivent être conservées. Dans ce cas, il est souvent plus rapide de couper le plan en deux sections et de supprimer la « mauvaise » que de le raboter petit à petit par son côté amont ou aval. Soit parce que l'on prévoit d'extraire une brève partie située au centre du plan (elle est délimitée par deux points de coupure), par exemple, le rire d'un enfant inséré dans un spectacle de cirque filmé en plan-séquence. Mais ces coupes peuvent également répondre au besoin d'éliminer plusieurs sections du plan afin de le raccourcir. Pour maintenir l'apparence de continuité, il y a généralement lieu d'insérer un plan de coupe à la place des sections enlevées (cf. 9.3.6). Les interventions de cette nature permettent de « dynamiser », de donner du rythme, à l'ensemble d'une séquence dont l'action est un peu « faiblarde », de valoriser le discours d'une personne interviewée, ou bien – par un insert en gros plan – d'attirer l'attention du spectateur sur un objet ou autre élément de l'environnement qui est appelé à jouer un rôle important dans le déroulement du récit.

### 9.5.3 Recadrage et encadrement des images

En ce qui concerne la présentation des images, il y a une grande différence entre la photographie et la vidéo : on peut toujours « découper » dans une photo sur papier pour lui donner les proportions désirées, alors que les images vidéo et de télévision sont projetées sur un écran de « ratio » donné, en pratique 4:3 ou 16:9. Néanmoins, le procédé numérique permet maintenant de recadrer, de modifier les proportions, de grossir ou de diminuer la taille des images, le plus souvent sans altérer leur qualité physique. Avec l'aide du logiciel ad hoc, rien ne vous empêche de « triturer » le cadrage de vos vidéos pour en changer l'orientation, la taille ou l'inclinaison, ou bien pour leur appliquer divers ornements de type bordure, ombrage, effet de relief, etc.



Figure 9.5 D'une manière générale, la fonction de recadrage permet de modifier ou de rétablir l'équilibre de l'image, mais elle autorise aussi un certain nombre de « fantaisies ».

*Dans cet exemple, les bordures de l'image ont été « habillées » en leur conférant l'aspect d'un écran de cinéma en toile blanche, monté sur pied-support (effet Hollywood FX). La vidéo semble être projetée à la manière d'autrefois, lors d'une séance de cinéma amateur. Image Gérard Galès.*

Encore faut-il que ces manipulations soient justifiées aux yeux du spectateur et en adéquation avec le message que vous voulez lui communiquer. Le recadrage vidéo a assez souvent le but purement utilitaire de masquer un élément indésirable se trouvant en périphérie de l'image. À l'appel de la fonction dédiée du logiciel, le programme grossit tout bonnement la taille des pixels, ce qui a pour effet de chasser les quatre bords de l'image hors de l'écran, selon l'amplitude désirée pour cet effet de « zoom numérique ». On peut alors décentrer l'image latéralement ou en hauteur afin d'éliminer le motif gênant. Inversement, il est parfois souhaitable ou nécessaire de rapetisser l'image, afin de placer un cadre tout autour. On peut également vouloir retailler l'image dans la forme panoramique du Cinémascope, en posant des bandes noires en haut et en bas de l'image.

Réduire la taille de l'image permet d'en faire tenir plusieurs à l'intérieur du cadre de l'écran, par exemple afin de présenter simultanément des actions parallèles, complémentaires ou opposées. Cette manière de partager l'écran total est très intéressante, car cette mise en relation « physique » crée un espace composite plus ou moins complexe, ayant la capacité d'interpeller le spectateur. Ce dernier adopte alors naturellement une approche plus analytique que si ces mêmes scènes avaient été traditionnellement présentées l'une après l'autre.

Enfin, le recadrage combiné à une stabilisation logicielle de l'image, permet de corriger plus ou moins

parfaitement l'instabilité de l'image provoquée par le tremblement du caméscope tenu en main. Utilisée en post-production, cette action corrective fonctionne exactement comme le stabilisateur d'image numérique à la prise de vues. Le logiciel contient un petit programme (automatique et transparent à l'utilisateur) spécifiquement dédié à la correction de ce grave défaut ; parfois au prix d'une certaine dégradation de la qualité d'image.

### 9.5.4 Animer les images statiques : l'art du banc-titre

L'opération de recadrage, décrite ci-dessus, se combine de plus en plus souvent avec une fonction dite « de trajectoire » autorisant divers déplacements de cadre(s) et/ou de point de vue dans un cadre. Cela permet de créer deux effets d'animation qui n'ont pas le même impact sur le spectateur. Ces fonctions portant différentes appellations selon les programmes de montage qui les hébergent, nous les baptiserons à notre manière : *animation dans le cadre* et *animation du cadre*.

**1 Animation dans le cadre.** Bien qu'il soit possible de créer ce type d'effet sur une séquence vidéo, c'est plus habituellement à partir d'une image statique à deux dimensions (photo, tableau, dessin, etc.) que vous utiliserez cet outil associant panoramique et zooming (*Pan and Zoom* dans le jargon). Cet effet d'animation dans le cadre (autrefois réalisé en cinéma vue par vue sur un statif « banc-titre ») vous sera particulièrement utile lorsque vous voudrez insérer une ou plusieurs images fixes dans le montage ; il est pratiquement indispensable pour la réalisation d'un diaporama vidéo. Bien qu'il ait conservé son appellation générique, ce dernier n'a plus grand chose à voir avec le diaporama « photographique » d'autrefois, avec lequel les images se succédaient mollement à la queue leu leu, dans le meilleur des cas en fondu enchaîné.

De nos jours, quels que soient leur origine et leur rôle dans le programme, les images présentées sur un écran se doivent d'être dynamiques ! S'il s'agit d'une photo, c'est-à-dire d'une vue fixe, il faut rendre sa présentation plus attrayante en donnant, autant que faire se peut, l'illusion d'une scène réelle explorée par une caméra. Par exemple, une combinaison de plusieurs recadrages sur diverses régions de la photo permet au logiciel de créer, par interpolation entre les cadres de départ et d'arrivée (dont les coordonnées ont été soigneusement relevées), une trajectoire plus ou moins complexe qui mémorise l'enchaînement de mouvements de zoomings et/ou de panoramiques, tels qu'ils seraient exécutés à la caméra par un opérateur d'une adresse diabolique. Cette méthode d'analyse offre un double intérêt : d'une part, séduire le spectateur en conférant l'apparence de mouvement à une image fixe, d'autre part, obliger ce spectateur à concentrer son attention sur les éléments de la scène que vous avez sélectionnés.

**2 Animation du cadre.** Il ne s'agit plus comme précédemment de simuler un mouvement à l'intérieur du format fixe de l'écran, mais au contraire de déplacer la totalité de l'image – dont les dimensions ont été réduites pour la circonstance – dans le cadre de l'écran. Cet effet de déplacement est également créé avec l'outil de trajectoire, selon le même principe de spécification des paramètres de départ et d'arrivée du mouvement. L'effet peut être « en 2D » (déplacement contenu à l'intérieur du cadre de largeur X et de hauteur Y) ou bien « en 3D », c'est-à-dire avec un effet de perspective et de relief grâce à la simulation de la troisième dimension, la profondeur Z.

Il est ainsi possible de réaliser des combinaisons de mouvements très complexes, donnant l'illusion d'une image qui virevolte dans tous les sens, telle une feuille de papier flottant au gré du vent. Ce type d'effet très spectaculaire peut certes dynamiser une scène autrement banale, mais nous vous conseillons de ne l'utiliser qu'avec une extrême parcimonie, voire pas du tout : il devient vite lassant pour le spectateur qui voit tous les jours à la télévision des images virtuelles encore plus improbables, qui ne surprennent plus personne, même pas les enfants. Or, la mission d'un spectacle audiovisuel quel qu'il soit n'est pas « d'épater la galerie », mais de séduire et de convaincre les spectateurs.

### 9.5.5 Comment les effets de transition peuvent améliorer un montage

Nous avons montré (*cf.* 9.4) à quel point la pertinence du raccord entre deux plans assure la solidité de cet assemblage et, plus généralement, la réussite du montage lui-même.

Pour un vidéogramme davantage axé sur le fond que sur la forme, le raccord en coupe franche (dit *cut*) est presque toujours préférable. Il y a cependant des cas où le besoin se fait sentir « d'envelopper » quelque peu le raccord : soit parce que celui-ci est un peu « bancal », ou bien que vous ne disposiez pas du plan de coupe idoine permettant de masquer une saute d'image créée par la suppression d'une portion de plan. C'est un peu comme si vous deviez cacher une fissure dans un mur avec un peu d'enduit étalé au couteau. L'intervention est invisible si elle se confond avec ce qui l'entoure, en l'occurrence l'esthétique des plans amont et aval et, plus généralement, le style de l'œuvre.

Néanmoins, la fonction d'un effet de transition n'est pas forcément « réparatrice » : il peut avoir pour rôle « d'habiller » le raccord en le gratifiant d'une ornementation visuelle, ou bien de renforcer le message grâce à son style particulier (par exemple, un volet iris « à l'ouverture » dans un montage conçu à la manière du cinéma muet).

Par nature, les effets ne sont efficaces que s'ils sont exceptionnels. Ne cédez surtout pas à la tentation de



Figure 9.6 Le fondu enchaîné est l'effet de transition le plus pratiqué depuis l'invention du cinéma. Voir p. 249 du cahier couleur. Il est toujours aussi efficace dans les nombreux cas où le passage d'un plan à l'autre doit être « adouci ». Comme ici, où les deux plans successifs sont assez semblables, il permet de suggérer la notion de temps qui s'écoule sans heurt, en faisant mieux accepter le changement de lieu par le spectateur. Image Gérard Galès.

les multiplier dans le vidéofilm, sous prétexte qu'ils sont faciles à insérer et que votre logiciel de montage vous en propose une multitude de tous les genres. Optez de préférence pour un seul type de transition, car – même s'il n'en a pas conscience – il est très pénible pour le spectateur de subir le visionnage d'un « catalogue » de styles. Le choix d'un type d'effet de transition est important. Si nécessaire, testez-en plusieurs avant de sélectionner celui qui s'avère le mieux adapté à votre propre style et à votre montage. Il est généralement admis qu'un volet facilite le passage dynamique d'une situation ou d'un lieu à un autre, alors qu'un fondu enchaîné ou une dissolution induit plutôt la sensation de temps passé en douceur.

Les transitions proposées dans les bibliothèques d'effets combinent parfois des mouvements très complexes. Ainsi, avez-vous de fortes chances d'y retrouver l'effet d'animation du cadre décrit ci-dessus (cf. 9.5.4). Imaginez une image (A) de départ, d'abord en plein écran, puis qui se réduisant fortement comme si elle s'éloignait dans le fond de l'écran. Ce petit cadre-image se déplace ensuite en zigzag, fait une pirouette sur lui-même, grossit à la taille du plein écran, mais en affichant maintenant l'image (B). Cet effet spectaculaire est certes remarquable sur le plan technique, mais bien des connaisseurs le jugeront gratuit et « tape à l'œil ». Posez-vous la question avant de décider : est-ce que cet effet apporte réellement quelque chose au message que je veux transmettre à mes spectateurs ?

### 9.5.6 Styles de titres et de sous-titres

On peut imaginer un programme prêt à diffuser qui soit exempt de tout effet spécial, de trucage ou de musique d'ambiance, alors qu'il doit certainement être doté de titres. Un générique est effectivement indispensable pour informer le spectateur sur le nom ou l'objet du vidéofilm et citer les personnes et les organismes qui



Figure 9.7 La raison d'être d'un titrage est d'informer le spectateur sur la nature du spectacle auquel il assiste.

Il n'empêche que la manière dont ces titres sont présentés est d'une grande importance. Faites en sorte que la forme des lettres (le style de la police), leur taille, leur couleur et même la position du texte dans le cadre contribuent à « enjoliver » l'image de fond. Par exemple, dans cet extrait d'une séquence sur la célèbre plage des Salines en Martinique, la police de caractères a été sélectionnée en raison de ses courbes douces et ondulantes, rappelant les vagues, tandis que le corps des lettres a été rempli d'un dégradé évoquant les reflets du soleil couchant. En somme, le style de ce titrage conforte l'idée d'exotisme et de vacances sous les tropiques. Image Gérard Galès.

ont participé à sa réalisation. Dans le cas où une partie ou la totalité des dialogues sont dans une langue étrangère, il faut incruster des sous-titres en bas de l'écran ou de l'image. En dépit de son évidente nécessité, la fonction de titrage a souvent été négligée et considérée comme d'importance secondaire dans l'histoire du montage vidéo. À l'époque du montage linéaire (à partir de rushes enregistrés sur bande magnétique), le seul moyen pratique de titrer un film demandait l'emploi d'un générateur de texte, périphérique de la régie analogique, seulement capable de produire des textes

dépourvus de tout effet. Après l'avènement du montage virtuel sur ordinateur, le titrage est resté quelque temps le parent pauvre du montage vidéo. Dans les débuts du numérique, les fonctions de titrage offertes par les logiciels ou *plugins* de prix abordable par la majorité des vidéastes amateurs étaient très limitées. Ce n'est plus du tout le cas aujourd'hui.

Le « graphiste-titreur » peut maintenant tirer le meilleur parti des centaines de différentes polices de traitement de texte dont dispose l'ordinateur et ne se limite plus aux classiques options Gras, Italique et Souligné. Il peut doter les caractères d'attributs décoratifs tels que bordure, effet de relief, dégradé, texture, etc., et aussi faire défiler ou « danser » le texte dans l'image, en lui appliquant des trajectoires à la manière des animations dans le cadre (cf. 9.5.4). La plupart des programmes actuels disposent d'une vaste bibliothèque d'effets d'animation de titres et de trajectoires pré-réglées : il suffit de sélectionner à la souris l'effet désiré dans un menu, puis de le faire glisser sur le texte composé pour le faire, par exemple, virevolter en tous sens à la lecture. Grâce à l'emploi d'ordinateurs toujours plus puissants, le titrage bénéficie pleinement de la 3D. Il s'avère ainsi capable de simuler un effet de volume en jouant sur la perspective et de restituer l'illusion d'un déplacement du texte dans un espace tridimensionnel, comme s'il s'agissait d'un objet quelconque ; chaque lettre d'un mot peut être animée séparément. L'outil du titrage en 3D est un module programme élaboré (un *plugin*) qui interagit avec le logiciel principal de montage.

On peut dire que le titrage est ainsi passé d'une fonction purement informative à celle de « bel objet », ayant la capacité d'enrichir efficacement le montage, tant sur le plan technique qu'esthétique. La profusion des polices et la variété des effets possibles permettent à tout vidéaste de conférer un style de texte très personnel à ses productions.

Il est bon de rappeler que différents stéréotypes se sont succédé au cours de l'histoire du cinéma, puis de la télévision, lesquels ont façonné, puis imprégné l'esprit du spectateur. Ce dernier associe instinctivement le style de titrage à un certain type de document audiovisuel. Les créateurs de programmes institutionnels ou de messages publicitaires en ont pleinement conscience et ils veillent à ce que le style de ces graphismes soit en harmonie avec la nature de l'œuvre.

C'est ainsi qu'un générique classique, lettres blanches sur fond noir ou de couleur sombre (ou bien des textes transparents incrustés dans le fond de l'image réelle) et se déroulant du bas vers le haut, manque peut-être d'originalité, mais a en revanche le mérite de convenir à des spectacles de différentes natures et de ne pas se démoder. Au contraire, l'adoption d'un style de lettrage original fait « branché » (avec le risque de sembler bientôt « ringard ») et s'associe davantage à un document de communication d'entreprise, une publicité ou un documentaire culturel. Quand aux

titrages très typés (style médiéval, romain, asiatique, etc.), ils ont été tellement utilisés au cours des temps qu'ils sont devenus des poncifs et s'associent souvent dans l'esprit du spectateur à des films à petit budget.

Un programme réussi n'a besoin que d'un lettrage sobre, élégant et bien lisible ; mais s'il est raté, ce n'est sûrement pas un générique voyant et tarabiscoté qui le sauvera !

Nous vous conseillons d'adopter une unique couleur de corps de texte, une seule couleur d'ombrage, de bordure, etc., et de faire en sorte que leur association soit aussi harmonieuse que possible, ou tout au moins en adéquation avec le style du vidéogramme qu'il soutient. De gros défauts que l'on constate trop souvent sur le générique des films passant à la télévision (à éviter par conséquent dans vos propres réalisations) : les caractères qui sont trop petits pour être lisibles, les textes qui défilent trop rapidement et les couleurs qui « bavent », en particulier le rouge (car c'est la couleur pour laquelle l'œil à la plus faible résolution).

### 9.5.7 Les vilaines images méritent une bonne correction

Pendant le tournage, de nombreuses causes risquent d'engendrer des rushes dont les couleurs sont peu naturelles ou bien affectées de dominantes indésirables : réglage incorrect de la balance des blancs, éclairage mixte (mélange de lumière du jour et de lampes tungstène, par exemple), sources au spectre incomplet (tubes fluorescents, diode Led), etc. Dans les cas – assez fréquents en pratique courante – où l'on n'a pu éviter ces erreurs de colorimétrie à la prise de vues, il est heureusement possible de les corriger en post-production.

À cet effet, la plupart des logiciels de montage sont dotés d'outils très élaborés de correction colorimétrique, qu'il faut toutefois apprendre à bien maîtriser. Cette fonction d'*étalonnage couleur* permet d'harmoniser les couleurs de deux plans issus, par exemple, de caméscopes différents. Pour ce faire, on place côte à côte des images extraites de ces plans sur la *timeline* afin de les comparer, puis de leur conférer, en agissant sur des curseurs de réglage, la même colorimétrie, et ainsi de suite pour tous les plans concernés, voire l'intégralité du vidéogramme.

Outre cette fonction correctrice, l'outil colorimétrique du logiciel autorise une approche purement créative, par exemple, en affectant l'ensemble d'une séquence ou d'une scène d'une subtile dominante colorée, donnant naissance à un certain climat psychologique.

Nous avons évoqué ci-dessus le rôle « contrôle des teintes » des outils colorimétriques, mais ces derniers permettent également de modifier les deux autres attributs de l'image, c'est-à-dire la *luminosité* et le *contraste* (ce dernier est directement lié à la notion de

*gamma*). Efforcez-vous d'exploiter à fond les possibilités offertes par ces outils, que ce soit pour de simples opérations correctives « de retouche », ou pour une créative « mise en couleurs ».

## 9.6 Des fonctions logicielles très évoluées

Les programmes de montage les plus élaborés dits « pro » (forcément assez onéreux) sont logiquement dotés d'un plus grand nombre de fonctions évoluées. Néanmoins, comme dans d'autres applications de la technologie informatique, un certain nombre de ces fonctions avancées sont maintenant offertes par des programmes logiciels « grand public » de prix modéré. Si vous n'avez expérimenté pour l'instant que les fonctions de base de votre programme de montage (ce qui est déjà une belle réussite, dont nous vous félicitons) n'en déduisez surtout pas que les autres sont plus difficiles à mettre en œuvre ! Le véritable problème, s'il y en a un, n'est pas de « lancer » telle ou telle fonction, mais de l'employer à bon escient. Parmi ces fonctions évoluées, plusieurs sont en mesure d'enrichir le contenu et le pouvoir expressif de votre montage, sans que cela fasse « tape à l'œil » pour autant.

### 9.6.1 Modifier la vitesse d'un mouvement

Bien qu'ils soient vieux comme le monde (du cinéma), les effets de ralenti et d'accélération sont d'emploi aussi intéressants et efficaces aujourd'hui. Ces effets qui sont (ou étaient) réalisables à la prise de vues (seulement avec certains caméscopes) s'obtiennent bien plus aisément en post-production. C'est d'ailleurs une précieuse vertu de la vidéo numérique de permettre de créer de toutes pièces les effets de ralenti ou d'accélération au stade du montage, c'est-à-dire qu'ils sont applicables à n'importe quelle séquence tournée normalement. Vous pouvez ainsi déterminer librement la cadence de restitution du mouvement dans votre montage. Cette cadence est exprimée, soit en nombre d'images par seconde (im/s), soit en pourcentage de réduction ou d'amplification par rapport à la cadence normale de 25 im/s.

**1 L'accélération.** Une accélération modérée est souvent associée à l'idée de burlesque, notamment aux films monochromes du cinéma muet. Rappelons – à ceux qui ne le savent déjà – que ces films des premiers âges furent tournés « à la manivelle » à une cadence de 16 im/s. C'est pour cela que les images restituent le mouvement en accéléré et de manière saccadée lorsqu'elles sont projetées à la cadence cinéma standard de 24 im/s : cette connotation comique n'était nullement prévue à l'époque !

Si vous voulez utiliser créativement l'effet d'accélération, sachez calculer la cadence résultante, c'est-à-dire

la durée réelle de l'événement après « compression ». La cadence normale de lecture vidéo étant de 25 im/s, conserver par exemple une image du plan original sur 5, accélère le mouvement de cinq fois (5×) : un événement de durée 30 s ne durera plus que 6 s. Un effet d'accélération très spectaculaire, assez souvent utilisé pour le générique de séries télévisées du genre « polar », consiste à filmer durant 24 heures (86 400 s) et du même point de vue, le paysage diurne et nocturne de la ville. Si vous ne conservez, mettons, qu'une image toutes les 120 secondes, soit  $(86\,400/120) = 720$  images, la séquence durera  $(720/25) = 28,8$  s dans le montage final. En pratique, on ne fait évidemment pas fonctionner un caméscope en continu pendant 24 heures, mais, par exemple, à raison de 2 secondes toutes les 2 minutes, la prise de vues étant alors gérée en mode automatique par un dispositif électronique appelé *intervallomètre*.

**2 Le ralenti.** Les séquences au ralenti sont fréquentes dans le cinéma spectacle : deux personnes qui s'élancent en courant l'une vers l'autre, le soldat mortellement touché qui s'abat sur le sol, l'accident de voiture répété plusieurs fois, mais présenté sous des angles différents, etc. Alors que l'accélération compresse le temps et confère de la dynamique à l'action, le ralenti prolonge le temps et met l'accent sur le climat émotionnel de la scène. Le ralenti s'applique généralement à des scènes d'action rapide, trop fugaces pour être pleinement ressenties par le spectateur. Nous n'avons pas besoin de revenir en détail sur l'abondant emploi qui est fait du ralenti dans les reportages sportifs et l'analyse « scientifique » du mouvement (*cf.* 7.7).

Un point mérite d'être souligné : contrairement à l'accélération que l'on peut décider et réaliser sans problème au stade du montage (à partir de n'importe quelle séquence tournée à la cadence normale de 25 im/s), un excellent ralenti – c'est-à-dire permettant une analyse précise du mouvement sans dégradation de l'image – doit être créé à la prise de vues. Que ce soit en cinéma ou en vidéo, on doit utiliser une caméra « haute fréquence », le ralentissement s'obtenant automatiquement en augmentant la cadence de prise de vues, mais en lisant la séquence à la cadence normale. Si, par exemple, l'enregistrement a été effectué à la cadence de 250 im/s, la séquence restituée sera ralentie de  $250/25 = 10$  fois.

Cependant, l'effet de ralenti modéré (de 1,5× à 3×), convenant bien à une séquence de programme de fiction, est une fonction classique, disponible dans maints logiciels de montage : il est donc applicable à tous les rushes enregistrés normalement. Le ralenti est créé par interpolation des images copiées entre les images d'origines. Par exemple, le doublement du nombre des images ralentit la séquence de deux fois. Des algorithmes de traitement d'image très complexes ajoutent la dose de « flou de filé » nécessaire pour que le ralenti soit le plus fluide possible.

## 9.6.2 Enrichir la vidéo par la superposition et l'incrustation d'images

Comme autrefois le cinéma muet, l'art vidéographique d'aujourd'hui fait souvent appel à des images composites, formées de la superposition ou de l'incrustation de deux images « primaires » (ou plus). Bien qu'ils mettent en œuvre des technologies et des outils logiciels différents, ces deux trucages sont souvent associés ; ils se gèrent et se paramètrent très aisément dans la plupart des programmes de montage actuels, mais ils requièrent un minimum de deux voies (ou « pistes ») vidéo. Ils autorisent une grande variété d'effets. Voici les principaux usages que vous pourrez en faire dans vos productions vidéographiques :

**1 La superposition.** L'effet de superposition le plus simple consiste à recouvrir une séquence vidéo (que l'on appelle une « couche ») par une autre couche. Le mélange des éléments des deux séquences s'obtient en rendant la couche supérieure semi-transparente : ce qui crée l'effet « fantomatique » si apprécié des amateurs de films fantastiques.

Selon l'approche et le langage du spécialiste, on définit une vidéo occupant forcément tout le cadre de l'image, comme étant la « couche de fond » (*background*), tandis que l'autre couche plus ou moins transparente qui lui est superposée est un « objet », pouvant se déplacer dans le cadre ou bien rester sagement ancré dans son coin. Si la machine est assez puis-

sante et que le logiciel est pourvu des outils adéquats, il est possible de superposer simultanément plusieurs couches dotées d'attributs différents et de transparences variées, de les faire se recouvrir partiellement ou totalement et de leur appliquer des trajectoires spécifiques et éventuellement combinées.

**2 L'incrustation.** Il s'agit également de la combinaison d'au moins deux couches vidéo (souvent plus), mais un peu à la manière d'un puzzle. Il s'agit cette fois d'éléments d'images sélectionnés (des « objets » ou des personnages), que l'on vient « sertir » dans une image globale définie comme étant le « fond ». D'où le terme, très approprié, d'incrustation (*overlay*, en anglais).

La métaphore vous facilitera peut-être la compréhension du principe de ce trucage : imaginez un rectangle de tissu rouge de la taille de l'image vidéo dans lequel vous aurez découpé une ouverture « en pochoir ». Celle-ci épouse exactement le contour d'un élément du décor, d'un personnage ou d'un objet que vous voulez incruster. Si vous prenez maintenant un autre rectangle de tissu, jaune par exemple, et que vous le placez en dessous du tissu rouge, une partie du tissu jaune apparaît à travers l'ouverture pratiquée dans le tissu rouge. À partir de deux « couches », vous avez ainsi réalisé un ensemble composite, combinant le « fond » (rouge) et l'objet incrusté (jaune).

Dans le cas qui nous occupe de l'incrustation vidéo, la découpe représentant les contours de l'objet est bien évidemment électronique. Comme obtenir la forme de la découpe ? Eh bien, en prenant pour « outil » de



Figure 9.8 Incrustation. Voir p. 249 du cahier couleur.

On a ici remplacé le fond neutre, par un paysage tourné en extérieur. L'enfant se trouve ainsi transporté dans un d'environnement significatif et plus dynamique. On peut sélectionner toute autre image vidéo pour l'arrière-plan, en installant ainsi le sujet dans un climat psychologique ou une ambiance spécifique. Ce principe d'incrustation électronique est abondamment exploité à la télévision pour la création d'effets spéciaux en studio : notamment pour les annonces météo où les diverses cartes s'incrustent derrière le présentateur. Image Gérard Galès.

découpe une certaine valeur de couleur (chrominance), ou une certaine valeur de luminosité (luminance). Lorsqu'elle a été précisément désignée, la région de l'image contenant cette couleur ou cette luminance est rendue transparente par le logiciel. Il suffit ensuite de procéder à une superposition des deux images pour voir, derrière l'objet à incruster, le fond virtuel choisi se substituer au décor qui l'entourait au moment de la prise de vue.

### 9.6.3 Incrustation multicouche (*compositing*)

Il s'agit là de la forme la plus élaborée de l'incrustation, regroupant un ensemble de techniques combinant diverses sources (vidéo, photo, dessin en 2D, image de synthèse en 3D) dans une même image : d'où l'appellation de composition (*compositing*). Grâce à un programme logiciel dédié à ce type de trucage, *Adobe After Effects* par exemple, on peut réaliser des effets « d'empilement » sur de nombreuses couches vidéo, en créant ainsi des images virtuelles animées complexes. On en trouve une foule d'exemples dans les films de SF, les dessins animés, les *spots* publicitaires et bien entendu les jeux (plus infographiques que vidéo). On y voit évoluer, par exemple, un personnage fictif dans un environnement réel, un comédien jouant avec un héros de dessin animé, etc.

Ce type de réalisation – à la fois technique et artistique – requiert l'emploi conjoint de différents outils spécialisés et il demande une grande puissance de calcul ordinateur. Une réalisation complexe est généralement conduite sur plusieurs postes informatiques et au moyen de programmes logiciels spécialisés, plutôt que sur le poste de travail dédié au montage. Un programme de montage de qualité « pro » est doté des outils d'incrustation évolués dont vous avez besoin

pour réaliser des « compositions » d'excellent niveau technique et artistique. Mais, « qui peut le plus, peut le moins », c'est-à-dire que le programme logiciel dédié au *compositing* (qui vous aura coûté plus cher) vous permet également de réaliser toutes les sortes d'animations vidéo, à partir d'éléments fixes ou animés (images, graphiques, tracés...).

### 9.6.4 Habiller le montage avec des effets spéciaux

Lorsqu'il a découvert la grande diversité des effets spéciaux répertoriés dans son programme logiciel, l'amateur débutant peut avoir tendance à les multiplier inconsidérément dans son montage. Pour le monteur expérimenté, au contraire, l'essentiel est que le type d'effet – qu'il soit « spécial » ou non – soit bien adapté et bien dosé.

Habiller son montage, cela veut dire dissimuler sa « nudité » d'origine en le dotant d'une enveloppe, d'une ornementation, plus ou moins transparente. L'objectif visé est généralement d'embellir le programme, afin de mieux séduire le spectateur, alors que certains réalisateurs spécialisés dans la « communication d'entreprise » abusent volontairement de ces effets, dans le but inavouable de justifier leur facture un peu « salée ». On ne peut nier toutefois qu'un effet bien sélectionné peut alléger, dynamiser une séquence un peu longue ou un épisode trop technique.

Sans entrer dans les détails (*cf.* 21.2.8), nous classerons les filtres logiciels en trois grandes catégories :

- ceux qui agissent sur la « surface » de l'image, à la manière d'un filtre optique (au sens « photographique » du terme) : flou, grain, rayures, masque, colorisation partielle, noir et blanc, sépia, etc. ;
- ceux qui modifient la structure, la géométrie de l'image : onde, sphérisation, mosaïque, miroir, duplication, déformations diverses ;



Figure 9.9 Effets spéciaux.

Judicieusement placé dans le déroulement du programme et dosé avec précision, un effet spécial permet de truquer efficacement une scène, en simulat – par exemple – une matière qui n'existe pas réellement, invisible par nature. C'est le cas dans cette série de plans extraits d'une séquence vidéo. L'effet d'éclatement de la matière transparente crée l'illusion d'une vitre de sécurité explosant au premier plan. Remarquez également le texte en bas de l'image, censé être gravé sur la plaque de verre. Image Gérard Galès.

- ceux qui ajoutent un élément spécifique dans l'image : éclair, halo lumineux, nuage, ombre, reflet, etc.

Ces filtres sont analogues à ceux dont sont pourvus les logiciels de traitement d'image fixe (*Photoshop*, par exemple) ; si vous en disposez, vous pouvez déjà expérimenter leurs effets sur une simple photo.

### 9.6.5 Quid du montage automatisé ?

Avant d'être une technique, le montage est un art qui fait appel à de multiples talents : un domaine où la machine ne remplacera jamais l'homme. Tout au plus, la fonction de « montage automatique » peut-elle aider le débutant en lui fournissant une sorte de ligne directrice. Néanmoins, le montage automatisé peut véritablement vous faire gagner du temps en effectuant à votre place certaines opérations répétitives, telles que la mise en place d'effets de transitions ou de panneaux de titres. Ces fonctions automatisées sont inspirées de la méthode informatique de « macro-commande »,

avec laquelle la frappe simultanée de deux touches déclenche toute une série d'opérations préalablement mémorisées.

Nous dirons pour conclure que l'automatisme du montage n'est acceptable que s'il laisse la porte ouverte... aux corrections manuelles. En d'autres termes, vous devez pouvoir « retoucher » ce pré-montage afin de le personnaliser : tout dépend alors du nombre de modifications et de corrections que vous devrez effectuer avant que le résultat ne soit conforme à vos attentes. Il ne présente évidemment aucun intérêt si rien ne va et qu'il vous faut tout reprendre à zéro. S'il ne reste au contraire qu'à peaufiner ce montage en lui ajoutant votre touche personnelle, alors l'assistance au montage aura véritablement accompli sa mission. Dans le CV de votre assistant monteur automatique, les fonctions essentielles sont : la richesse en effets variés, la justesse et la précision de l'analyse, ainsi que la souplesse d'utilisation, notamment au niveau de la retouche au post-montage. Le reste n'est que de la « poudre aux yeux ».

## Esthétique de la bande sonore dans le montage

On ne peut imaginer un film cinéma, un programme vidéo, voire un simple diaporama qui serait présenté à son public dans un silence total. Outre les informations factuelles que la « bande sonore » communique par le dialogue ou le commentaire, la musique et les bruits ont la vertu d'évoquer un certain climat, une ambiance particulière. C'est pourquoi – au début du siècle dernier – la projection en salle des films muets était toujours accompagnée de musique interprétée en direct par un ou plusieurs instrumentistes.

Alors que l'image montre et décrit les personnages, les événements et les objets du monde réel, le son induit un climat psychologique qui imprègne subtilement l'inconscient du spectateur. Avec les moyens dont il dispose aujourd'hui, le vidéaste créatif n'a plus le droit de négliger le montage audio de son programme. Le banc de montage virtuel possède des capacités de traitement sans commune mesure avec ce dont disposaient autrefois les tables de mixage analogiques, qu'il fallait impérativement connecter en tant que « périphérique » à la régie de mélange image.

Aujourd'hui, tout ce qui est nécessaire au montage est intégré dans une même machine (l'ordinateur), tandis que tous les programmes de montage dignes de ce nom acceptent plusieurs pistes audio sur leur *timeline*, parfois sans limitation de nombre. Les outils de découpage, rabotage et réglages spécifiques à l'audio sont très évolués et les galeries d'effets spéciaux n'ont désormais plus rien à envier à celles du traitement d'image. En parallèle au son direct capté lors du tournage, une multitude d'autres sources sonores (commentaire, bruitage, musique...) peuvent être traitées, mélangées et enrichir l'ambiance sonore du vidéogramme en y créant un climat particulier. Enfin, la restitution de l'audio n'est plus limitée aujourd'hui à la simple stéréo diffusée par deux enceintes : popularisé par les salles de cinéma, le Home Cinema, le DVD, etc., l'audio multicanal (par exemple, le *Dolby Digital AC-3 5.1*) (cf. 16.10) est enregistré par certains caméscopes HD et il peut être manipulé par les logiciels de mélange sonore. Avec ce procédé Surround, la configuration spatiale adoptée pour chacune des enceintes (5 principales, plus le caisson de basses) plonge – selon

la publicité – les spectateurs dans « l'expérience sonore la plus sensationnelle... ». Ce sera à vous d'en juger.

### 10.1 Créer un climat



Figure 10.1 Ambiance sonore.

*La plupart des logiciels de montage actuels ont la capacité de gérer simultanément plusieurs pistes audio et de les coder de façon à restituer un effet de spatialisation (Surround) de ces différentes pistes. Sachez tirer parti de ces fonctionnalités : en jouant – comme dans une salle de cinéma moderne – sur la localisation dans l'espace des diverses sources audio, vous parviendrez à créer des ambiances sonores plus réalistes ou plus envoûtantes qu'avec la traditionnelle stéréophonie.*

Si le son est au service de l'image, cette dernière peut rarement s'en dispenser, car l'illustration sonore la dynamise, la complète et peut même parfois la créer de toutes pièces : c'est la fameuse image mentale. Pour tenter de l'évoquer, imaginez que vous êtes seul, la nuit dans une forêt. Vous marchez dans la quasi-obscureté, l'oreille aux aguets ; le moindre craquement de branche vous fait sursauter. Vous avez bien vite la

sensation d'une présence invisible, inquiétante, peut-être hostile. La sensation de malaise ne fait que s'amplifier et bientôt, vous attribuez malgré vous n'importe quel bruit à cette présence maléfique. Si la situation persiste, vous allez finir par « voir » ce que vous imaginez : le rêve devient réalité et votre esprit transforme la moindre branche ou autre objet indistinct en monstre terrifiant.

Cet exemple montre que l'audio a une plus grande puissance suggestive que le visuel. Vous avez donc intérêt à être très attentif à la création de la bande sonore, de manière à faire naître un climat psychologique qui soit en harmonie avec le message visuel ou, au contraire, en contrepoint des images.

Prenons une séquence vidéo en exemple : on y voit un enfant jouant au ballon dans la rue. À un moment donné, le bambin cesse de taper dans son ballon, se retourne, regarde au loin, puis se sauve en courant. La scène tout à fait banale pourrait être extraite d'une classique vidéo souvenir. En ne jouant que sur la bande son, nous allons cependant lui conférer deux significations très différentes :

- Créons une ambiance sonore optimiste en accompagnant la phase de jeu d'une petite musique gaie puis, au moment où l'enfant se retourne, ajoutons un beau chant d'oiseau. Le spectateur peut en déduire que le départ précipité de l'enfant est dû à ce que, séduit par le chant, peut-être par la beauté de cet oiseau, il est allé chercher sa maman pour le lui montrer.
- Deuxième interprétation de la même scène. La musique a un caractère dramatique (« il va se passer quelque chose » pense instinctivement le spectateur moyen). Juste avant le retournement de l'enfant, nous ajoutons un bruit de claquement de portière de voiture. La fuite de l'enfant semble maintenant provoquée par la peur, et l'arrivée (hors champ) d'un personnage probablement dangereux.

Nous pourrions ainsi multiplier les exemples d'illustrations sonores ayant la capacité de modifier profondément la signification d'une scène et de la rendre dramatique, ou humoristique, calme ou dynamique, etc. Il est donc évident que le choix des musiques et des effets sonores d'un film n'est jamais anodin. Soyez toujours très attentif à la portée psychologique que peut induire le moindre des éléments sonores (directs ou rapportés) que vous intégrerez dans l'habillage audio de votre montage.

## 10.2 Préparer un plan de montage audio

Tout comme pour l'image, le montage du son doit être préparé, pensé en terme de pertinence du contenu et

défini en durée. Il est toujours utile d'établir sur le papier un « conducteur » de ce qui devra être l'ambiance sonore du vidéofilm terminé. Commencez par établir la liste des divers éléments sonores à inclure dans le montage, en les classant par catégorie, en plusieurs colonnes verticales : Son direct synchrone (enregistré à la prise de vues ; qui se trouve donc dans les rushes) – Commentaire ou dialogue *off* – Bruitage – Musique. Chaque ligne, correspondant à une séquence ou à un plan image, sera ainsi accompagnée d'indications précises sur le contenu des pistes audio.

Ensuite, pour chaque ligne (et donc chaque plan), déterminez quelle est l'utilité et la pertinence du son direct enregistré avec ce rush. Devez-vous le conserver ou non ? Est-il, oui ou non, de qualité suffisante ? Contient-il ou non des éléments sonores susceptibles d'enrichir le montage, tels que la voix, un cri d'animal, un bruit caractéristique ou une ambiance générale typique (la rue, l'eau qui coule, le vent dans les voiles, etc.). Dans la négative, cochez – sur le conducteur – les séquences (repérées par leurs codes temporels TC de début et de fin) pour lesquels vous devez supprimer le segment audio correspondant ou mettre son volume au niveau zéro. Posez-vous ensuite la question du remplacement du son direct sur ces images redevenues muettes. Qu'allez-vous mettre à la place ? Un commentaire, des bruitages, de la musique ? Pour cela, allez-vous puiser dans une sonothèque d'archives ou bien enregistrer vous-même un nouveau son (cf. 10.5) ? Indiquez votre décision pour chaque séquence image du conducteur.

Vous devez avoir conscience que la sonorisation est une démarche créative (aussi bien par l'ajout d'éléments sonore que par leur suppression) qui influence profondément l'impact émotionnel du programme. Vous vous attacherez donc à ce que les éléments sonores soient en parfait accord avec son ambiance générale, mais aussi avec le climat particulier à certaines scènes. Pour cela, vous adopterez le style musical adéquat : léger, enjoué, sérieux, didactique, grave, dramatique, etc.

Veillez également à ne pas introduire d'anachronismes. Sauf effet de décalage volontaire, méfiez-vous des notations musicales ou des ambiances sonores qui ne sont pas en « phase » avec l'époque ou le genre clairement évoqué dans le document. Lorsque vous aurez fait votre choix, notez la durée de chacun de ces éléments, marquez ceux qui doivent être doublés d'un effet. Précisez quel est son type et son domaine d'application : correction (par exemple pour éliminer du souffle), trucage (déformation de voix, effet « téléphone », écho...), « habillage » (travail d'égalisation des fréquences graves et aiguës, effets de rendu complexe, tel que – par exemple – la réverbération « cathédrale », « salle de bain », etc., la localisation des sources sonores dans l'espace sonore, ce qu'on appelle « spatialisation » – son panoramique, Surround, etc.).

Vous devez définir ensuite les rapports entre ces divers éléments. Une musique trop forte peut rendre un dialogue ou un commentaire pratiquement inaudible, alors qu'au contraire, une musique « de fond » réglée à un trop faible niveau ne fait que gêner le spectateur qui risque de le percevoir comme un bruit parasite. Dans le conducteur, indiquez approximativement le niveau de chaque élément sonore : il faudra très probablement ajuster ce niveau lors du montage et du mixage final (cf. 10.8).

Le conducteur est donc un document détaillé, regroupant toutes les données techniques et artistiques composant la bande sonore de votre réalisation. Il vous permet de préparer à l'avance tous les éléments dont vous aurez besoin au montage : le fait de ne pas avoir à chercher fébrilement un son manquant au dernier moment vous fera gagner beaucoup de temps.

## 10.3 Faire appel à une sonothèque

The screenshot shows the homepage of 'www.lasonotheque.org' by Joseph Gardin. The site is a sound library with various categories and search options. Key sections include:

- Publicité:** 'Sonneries bruitages' (Warning sounds and effects), 'Condition Visa Of' (Warning sounds), and 'Quelques chiffres' (391 files, 904 seconds).
- Les petits +:** 'La Panier' (Warning sounds), 'Le Blog' (Warning sounds), and 'Proposez vos propres sons' (Submit your own sounds).
- Les 15 derniers sons:** A list of recent uploads like 'Cours de patinage (CC2) 2', 'Vascelle faite à la main', and 'Ambulance lourde de science fiction (5.8k)'.
- Les recherches populaires (55 127 recherches):** Popular searches like 'Sofit (3048 fois - 3.1 %)', 'Ambulance (300 fois - 1.6 %)', and 'Train (374 fois - 0.7 %)'.
- Les 15 sons les plus écoutés:** Most listened to sounds like 'Organe féminin (1.4k)', 'Battement de cœur (4.74k)', and 'Organe féminin (2.29k)'.
- Les 15 sons les plus téléchargés:** Most downloaded sounds like 'Battement de cœur (4.74k)', 'Organe féminin (2.29k)', and 'Bruit de pluie (2.26k)'.
- Les auteurs:** A list of contributors like 'JosephGardin 229 sons', 'DeneChardonnet 92 sons', and 'DavidDion 30 sons'.
- Newsletter:** A sign-up form for the newsletter.

Figure 10.2 Sonothèque.

Le Web permet d'accéder à de nombreux sites proposant des échantillons sonores gratuits, notamment en matière de bruitages. En cherchant bien, vous y trouverez sûrement de quoi enrichir l'environnement sonore de vos réalisations.

Nous n'en avons pas forcément conscience, mais nous ne sommes jamais plongés dans un silence complet : c'est pour cela que dans un vidéofilm, un silence absolu ou un son trop faible est généralement ressenti comme un manque. Il est souvent utile d'ajouter un bruitage approprié à l'environnement et à l'ambiance de la scène considérée (chant d'oiseau, claquement de porte, une petite musique, etc.), afin de « meu-

bler » l'espace sonore d'une scène trop silencieuse. En dehors des dialogues synchrones, les sons *live* enregistrés avec les images sont souvent inadaptés. Il est donc nécessaire – lors du montage audio – d'enrichir la bande son en faisant appel à une grande diversité d'éléments sonores créés ou recueillis après le tournage, ou bien préexistants. Cela va du commentaire à la musique préenregistrée ou composée spécialement pour le programme, en passant par l'infinie variété des bruitages.

L'idéal serait de créer ces éléments sonores spécialement pour le film, mais l'amateur a rarement la possibilité financière de s'offrir les services d'un bruiteur professionnel, d'un compositeur-interprète et encore moins d'un groupe orchestral. Fort heureusement pour lui, beaucoup de ces éléments sonores ont été enregistrés et édités sur CD par des professionnels ; ces disques se trouvent dans le commerce sous la forme de collections thématiques de prix modéré.

Il est bien sûr prudent d'écouter les CD avant de les acheter, car ces sons prêts à l'emploi ne sont pas toujours d'une grande originalité et, lorsqu'ils ont été créés avec un synthétiseur numérique... sonnent souvent un peu trop « numériques » ! L'utilisation des CD en cours de montage est fort simple : dès que vous avez placé le disque dans le lecteur de votre ordinateur, le programme de montage en détecte la présence et il assure l'extraction des passages déterminés – avec la grande précision permise par le TC marquant les points d'entrée et les points de sortie – qu'il dépose automatiquement sur une piste libre de la *timeline*.

Évitez une utilisation répétitive et trop fréquente des bruitages, ce qui serait vite perçu par le spectateur/auditeur comme une solution de facilité « mécanique ». Les collections de CD de musique ou d'effets de bruitage (spécifiquement conçus pour l'illustration sonore des programmes audiovisuels) actuellement disponibles sur le marché, sont généralement d'un excellent niveau artistique et de la meilleure qualité technique. Cela étant, le fait que l'étiquette du boîtier indique « libre de droits » n'implique pas forcément que cela soit valable partout, toujours, ni pour tous les usages. À une époque où les auteurs, interprètes et éditeurs de musique tentent de s'organiser pour lutter plus efficacement contre le « piratage », nous vous conseillons – avant d'intégrer des musiques préenregistrées dans votre programme – de vous renseigner précisément sur leurs conditions d'utilisation (cf. 10.6).

## 10.4 Intégrer des interviews

Le principe de l'interview est très usité en production audiovisuelle, d'autant que sa réalisation est simple : quelqu'un que nous appellerons « journaliste » (visible ou invisible à l'écran) pose une ou plusieurs questions

précises à une personne afin de recueillir son opinion sur une situation, un événement ou un problème évoqué dans le film considéré. Comme pour le journaliste, l'interviewé ou « locuteur » peut être *in* (visible à l'écran) ou bien *off* (hors écran). Sa réponse va permettre d'apporter sur cette situation un avis favorable ou contradictoire, des explications, voire des éclaircissements, jeter peut-être un nouvel éclairage sur celle-ci. Les thèmes que l'on peut traiter par interview sont innombrables (cf. 8.3).

Mais, pour que cet interview soit pleinement exploitable au montage, il faut que l'enregistrement sonore, plus encore que la prise de vues, soit d'une qualité technique irréprochable. Dans votre programme de montage, prenez soin de déposer la bande sonore de l'entretien sur une piste audio séparée de l'image : c'est ce qui va vous permettre d'agrémenter la scène avec des plans de coupe ou autres inserts, mais sans perdre la synchronisation.

Il vous sera ainsi plus facile d'habiller l'interview avec des plans de diversion. En effet, un long plan fixe sur le visage de l'interviewé, aussi intéressant et intelligible que soit son discours, deviendrait vite lassant à regarder. La solution pour dynamiser la séquence consiste généralement à alterner au montage des segments de son *in* et de son *off*. Il faut dans ce cas disposer d'une bonne réserve de plans de coupe (enregistrés sur le lieu de l'interview ou *a posteriori*, en rapport avec son contenu). Faute de plans de coupe adéquats, la solution « passe-partout » (souvent adoptée dans les *news* télévisées que l'on n'a pas le temps de peaufiner)

consiste à insérer quelque chose comme une demi-seconde d'écran noir à chaque fois que l'entretien a été interrompu (afin d'en réduire la durée). Ces quelques images de transition « flashent » le regard du spectateur en produisant un effet d'obturateur photo. Cela permet de faire oublier au spectateur la brusque saute d'image consécutive au « saucissonnage » de l'interview.

## 10.5 Commenter en direct sur le montage

Tous les ordinateurs sont pourvus d'une « carte son » et ils présentent en façade des connecteurs d'entrée et de sortie de signal audio, notamment une prise pour microphone (stéréo). Grâce à cette dernière, il vous est très facile de réaliser un enregistrement de qualité CD en y connectant un microphone de bonne qualité (cf. 16.12). Mais plutôt que d'enregistrer le fichier sonore dans un dossier quelconque sur le bureau du système d'exploitation (Mac ou PC), il est préférable de le ranger directement dans le programme de montage. La plupart d'entre eux offrent une fonction audio conçue pour cela : le *Voice Over*. Celle-ci permet d'enregistrer du son en direct durant la visualisation à l'écran du programme monté (partie image). La fonction facilite considérablement la synchronisation d'un commentaire, le doublage traduisant le dialogue d'une langue dans une autre, ou

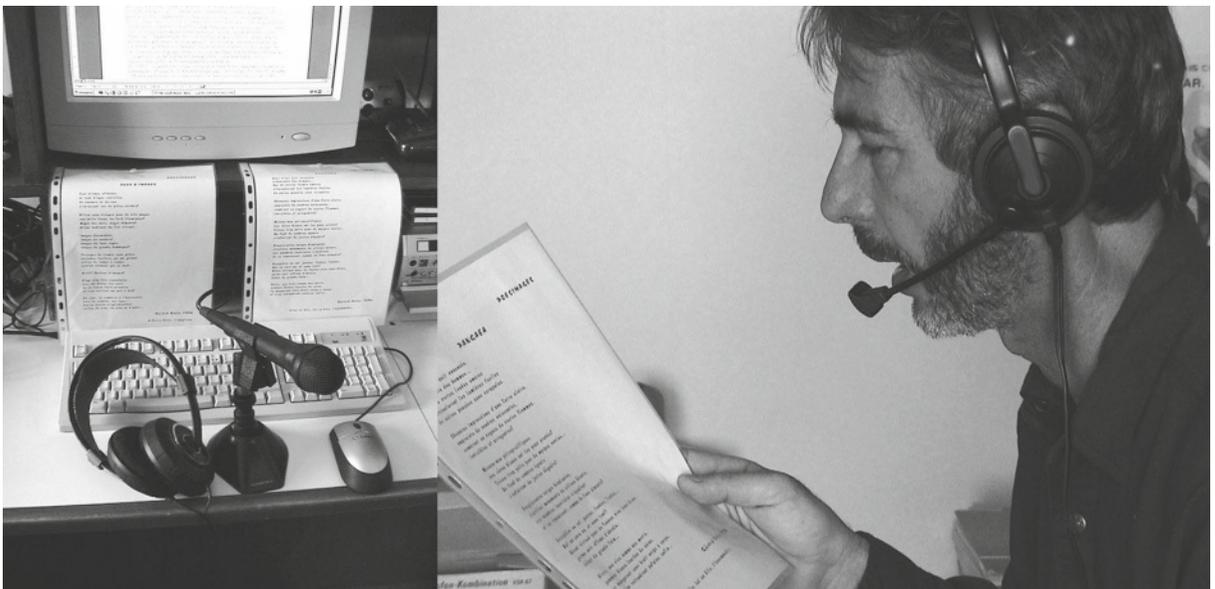


Figure 10.3 L'intonation de la voix d'un commentateur en direct (mode *Voice Over*) ou lors d'une opération de doublage est d'une importance capitale.

*L'élocution doit être bien rythmée, c'est-à-dire ni « traînante », ni trop rapide, afin d'être très intelligible. Le ton peut être dynamique, assuré et persuasif, mais sans grandiloquence. Tout « savonnage » de la voix est évidemment à éliminer. Il est très facile de reprendre l'enregistrement là où l'on a dû l'interrompre, cela en se repérant sur le time code affiché à l'écran. Un ensemble micro-casque permet de conserver une distance bouche-microphone constante, ce qui facilite le réglage du volume d'enregistrement.* Image Gérard Galès.

encore la mise en place précise d'un bruitage à synchroniser avec les images. La parole enregistrée de cette manière est ainsi bien en phase avec les images défilant en temps réel sur l'écran vidéo. Les changements d'intonation ou de rythme sont plus faciles à gérer, car la personne qui prête sa voix au commentaire ou au doublage peut se laisser guider par les images, ce qui facilite son interprétation.

La procédure est identique lorsqu'il s'agit de créer un bruitage et de le synchroniser « pile » à un instant donné, d'en déterminer précisément la durée et d'en régler l'intensité par rapport aux images. À l'arrêt de l'enregistrement, le nouveau fichier audio s'ajoute instantanément sur une piste audio libre de la *timeline*. Rien n'est alors plus facile que de vérifier sur-le-champ la pertinence et la qualité de cet ajout sonore. Le gros avantage du virtuel sur les anciennes méthodes de montage, c'est qu'il est toujours possible de supprimer ce fichier et de refaire l'enregistrement autant de fois que nécessaire : jusqu'à ce qu'il donne toute satisfaction.

## 10.6 Illustration musicale : droits et devoirs

Lorsqu'on utilise une œuvre musicale pour l'illustration sonore d'un vidéofilm (ou autre réalisation audiovisuelle), on exploite le travail de création de différentes personnes, artistes (compositeur, musicien, chanteur, etc.) et éditeurs de musique. Lorsque cette œuvre est protégée – ce qui est généralement le cas – elle est soumise à un certain nombre de règles relatives à sa reproduction et à sa diffusion publique (sauf utilisation personnelle, dans le cadre familial). En France, c'est la SACEM (Société des auteurs, compositeurs et éditeurs de musique) et sa filiale la SDRM (Société pour l'administration du droit de reproduction mécanique) qui gère le recouvrement des droits d'exécution et de reproduction des œuvres empruntées. Elle se charge d'en recueillir le paiement auprès des utilisateurs à qui ils ont été concédés, puis de redistribuer les sommes correspondantes aux ayants droit.

En réalité, les compositeurs et/ou auteurs ne sont pas obligés d'adhérer à la SACEM, qui est un organisme privé (uniquement français), cependant reconnu d'utilité publique sous la tutelle du ministère de la Culture. Ces artistes peuvent, s'ils le souhaitent, déléguer la gestion de leurs droits à une société d'auteur étrangère ou bien gérer et défendre leurs droits par eux-mêmes. Mais cela s'avère très difficile en pratique, de sorte que la plupart des musiciens français préféreraient devenir sociétaires de la SACEM. Les conditions d'admission sont les suivantes : avoir composé ou écrit un minimum de cinq œuvres, dont une au moins a été diffusée cinq fois durant une période de six mois, ou a été éditée sur un support commercialisé.

Cela veut dire que si votre vidéogramme est diffusé, la déclaration à la SACEM des musiques utilisées est une obligation.

### Pour contacter la SACEM

Dès que le montage de votre programme est définitif, vous pouvez rédiger la liste et relever le minutage de tous les extraits musicaux utilisés. N'attendez surtout pas que votre programme soit déjà diffusé pour déclarer les musiques.

Prenez contact avec le siège social de la SACEM, 225 av. Charles de Gaulle 92528 Neuilly-sur-Seine – Tél : 01 47 15 47 15, sur son site web ([www.sacem.fr/](http://www.sacem.fr/)), ou auprès d'une de ses délégations régionales. On vous y fournira le formulaire à remplir en vue de votre demande d'autorisation (DA).

Attention : le formulaire (et les tarifs) diffèrent selon le type du film : institutionnel d'entreprise représenté par un producteur ou bien film personnel. Pour ce dernier cas, la SACEM consciente du « parcours du combattant » que cela pouvait constituer pour un simple vidéaste amateur, a édité un formulaire simplifié dénommé « autorisation occasionnelle œuvre par œuvre ». Ce formulaire concerne uniquement la production amateur et couvre la vente ou la distribution gratuite pour l'usage privé.

En 2002, une solution alternative est apparue, permettant de protéger une œuvre (pas uniquement musicale) en la plaçant sous une licence de libre diffusion, dite également « ouverte », de type *Creative Commons*. Le principe est de rendre l'œuvre librement accessible au domaine public (copie, diffusion), tout en préservant certains de ses droits normalement protégés de façon exclusive par un copyright classique. En optant pour une licence *Creative Commons*, l'auteur-compositeur a le choix entre 6 variantes de licences, plus ou moins restrictives (pour en savoir plus, visitez le site [fr.creativecommons.org](http://fr.creativecommons.org)). La SACEM n'est pas en droit d'exiger de paiement pour la diffusion d'une œuvre ainsi protégée. Cependant, si vous souhaitez exploiter l'une d'entre elles dans votre vidéo, renseignez-vous d'abord sur la catégorie de licence qui la couvre. Celle-ci est indiquée sur le support de diffusion sous forme de symboles graphiques explicites (cf. figure 10.5). D'un seul coup d'œil, vous pouvez ainsi savoir exactement ce qu'elle autorise ou non. La copie ou la diffusion sont libres dans de nombreux cas, alors que toute modification ou commercialisation sont au contraire soumises à autorisation (et au paiement éventuel de droits).

#### 1 Musique préexistante du répertoire général

a) Lorsque vous utilisez un extrait musical que vous avez sélectionné dans un CD du commerce (qui ne soit pas « libre de droits »), vous devez dans tous les cas acquitter les droits d'auteur auprès de la SACEM/SDRM, lesquels incluent également le droit de reproduction « mécanique ». Le montant des droits est fonc-

sdrm

## LA PRODUCTION DE FILMS D'ENTREPRISE

(Audiovisuels d'entreprise, d'institution, d'association...)

### Compléter une demande d'autorisation SDRM

La demande d'autorisation pour la reproduction d'œuvres du répertoire de la SDRM comporte 2 feuillets identiques dont un seul est à adresser complété au Département des Droits Phonographiques et Vidéographiques (DDPV) : 16 place de la Fontaine aux Liens 75019 PARIS ou à la délégation SACEM-SDRM de votre région (adresse sur le 3614 SACEM et sur Internet : [www.sacem.fr](http://www.sacem.fr)). La demande d'autorisation SDRM est un contrat. Tout élément indiqué engage la responsabilité du signataire de la demande. Une demande d'autorisation incomplète ne pourra pas être prise en compte et sera retournée, ce qui retardera la délivrance de l'autorisation.

#### Ce que vous devez indiquer sur ce document (spécimen au verso)

- le nom et/ou la raison sociale de l'entreprise ou l'organisme commanditaire avec son adresse (c'est celui qui a la responsabilité du paiement des droits d'auteur)
- les coordonnées de la société de production
- les coordonnées du duplicateur (fabricant des supports)
- les coordonnées de l'illustrateur sonore
- le type de support utilisé
- dans le cas d'un rétrage préciser la référence de l'autorisation que vous avez obtenue lors de la première demande d'autorisation de reproduction
- le destinataire de la facture des droits d'auteur (le commanditaire ou le producteur)

#### et surtout

- le titre du vidéogramme et/ou les références permettant d'identifier le support
- la durée totale du vidéogramme incluant le générique de début et de fin
- le nombre total d'exemplaires dupliqués que vous allez faire réaliser à partir du support original
- le titre des œuvres à reproduire avec le nom et prénom des auteurs, compositeurs, et de la société d'édition musicale
- la durée de chacune des œuvres reproduites
- le nom et prénom de la (des) personne(s) ayant réalisé la mise en image du film et/ou conçu le scénario
- le nom et prénom du (des) scénariste(s), dialoguiste(s), adaptateur(s)...

Pour tout renseignement, prenez contact avec le bureau des autorisations "audiovisuels institutionnels" du DDPV  
E-mail : [video.entreprise@sacem.fr](mailto:video.entreprise@sacem.fr) - T : 01 47 15 49 34 - Fax : 01 47 15 49 75

Figure 10.4 Afin de faciliter les démarches de demande d'autorisation, la SDRM a publié ce document de deux pages aidant les utilisateurs à remplir les formulaires de déclaration. Vous pouvez télécharger ce document sur le site [www.sacem.fr](http://www.sacem.fr).

tion de la forme et des conditions sous lesquelles vous allez reproduire cette musique. Les tarifs vont donc varier sensiblement selon le type de production (fiction, documentaire, film d'entreprise, etc.), le support choisi, le nombre de copies du programme éditées, etc. Les droits sont néanmoins forfaitaires pour les productions « amateurs » et ils sont réduits pour les fédérations de vidéastes ou les associations à but non lucratif reconnues d'utilité publique (formation par exemple).

b) Par ailleurs, vous devez solliciter l'autorisation du producteur du CD, y compris dans le cas où la musique et l'interprétation seraient tombées dans le domaine public (par « domaine public », on entend une œuvre diffusée 70 ans après la mort de l'auteur et/ou du compositeur) et, s'il y a acceptation de ce producteur, vous acquittez envers lui des droits dits « voisins » concernant l'exploitation phonographique de cette musique. La SACEM ne gérant pas ces droits voisins, ce sont la SPPF (Société civile pour l'exercice des droits des producteurs phonographiques), [www.scpp.fr](http://www.scpp.fr), ou la SPPF (Société des producteurs de phonogrammes en France), [www.sppf.com](http://www.sppf.com) qui se chargent de les collecter et de les redistribuer au producteur.

Font également partie des « droits voisins », ceux qui protègent les entreprises de communication audiovisuelle et les artistes, interprètes et comédiens.

Ils sont dans ce cas représentés par des organismes spécifiques à ces professions (ADAMI, SPEDIDAM).

**2 Musique « libre de droits ».** Ce sont des œuvres vendues dans le commerce de détail, généralement sous la forme de CD de compilation de morceaux typés exécutés par des artistes anonymes. Comme pour la musique d'usage général, cette musique « libre » est plus couramment distribuée via Internet que chez les disquaires qui sont maintenant en voie de disparition. Ce mode de distribution « en ligne » s'avère très pratique, puisqu'il est possible de pré-écouter les musiques chez-soi, et de sélectionner que les plus adéquates. Vous pouvez utiliser n'importe quel morceau dans votre vidéogramme, sans rien avoir à déclarer, ni droits à payer. La seule condition est d'acheter le CD lui-même, le paiement s'effectuant également sur Internet. Une fois que vous avez reçu votre CD, vérifiez qu'il porte bien la mention « libre de droits » (*Royalty free* pour les éditions anglo-saxonnes).

Certains éditeurs de musique proposent également le téléchargement plage par plage depuis leur site. La méthode est pratique, mais s'avère finalement plus onéreuse que d'acheter un CD de compilation. Il va de soi que – si vous avez toute liberté de copier et de diffuser ces musiques – cela ne vous autorise pas à commercialiser le CD lui-même. Car, même si dans

Paternité	CC-by			
Paternité Pas de modification	CC-by-nd			
Paternité Pas d'utilisation commerciale Pas de modification	CC-by-nc-nd			
Paternité Pas d'utilisation commerciale	CC-by-nc			
Paternité Pas d'utilisation commerciale Partage des conditions initiales à l'identique	CC-by-nc-sa			
Paternité Partage des conditions initiales à l'identique	CC-by-sa			

**Paternité [by]** (Attribution) : l'œuvre peut être librement utilisée, à la condition de l'attribuer à l'auteur en citant son nom.

**Pas d'utilisation commerciale [nc]** (Noncommercial) : le titulaire de droits peut autoriser tous les types d'utilisation ou au contraire restreindre aux utilisations non commerciales (les utilisations commerciales restant soumises à son autorisation).

**Pas de modification [nd]** (NoDerivs) : le titulaire de droits peut continuer à réserver la faculté de réaliser des œuvres de type dérivées ou au contraire autoriser à l'avance les modifications, traductions.

**Partage des conditions initiales à l'identique [sa]** (ShareAlike) : le titulaire a la possibilité d'autoriser à l'avance les modifications ; peut se superposer l'obligation pour les œuvres dites dérivées d'être proposées au public avec les mêmes libertés (sous les mêmes options Creative Commons) que l'œuvre originale.

Figure 10.5 Une œuvre protégée par une licence « libre » de type *Creative Commons* peut être soumise à certaines restrictions d'usage, indiquées par divers symboles inscrits sur le support de diffusion. Voici le tableau de correspondance de ces symboles et la description détaillée des limitations qu'elles impliquent.

ce cas les producteurs de musiques libres de droits ne déposent pas leurs œuvres à la SACEM, ils les protègent par un dépôt légal afin d'éviter toute concurrence déloyale de la part d'autres éditeurs-distributeurs de musiques libres de droits.

Le problème de ces musiques est que, bien qu'étant censées avoir été composées et exécutées par d'excellents musiciens, elles sont souvent répétitives et pas toujours très originales. Il s'agit parfois – particulièrement celles que l'on trouve à bas prix – de musiques « au mètre », exécutées au synthétiseur dans un style trop banal. Nous ne voulons pas dire que vous ne trouverez pas votre bonheur parmi les multiples répertoires thématiques disponibles (rythmé, romantique, exotique, rock, etc.), mais vous devrez probablement procéder à un tri sévère. De plus, le morceau qui vous a séduit a peut-être été utilisé par de nombreux autres vidéastes...

**3 Musique spécialement composée et interprétée pour le film.** Dans ce cas, vous avez demandé à un auteur-compositeur, éventuellement interprète, de créer de A à Z une musique pour votre film. Vous devez en préciser les conditions d'utilisation et de rémunération par contrat que vous signerez avec l'auteur-compositeur, plus l'interprète s'il s'agit d'une tierce personne.

### Attention

Si l'auteur de la musique est sociétaire de la SACEM et qu'il a déposé son œuvre, vous êtes quand même tenu de faire une déclaration à cet organisme pour ce qui concerne les conditions de duplication et de diffusion du film contenant cette œuvre musicale. En fonction de ces critères (film amateur, d'entreprise, etc.), la SACEM calcule les droits de reproduction « mécanique » dont vous êtes éventuellement redevable.

**4 Œuvre préexistante spécialement interprétée pour les besoins du film.** Vous devrez d'abord vous renseigner pour savoir si le morceau joué fait partie du domaine public ou non. Si oui, établissez un simple contrat écrit avec l'interprète pour ce qui concerne sa rémunération et l'utilisation de son interprétation. Dans le cas contraire, vous vous retrouvez dans une situation identique à celle évoquée ci-dessus (musique préexistante du répertoire général), c'est-à-dire que vous êtes dans l'obligation de déclarer l'utilisation de l'œuvre auprès de la SACEM (paiement des droits « artistiques »).

## 10.7 Réalisation de clips vidéo

Le but de l'opération est généralement de réaliser un petit programme faisant la promotion d'une chanson ou d'une musique : cela s'appelle un clip vidéo (voir aussi 8.6). La procédure de montage est inverse de celle que nous avons vu jusqu'à présent : au lieu de mettre du son sur des images, le travail consiste à mettre des images « en face » d'une bande sonore qui ne doit pas être modifiée. Les qualités premières d'un monteur de clip sont d'avoir le sens du rythme et de posséder une culture musicale très étendue, afin d'appréhender efficacement le genre musical du morceau à illustrer. Il doit savoir s'en pénétrer, tout en conservant une approche technique objective.

Le clip vidéo est une sorte de bref spectacle audiovisuel, associé ou proche du *spot* publicitaire TV. La mission du monteur est de faire naître un maximum de sensations chez le spectateur en un minimum de temps, en cherchant à le captiver du début à la fin. Si vous souhaitez vous lancer dans le montage d'un clip vidéo, déposez d'abord sur la *timeline* le segment audio (le fichier) contenant l'intégralité de la musique. Ce n'est qu'ensuite que vous assemblerez les images

choisies (généralement sur plusieurs couches avec des effets d'incrustation) en les répartissant judicieusement sur plusieurs des pistes vidéo disponibles.

Le montage des images est le plus souvent l'équivalent visuel de la construction rythmique sonore. Ainsi, pourrez-vous accompagner une chanson languoureuse d'images « enveloppées », peu contrastée et de plans longs se succédant par des fondus enchaînés. Au contraire, une musique très rythmée, rock par exemple, s'accordera davantage de plans très courts, colorés et contrastés, montés en coupe franche (*cut*), de manière à créer des effets de brusque rupture. La technique la plus courante permettant de donner du rythme aux images consiste à coordonner les changements de plans et/ou les mouvements d'un personnage, avec les « pulsations » de la musique.

Les plans vidéo peuvent être très courts et riches en effets spéciaux de toutes natures, mais les images doivent rester immédiatement lisibles et le centre d'intérêt (souvent le chanteur ou le groupe) constamment identifiable. Quand au contenu lui-même, – bien que les images aient généralement un lien direct avec « l'histoire » racontée par la musique ou la chanson –, il est largement ouvert à l'imagination.

## 10.8 L'importance du mélange sonore final

L'opération de mélange (que l'on appelle plus souvent « mixage ») est généralement effectuée en fin de montage. Sa fonction est d'harmoniser les différentes pistes audio entre elles, d'ajuster leurs volumes (les équilibrer) en fonction de leur importance relative dans l'espace sonore. Le mixage permet également d'apprécier la crédibilité, la pertinence des effets appliqués, la spatialisation des sons dans les conditions réelles de diffusion et d'effectuer toutes les retouches souhaitables.

Nous vous conseillons, dans un premier temps, d'écouter séparément chaque piste sonore (de la *timeline*), avec bien sûr une oreille très critique. Puis, écoutez l'ensemble des sons relatifs à une scène ou une section particulière, de manière à ressentir l'ambiance sonore globale. La bonne manière de juger la qualité d'un mixage consiste à se mettre par la pensée à la place du spectateur qui voit et entend le programme pour la première fois. Posez-vous les questions suivantes : Quel sentiment s'en dégage ? Quel en est l'élément prédominant ? Les éléments secondaires sont-ils quand même perceptibles ? Dans le cas où l'élément sonore principal est la voix humaine, veillez à ce que les paroles soient bien compréhensibles et se détachent clairement de la masse sonore, sans qu'il soit nécessaire de « tendre l'oreille ». En fonction de ces écoutes critiques, ajustez si nécessaire les volumes sonores à l'intérieur de chaque segment audio.

Procédez ensuite à une écoute plus globale, soit du programme entier, soit d'une section limitée suggérant une ambiance sonore spécifique. Sur le même principe que précédemment, adoptez une écoute critique afin de bien apprécier l'interaction des diverses séquences sonores entre elles. Posez-vous la question : Le mélange est-il harmonieux ou non ? Le rendu audio est-il en phase avec le rendu image ? Peut-être faudra-t-il alors créer des fondus, des fondus enchaînés, réajuster plus finement les niveaux voire raccourcir ou au contraire rallonger très légèrement les segments audio afin de peaufiner leurs raccords, exactement comme on l'a fait pour les raccords image. Enfin, relancez la lecture de la totalité du montage et testez l'écoute de l'espace sonore, si possible tel qu'il sera perçu dans toutes les situations réelles de diffusion (mono, simple stéréo, Surround). Agissez alors si nécessaire sur le niveau du volume global de chaque piste pour en compléter l'harmonisation définitive.

Le mixage final d'une œuvre vidéo requiert une grande concentration de la personne chargée de cette opération et une écoute aussi objective que possible. Faire appel à un ingénieur du son de métier est souvent justifié. Si – avec les moyens forcément limités du réalisateur amateur – vous devez assurer seul le mixage, évitez toute précipitation. En effet, l'oreille se fatigue vite et nous vous conseillons d'entamer cette étape fondamentale du mixage tout de suite après avoir passé des heures pour le montage image. Si cela vous est possible, abandonnez le montage plusieurs jours de manière à vous reposer l'esprit et de le revoir avec le détachement facilitant un jugement plus objectif, semblable à celui d'un spectateur voyant l'œuvre pour la première fois.



Figure 10.6 L'ingénieur du son joue un rôle éminent dans l'équipe de montage. Voir p. 250 du cahier couleür.

*C'est à lui qu'il incombe de répartir harmonieusement les sons en donnant à chaque piste l'importance qu'elle mérite, de créer et d'appliquer les divers effets sonores, de réaliser le mixage final, enfin de veiller à l'exportation du message audio dans le mode de codage approprié au support et aux conditions de diffusion. Comme la plupart des spécialistes œuvrant dans le domaine de la création audiovisuelle, l'ingénieur du son doit associer les connaissances du technicien à la sensibilité de l'artiste. Photo Gérard Galés.*

## Esthétique et authoring DVD et BD

À l'origine, le sigle DVD signifiait *Digital Video Disc*, se traduisant en français par « disque vidéo numérique ». Sous l'impulsion des fabricants, il fut ensuite rebaptisé *Digital Versatile Disc*, soit « disque numérique polyvalent », afin de mettre l'accent sur sa capacité à héberger toutes sortes de fichiers et pas seulement de la vidéo. Quoi qu'il en soit, la célèbre « galette » n'est connue du grand public que par son sigle DVD.

Né en 1995, le disque optique DVD s'est aisément imposé dans les foyers en lieu et place de la cassette VHS, grâce à ses nombreux avantages : sa simplicité de fabrication, le coût peu élevé du support vierge, les lecteurs et les graveurs dont les mécanismes sont moins complexes et plus fiables que ceux d'un magnétoscope à bande magnétique. La qualité d'image est très supérieure à celle du VHS (cf. 27.2), tandis que le support disque se dégrade moins vite au fil des lectures que la bande magnétique en cassette. Néanmoins, la durabilité du disque optique (CV, DVD, BD = Blu-ray) n'est que relative : bien que mieux protégés qu'autrefois des agressions de l'environnement, ils restent sensibles à la poussière, aux UV, à la chaleur, à l'humidité et aux empreintes digitales.

### Remarque

Au moment où nous écrivons ces lignes, la carrière du disque Blu-ray (BD en abrégé) n'en est qu'à ses débuts. Sur le plan de son utilisation pratique, le BD ne diffère essentiellement du DVD que par sa capacité environ cinq fois supérieure. Ainsi, la plupart des informations que nous donnons à propos du DVD s'appliquent-elles également au BD.

L'avantage majeur du disque par rapport à la bande est sa non-linéarité (suppression des opérations de bobinage/rebobinage obligatoires avec la bande magnétique) avec accès aléatoire à n'importe quelle section du programme, autrement dit, l'interactivité. Avec le DVD/BD « Movie » (cinéma), on n'est plus obligé de lancer le visionnage d'un film à partir du début, mais l'on peut désormais choisir de ne regarder que certaines parties, ou *chapitres*, et accéder à de courtes

séquences enregistrées séparément (*making of*, bêtisier, extraits non montés, interviews de certains protagonistes du film, etc.), lesquelles sont généralement regroupées sous le vocable de « bonus ». Le DVD/BD supporte plusieurs canaux audio et jusqu'à 32 pistes de sous-titrage. Le cinéphile peut ainsi profiter sur un même support de la version originale du film et de la version dans sa langue, avec ou sans sous-titrage. Il devient même possible de zoomer ou de regarder l'image sous des angles de caméra particuliers si le document a été tourné en multicaméra, d'afficher à volonté des informations sur le document (compteur temporel, durée lue, durée restante, numéro du chapitre, etc.). Comme c'était le cas d'un magnétoscope VHS un peu évolué, les fonctions d'accélération, ralenti, pause sur image et stop sont disponibles sur le lecteur de salon. Sur l'ordinateur, la lecture est en revanche assurée par un lecteur logiciel (*Player*) indépendant ou intégré au programme de montage. Les fonctionnalités peuvent alors être plus ou moins riches selon le degré de sophistication de ce lecteur.

Géré par des menus, un DVD ou un BD offre toujours un panneau de présentation (un portail) qui s'affiche automatiquement lors du chargement du disque dans le lecteur. Ce panneau constitue ainsi la page d'accueil personnalisée de la production. Pour bien comprendre la structure d'un DVD/BD, imaginez qu'il s'agit d'un arbre. Lorsque vous chargez le disque dans votre lecteur (informatique ou de salon), vous visualisez tout d'abord sur votre écran le tronc de cet arbre. C'est le « menu » d'introduction, comparable au sommaire d'un livre. Il a pour fonction de lister les divers éléments contenus dans le disque et de vous permettre de sélectionner celui qui vous intéresse en priorité. En sélectionnant l'un d'entre eux (clic gauche de la souris ou pression sur la/les touche(s) de la télécommande), vous êtes aiguillé vers une ramification particulière de l'arbre. Il s'agit, soit d'une branche unique (un document audiovisuel) dont la lecture se déclenche alors automatiquement, soit de l'accès à une nouvelle ramification composée de plusieurs branches. Vous accédez dans ce dernier cas à un « sous-menu », fonctionnant sur le même principe d'interactivité que le menu principal, mais n'ayant pas forcément le même graphisme.

En activant celui des éléments listés qui vous intéresse, vous vous « élevez » vers une sous-ramification plus fine de l'arbre (lecture directe de document, voire d'un autre sous-menu) ; et ainsi de suite si nécessaire, jusqu'à atteindre la branche la plus fine.

Comme il serait long et fastidieux de refaire le chemin inverse après la lecture d'un document audiovisuel donné, une touche permet de revenir instantanément au tronc de l'arbre, c'est-à-dire au menu principal. L'architecture d'un DVD/BD est donc plus ou moins complexe selon la richesse de son contenu : une architecture que vous déterminez à votre guise. Libre à vous de réaliser rapidement quelque chose de simple, car tous les logiciels d'édition de disques offrent des procédures automatisées.

Si vous êtes internaute, vous êtes déjà familier de ce type d'interactivité : cliquer sur les touches d'un menu DVD/BD procède de la même logique, de la même gestuelle que de cliquer sur les liens d'une page Web ; dans les deux cas, la création de programmes fait appel à des outils assez semblables. Mais pour que le DVD/BD se lise sans problème sur une platine de salon « standard », vous devez impérativement respecter un certain nombre de procédures préalables. Notez que les indications ci-dessous ne s'appliquent intégralement au BD que dans le cas où celui-ci serait codé comme le DVD-Vidéo, c'est-à-dire en compression MPEG-2.

**1 La première procédure à respecter**, si cela ne s'est pas déjà fait au moment de la capture, est de coder le programme en MPEG-2, format de compression adopté pour le DVD standard. La partie audio, pour sa part, peut être codée au choix en format PCM (non compressé), en MPEG Layer 2 (même mode de compression que le MP3 du baladeur musical) ou en AC3 (codage Surround Dolby 5.1). Ne soyez pas inquiet quant à la mise en œuvre de la bonne procédure : tout logiciel d'authoring vous proposera d'effectuer, si nécessaire, la conversion automatique selon des pré-réglages de base. Vous pourrez, par exemple, donner la priorité à la qualité, dans le but de bénéficier du plus beau rendu d'image possible, ou au contraire, donner la priorité au débit numérique le plus faible, dans le dessein de « caser » un programme volumineux dans les 4,7 Go d'espace libre du DVD simple couche.

**2 La seconde procédure concerne la création des menus.** Elle se conduit en deux étapes, la première est le *chapitrage* du programme, lequel consiste à *marquer* les liens qui déclencheront telle ou telle lecture vidéo et/ou audio, tel ou tel renvoi vers un menu ou sous-menu, tel ou tel texte de sous-titrage. Les programmes de montage qui disposent d'un module dit d'*authoring* (chapitrage en français) permettent de créer le chapitrage préalable. Néanmoins, certains programmes gérant l'opération de marquage n'offrent pas la fonction complémentaire d'authoring : il faut alors poursuivre les opérations grâce à un programme externe indépendant (ou à un module – dit *plugin* – greffé sur le logiciel principal) dédié à la création

de menus interactifs. Il ne faut pas confondre cette seconde étape de création avec l'opération de gravure du disque. Cette dernière représente l'étape « mécanique » finale, c'est-à-dire celle où l'ordinateur transmet au graveur des informations à inscrire sur un support vierge, selon la procédure choisie.

Cependant, les deux opérations, *authoring* et gravure, sont le plus souvent regroupées et gérées par un même logiciel. Il n'est habituellement pas nécessaire de créer soi-même l'interface d'introduction (le menu), la plupart des logiciels étant pourvus de modèles prédéfinis, qu'il suffit de sélectionner d'un simple clic pour l'appliquer au document.

Nous vous conseillons toutefois de ne pas céder trop facilement à l'attrait de ces fonctions automatisées : elles conduisent souvent à un manque d'originalité et confèrent un aspect un peu *kitch* à des menus « pré-digérés ». Il est donc utile de disposer d'outils permettant de modifier leur aspect en les personnalisant, lesquels manquent dans les logiciels d'authoring parmi les plus basiques. Notre opinion est qu'il faut préférer – lorsque possible et en dépit de son coût plus élevé – un programme (ou un module) d'authoring « pro », avec lequel on peut créer des menus interactifs attrayants, grâce à une palette étendue de réglages personnalisés.

## 11.1 Menu DVD interactif : le portail d'entrée

Dans sa configuration standard, le DVD se caractérise par la présence de menus et, éventuellement, de sous-menus qui sont en quelque sorte les « panneaux indicateurs » de son arborescence. Chaque menu est muni de liens préalablement définis qui dirigent instantanément l'utilisateur vers une région spécifique du DVD. En cliquant simplement avec la souris de l'ordinateur (ou en pressant la touche de la télécommande de son lecteur), l'utilisateur peut sélectionner la partie de programme désirée parmi celles qui sont proposées.

Cette procédure de recherche s'avère extrêmement utile dans le cas d'une arborescence complexe comportant de nombreuses branches. Sa création nécessite des outils logiciels particuliers, lesquels sont parfois intégrés dans l'interface du programme de montage lui-même et peuvent alors être accédés directement depuis la fenêtre écran du programme de montage (*timeline*). Mais il existe aussi des logiciels indépendants spécialisés dans ce travail. Bien qu'ils soient externes, certains d'entre eux sont capables d'interactivité avec un programme de montage parent (ou de même marque), ce qui facilite l'échange de fichiers en améliorant la productivité. Un logiciel d'authoring indépendant est généralement doté de fonctions et d'outils plus puissants que ce que l'on trouve en intégré dans un logiciel de montage.

Le menu étant en quelque sorte la « carte de visite » du DVD, vous devez chercher à le rendre le plus convivial possible. Il faut dire que les logiciels d'authoring actuels sont pourvus des outils et fonctions permettant de composer des menus et des fonds agréables à regarder, de touches ou de fenêtres attrayantes et de créer des textes élégants, largement dignes d'un titre de classe professionnelle.



Figure 11.1 Le menu d'introduction du DVD représente un passage obligé pour le spectateur.

*Ce dernier ne peut donc pas échapper au « message » visuel et éventuellement sonore qui l'accompagne. C'est au monteur d'exploiter tous les outils créatifs (d'authoring) dont il dispose afin de rendre ce « portail d'entrée » (ou page d'accueil) aussi attrayant que possible. C'est ainsi qu'il peut inciter l'utilisateur à explorer chacune des sections (les chapitres) du disque. Image Gérard Galès.*

## 11.2 Création des liens : le chapitrage

Pour fonctionner correctement, le menu d'introduction (principal) doit se référer à des marques de chapitre. Il est évident que la première chose à faire est de chapitrer son programme, plus précisément de définir le nombre de « sections » qui sont susceptibles d'être accédées directement dans le DVD.

Le disque peut ne contenir qu'une seule section (votre propre film), ou de nombreuses, par exemple dans le cas d'un DVD de formation ou d'entreprise. Rien n'est plus simple que de créer ces sections : il suffit de poser des marqueurs (des liens) sur le montage, lesquels seront interprétés à la lecture du DVD comme autant de points de départ ou de fin de lecture. En fin de lecture d'une section, on peut spécifier le retour ou non à un certain menu (principal ou intermédiaire). Ce travail peut être exécuté automatiquement par un logiciel d'authoring doté de cette fonction : cela permet de gagner du temps à condition que le programme audiovisuel ait été correctement segmenté au préalable. Pour la pose des marqueurs, en effet, le chapitrage

automatique se réfère à chaque séparation de segment dans la *timeline*. Afin qu'il n'y ait pas une marque de chapitre à chaque changement de plan, commencez par compiler le montage en un seul fichier (segment), puis re-segmentez-le en blocs correspondants exactement aux parties du programme DVD pouvant être présentées séparément.

Lorsque l'opération de chapitrage est terminée, sélectionnez un menu prédéfini dans la bibliothèque et appliquez-le à votre montage : le logiciel détecte automatiquement les liens (les chapitres) que vous avez créés et il adapte en conséquence le nombre de fenêtres (ou de boutons) devant figurer sur sa page de fond. S'il y a peu de liens (disons de 1 à 6), le menu n'occupe qu'une seule page. S'il y en a davantage, les titres de chapitres sont répartis en plusieurs pages, de manière à faciliter leur lecture.

## 11.3 Touches (dites « boutons ») et fenêtres

Ces éléments du menu interactif sont les parties « émergées » des liens que vous avez créés. C'est en sélectionnant sur l'écran, puis en cliquant sur l'un d'entre eux (ou en pressant la touche Enter ou OK de la télécommande du lecteur de salon) que vous aiguillez le déroulement du programme AV vers la partie (le chapitre) concernée. La représentation du lien peut adopter une forme graphique quelconque : flèche, touche, logo ou texte, fenêtre dans laquelle se trouve un dessin, « photo » symbolisant le contenu du chapitre, ou encore un court extrait vidéo lu en boucle dans une toute petite fenêtre. L'image vidéo elle-même ou un simple titre peuvent également faire office de lien. De nombreuses possibilités vous sont ainsi offertes de composer un ensemble original, qui soit parfaitement en adéquation avec le style de votre programme.

La bibliothèque d'un logiciel d'authoring évolué propose un vaste choix de touches, fenêtres et autres graphismes de formes et de styles très variés. Certains programmes autorisent la modification des formes et des couleurs, l'application de textures et d'effets divers. Vous pouvez également importer des graphismes que vous avez créés « en externe » avec un logiciel de retouche d'image fixe, de dessin, de compositing, etc. Nous dirons en conclusion que la représentation des liens – la création des menus si vous préférez – est une opération artistique, permettant au « monteur » de déployer librement sa créativité.

## 11.4 Choix des fonds d'écran (fixes ou animés)

Les liens de chapitres évoqués ci-dessus sont présentés sur un fond, celui de votre écran. Considérez ce der-

nier comme une sorte « d'écran » mettant en valeur les divers éléments de votre œuvre. C'est dire que le choix du fond d'écran est aussi important que le style et le graphisme des liens. La bibliothèque de votre logiciel d'authoring vous propose probablement un plus ou moins grand choix de « fonds d'écran » prédéfinis, constitués d'images fixes ou animées. Vous pourrez y puiser à votre gré un fond de couleur (unie, dégradée, texturée), une photo se rapportant à un thème précis (sport, mariage, business, etc.), une composition graphique plus élaborée, composée par exemple d'une superposition d'image.

Une fois encore, il est habituellement possible de personnaliser ce fond afin de le rendre plus attractif en le dotant d'un aspect qui soit « en phase » avec le message que vous souhaitez faire passer avec votre vidéogramme. Une excellente solution consiste à sélectionner l'image idéale dans sa photothèque personnelle, afin de l'importer en tant que fond de menu écran. Si vous avez quelque talent d'infographiste, vous saurez créer de belles images de fond qui s'afficheront systématiquement sur l'écran vidéo de chacun de vos spectateurs.

## 11.5 Choix des caractères et des styles de titres

Autant que les titres faisant partie du programme lui-même, il est très valorisant de soigner les textes accompagnant les menus interactifs du DVD/BD. Bien qu'il ne soit pas obligatoire dans un menu d'accueil du programme, le titrage peut apporter un surcroît d'information sur son contenu, sa conception, la réalisation, la production, etc. Il peut également servir de lien par lui-même (on clique sur le texte pour lancer par exemple la lecture d'un chapitre) ou venir se placer plus classiquement sous un lien de type vignette vidéo ou touche pour indiquer le titre du chapitre auquel ce lien renvoie.

Nous vous conseillons de vous référer sur ce point aux chapitres 9 & 21 (cf. 9.5.6 & 21.2.5). Le logiciel d'authoring autorise généralement le choix des caractères (les polices) et une certaine personnalisation du graphisme des titres, mais loin des possibilités créatives offertes par les titreurs intégrés aux logiciels de montage et les titreurs indépendants.

## 11.6 Jaquette (boîtier) et étiquette (disque)

Pour ce qui concerne sa présentation matérielle, un programme sur disque DVD/BD (autrefois sur cassette

VHS) est comparable à un livre. Nous voulons dire que la jaquette du boîtier contenant le disque ou la couverture du livre doit être assez attrayante et explicite pour donner envie au spectateur ou au lecteur de prendre connaissance de son contenu. Or, rien n'est plus banal et anonyme qu'un disque dans un boîtier en plastique (ou une pochette en carton).

Il est donc très valorisant d'insérer une jaquette personnalisée dans le boîtier protecteur et d'appliquer une étiquette autocollante (un *sticker* pour parler français) sur la face dorsale du disque. Ces éléments sont l'« accroche » publicitaire du produit DVD/BD. S'il s'agit d'un vidéofilm familial ou amical, vous n'êtes certes pas obligé de créer pour lui une jaquette d'un graphisme inédit. Nous sommes cependant convaincus que, même si votre public est conquis d'avance, il n'est jamais inutile d'effectuer ce petit exercice de création graphique, ne serait-ce que pour tester les réactions du spectateur et en tirer un utile enseignement sur la pertinence et l'efficacité de votre manière de procéder.

La création de l'étiquette autocollante à poser sur la surface du disque est généralement facilitée par un module annexe du logiciel d'authoring. Celui-ci intègre le plus souvent des outils de type PAO (publication assistée par ordinateur) : compositions graphiques toutes préparées, titreur, gestionnaire de création et de retouche d'image, etc., avec lesquels le travail à effectuer se résume à quelques clics de la souris.

Il vous faut évidemment disposer d'une imprimante (généralement de type « jet d'encre ») autorisant l'impression des étiquettes sur un papier autocollant prédécoupé en couronne, au format d'un disque de 12 cm de diamètre. Il vous reste à coller une étiquette sur chaque exemplaire du DVD/BD édité. En revanche, la création de la jaquette du boîtier s'effectue sans problème à partir de n'importe quel logiciel de retouche d'image ou de PAO. Vous pouvez imprimer la jaquette sur papier ordinaire, mais c'est nettement plus « classe » de le faire sur un papier glacé un peu épais.

Lorsque le programme sur disque DVD/BD est destiné à un producteur, un sponsor, des collaborateurs, etc. (à plus forte raison s'il est édité en nombreux exemplaires en vue de distribution et/ou de commercialisation), le concept et l'esthétique de la jaquette de boîtier et de l'étiquette de disque sont des éléments fondamentaux. Outre les informations indispensables sur le contenu du programme et ses caractéristiques techniques, la jaquette et l'étiquette doivent fonctionner comme de véritables plaquettes publicitaires en faveur du « produit ». Le principe de l'étiquette collée sur la surface du disque faisant quelque peu « amateur », une meilleure solution consiste à imprimer directement le graphisme sur le disque, comme pour les disques du commerce. Il faut pour cela que la dorsale du disque soit imprimable (blanche ou argentée), et que l'imprimante soit conçue pour cela. Cette opé-



Figure 11.2 Jaquette et étiquette.

La conception et la réalisation de la jaquette et de l'étiquette autocollante d'un DVD tiré en petite quantité peuvent s'effectuer chez soi avec l'équipement informatique courant. Vous trouverez d'ailleurs de nombreux tutoriaux, gabarits, modèles, etc. en libre utilisation sur le Web. S'il s'agit en revanche d'une production impliquant la publication du programme en nombreux exemplaires, il est souvent préférable et plus rentable de faire appel à une entreprise spécialisée. Image Gérard Galès.

ration étant à la fois plus délicate et sensiblement plus onéreuse que l'impression sur étiquette autocollante, il est généralement plus rentable (en cas d'édition en série) de sous-traiter ce travail à un prestataire de services spécialisé. Comme c'est le cas de l'artisan imprimeur (de brochures, faire-part, menus, cartes de

visite, etc.), celui-ci peut habituellement prendre en charge à la fois la conception graphique des jaquettes et étiquettes, leur impression sous toutes les formes désirées, peut-être la gravure des disques ou encore étudier un devis en vue d'une diffusion du disque en nombreux exemplaires.





# **ÉQUIPEMENTS DE PRISE DE VUES**



Même sans expérience préalable de la réalisation vidéo, les informations et conseils pratiques donnés dans le chapitre 1 « *Généralités sur la prise de vues* », plus la lecture attentive du « Manuel utilisateur » de votre caméscope devraient vous permettre de réaliser des vidéogrammes répondant aux critères de qualité.

Dans ces conditions, l'étude de cette **partie 2** n'a rien d'immédiatement nécessaire. Elle s'adresse en priorité à celle ou celui qui aime aller au fond des choses et comprendre aussi bien « à quoi ça sert » que « comment ça marche ».

## Les chapitres de la partie 2

**12** • Principes de l'enregistrement de l'image et des sons

**13** • Présentation du caméscope

**14** • Les fonctions du caméscope

**15** • Accessoires du caméscope

**16** • La prise de son

**17** • Équipements d'éclairage

## Principes de l'enregistrement de l'image et des sons

Depuis que la vidéo est devenue numérique à l'orée du nouveau siècle, les technologies matériels et logiciels ont tellement évolué et de manière si rapide, que nous avons donné la priorité, dans cette deuxième partie, à la vidéo telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui. Dans ce chapitre, nous avons jugé utile de rappeler les fondements de la vidéo et de la télévision analogiques avant qu'elles ne disparaissent définitivement. Le lecteur désirant approfondir la technique ou s'informer sur les anciens systèmes peut se référer à la partie 4 de cet ouvrage.

### 12.1 Généralités

Dans toutes les applications de l'image et du son, la mutation des technologies est caractérisée par le passage du domaine analogique au domaine numérique. Bien qu'il améliore considérablement les performances des systèmes, le numérique n'est cependant qu'un outil permettant de manipuler, de stocker et de transmettre des informations de façon plus rapide, plus efficace et plus économique qu'autrefois.

Depuis plus d'un demi-siècle qu'elle existe, la télévision n'a pas eu besoin du numérique pour prendre la place éminente qu'elle occupe dans la société mondiale. C'est dire que la connaissance du processus analogique reste utile à qui veut pénétrer de plain-pied dans le monde numérique.

En télévision classique, les images, les sons et autres signaux « de service » sont regroupés et transmis par un seul « canal », dans une chaîne constituée d'une série de dispositifs d'*analyse* (caméras, microphones), d'*enregistrement* (magnétoscopes, disques magnétiques ou optiques, etc.), de *traitement* et de *mise en forme* (régie, codeurs, logiciels), de *transmission* (émetteurs, antennes, etc.) et de *réception* (antennes, décodeurs, téléviseurs). En bout de chaîne, les images sont reconstruites sur l'écran à une cadence suffisante pour que le téléspectateur ait la sensation de restitution réaliste du mouvement. Or, un message électronique étant d'autant plus difficile à enregistrer, à transmettre et à reconstituer que le nombre d'infor-

mations élémentaires qu'il contient est plus grand, la télévision a dû – jusqu'à l'avènement de la HDTV – se contenter de restituer sur l'écran des images juste assez détaillées pour équivaloir à peu près le *pouvoir séparateur de l'œil*, cela dans les conditions habituelles d'observation.

### 12.2 Caractéristiques techniques des systèmes vidéo

Les centaines de modèles de caméscopes grand public et professionnels de diverses marques et degrés de perfectionnement qui se sont succédé depuis plus de vingt-cinq ans diffèrent essentiellement par la façon dont ils enregistrent les images et les sons. D'une manière que vous pouvez juger arbitraire (mais il fallait bien en choisir une), nous les caractérisons selon les critères suivants.

#### 1 Caméscopes analogiques et caméscopes numériques

*a) Première période (1985-1995 environ).* Il existait deux grandes familles de caméscopes analogiques, utilisant les cassettes de bande magnétique : le format VHS « compact » appelé *VHS-C*, lequel fut amélioré sous la forme de *S-VHS-C* et le *Vidéo-8* qui devint le *Hi8*. Les caméscopes de ce format ne sont plus fabriqués, mais leurs propriétaires trouvent encore dans le commerce des cassettes vierges permettant d'utiliser ceux qui fonctionnent encore (mais qui ne sont pas réparables).

*b) Deuxième période (1995-2005).* Mise sur le marché des caméscopes numériques de format *MiniDV*, avec enregistrement sur cassette magnétique. Ceux-ci révolutionnèrent la vidéo grand public et institutionnelle grâce à l'amélioration spectaculaire de la qualité de l'image et du son, ainsi que des nouvelles possibilités de montage et d'édition apportées par l'informatique et les logiciels spécialisés. Excellent système, le caméscope *MiniDV* est toujours très utilisé aujourd'hui, mais tout laisse penser qu'il va bientôt disparaître du catalogue des



Figure 12.1 Caméscope Vidéo-8 Sony CCD-M8 (1985).

*Très fruste, dépourvu de zoom et de viseur électronique, ce premier modèle 8 mm de 1 kg ne connut à l'époque qu'un médiocre succès par rapport aux modèles VHS-C beaucoup plus élaborés (zoom, autofocus, viseur électronique, magnéscope enregistreur/lecteur, etc.) conçus par JVC. Poids : 1 kg.*



Figure 12.2 Caméscope S-VHS « d'épaule » Panasonic NV-MS1 (1990).

*On voit mal comment la jeune femme de la photo aurait pu filmer sur le terrain avec un monstrueux engin (417 × 223 × 127 mm), pesant 3 500 g en état de marche ! Utilisant la grande cassette S-VHS, ce modèle produisait pourtant d'excellentes images. Il était pourvu d'un capteur CCD 1/2", d'un objectif zoom 10×, d'un viseur électronique N&B, d'un autofocus piézoélectrique, etc.*

fabricants. En revanche, deux formats numériques créés par Sony – la *Digital 8* et le *MicroMV* – ne restèrent présents que peu d'années. À partir de 2001 enfin, furent lancés les premiers caméscopes numériques n'enregistrant pas les images et les sons sur bande magnétique, mais sur disque optique de 8 cm de diamètre dit Mini-DVD : ainsi naquirent les « nouveaux supports ».

c) *Période actuelle (2007-2008)*. La majorité des caméscopes « de pointe » lancés sur le marché à partir de 2007 sont HD (haute définition) au format 16:9

(généralement commutables au ratio 4:3) et ils diffèrent profondément les uns des autres par le support d'enregistrement, la nature du signal, etc. Alors que les caméscopes de chacune des familles citées précédemment avaient beaucoup de caractéristiques en commun, on peut dire qu'il n'y a pas, pour l'instant, deux systèmes d'enregistrement vidéo numérique parfaitement identiques : ce qui ne simplifie pas nos explications.

## 2 Fréquence image et trame, mode de balayage.

La fréquence est le nombre d'images complètes enregistrées par seconde (im/s) : 24 im/s pour le cinéma, 25 im/s ou 30 im/s en télévision et vidéo. Cependant, l'élimination du phénomène de scintillement exige que l'image soit restituée sur l'écran à une fréquence environ deux fois plus élevée. En cinéma, on double la fréquence (48 im/s) en projetant deux fois – grâce à l'obturateur tournant du projecteur – chaque image du film immobilisée sur l'écran. En vidéo et télévision, on double la fréquence (50 ou 60 im/s), en divisant chaque image en deux « demi-images » ou *trames*.

Dans les débuts de la télévision – qui était forcément « en direct » puisque le magnéscope n'existait pas –, le problème fondamental de la *synchronisation* des récepteurs avec l'émetteur fut résolu en asservissant les téléviseurs sur la fréquence du réseau électrique alternatif. Survivance de ces temps très anciens et afin d'assurer la compatibilité entre les générations successives de matériels, les téléviseurs, caméras et autres dispositifs analysent ou reconstruisent les images à la même fréquence que le réseau électrique du pays concerné.

- En Europe et autres pays où la fréquence du secteur alternatif est de 50 Hz, on avait adopté des standards de télévision N&B, puis couleur (PAL ou SECAM), fondés sur cette fréquence : 25 images de 625 lignes (50 Hz) par seconde.
- Dans les pays où la fréquence du secteur alternatif est de 60 Hz (États-Unis, Canada, Japon pour les principaux), le standard TV (NTSC) est asservi sur cette fréquence : 30 images de 525 lignes (60 Hz) par seconde.

Il y a des décennies que les appareils vidéo ne se synchronisent plus sur le secteur (d'autant que celui-ci n'est pas disponible avec les appareils « nomades », à commencer par le caméscope) : ils se verrouillent automatiquement grâce à des signaux d'horloge ou « tops de synchro » qui sont intégrés au signal lui-même.

a) *Balayage progressif*. On peut comparer les déplacements du *spot* d'électrons sur l'écran d'un tube à rayons cathodiques (ou l'allumage des cellules d'un écran plat) à ceux de nos yeux lisant un livre : en partant du haut et à gauche de la page, notre regard se déplace horizontalement de la gauche vers la droite pour lire successivement tous les caractères

de la ligne. Parvenu en bout de ligne, il revient très rapidement vers la gauche sur le début de la ligne suivante qu'il déchiffre à son tour, ainsi de suite jusqu'au bas de la page. Puis le regard se porte en haut de la page suivante, etc. Cette manière d'analyser et de reconstituer une scène – ligne après ligne et page après page – est dit *balayage progressif*. Ce mode de balayage est identifié par la lettre « p » (pour *progressive* en anglais).

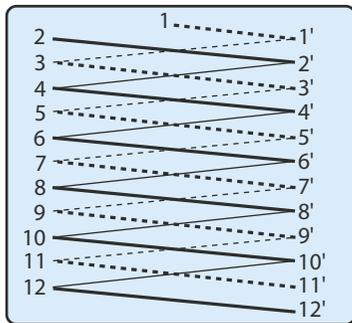


Figure 12.3 Principe du balayage entrelacé.

La trame des lignes impaires (en pointillés) parcourt d'abord l'écran du tube cathodique, le faisceau d'électrons étant « allumé » durant le trajet « aller » (1-1', 3-3', etc.) et « éteint » pour le retour (1'-3, 3'-5, etc.) et ainsi de suite (jusqu'à 625 lignes en standard PAL, 50 Hz). Ensuite, la trame des lignes paires (trait plein) balaye l'écran, les lignes s'intercalant dans les espaces laissés libres entre les lignes de la trame impaire. Chaque image de durée 1/25 s (= 40 ms) est ainsi analysée en deux trames successives de 1/50 s (= 20 ms).

b) *Balayage entrelacé*. Dans un système d'analyse séquentielle, la cadence de 25 ou 30 im/s est insuffisante pour supprimer le scintillement et éviter les effets stroboscopiques. Afin de doubler la fréquence en obtenant une restitution réaliste du mouvement, chaque image élémentaire est constituée de deux trames projetées alternativement, dont les lignes sont entrelacées. Ce mode de balayage entrelacé est identifié par la lettre « i » (pour *interleaved* en anglais).

Prenons l'exemple du système TV ou vidéo analogique dans sa version PAL à 625 lignes :

- Pendant 1/50 s (20 ms) – durée d'une alternance du courant 50 Hz – le *spot* inscrit successivement les *lignes de numéro impair* (1, 3, 5... 313) qui constituent la *trame impaire de l'image*.
- Au cours de l'alternance suivante, le *spot* inscrit – dans les espaces laissés libres entre les lignes impaires – les *lignes de numéro pair* (2, 4, 6... 312), en formant la *trame paire de l'image*.

En résumé, chacune des 25 images restituée chaque seconde sur l'écran est constituée de *deux trames entrelacées de 312,5 lignes*, renouvelées à la fréquence de 50 trames/s. Pour faire court, ce système est dit 625/50.

Dans le système américain d'origine 525/60 (NTSC) et selon un processus analogue, chacune des 30 images

complètes restituée par seconde sur l'écran est formée de deux trames entrelacées de 262,5 lignes, renouvelées à la fréquence de 60 trames/s.

Nous verrons que les formats vidéo ou de télévision haute définition fonctionnent de la même manière (soit en balayage progressif, soit en balayage entrelacé). La différence entre la définition standard (SDTV/SDV) et la haute définition (HDTV/HDV) est qu'avec cette dernière, il y a plus d'informations à enregistrer, stocker et/ou transmettre par unité de temps.

### Remarque

Autre révolution technologique contemporaine, le tube à rayons cathodique (CRT) qui, depuis les origines, équipait les téléviseurs, écrans ordinateur, moniteurs vidéo, oscilloscope, etc., est définitivement remplacé par l'écran plat (actuellement de type LCD ou plasma). Cependant, compte tenu de l'immense parc des téléviseurs et moniteurs à CRT encore en service, il fallait – durant la période de renouvellement du parc – assurer la compatibilité entre les deux systèmes d'affichage de l'image : les caractéristiques du signal reçu par le téléspectateur ne pouvaient pas changer. La grosse différence est que, contrairement à l'écran d'un CRT qui ne s'illumine brièvement que lors du passage du *spot* d'électrons, les cellules RVB d'un écran plat restent allumées toute la durée d'une trame (mode entrelacé) ou d'une image (mode progressif).

## 12.3 Ratio d'image et nombre de lignes (définition verticale)

On appelle *ratio* le rapport entre la dimension horizontale (H) et la dimension verticale (V) de l'image :  $\text{ratio} = H/V$ . On peut dire que l'image vidéo (ou de télévision) standard (STV) est au ratio 4:3, tandis que la vidéo haute définition (HD) est généralement de ratio 16:9. Mais comme la forme allongée du 16:9 ne convient pas à toutes les applications (par exemple, la compatibilité totale avec les films cinéma et vidéo qui ont été tournés en 4:3), la tendance d'aujourd'hui est d'offrir des matériels (caméscopes et téléviseurs) capables de fonctionner dans les deux ratios : l'utilisateur peut ainsi choisir l'un ou l'autre format. Notre opinion personnelle – que vous pouvez ne pas partager – est que le 4:3 se prête mieux à une composition équilibrée de l'image, alors que dans le rectangle allongé du 16:9, il est souvent difficile de cadrer agréablement les scènes où figurent des éléments verticaux, tels des personnages en pied, des bâtiments, etc. Mais le 16:9 s'étant imposé *de facto*, il est bien sûr disponible chez tous les constructeurs.

La *résolution verticale* est le nombre de lignes de balayage de l'image, en ne prenant en compte que celles qui sont réellement affichées sur l'écran (c'est-à-dire sans les lignes de suppression extérieures à l'image où sont enregistrés des signaux « de service », tels que les tops de synchro, le code temporel, le télétexte, etc.). Il va de soi que, pour le spectateur, la résolution « visuelle » de l'image affichée sur un écran est d'autant meilleure que les images comportent davantage de lignes ; autrement dit, le système haute définition a la capacité de mieux reproduire les plus fins détails de la scène.

La *résolution horizontale* (c'est-à-dire le nombre de « points » que l'on peut distinguer sur une ligne est difficile à caractériser par des chiffres, car elle dépend au moins autant de la sensation subjective du spectateur et des conditions d'observation que des caractéristiques du moniteur ou téléviseur, par exemple. Pour simplifier, on considère à juste titre que la résolution horizontale se déduit « mathématiquement » de la résolution verticale. Pour une image HD 16:9 de 1 080 lignes, on aurait donc une résolution horizontale de  $1\ 080 \times 16/9 = 1\ 920$  points.

## 12.4 Nature du signal vidéo

Nous ne donnons ici que les informations relatives aux systèmes qui se sont réellement imposés au cours des âges dans les domaines de la vidéo grand public : les anciens systèmes, ainsi que les formats institutionnels ou professionnels, dits *broadcast*, sont décrits dans la partie 4 de l'ouvrage. On distinguera les formats de vidéo analogique qui appartiennent tous au passé et les formats de vidéo numérique.

### 12.4.1 Vidéo analogique

Avec l'avènement du format DV en 1996, la vidéo numérique s'est rapidement imposée à tous. Nous ne pouvons cependant pas ignorer la vidéo analogique, ne serait-ce que pour continuer à visionner et à exploiter les images et les sons autrefois capturés dans ces formats ; après les avoir numérisés, bien sûr. Voici ceux qu'il faut connaître :

**1 Composite (PAL, SECAM ou NTSC).** Le signal enregistré et restitué par un camescope de première génération ou par un magnétoscope (dont le VHS de salon qui vient seulement de disparaître après 30 ans de bons et loyaux services) est dit *composite* parce qu'il mélange les trois signaux d'origine RVB afin de permettre la transmission de la vidéo par un seul canal. La conséquence est une mauvaise restitution des couleurs et une perte dramatique de la qualité de l'image à chaque génération de copie. Les formats concernés furent le VHS et le Vidéo-8 pour le grand public, ainsi que

les premiers formats professionnels ou institutionnels tels que le 1 pouce et l'U-Matic.

**2 Signal Y/C.** Au lieu d'être mélangés comme en mode composite, les signaux de *luminance* (Y) et de *chrominance* (C) sont enregistrés séparément sur la bande magnétique et restent indépendants jusqu'à l'entrée dans le moniteur ou le téléviseur. Ceci a permis une moindre dégradation des couleurs et même de conserver une bonne partie de la qualité des originaux s'ils sont, dès la première génération de copie, réenregistrés dans un format numérique, tel le DV. Les formats concernés sont des évolutions des VHS et Vidéo-8, respectivement appelés *S-VHS-C* et *Hi8*.

**3 Composantes analogiques.** C'est, dans les formats professionnels analogiques (le *Betacam* [SP] de Sony, par exemple), le meilleur des principes d'enregistrement et il l'est resté en numérique. Dans ce mode, le signal vidéo est enregistré tel qu'il est traité par les circuits de la caméra ou du camescope, c'est-à-dire sur trois « canaux » : la *luminance* (Y) et les deux signaux de *chrominance* de différence des couleurs (B-Y) et (R-Y), lesquels portent des noms divers selon les procédés ( $C_R$  et  $C_B$  par exemple). Une variante très utilisée en infographie est le système d'enregistrement *composantes RVB* ne nécessitant pas moins de cinq voies de transfert des signaux.

### 12.4.2 Vidéo numérique

Sur le plan pratique, une décision majeure relative à la vidéo et à la télévision numériques fut d'abandonner les méthodes de codage du signal vidéo analogique en composite ou en Y/C, au profit du codage en composantes numériques (Y,  $C_R$ ,  $C_B$ ). Le fait de traiter séparément les signaux de luminance et de chrominance simplifia considérablement le problème des conversions dans les deux sens entre les systèmes 625 lignes/50 Hz (PAL ou SECAM) et 525 lignes/60 Hz (NTSC). De fait, beaucoup d'appareils électroniques d'aujourd'hui sont « multistandard », c'est-à-dire capables de fonctionner sans adaptateur spécifique dans toutes les régions du globe.

Cependant, les formats de vidéo numérique diffèrent par de nombreuses caractéristiques qu'il serait vain de détailler ici. En dehors d'une multitude de formats d'enregistrement de vidéo broadcast (voir partie 4), nous distinguerons trois formats numériques grand public :

**1 Format et signal DV (*Digital Video*).** Le DV fut lancé sur le marché en 1996 par un consortium réunissant les principaux fabricants mondiaux de matériels et de développeurs de logiciels. Après des débuts difficiles, presque tous les nouveaux camescopes grand public furent DV (ou enregistrant ce même signal DV sur un autre format de bande magnétique, par exemple, le Digital 8 de Sony).

Afin de conserver la plus haute qualité, le DV a adopté un principe de compression sans perte, dit aussi « compression réversible symétrique », ne provoquant sur le vidéogramme terminé que des pertes d'information insensibles au spectateur. Le débit du signal DV vidéo seul qui est de 125 Mbit/s est réduit à 25 Mbit/s (taux de compression 5:1) grâce à des algorithmes dérivés du JPEG et du M-JPEG. Néanmoins, le débit total du signal DV – incluant les voies audio, les corrections d'erreurs et autres données auxiliaires – est de 41,8 Mbit/s.

Notons que dans un appareil DV 625 lignes/50 Hz (PAL, SECAM), la structure d'échantillonnage est 4:2:0 alors qu'elle est 4:1:1 dans un appareil DV 525 lignes/60 Hz (NTSC) (cf. 29.7).

Exemple de compatibilité entre différentes versions d'un même système, le caméscope *Panasonic AG-HVX 200* peut fonctionner dans tous les formats DVCPRO de la marque, dérivés DV. Il peut enregistrer en DV standard sur cassette MiniDV, ou bien en mode DVCPRO (25 Mbit/s), DVCPRO 50 (50 Mbit/s) ou DVCPRO HD (100 Mbit/s) sur carte mémoire flash (P2).

**2 Codage et compression MPEG-2.** Lancé vers 1996, le principe de codage et de compression des données numériques MPEG-2 a été décliné, selon les applications, dans une grande variété de « niveaux » (*Level*) et de « profils » (*Profile*). Le MPEG-2 fut jusqu'à présent systématiquement utilisé en vidéo professionnelle, en télévision numérique, ainsi que pour l'enregistrement sur support DVD. En vidéo légère, il a l'avantage, à qualité d'image à peu près comparable, d'autoriser un taux de compression plus élevé que le codage DV. En dépit de l'échec du format MiniMV lancé en 2002 par Sony, l'idée du codage à compression MPEG-2 a été reprise pour les caméscopes HDV, enregistrant les données sur cassette MiniDV.

**3 Codage et compression AVCHD (MPEG-4 H264 dit aussi AVC).** Récemment défini (2006), le format d'enregistrement AVCHD (*Advanced Video Codec High Definition*) semble appelé à un brillant avenir en se substituant aux systèmes DV ou MPEG-2, tout d'abord pour les applications grand public (vidéo et télévision numérique), mais qui peut également s'imposer dans le domaine professionnel, tel le cinéma électronique. Mis au point par Panasonic et Sony, mais adopté par bien d'autres fabricants, la plus grande vertu de l'AVCHD est de permettre l'enregistrement des signaux image et son sur une grande diversité de supports : disque Mini-DVD (ou maintenant Blu-ray ou BD) de 8 cm de diamètre, disque dur à grande capacité, carte mémoire flash. Ces différents supports de l'information ont en commun d'être directement compatibles en lecture à partir d'un ordinateur ou d'un lecteur/enregistreur DVD/BD, avec accès quasi instantané à n'importe laquelle des séquences enregistrées.

### Remarque

Selon les promoteurs du format, l'appellation HDV (qui signifie vidéo haute définition) doit être réservée aux appareils enregistrant la vidéo sur cassette de bande magnétique MiniDV. Il s'agit donc d'un argument « propriétaire » restreignant l'usage d'un terme général à une seule catégorie d'appareils. Nous ne sommes pas d'accord : *primo*, la vidéo haute définition ne dépend nullement du support sur lequel les signaux sont enregistrés, mais de la définition de l'image (en particulier du nombre de lignes de balayage en vertical) ; *secundo*, une majorité de caméscopes HD commercialisés en 2007-2008 n'enregistrent plus la vidéo et l'audio sur bande magnétique, mais sur d'autres supports, tels le disque dur, les disques DVD/BD ou la carte mémoire flash : ces caméscopes n'auraient-ils jamais le droit de s'appeler HDV ?

## 12.5 Nature du signal audio

Sur le plan technique, l'enregistrement sonore pose beaucoup moins de problèmes que celui de la vidéo. La plus haute fréquence audio à enregistrer ne dépasse pas 20 000 Hz contre plusieurs mégahertz (MHz) pour la vidéo. Voici les principales méthodes d'enregistrement et de lecture de l'audio mises en œuvre sur les caméscopes au cours des âges.

### 12.5.1 Formats analogiques

**VHS et VHS-C :** une piste linéaire monophonique. Compte tenu de la basse vitesse de défilement de la bande magnétique, la qualité sonore était très déficiente. Néanmoins, les centaines de millions de possesseurs de magnétoscopes VHS de salon s'en contentèrent pendant un bon quart de siècle !

**VHS stéréo HiFi et S-VHS (C).** Outre la piste linéaire du VHS d'origine, ces versions améliorées enregistraient un excellent audio en stéréo et modulation de fréquence (FM) sur les pistes hélicoïdales, par multiplexage en profondeur de la bande.

**Vidéo-8 et Hi8.** Ces formats permettaient d'enregistrer le son en stéréo de deux différentes manières. (1) En FM et multiplexage sur les mêmes pistes hélicoïdales que la vidéo. (2) En numérique, selon un principe de codage « modulation par impulsions codées » (MIC), plus connu sous son appellation anglaise PCM. Caractéristiques en codage PAL : échantillonnage à 31,5 kHz, 8-bit. Bien que faisant partie dès l'origine des spécifications normalisées du format Vidéo-8, cet audio PCM délivrait un son de qualité décevante. Aussi ne fut-il implanté que dans quelques modèles de caméscopes Sony haut de gamme.

**U-Matic et Betacam :** 2 pistes linéaires.

**Betacam SP** : 2 pistes linéaires et 2 piste hélicoïdales FM.

## 12.5.2 Formats numériques

**DV, DVCAM, DVCPRO** : le triomphe de l'audio numérique PCM. L'audio est enregistré sur un segment réservé de chaque piste hélicoïdale. L'utilisateur peut sélectionner parmi deux modes : soit deux canaux 48 kHz/16-bit, soit quatre canaux 32 kHz/12-bit

**HDV d'origine (enregistrement sur cassette MiniDV)**. Audio stéréo compressé en mode *MPEG-1 Layer 2*, débit numérique 384 kbit/s.

**AVCHD** : la piste audio peut être stockée : soit en PCM linéaire 7.1 non compressé, soit en AC-3 (5.1) compressé. Les deux séries de données vidéo et audio sont encapsulées dans un « conteneur » *MPEG-2 TS (Transport Stream, flux de transport)*.

## 12.6 Les supports d'enregistrement

Depuis l'invention du magnétoscope, puis du caméscope, les images et les sons de la télévision et de la vidéo étaient capturés sur bande magnétique, elle-

même contenue dans une cassette simplifiant et accélérant les manipulations. Jusqu'à ces dernières années en effet, seule la bande magnétique offrait une longue durée d'enregistrement pour un coût modéré. Tout est changé maintenant : la capacité de stockage de autres supports de l'information est en augmentation constante, tandis que leur prix d'achat « au gigaoctet » baisse de manière spectaculaire. Voici une énumération de ces divers supports :

**1 Cassette de bande magnétique.** La méthode d'enregistrement vidéo/audio sur des pistes hélicoïdales de la bande magnétique a largement fait ses preuves, mais elle vit maintenant ses dernières années, essentiellement avec les caméscopes numériques de format DV, HDV, ainsi que certains matériels de format professionnel (ou institutionnel) tel le DVCAM, le DVCPRO, le Digital Betacam et quelques autres. Il est encore trop tôt pour en jurer, mais il se pourrait bien qu'aucun nouveau matériel grand public ou professionnel commercialisé à l'avenir ne soit fondé sur l'emploi de la cassette. Il est important de remarquer qu'avec la bande magnétique l'accès à une séquence spécifique est séquentiel et peut donc demander une plus ou moins longue durée de bobinage ou rembobinage (que de temps perdu lors du montage de *news* !). Au contraire, tous les autres supports permettent d'accéder quasi-instantanément à n'importe quelle séquence (un fichier) désirée.



Figure 12.4 Les quatre principaux formats de cassettes grand public.

1 VHS plein format – 2 VHS-C (compact) – 3 8 mm/Hi8/D8 – 4 DV (MiniDV).

## 2 Mini-DVD, Mini-BD, disque optique PFD.

Depuis plusieurs années, les disques « mini-DVD » de 8 cm de diamètre s'utilisaient dans les caméscopes *DVDCam* équipés d'un graveur/lecteur. En fin 2007, il en existait de nombreux modèles chez pratiquement tous les constructeurs. On peut néanmoins regretter la faible capacité du mini-DVD (1,36 Go pour le simple couche, 2,66 Go pour le double-couche). Mais après la commercialisation par *Hitachi* (en fin 2007) d'un premier caméscope utilisant le disque BD de 8 cm de diamètre (Mini-BD), il se peut que d'autres fabricants proposent des caméscopes enregistrant les séquences sur ce type de disque optique. De fait, la capacité de 7,5 Go du disque 8 cm simple couche (ou 15 Go du double face) confère à l'appareil une confortable autonomie de tournage avec la meilleure qualité d'image. Pour le vidéaste possédant un caméscope mini-DVD de précédente génération, il est rassurant de savoir qu'un graveur/lecteur BD a également la capacité de lire les disques DVD et CD : c'est cela la compatibilité !

Signalons la brève apparition du disque optique *HD-DVD* (soutenu par *Toshiba*, *Microsoft*, *NEC* et *Intel*). Descendant naturel du DVD, mais de capacité moindre que le BD (15 Go au lieu de 25 Go), il ne fut pas en mesure de s'imposer face à son concurrent. Après environ une année de début de commercialisation, les fabricants de disques et de lecteurs de salon de ce format durent l'abandonner au profit du BD : il y eut pas mal de victimes chez les imprudents « consommateurs », trop avides de fausses nouveautés.

Les caméscopes et enregistreurs professionnels de la série *Sony XDCAM* et *XDCAM-HD* (à porter à l'épaule ou à monter sur pied) ont des dimensions généreuses qui leur permettent d'accepter le disque optique « laser bleu » de 120 mm de diamètre en cartouche PFD : même technologie que le Blu-ray. Il existe actuellement le PFD-23A simple couche (23,3 Go) et le PFD-50DLA double couche (50 Go).

**3 Disque dur embarqué.** Grâce à sa grande capacité de stockage, le disque dur est par excellence la mémoire de masse de l'ordinateur. Ses performances ont été constamment améliorées au cours des années, de sorte qu'il en existe des modèles de grande capacité et peu gourmands en énergie, assez compacts pour être installés dans les petits appareils nomades, dont les caméscopes de plus récente génération. La capacité des divers caméscopes à disque dur (dits HDD) commercialisés en 2007 est comprise entre 20 et 100 Go.

**4 Carte mémoire flash.** Les trois types de supports de l'information évoqués ci-dessus utilisent des mécanismes : soit de transport de la bande magnétique (cassette), soit de rotation d'un disque magnétique (HDD), ou d'un disque optique (DVD, BD). Bien que ces systèmes aient démontré une bonne fiabilité sur le terrain, le principe d'enregistrement sur carte mémoire flash a l'avantage de ne comporter aucun élément mobile et de résister sans faillir aux chocs, à l'accélération et aux agressions de l'environnement.

On trouve maintenant – à prix de plus en plus abordable – de petites cartes mémoire de type CompactFlash (CF) ou Secure Digital (SD/SDHD) de capacité 2, 4, 8 ou 16 Go, lesquelles sont couramment utilisées dans les appareils photo numériques (APN), particulièrement de type reflex. Dans le domaine vidéo et pour l'instant, la carte de type SD/SDHD est la plus utilisée, soit sur des caméscopes d'entrée de gamme (*Panasonic*, *Sanyo*), soit par groupe de quatre contenue dans un boîtier de format PCMCIA baptisée P2 (*Panasonic AG-HVX200*, par exemple). Avec une P2 composée de quatre SD de 16 Go, on bénéficiera de 64 Go de mémoire, soit plus d'une heure de tournage en plus haute qualité de vidéo HD.

En fin 2007, *Sandisk* et *Sony* signaient un accord de production d'un nouveau type de carte mémoire « Express Card » appelé *SxS* (prononcer « S by S »), spécialement conçue pour les caméscopes professionnels. Dimensions : 34 × 75 × 5 mm ; capacité maximale annoncée au lancement : 16 Go ; taux de transfert dans un ordinateur : 100 Mo/s environ.

**5 Conclusion provisoire sur les supports d'enregistrement.** Depuis ces dernières années, principalement à cause de l'avènement de la vidéo HD, les formats d'enregistrement et les modèles de caméscopes évoluent si rapidement qu'il serait imprudent d'affirmer que l'un des quatre principes de stockage va s'imposer sur le marché aux dépens des trois autres. Remarquons à ce propos qu'en 2007-2008, les grands constructeurs proposaient simultanément des caméscopes utilisant soit la cassette MiniDV, soit le disque optique de 8 cm, soit le disque dur, soit la carte flash ; il y a même des modèles associant deux systèmes dans le même boîtier (par exemple MiniDVD et disque dur) : à l'utilisateur de choisir. Ces différents supports ayant la capacité d'enregistrer la même qualité d'image et de son, votre choix d'un modèle de caméscope plutôt qu'un autre doit être fondé sur d'autres critères, dont nous aurons maintes occasions de reparler dans les chapitres suivants.

À performances à peu près égales, on peut dire (sans prendre de gros risques) que la cassette MiniDV a son avenir derrière elle, que la formule MiniDVD/BD est très pratique (lecture des disques sur le lecteur de salon), que le disque dur embarqué ne nécessite aucune manipulation et peut conférer une très grande autonomie de tournage, enfin, que la carte mémoire flash de grande capacité (8 Go ou plus) est probablement la solution du futur, car de loin la plus fiable. Son défaut actuel est le coût encore élevé des cartes de très haute capacité, mais il est certain que leur prix va inéluctablement continuer à baisser : ce qui pourrait la mettre bientôt « à la portée de toutes les bourses ».

Il ne faut pas oublier que, par principe, le disque dur et la carte mémoire sont des supports provisoires, pleinement réutilisables une fois que les séquences enregistrées ont été transférées dans une mémoire de masse, généralement le disque dur de l'ordinateur. Ce

n'est pas le cas des cassettes et des disques optiques réenregistrables (RW) qu'il est à notre avis imprudent de réutiliser pour les tournages suivants.

## 12.7 Spécifications des différents systèmes grand public

Bien que les caméscopes analogiques VHS/S-VHS ou Vidéo-8/Hi8 ne soient plus fabriqués, il faut se rappeler qu'il n'y pas 25 ans qu'ils ont brusquement remplacé la caméra cinéma Super-8 chez les particuliers. Or, les photos, les films cinéma ou les cassettes vidéo enregistrés dans le dernier quart du xx<sup>e</sup> siècle sont la mémoire des familles et leurs contenus doivent être préservés à l'intention des générations futures. Le problème est qu'avec la généralisation du numérique, puis l'arrivée de la vidéo HD, le « paysage audiovisuel » et la technologie se sont tellement modifiés qu'il devient très difficile de disposer d'un ancien appareil en état de marche capable de lire les images et les sons, afin de les sauvegarder en numérique sur un support pérenne. Voilà pourquoi nous n'avons pas voulu oublier trop vite la vidéo analogique « de papa » !

### 12.7.1 Formats analogiques des familles VHS et Vidéo-8

Enregistrement uniquement sur bande magnétique, en cassette.

### 12.7.2 Comprendre les spécifications de la vidéo haute définition (HD)

Le terme HD n'est pas seulement l'appellation du procédé délivrant des images de résolution plus élevée que les formats vidéo antérieurs : il implique le respect de spécifications techniques qui ne sont pas encore des « normes », mais qui sont acceptées *nolens volens* par les fabricants de matériels et les développeurs de logiciels concernés par les évolutions du cinéma, de la vidéo ou de la télévision.

Ces spécifications concernent différents aspects du format HD, dont les plus importants sont la géométrie de l'image (le ratio H/V) et son format informatique (sa résolution en pixels).

La vidéo numérique 4:3 de définition standard (SD) a des dimensions fixes qui sont 720 (H) × 576 (V) pixels en PAL 50 Hz (ou 720 [H] × 480 [V] pixels en NTSC 60 Hz).

La vidéo numérique 16:9 de haute définition (HD) existe – pour le grand public – en deux principales « versions » : la plus petite de 1 280 (H) × 720 (V) et la plus grande de 1 920 (H) × 1 080 (V). Ces deux formats de vidéo HD sont couramment abrégés en « 720 » et « 1 080 ». Ce dernier va probablement s'imposer à l'avenir, aussi bien pour la télévision (TVHD) que pour la prise de vues vidéo. En 2007-2008, le 720 n'est effectivement adopté que par JVC, alors que les autres fabricants (*Canon, Panasonic, Sony*, etc.) ont opté pour le 1 080.

La méthode de balayage est une autre caractéristique pouvant s'appliquer aux deux formats HD : le *balayage progressif* et le *balayage entrelacé*.

Tableau 12.1 Résumé des caractéristiques des familles VHS et 8 mm\*

Caractéristiques	VHS	S-VHS	Vidéo-8	Hi8
Vitesse d'avance de bande ( $V_d$ ) (mm/s)	23,39		20,051	
Vitesse relative tête/bande ( $V_l$ ) (m/s)	4,84		3,121	
Diamètre du tambour (mm)	62 ou 41,3 (VHS-C)		40	
Inclinaison des pistes (mode SP)	5°57'50,3"		4°54'58,8"	
Longueur des pistes vidéo (mm)	97,39		62,83	
Largeur des pistes vidéo ( $\mu$ m)	49		34,4	
Azimutage des têtes vidéo	$\pm 6^\circ$		$\pm 10^\circ$	
Largeur de bande en luminance (MHz)	3,8-4,8	5,4-7	4,2-5,4	5,7-7,7
Porteuse chrominance (kHz)	629		743	
Dimensions des cassettes (mm)	Standard : 188 × 104 × 25 Compacte : 91,4 × 58,4 × 22,8		95 × 62,5 × 15	
Largeur de la bande magnétique	12,7 mm (1/2 pouce)		8 mm	
Nature de l'enduit magnétique	Oxyde métallique		Métal « pur » (MP ou ME)	
Durée maximale de la cassette (min)	Standard : 240 Compacte : 45		90	

\* Les valeurs indiquées correspondent à la vitesse de défilement normale de la bande (SP) et pour les appareils fonctionnant en 625 lignes/50 Hz. Le mode longue durée (LP) double la durée d'enregistrement de la cassette.

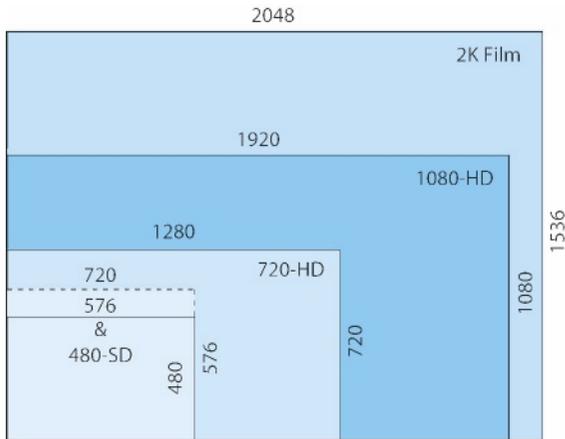


Figure 12.5 Différents formats numériques. Voir p. 237 du cahier couleur.

La taille des rectangles est proportionnelle au nombre de pixels.  
**1** Vidéo numérique de définition standard : 720 × 576 pixels (PAL) ou 720 × 480 pixels (NTSC) – **2** Format HD 720p : 1 280 × 720 pixels – **3** Format dit Full HD 1080i ou 1080p : 1 920 × 1 080 pixels – **4** Cinéma électronique 2K : 2 048 × 1 536 pixels.

**1 Balayage progressif.** En balayage progressif, chaque image est affichée en une fois avec toutes ses lignes sur l'écran. La vidéo HD « 720 » (1 280 × 720) est généralement affichée en progressif, ce qui est confirmé par la lettre « p » (720p). Dans les pays « 50 Hz », cela veut dire 25 images complètes par seconde. À cause du principe de balayage de l'écran au moyen de *spots* d'électrons mobiles, le mode progressif n'aurait pu fonctionner correctement du temps du téléviseur/moniteur CRT (il y aurait eu du scintillement). Mais avec les écrans plats de type plasma, LCD, AM-OLED et autres à venir, les cellules RVB peuvent rester allumées le temps d'affichage de chacune des 25 images par seconde (soit pendant 40 ms) : il n'y a pas ou très peu de scintillement. Le summum (en dehors des formats spécifiquement « cinéma électronique », tels les 2K et 4K) est le 1080p, c'est-à-dire 50 images pleine résolution de 1920 × 1 080 pixels par seconde.

**2 Balayage entrelacé.** Seul principe évitant le scintillement avec les écrans CRT, le balayage entrelacé fut systématiquement adopté depuis les origines de la télévision publique par tous les systèmes TV et vidéo. Le mode HD 1 920 × 1 080 est le plus souvent exploité en balayage entrelacé (on l'appelle 1080i) avec lequel chaque image est constituée de deux trames (l'une des lignes paires, l'autre des lignes impaires). Dans les pays « 50 Hz », cela veut dire

50 trames – de 1920 (H) × 540 (V) alternativement paires et impaires par seconde.

En pratique, il est difficile de mettre en évidence une différence de qualité entre les images enregistrées et restituées soit en 720p, soit en 1080i. Il est en revanche certain que la vidéo ou la télévision HD exige d'être présentée sur un téléviseur ou un moniteur de résolution *ad hoc*, idéalement Full HD de 1 920 × 1 080 pixels. Il va de soi que tous les téléviseurs/moniteurs HD maintenant commercialisés – y compris les HD Ready de plus faible résolution – sont conçus pour s'adapter à tous les formats numériques SD ou HD des matériels grand public. Bien qu'ils soient fondés sur les mêmes types de signaux, les systèmes professionnels doivent assurer des performances bien supérieures.

Il suffit de la regarder sur un bon écran pour constater que la vidéo HD affiche à coup sûr des images plus grandes et plus détaillées que les procédés antérieurs. Néanmoins, les capacités réelles du système sont limitées par la largeur de la bande passante disponible du système d'enregistrement et/ou de transmission. À la pleine résolution de 1 920 × 1 080 pixels, la vidéo HD a un débit numérique bien trop élevé pour être capturée, traitée et visualisée telle qu'elle a été capturée par les systèmes grand public. Voilà pourquoi le signal de vidéo numérique DV ou HD doit être sévèrement compressé.

### 12.7.3 Compression HD

En dehors des formats de vidéo *broadcast*, deux principaux formats de vidéo compressée sont actuellement utilisés sur les caméscopes de la famille HD : le format HDV et le format AVCHD.

#### HDV

La HDV (*High Definition Video*) a été lancée en 2004 par *Sony*, puis rapidement adoptée par *Canon*. Ce fut le premier format de haute définition dont le coût soit compatible avec celui des équipements grand public. Selon le désir des promoteurs, le terme HDV est censé n'être utilisé que par les caméscopes HD enregistrant les séquences vidéo sur cassettes de bande magnétique MiniDV.

Pour qu'un tel système soit viable sur le marché (et remplace rapidement les procédés antérieurs), il est indispensable de réduire le débit numérique du signal à enregistrer, mais sans affecter visiblement la qualité de l'image. Pour y parvenir, la HDV utilise deux « astuces » technologiques :

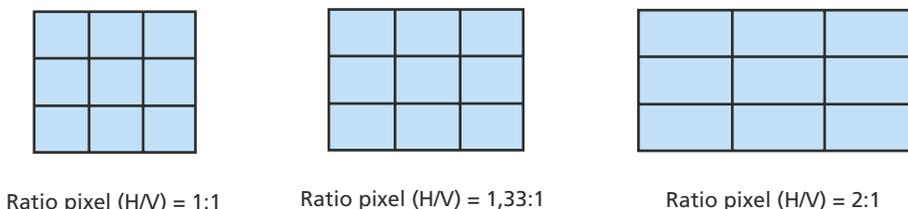


Figure 12.6 Pixels carrés et pixels rectangulaires.

**1 Pixels rectangulaires.** L'anamorphose optique de l'image est utilisée depuis les années 1950 pour le cinéma écran large de type « Cinémascope ». Elle consiste – à l'aide d'une lentille hémicylindrique placée devant l'objectif de la caméra – à comprimer l'image dans le sens horizontal à la prise de vues, puis à la décompresser optiquement à la projection. Le HDV 16:9 est fondé sur le même principe, mais dans le monde de l'imagerie électronique. Nous avons vu que les spécifications de la HD définissent une image « pleine résolution » de 1 920 (H) × 1 080 (V) pixels. Dans un tel cas, les pixels du capteur sont carrés, c'est-à-dire que la résolution (en luminance) est identique en horizontal et en vertical. En réalité, une ligne (H) du capteur HDV n'est pas constituée de 1920 pixels carrés, mais de 1 440 pixels rectangulaires de ratio (H/V) 1,333:1. En effet :  $1\,920/1,333 = 1\,440$ . De cette manière, l'image a visuellement à peu près le même aspect que la vraie HD, mais le nombre de données à enregistrer sur la bande magnétique est déjà diminué de 25 %.

Dans le même esprit d'économie de bande passante, les capteurs de certains modèles *Sony* (tels le tri-CCD 1/3" *HVR-Z1* ou le plus récent tri-CMOS 1/4" *HVR-FX7*) comportent une matrice de 960 (H) × 1 080 (V) pixels (soit 1,03 MP). Les pixels sont également rectangulaires, mais avec un ratio de 2:1 (ils sont deux fois plus larges que hauts). Cela confère au système une résolution horizontale de 960 pixels, soit moitié moindre que les 1 920 pixels spécifiés pour le HDV Full HD ; mais l'on économise ainsi la moitié des données à traiter et à enregistrer ! C'est ici qu'apparaît le bénéfice de l'imageur tri-capteur : le décalage d'un demi-pixel du capteur du vert (relativement aux capteurs du bleu et du rouge) augmente la résolution horizontale en luminance de 50 %. L'image est de qualité apparemment comparable à celle que l'on aurait avec un imageur de 1 440 × 1 080 pixels réels.

**2 Vidéo codée MPEG-2.** La HDV utilise des algorithmes de compression/décompression des données – autrement dit un codec – de type MPEG-2, semblable à celui utilisé pour l'enregistrement et la lecture des disques DVD et les systèmes de vidéo *broadcast*. En simplifiant (voir la description détaillée chapitre 29), on peut dire que la compression MPEG-2 est fondée à la fois sur la suppression des données spatiales redondantes à l'intérieur de chaque image (compression intra-image) et des données redondantes entre images successives (compression inter-image). Afin de réduire au minimum le nombre de données à enregistrer, le MPEG-2 ne mémorise pas que des images complètes, mais un groupe de plusieurs images GOP – pour *Group Of Pictures* – composé d'une image entière (« i » pour intra-image), suivie d'images « p » (prédictives) ou « b » (bidirectionnelles) n'enregistrant que les modifications survenues d'une image à la suivante.

Le principal problème lié au codage MPEG-2 concerne le montage : il faut en effet disposer d'un ordinateur associé au logiciel approprié, offrant la grande puissance de calcul capable de décoder et de reconstruire chacune des images à partir des GOP, pratiquement en temps réel.

## AVCHD

Sigle résumant *Advanced Video Codec High Definition*, l'AVCHD est le format de vidéo HD le plus récent. Il a été conçu dans le dessein de réduire le coût de production des vidéogrammes par le plus large public. Pour l'instant, les caméscopes HDV plus onéreux et perfectionnés sont considérés comme des outils de classe professionnelle, alors que les caméscopes « d'amateurs » sont le plus souvent AVCHD. Sans vouloir jouer les prophètes, nous considérons comme plus que probable la disparition dans quelques années des caméscopes HDV (dans l'acception actuelle du terme : cassette et compression MPEG-2) au profit des caméscopes AVCHD, appellation courante de la vidéo codée MPEG-4/H.264 (appelée aussi MPEG-4/AVC).

Le format codé AVCHD présente trois importants avantages sur le format HDV :

**1** Tout en utilisant les mêmes principes d'anamorphose des lignes (pixels rectangulaires) que l'HDV, le codec H.264 a la capacité d'appliquer au signal un taux de compression environ deux fois plus élevé que le MPEG-2 de la HDV, cela en délivrant des images de qualité à peu près comparable.

**2** Un caméscope AVCHD enregistre les plans sur le support sous la forme de fichiers qui s'affichent commodément avec une vignette de la première image. Ces fichiers sont immédiatement accessibles – dans n'importe quel ordre – soit dans le caméscope, soit après leur transfert dans le disque dur d'un ordinateur.

**3** Enfin et peut-être surtout, la vidéo AVCHD s'enregistre sur toutes sortes de supports : disques optiques de 8 cm de diamètre (MiniDVD, MiniBD), disque dur de plusieurs dizaines de Go, cartes mémoire, alors que l'HDV ne s'enregistre – en codage MPEG-2 – que sur cassette de format MiniDV.

### 12.7.4 Spécifications comparées des formats DV et HDV

Chez ses promoteurs, il est coutume de dire que la HDV est la fille naturelle de la DV. En réalité, les deux « formats » n'ont en commun que la cassette de bande magnétique (MiniDV ou DV), la mécanique d'enregistrement et le débit numérique vidéo qui est de 25 Mbit/s. L'avantage réel est la compatibilité : le même caméscope peut généralement opérer au choix dans l'un des deux formats, par exemple : HDV 1080i (16:9) ou DV standard (4:3).

Tableau 12.2 Spécifications comparées des formats HDV et DV

Caractéristiques	HDV (format 1080i)	HDV (format 720p)	DV
Média	Cassette Mini-DV (grande cassette DV pour certains matériels professionnels)		
Signal vidéo	1 080/50i ou 1 080/60i	720/25p, 720/50p 720/30p, 720/60p	576/50i (PAL) 480/60i (NTSC)
Nombre de pixels	1 440 × 1 080 (1,55 MP)	1 280 × 720 (0,921 MP)	720 × 576 (PAL) 720 × 480 (NTSC)
Aspect ratio	16:9		4:3 (ou 16:9)
Compression vidéo	MPEG-2 Vidéo (Profile & Level MP@H-14)		Codage DV
Fréquence échantillonnage en luminance	56,6875 MHz	74,25 MHz	13,5 MHz
Format d'échantillonnage	4:2:0		4:2:0 (PAL)/4.1.1 (NTSC)
Quantification	8-bit (luminance et chrominance)		
Débit numérique après compression (vidéo)	25 Mbit/s	19 Mbit/s	25 Mbit/s
Compression audio	MPEG-1 Audio Layer II		PCM
Fréquence d'échantillonnage audio	48 kHz		48/44,1 kHz (2 canaux) 32 kHz (mode 4 canaux)
Quantification audio	16-bit		16-bit (2 canaux) 12-bit non lin. (4 canaux)
Débit numérique après compression (audio)	384 kbit/s		Stéréo (2 canaux)/ Stéréo (4 canaux)
Type de flux	<i>Packetized Elementary</i>	<i>Transport Stream (TS)</i>	–
Connectique standard	IEEE-1394 (MPEG-2-TS)		IEEE-1394 (DV)

### 12.7.5 Spécifications du système AVCHD

Ainsi que nous l'avons déjà noté, le système AVCHD permet d'enregistrer les séquences vidéo/audio sur toutes sortes de supports, à l'exception remarquable de la bande magnétique en cassette. Alors que l'HDV

enregistre la vidéo à un débit constant de 25 Mbit/s (en 1080i), l'AVCHD enregistre la vidéo au débit maximal de 15 Mbit/s (24 Mbit/s le signal complet), soit à un taux de compression presque deux fois supérieur à celui du DV. Voilà déjà deux bonnes raisons qui semblent militer en faveur du caméscope AVCHD.

Tableau 12.3 Spécifications du système AVCHD

Support d'enregistrement	MiniDVD/BD, disque dur (HDD) ou carte mémoire			
Signal vidéo	1 080/60i 1 080/50i 1 080/24p	720/60p 720/50p 720/24p	480/60i (NTSC)	576/50i (PAL)
Nombre de pixels (H × V)	1 920 × 1 080 1 440 × 1 080	1 280 × 720	720 × 480	720 × 576
Ratio d'aspect	16:9	16:9	4:3 (16:9)	4:3 (16:9)
Méthode, codage de compression	MPEG-4/H.264			
Fréquence échantillonnage en luminance	74,25 MHz 55,7 MHz	74,25 MHz	13,5 MHz	13,5 MHz
Structure d'échantillonnage	4:2:0			
Quantification	8-bit			
Qualité image et débit numérique*	XP = 15 Mbit/s – HQ = 9 Mbit/s – SP = 7 Mbit/s – LP = 5 Mbit/s			
Mode de compression audio	Dolby Digital (AC-3) dit 5.1		PCM	
Débit audio après compression	64 ~ 640 kbit/s		1,5 Mbit/s (2 canaux)	
Canaux audio	1-5.1		1-7.1	
Système de transmission du signal	MPEG-2-TS ( <i>Transport Stream</i> )			

\* Débits numériques annoncés par Sony pour ses caméscopes enregistrant la vidéo HD sur disque dur. Ces valeurs diffèrent notablement selon les marques, les modèles et le support d'enregistrement.



## Présentation du caméscope

Le mot français « caméscope<sup>1</sup> » est la contraction des termes CAMÉra et magnétoSCOPE : jusqu'à une époque très récente, tous les modèles étaient effectivement constitués de l'association dans le même boîtier d'une caméra vidéo et d'un mini-magnétoscope (c'est-à-dire enregistrant les signaux sur une bande magnétique contenue dans une cassette). Nous conservons néanmoins le terme générique « caméscope » pour désigner les appareils enregistrant les images et les sons sur d'autres supports.

### 13.1 L'origine du caméscope

Les caméscopes grand public ont été commercialisés en France en 1985 : d'abord un modèle VHS-C de JVC, puis quelque mois plus tard, les premiers caméscopes Vidéo-8. Notons qu'un prototype 8 mm en fonctionnement avait été présenté par Sony dès octobre 1980 (à la Photokina de Cologne). Jusqu'à l'apparition du caméscope numérique DV (fin 1995), le marché de la vidéo d'amateur se partageait essentiellement en deux familles : VHS-C (puis S-VHS-C) et Vidéo-8 (puis Hi8). Autrement dit, un caméscope « analogique » est forcément de l'un de ces quatre formats. Un caméscope numérique grand public d'aujourd'hui est : soit DV (ou Digital-8, ou MicroMV, ou DVDCam), soit haute définition (HD) de la catégorie HDV, ou bien AVDCH, cela avec de nombreuses variantes.

1. Puisque nous en sommes l'un des créateurs et le premier à l'avoir utilisé (cf. *Toute la vidéo d'amateur*, Éditions Paul Montel, février 1983), nous sommes le mieux placé pour savoir que « caméscope » ne s'écrit pas *caméscope* ! La grammaire française veut que l'on ne mette pas de « é » devant « sc » : écrit-on « télescope » ? Nous en profitons pour remercier vivement les éditeurs (dont *Dunod* et *Eyrolles*), les magazines spécialisés (tels *Caméra Vidéo & Multimédia* et *Chasseur d'Images*) et les fabricants (dont *Sony*) qui, depuis les débuts de la vidéo légère, l'orthographient comme nous, cela, en dépit des ukases du *Petit Larousse* et des correcteurs d'orthographe des logiciels de traitement de texte ! (**René Bouillot**)

### 13.2 Principaux organes d'un caméscope

Qu'ils soient analogiques ou numériques, tous les caméscopes sont pourvus des mêmes organes principaux que nous classerons en quatre groupes :

- La section caméra.
- La section système d'enregistrement (cassette ou autre).
- L'alimentation en énergie.
- Les interfaces (connecteurs) d'entrée et de sortie.



Figure 13.1 Sony HDR-FX7.

Ce modèle à hautes performances fut – en fin 2006 – l'un des premiers caméscopes de la famille HDV Full HD 16:9, 1 920 × 1 080i, c'est-à-dire avec enregistrement sur cassette MiniDV (mais en compression MPEG-2). Afin de réduire ses dimensions et son poids, Sony avait choisi de l'équiper d'un capteur tri-CMOS 1/4" dont il dut pousser la sensibilité grâce à la mise en œuvre de la technologie ClearVid. Zoom Carl Zeiss 20x, 3,9-78 mm, f/1,6 (37,4-748 mm en 24 × 36). Dimensions : 145 × 156 × 322 mm. Poids : 1 642 g.

#### 13.2.1 Section caméra

La section caméra comprend essentiellement :

- Un *objectif* qui forme les images. C'est le plus souvent un zoom inamovible dont la commande de variation de focale est motorisée.

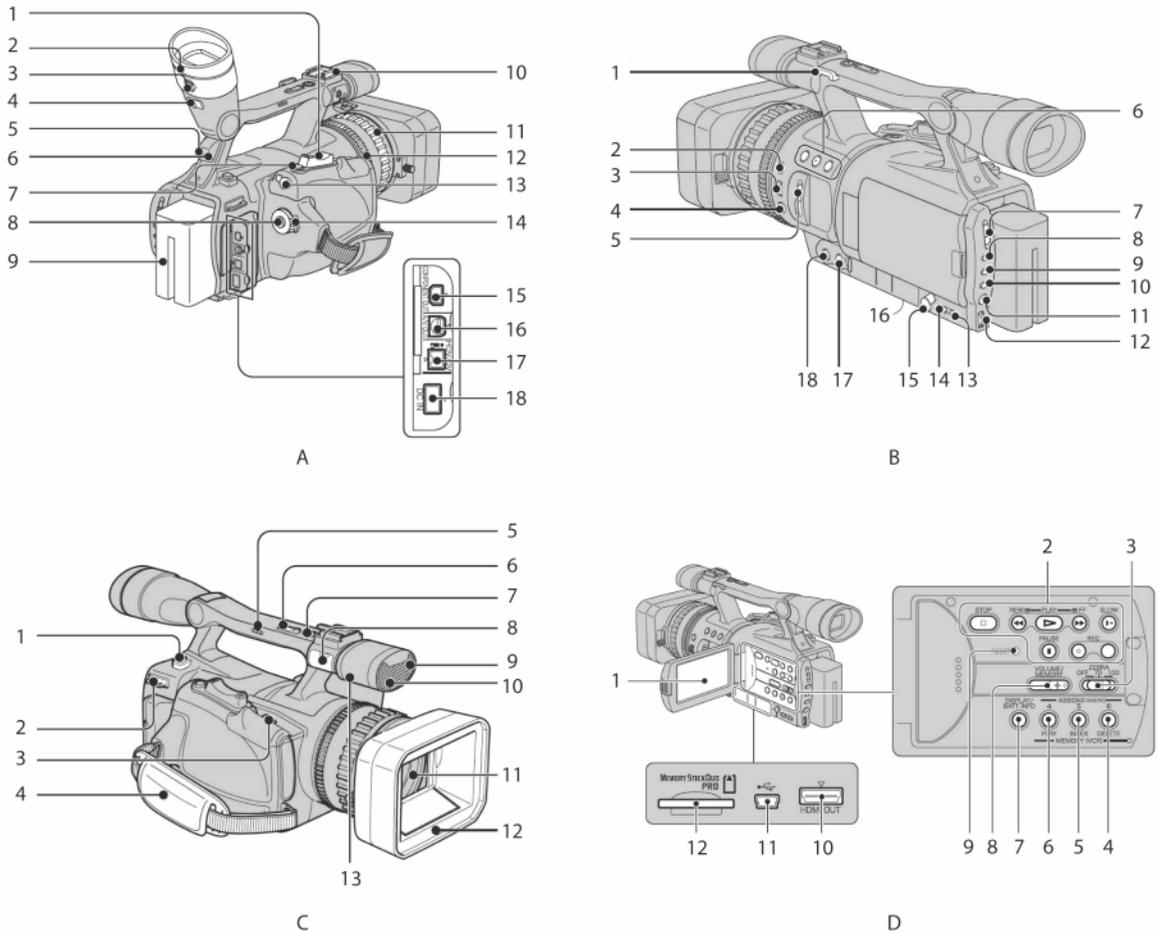


Figure 13.2 Anatomie du caméscope Sony HDR-FX7.

Ce caméscope haut de gamme est de concept tri-CMOS 1/3" (ClearVid). Il fonctionne en mode HDV, le support d'enregistrement étant la classique cassette MiniDV. Résolution Full HD (1 920 × 1 080 pixels).

**A** Vue trois-quarts arrière droite : 1 Commande de zooming – 2 Viseur – 3 Réglage dioptrique du viseur – 4 Déverrouillage du viseur – 5 Récepteur de la télécommande (arrière) – 6 Voyant d'enregistrement (arrière) – 7 Touche photo et de grossissement du centre de l'image de visée (EXPANDED FOCUS) – 8 Détente d'enregistrement (REC START/STOP) – 9 Batterie – 10 Griffes porte-accessoires – 11 Bague de mise au point manuelle – 12 Bague de zooming – 13 Prise LANC (permet de contrôler le transport de la bande, pour le montage par exemple) – 14 Commutateur de mise en service (POWER) – 15 Sortie vidéo composantes RVB – 16 Prise AV Out – 17 Prise DV/HDV (i.Link) – 18 Entrée d'alimentation externe (DC IN).

**B** Vue trois-quarts arrière gauche : 1 Attache de l'épaulette – 2 Touche Exposition/Iris – 3 Molette de réglage Exposition/Iris – 4 Touche Autofocus rapide – 5 Sélecteur filtre gris neutre (ND) – 6 Touche de pré-réglages (ASSIGN 1, 2, 3) – 7 Commutateur du verrou d'automatisme (AUTO LOCK) – 8 Touche de réglage du gain vidéo (GAIN) – 9 Vitesse d'obturation – 10 Touche Balance des Blancs (WHT BAL) – 11 Touche MENU – 12 Réglage date/heure (SEL/PUSH EXEC) – 13 Touche de contrôle de l'état du caméscope : réglages en cours (STATUS CHECK) – 14 Touche Qualité Image (PICTURE PROFILE) – 15 Prise de casque – 16 Écrou de pied – 17 Touche de mise au point manuelle (FOCUS) – 18 Touche de grossissement du centre de l'image de visée (EXPANDED FOCUS).

**C** Vue trois-quarts avant droite : 1 Verrou de la batterie – 2 Attache de l'épaulette – 3 Touche ouverture logement/éjection cassette (OPEN/EJECT) – 4 Courroie de dragonne – 5 Commande de zooming (rapide, lent, off) – 6 Commande de zoom (poignée) – 7 Détente d'enregistrement (REC START/STOP) – 8 Prise de microphone externe – 9 Voyant d'enregistrement (avant) – 10 Récepteur de la télécommande (avant) – 11 Objectif zoom – 12 Parasoleil (et bouchon d'objectif) – 13 Microphone.

**D** Commandes de la section magnéto-cassette et connectique : 1 Moniteur LCD – 2 Touches de commande section magnéto-cassette : Rembobinage (REW), Lecture (PLAY), Avance rapide (FF), PAUSE, STOP, SLOW (ralenti 2×), Enregistrement (REC) – 3 Touche de commande Zebra – 4 Touche annulation mémoire (MEMORY/DELETE) – 5 Touche index mémoire (MEMORY/INDEX) – 6 Touche mémoire lecture (MEMORY/PLAY) – 7 État de charge de la batterie – 8 Mémoire du niveau d'écoute audio (VOLUME/MEMORY) – 9 Touche de réinitialisation des réglages « par défaut » (RESET) – 10 Connecteur de sortie HDMI (HDMI OUT) – 11 Connecteur USB – 12 Logement de la carte mémoire « Memory Stick Duo ».

- Un capteur imageur – transducteur lumière-courant – qui analyse, selon le mode d'enregistrement prévu, soit en *balayage entrelacé*, soit en *balayage progressif* les images formées par l'objectif sur sa

*cible*. Ce capteur est, soit de type dispositif à transfert de charges (DTC), plus couramment appelé par son sigle anglais CCD (*Charge-Coupled Device*), soit un capteur de type CMOS (*Complementary Metal*

*Oxide Semiconductor*) qui est de plus en plus utilisé sur les modèles récents.

- Un *microphone* recueillant les sons à enregistrer.
- Un *visueur électronique* permettant de contrôler l'image en permanence sans quitter l'œil de l'oculaire.
- Tous les caméscopes actuels sont pourvus d'un *écran couleur orientable* ACL (afficheur à cristaux liquides), ou LCD (*Liquid Cristal Display*) en anglais. L'écran ACL cumule plusieurs fonctions : viseur à la prise de vues, affichage des menus et des paramètres de réglage de l'appareil, visionnage des séquences enregistrées, etc. Une fâcheuse tendance des constructeurs est de commercialiser des caméscopes dépourvus de viseur électronique (à hauteur de l'œil) ; avec ces appareils, on ne peut cadrer et suivre tant bien que mal les déplacements du sujet qu'en observant l'image sur l'écran ACL. C'est surtout le cas des caméscopes d'entrée de gamme.
- Des touches ou autres organes de commande, dont l'indispensable détente pause-enregistrement servant à débiter et stopper une « prise ».

### 13.2.2 Section enregistrement/lecture

Quel que soit le support de stockage des séquences utilisé par le modèle de caméscope concerné (cassette de bande magnétique, disque dur, MiniDV, carte mémoire flash), la section enregistre image et son sur le support, puis il permet (mode lecture) le visionnage des séquences filmées sur l'écran ACL (avec possibilité d'écouter le son diffusé soit par un mini haut-parleur intégré, soit avec des oreillettes ou un casque audio). Le mode lecture sert bien sûr à la présentation « directe » des séquences vidéo sonores sur un téléviseur ou un moniteur, connecté aux sorties du caméscope par le cordon approprié.

#### Remarque

Nous y reviendrons abondamment, mais faisons déjà la différence entre les types de caméscopes pour ce qui concerne la lecture et le transfert des séquences enregistrées (ce qu'on appelle les « rushes »).

**1** Avec les *caméscopes analogiques et numériques enregistrant sur bande magnétique*, on ne peut visionner les séquences sur écran ou sortir le signal afin de le réenregistrer en numérique qu'en lisant les cassettes dans le caméscope lui-même ou, si l'on en dispose, dans un magnétoscope de format compatible.

**2** Dans le cas des *caméscopes « DVDCam »* enregistrant – sous la forme de fichiers – les séquences sur disque optique (MiniDVD ou Blu-ray), on peut lire les disques dans le caméscope et en sortir le signal, mais il est également possible de visionner les séquences sur un enregistreur/lecteur de salon : à condition que ce dernier soit compatible avec le principe d'enregistrement parfois « propriétaire » du fabricant : renseignez-vous avant d'acheter, car c'est encore loin d'être le cas général.

**3** Avec les *caméscopes à disque dur ou à carte mémoire* les fichiers sont conformés pour être directement visionnés et/ou transférés dans le DD d'un ordinateur ou copiés sur DVD ou Blu-ray, par exemple.

L'enregistrement à la prise de vues est commandé par la *détente* caméra, tandis que les fonctions de lecture sont sélectionnées par des touches de commande de la section enregistrement.

### Caméscopes utilisant la bande en cassette

Ils sont ainsi constitués :

- Le *logement cassette* dont l'ouverture motorisée est commandée par une touche EJECT.
- Le *mécanisme de chargement et de défilement de la bande*. La plupart des appareils analogiques et des caméscopes DV (et Digital-8) peuvent enregistrer et lire à la vitesse normale de défilement de la bande (SP) et en mode longue durée (LP).
- Le *tambour tournant* à grande vitesse constante (de 1 500 à 9 000 tr/min selon les systèmes), portant les *têtes enregistrement/lecture* (E/L) vidéo et audio.
- Les *touches de commande* des fonctions magnétoscope.

### Caméscopes utilisant le mini-disque ou une carte mémoire

Le support étant amovible, on peut en changer lorsqu'il est « plein », afin de continuer les prises de vues sans attendre. Dans le cas de la carte mémoire, la solution rationnelle est de posséder deux cartes de grande capacité : quand l'une est pleine, on l'extrait du caméscope et – grâce à un lecteur de carte – l'on transfère ses données dans le DD d'un « videur de carte » ou d'un ordinateur portable.

### Caméscopes à disque dur intégré (généralement appelés HDD)

Dans le cas le plus fréquent, ce dernier n'est pas amovible. On ne peut donc pas filmer durant le transfert des fichiers dans l'ordinateur. C'est pourquoi il est préférable que le DD embarqué soit de grande capacité (40 Go ou plus), afin de disposer d'une autonomie suffisante pour toute une journée de tournage. De même, il est important de pouvoir transférer les fichiers à grande vitesse, de manière à ce que le caméscope soit très rapidement à nouveau prêt à l'emploi lorsque nécessaire.

### 13.2.3 Alimentation en énergie

Le caméscope ayant la vocation de « baladeur tout-terrain », il est alimenté par une batterie rechargeable amovible (autrement dit un *accumulateur*). On peut également – grâce à un adaptateur adéquat – l'ali-

menter, soit sur le courant alternatif du secteur, soit à partir d'une source de courant continu 12 V CC, tel l'allume-cigare d'une automobile (cf. chapitre 15).

### 13.2.4 Interfaces d'entrée et de sortie

Compte tenu de la complexité du domaine, tout ce qui concerne la connectique et les branchements est étudié en détail dans un chapitre spécial (cf. chapitre 32). Restons-en ici aux notions générales relatives aux caméscopes numériques.

À quelques exceptions près, les caméscopes sont pourvus d'interfaces de sortie du signal vidéo et audio. Le connecteur type *IEEE-1394* (dit aussi *FireWire* ou *i.Link*) qui a longtemps équipé les caméscopes DV est remplacé aujourd'hui sur pratiquement tous les caméscopes grand public par une interface à grand débit *USB (Universal Serial Bus)*, pour l'instant *USB HighSpeed 2.0*. Le choix de la connectique USB est justifié par le fait que tous les ordinateurs récents, ainsi que la plupart des périphériques en sont pourvus.

Les caméscopes HD (HDV ou AVCHD) sont tous équipés du connecteur HDMI (*High Definition Multimedia Interface*), lequel permet (version connecteur HDMI type A à 19 broches) d'injecter la vidéo HD 1080i (ou 720p), plus le son multicanal, à un téléviseur ou un moniteur « numérique », lui-même équipé d'un connecteur d'entrée HDMI : c'est la seule manière de bénéficier – sur un moniteur compatible – de la plus haute qualité d'image 16:9 de résolution 1 920 × 1 080 pixels dite « Full HD ».

Sur les caméscopes les plus élaborés (et les modèles professionnels bien sûr) des connecteurs assurent d'autres liaisons : entrées audio et vidéo, prise de micro externe, sortie casque, etc. Enfin, la plupart des caméscopes disposent d'un boîtier de télécommande infrarouge des principales fonctions d'enregistrement et de lecture.

## 13.3 Section caméra

La section caméra est la partie noble d'un caméscope, puisqu'elle permet au vidéaste de s'exprimer librement

avec des images et des sons ; le support mémoire (cassette, MiniDVD, disque dur, carte flash) ne fait jamais que les enregistrer passivement.

### 13.3.1 Acquisition des images

Nous avons vu au chapitre 12 que l'image vidéo est formée par le balayage de points juxtaposés et de lignes horizontales superposées, renouvelées sur l'écran du téléviseur (ou autre écran moniteur) à la fréquence de 50 fois par seconde (système TV PAL). En mode entrelacé (« i ») la reconstruction de l'image sur l'écran nécessite 50 demi-images ou trames par seconde. La trame paire « comble » les espaces laissés entre les lignes non jointives de la trame impaire.

Nous savons également que la reconstitution des couleurs nécessite l'application du principe de *synthèse additive* mettant en jeu, sur l'écran du téléviseur plasma ou LCD, des cellules rouges, vertes et bleues réparties en « triades » régulières.

La caméra vidéo utilise ces mêmes principes d'analyse et de restitution. Son élément fondamental est le capteur imageur – de type *CCD* ou *CMOS* – qui recueille les images de la scène formée par l'objectif. Sa surface sensible à la lumière, la *cible*, est formée de cellules élémentaires ou *pixels* (acronyme de *picture element*), lesquels sont répartis très régulièrement en damier sur toute la surface de la cible.

Alors que chaque pixel de la cible recueille la composante *luminance* (Y), l'extraction des signaux de *chrominance* (C) nécessite une analyse des valeurs de couleur en chaque point de la scène. Plusieurs méthodes de filtrage couleur sont utilisées par les divers modèles de caméscopes :

**1 Mono-CCD et filtre mosaïque JMCV.** Cette méthode fut longtemps la plus communément utilisée pour les caméscopes d'entrée de gamme, car les filtres soustractifs à large bande passante utilisés (Jaune, Magenta, Cyan, Vert) absorbent moins de la lumière incidente : ce qui confère une plus grande sensibilité au système que le filtre mosaïque RVB ci-dessous.

**2 Mono-CCD ou mono-CMOS et filtre mosaïque RVB.** Les filtres de couleur primaire (rouge, vert, bleu)

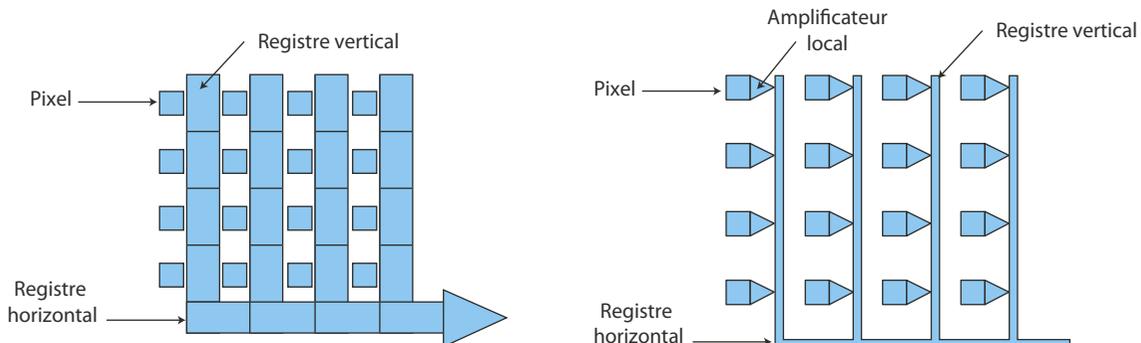


Figure 13.3 Types de capteur : CCD (à gauche) et CMOS (à droite). D'après Canon.

ont une bande passante spectrale étroite, de sorte qu'ils absorbent une plus forte proportion de la lumière incidente : toutes autres conditions étant égales, le caméscope est moins sensible qu'avec le capteur JMCV ci-dessus. La formule est cependant préférée pour les modèles milieu de gamme, parce qu'elle assure une meilleure fidélité de restitution et une plus grande résolution couleur de l'image finale. Elle est également mieux appropriée aux caméscopes assurant parallèlement la fonction photo numérique, avec enregistrement des images fixes sur carte mémoire. Notez que dans l'architecture classique (dite *de Bayer*), le filtre mosaïque comporte deux « pixels verts » pour un « pixel rouge » et un « pixel bleu ».

**3 Nouveaux capteurs.** Comme dans le cas des appareils photo numériques (APN), la tendance générale est le remplacement du capteur CCD par le capteur CMOS, consommant moins d'énergie et permettant un transfert plus rapide du signal. Parmi les nouvelles solutions proposées – au moment où nous écrivons ces lignes – signalons :

a) *Capteurs Sony ClearVid.* Reprenant un principe analogue mis en œuvre par *Fuji* sur différents modèles d'APN (capteur *Super CCD* avec des pixels octogonaux), le capteur ClearVid équipe les nouveaux caméscopes HD de Sony. Comme on le voit sur la figure 13.4, les pixels carrés sont orientés à 45° au lieu d'être disposés « selon Bayer », en colonnes verticales et en rangées horizontales, c'est-à-dire parallèles aux bords de la cible. Selon les brillants ingénieurs de Sony (auxquels nous pouvons faire crédit), cela a pour effet d'augmenter – de 40 % environ – la résolution apparente de l'image. Quant à l'augmentation de la sensibilité (à taille de pixel égale) elle est due à ce que – grâce à la structure du filtre mosaïque RVB – la cible du capteur compte six fois

plus de pixels « verts » (région du spectre de la lumière blanche pour laquelle l'œil est le plus sensible) que de pixels « rouges » et de pixels « bleus ».

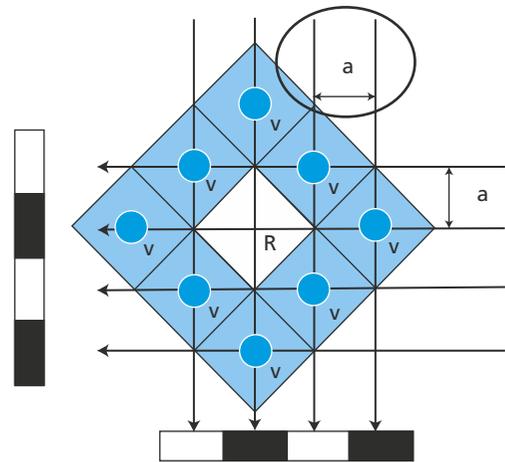


Figure 13.4 Capteur CMOS ClearVid de Sony. Voir p. 237 du cahier couleur.

Outre l'orientation à 45° des pixels carrés qui améliorerait la résolution apparente de l'image de 40 % environ, l'augmentation de la sensibilité du caméscope (à taille de pixel égale) est due à ce que le filtre mosaïque compte six fois plus de pixels « verts » que de pixels « rouges » et de pixels « bleus ». D'après Sony.

b) *Capteur Kodak Clearpixel.* Toujours dans le dessein d'augmenter la sensibilité intrinsèque du capteur (donc celle du caméscope) le filtre mosaïque du capteur Clearpixel conçu par Kodak comporte, outre les éléments RVB, autant de pixels sans filtre coloré,

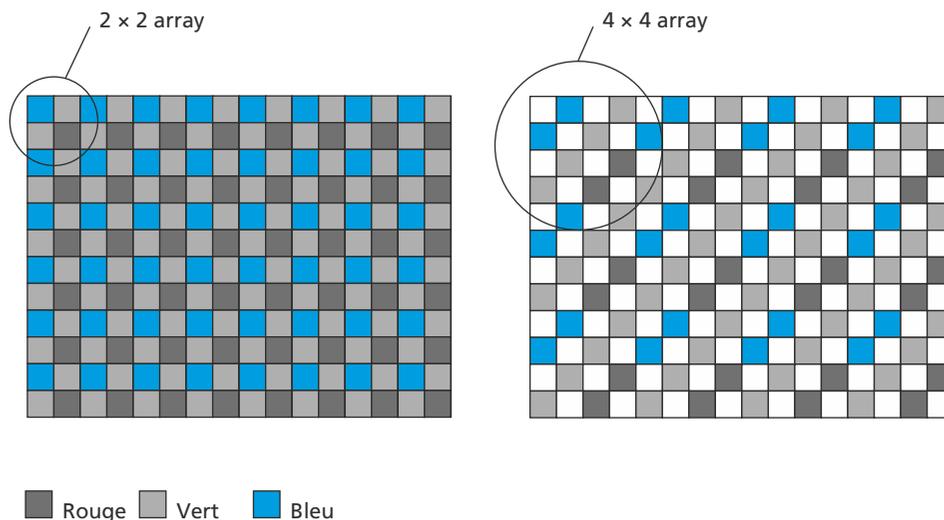


Figure 13.5 Plus de photons pour les petits pixels. Voir p. 237 du cahier couleur.

Afin de conserver une sensibilité « acceptable » à un capteur dont les pixels sont trop petits, l'astuce consiste à réaliser un filtre mosaïque plus transparent. (À gauche) Filtre à structure de Bayer. Le bloc unitaire (array) de  $2 \times 2 = 4$  pixels est formé de 2 pixels vert pour 1 pixel bleu et 1 pixel rouge. (À droite) Filtre à structure Clearpixel. Le bloc unitaire de  $4 \times 4 = 16$  pixels est formé de 2 pixels rouges, 2 pixels bleus, 4 pixels verts... et 8 pixels sans filtre dits « panchromatiques », puisqu'ils sont sensibles à toutes les radiations du spectre visible. D'après Kodak.

donc sensibles à toutes les radiations de la lumière blanche, dits pour cela « panchromatiques ». À taille de pixel égale, la sensibilité serait plus que doublée par rapport à un capteur classique à filtre de Bayer. Kodak a proposé trois configurations (dont une avec des pixels inclinés de 45° comme avec le ClearVid Sony). Nous n'en dirons pas plus, car aucun appareil photo ou vidéo n'en était encore pourvu au moment de la rédaction.

### Remarque

L'acquisition des informations couleur relatives à chaque pixel d'un capteur mono-CCD ou mono-CMOS à filtre mosaïque impose l'analyse des données recueillies par les pixels avoisinants, puis – grâce à de puissants algorithmes de traitement – un complexe processus d'interpolation de ces données appelé « dématricage », avant l'enregistrement des images dans le support de mémoire.

**4 Tri-CCD et Tri-CMOS.** Cette configuration est systématiquement adoptée pour les caméscopes professionnels et des vidéastes experts. Grâce à l'emploi d'un séparateur optique à prismes et de trois capteurs identiques, pourvus chacun d'un filtre de sélection couleur R, V, B à bande passante étroite, on recueille l'intégrité des informations de luminance et de chrominance en chaque point de l'image (plus exactement, trois pixels superposés « virtuellement » par point image). Il en résulte une résolution couleur optimale. De plus, le capteur du vert est habituellement monté sur le séparateur avec un décalage relatif d'un demi-pixel par rapport aux capteurs du bleu et du rouge. Ceci augmente le nombre d'échantillons utilisés pour l'analyse de la luminance d'une ligne : la résolution globale de l'image en luminance est ainsi supérieure de 50 à 60 % de ce qu'elle serait sans décalage des pixels verts.

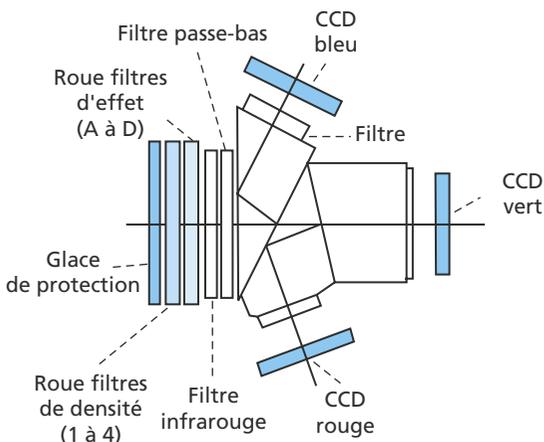


Figure 13.6 Séparateur optique d'une caméra tri-CCD broadcast.

### 13.3.2 Formation des images et définition maximale d'un système vidéo

On peut dire qu'une caméra vidéo voit la réalité à la manière de l'œil : par l'intermédiaire de son objectif, elle enregistre la lumière réfléchie par les divers éléments de la scène. L'objectif focalise les rayons lumineux sur la cible du capteur ; l'image formée sur la cible est analysée pixel par pixel et ligne par ligne, à la fois selon ses intensités lumineuses (luminance) et en fonction des proportions relatives des trois lumières primaires RVB (chrominance).

Par rapport à la photographie numérique, la spécificité de la vidéo est que les informations recueillies par chaque pixel sont extraites de manière séquentielle par balayage de lignes et de trames entrelacées ou pas. Le détail le plus fin qui peut être – en bout de chaîne – lisible sur un écran représente la *définition maximale du système vidéo*.

Cette définition maximale se mesure (approximativement) sur l'image finale et, pour les besoins, on l'exprime en terme « commode » de *définition horizontale* ( $D_{hor}$ ) qui est le *nombre de paires de points* que l'on peut différencier visuellement sur une ligne de balayage de l'écran. L'unité arbitrairement choisie est le *nombre de points par ligne* (pts/ligne). Afin d'obtenir des résultats cohérents permettant la comparaison, il faut bien sûr appliquer la même méthode et les mêmes conditions à toutes les mesures. La manière simple, à la portée de chacun, est de filmer une mire de résolution standard (avec le même grandissement, le même éclairage, etc.) et de lire, sur l'image finale, la valeur de la plage de plus haute fréquence spatiale pour laquelle les traits noirs se distinguent encore nettement des traits blancs.

Voyons quels sont les facteurs déterminants de la  $D_{hor}$  finale.

**1 La  $D_{hor}$  est avant tout limitée par la fréquence maximale en luminance.** Quelle que soit la résolution optique du système (objectif et CCD), c'est la fréquence maximale d'oscillation du signal de luminance (crête des blancs) qui détermine la quantité maximale d'informations qu'il peut transmettre, en d'autres termes, le plus petit détail – disons un point blanc – restituable sur l'écran.

### Remarque

Pour qu'un détail « point blanc » de l'image soit visible sur l'écran, il doit être séparé du détail voisin par un « point noir » de même diamètre : la  $D_{hor}$  est donc le *nombre de paires de points contenu dans une ligne*. La  $D_{hor}$  calculée de la TV analogique standard PAL (ratio 4:3) était ainsi de  $572/2 = 286$  pts/ligne.

**2 Résolution du capteur CCD.** Puisqu'il faut une paire de points pour enregistrer un détail, on pourrait

croire que le capteur doit offrir deux fois plus de pixels sur une ligne (résolution spatiale) que la  $D_{\text{hor}}$  transmise par le système (résolution en fréquence). Cependant, la fonction de l'imageur n'est pas de reproduire les paires de traits noirs et blancs régulièrement espacés d'une mire de résolution, mais de capter des scènes animées constituées de « détails » de différentes dimensions, luminances et couleurs. De ce fait, on admet qu'un capteur atteint la résolution spatiale nécessaire et suffisante si une ligne d'analyse ne contient qu'environ 50 % de pixels en plus que la  $D_{\text{hor}}$  du système considéré. Sur ce plan de la résolution apparente de l'image, le capteur d'un caméscope est bien moins exigeant que celui d'un appareil photo numérique.

C'est ainsi qu'un capteur 4:3 de 500 pixels par ligne (291 000 pixels effectifs) résout ( $500 \times 1,33$ )  $2 = 332$  pts/ligne environ, de sorte qu'il convenait parfaitement à un caméscope VHS ( $D_{\text{hor}}$  250 pts/ligne) ou Vidéo-8 ( $D_{\text{hor}}$  280 pts/ligne). Sa résolution est clairement insuffisante pour un caméscope S-VHS ( $D_{\text{hor}}$  370 pts/ligne) ou Hi8 ( $D_{\text{hor}}$  400 pts/ligne) et à plus forte raison pour un caméscope numérique DV. Ce dernier, qui doit « passer » 500 pts/ligne, nécessite un capteur comportant au minimum  $(2 \times 500) \times 0,75 = 750$  pixels par ligne.

Les caméscopes HD sont spécifiquement conçus pour capturer les images à la plus haute définition affichable sur un téléviseur/moniteur « plat » de résolution compatible. Le marché 2008 des caméscopes HD se partage entre quelques modèles 720p et une majorité de caméscopes 1080i. L'examen des images animées restituées sur l'écran ne permet pas d'affirmer que le mode 1080i soit clairement supérieur au mode 720p. Remarquons seulement que le 1080i assure d'emblée la résolution maximale de  $1\,920 \times 1\,080$  pixels. Dans l'idéal, cette résolution « native » correspond aussi bien au nombre de pixels « utiles » du capteur du caméscope, qu'au nombre de triades RVB de la « dalle » de l'écran moniteur de type Full HD.

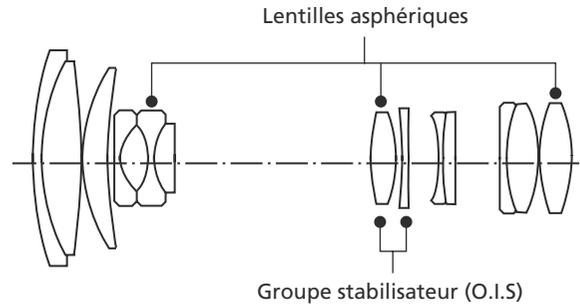


Figure 13.7 Objectif Leica Dicomar avec stabilisateur optique d'image (caméscope Panasonic).

Très élaboré, il est composé de 16 lentilles traitées multicouche, dont trois lentilles asphériques. Au centre, le groupe optique stabilisateur (OIS pour Optical Image Stabilizer). Zoom 12x, 3,3-39,6 mm f/1,6. Sur le caméscope tri-CCD 1/4" considéré, ces focales sont équivalentes à 45-540 mm en mode vidéo et à 37,6-451 mm en mode photo. D'après Panasonic.

**3 Résolution optique de l'objectif.** L'objectif du caméscope analogique devait *a priori* offrir une résolution spatiale – nombre de paires de traits par millimètre d'une mire, exprimé en cycles par millimètre (cy/mm) – au moins égale à la résolution du capteur. Compte tenu de leur faible  $D_{\text{hor}}$ , on pouvait équiper les caméscopes VHS et Vidéo-8 d'objectifs zooms aux modestes performances optiques. Alors que les appareils S-VHS et Hi8 à 400 pts/ligne nécessitaient déjà des zooms améliorés (auxquels ils n'eurent pas toujours « droit »), le problème de la qualité optique des objectifs devint crucial avec les systèmes numériques à 500 pts/ligne. De fait, les meilleurs caméscopes DV grand public furent équipés d'objectifs spécialement conçus par des opticiens renommés : Zeiss pour Sony ou Leica pour Panasonic, par exemple. Nous verrons que le couple objectif/capteur doit généralement permettre des fonctions supplémentaires : photographie numérique, stabilisateur électronique, etc. Dans ce cas extrêmement courant, le capteur équipant le camé-

Tableau 13.1 Résolution et débit numérique (avant compression) des principaux formats numériques

Format numérique	Aspect ratio	Nombre de lignes actives (V)	Nombre de points par ligne (H)	Résolution (H x V)	Fréquence	Débit numérique non compressé
STD PAL 625/50i (entrelacé)	4:3	576	948	948 x 576	25 im/s	13,65 MP/s*
STD NTSC 525/60i (entrelacé)	4:3	486	768	768 x 486	30 im/s	11,20 MP/s
HD PAL 1 080/50i (entrelacé)	16:9	1 080	1 920	1 920 x 1 080	25 im/s	51,84 MP/s
HD NTSC 1 080/60i (entrelacé)	16:9	1 080	1 920	1 920 x 1 080	30 im/s	62,20 MP/s
HD PAL 720/50p (progressif)	16:9	720	1 280	1 280 x 720	50 Hz	46,08 MP/s
HD NTSC 720/60p (progressif)	16:9	720	1 280	1 280 x 720	60 Hz	53,30 MP/s

\* Le débit numérique – ou résolution dynamique – (pour la vidéo seule et avant compression) est exprimé ici en mégapixels par seconde (MP/s). Pour le format HD PAL 1 080/50i, ce débit est de  $1\,920 \times 1\,080 \times 25 = 51\,840\,000$  pixels par seconde (51,84 MP/s). On peut voir sur ce tableau que la résolution dynamique de l'image HD est environ 3,8 fois supérieure à celle du format TV standard PAL (11,20 MP/s).

cope comporte bien plus de pixels que ceux nécessaires à sa fonction normale de prise de vues vidéo.

Outre la solidité de sa construction, son ergonomie, ses possibilités de réglages, etc., un caméscope professionnel (ou une caméra de studio) diffère essentiellement d'un modèle grand public par son tri-capteur de format 2/3" ou 1/2" et son objectif zoom interchangeable de très haute qualité optique : ces spécifications élevées lui confèrent une extraordinaire qualité d'image, expliquent son volume et son poids et justifient son prix élevé.

### 13.3.3 Taille des capteurs

Qu'il s'agisse de photo ou de vidéo numérique, il faut savoir (et admettre, ce que beaucoup refusent obstinément) que la qualité des images dépend essentiellement des spécifications du système optique, c'est-à-dire des dimensions utiles du capteur, du nombre et de la taille des pixels, ainsi que des performances de l'objectif. Le tableau 13.2 le démontre clairement : parce que ses pixels sont plus grands, un caméscope *broadcast* à tri-capteur 2/3" est environ 3,3 fois plus sensible qu'un caméscope à tri-capteur 1/3" et 8 fois plus sensible qu'un caméscope tri-capteur 1/5".

Pour avoir le droit de s'appeler HD, un caméscope (ou un téléviseur) doit obligatoirement délivrer des images de la résolution prévue par la norme, alors que le format 16:9 n'est qu'une alternative au classique format d'écran 4:3. C'est pourquoi les caméscopes HD élaborés ou professionnels permettent de sélectionner le ratio de cadrage désiré ; la manière de le faire dépend du format nominal du capteur :

**1 Capteur de ratio nominal 4:3.** Le système ne conserve que la surface de ratio 16:9 dans la surface utile du capteur : deux bandes de rangées de pixels au-dessus et en dessous de l'image ne sont pas utilisées à la prise de vue. Puisque la Full HD implique une résolution verticale de 1 080 lignes (V) × 1 920 points (H), le capteur 4:3 compatible HD 16:9 doit offrir une résolution verticale de  $(1\ 080 \times 4/3) = 1\ 440$  (V). Grâce au recadrage, certains caméscopes DV (standard 4:3)

peuvent opérer en 16:9, mais leur résolution verticale de  $(576 \times 9/16) = 324$  lignes seulement ne leur confère certes pas le statut de HD !

**2 Capteur de ratio nominal 16:9.** La procédure est inverse de ci-dessus : on conserve les 1 080 lignes de résolution verticale et l'on neutralise deux bandes de colonnes de pixels à droite et à gauche de l'image. Dans le cas d'un capteur 16:9 Full HD ( $1\ 920 \times 1\ 080$ ), on a donc une image 4:3 de résolution horizontale de  $(1\ 080 \times 4/3) = 1\ 440$  points. Cette image HD, mais de ratio 4:3 ( $1\ 440 \times 1\ 080$ ) est généralement sous-échantillonnée d'un facteur 2× avant enregistrement (car  $1\ 440/2 = 720$ ), de manière à en faire une image standard PAL de  $720 \times 576$  pixels, ou standard NTSC de  $720 \times 480$  pixels.

### 13.3.4 Capteurs et sensibilité

Chaque cellule unitaire (ou *pixel*) d'un capteur CCD ou CMOS contient un élément sensible à la lumière appelé *photosite*. Les grains de lumière ou *photons* frappant les photosites (pendant la durée d'exposition d'une image) sont convertis en charges électriques qui sont provisoirement stockées dans un puits de potentiel, jouant le rôle de condensateur. Un système de registres à décalage, précisément orchestré par une horloge électronique assure, en sortie du capteur, le « vidage » et le transfert séquentiel des charges électriques, soit par balayage de deux trames entrelacées, soit par balayage d'une image complète en mode progressif.

Le rendement de la conversion des photons en électrons d'un capteur imageur – autrement dit sa *sensibilité intrinsèque* – est proportionnel à la surface de la région sensible de chacun de ses pixels. Or, afin de créer les caméscopes toujours plus compacts, les fabricants font appel à des capteurs de taille de plus en plus réduite. C'est ainsi que les premiers caméscopes de 1985 utilisaient (tout comme les meilleures caméras « pro » actuelles) de grands capteurs de format 2/3" ou 1/2", alors que les modèles grand public d'aujourd'hui sont pourvus de minuscules capteurs d'une grande diversité de tailles selon les fabricants et les générations d'appareils.

Tableau 13.2 Principaux formats de capteurs vidéo (de ratio nominal 4:3)\*

Appellation en pouce**	2/3"	1/2"	1/3"	1/3,6"	1/4"	1/4,5"	1/5"	1/6"
Valeur pouce/mm	16,93	12,7	8,47	7,05	6,35	5,64	5,08	4,23
Dimensions cible (mm)	8,8 × 6,6	6,4 × 4,8	4,8 × 3,6	4 × 3	3,6 × 2,7	3,24 × 2,41	3 × 2,25	2,4 × 1,8
Diagonale cible (mm)	11	8	6	5	4,5	4,22	3,75	3
Surface de la cible (mm <sup>2</sup> )	58	30,72	17,28	12	9,72	7,81	6,75	4,32
Cf photo 24 × 36***	×4,1	×5,7	×7,5	×9	×10	×11,1	×12	×15

\* Ce tableau s'applique aux capteurs de type CCD ou CMOS utilisés sur les caméscopes « classiques » de ratio d'image 4:3. Les valeurs indiquées sont des « ordres de grandeur » facilitant les comparaisons.

\*\* Exprimer la taille des capteurs en fractions de pouce (1 pouce = 25,4 mm environ) est une absurdité qui date des tubes imageurs des premiers âges de la télévision. Puisque les fabricants persistent à les caractériser de cette manière, nous sommes bien obligés « de faire avec » !

\*\*\* De même, le calcul du facteur de conversion de focale (Cf) suppose que toute la surface de la cible soit effectivement utilisée pour la formation de l'image : ce qui est rarement le cas.

### Le compromis format du capteur/sensibilité du caméscope en basse lumière

Pour s'imposer sur le marché grand public, un caméscope doit impérativement être compact et léger, ce qui oblige son concepteur à minimiser les dimensions de ses composants optiques, c'est-à-dire le capteur et l'objectif. Cependant, pour une même résolution d'image (qui dépend du nombre de pixels implantés sur la cible du capteur), la taille du pixel unitaire est proportionnelle aux dimensions du capteur. Cela veut dire que, dans une même technologie, le caméscope est d'autant moins sensible à la lumière que son capteur est plus petit. Afin de conserver une sensibilité en basse lumière « décente » au caméscope à trop petit capteur, les fabricants ont dû déployer des trésors d'ingéniosité afin d'augmenter le rendement de la conversion des photons incidents en électrons utiles formant le signal : réseau de microlentilles, pixels « verts » de Fuji ou « transparents » de Kodak, objectif à grande ouverture, traitement anti-bruit, etc.

Les chroniqueurs spécialisés et les vidéastes expérimentés ont pu constater – à l'usage plus que par des mesures de laboratoire – que les caméscopes grand public actuels sont nettement moins sensibles en faible lumière que les anciens ; ils s'en plaignent à juste titre, mais ils expliquent rarement pourquoi. En dépit des progrès technologiques réalisés (voir ci-dessous), cette faible sensibilité du système est uniquement due à ce que chaque pixel du capteur est trop petit pour capturer un nombre suffisant de photons. La solution immédiate serait d'en revenir aux « grands » capteurs, lesquels, pour la même résolution (nombre de pixels) sont beaucoup plus sensibles. La preuve en est que les caméras et caméscopes de qualité *broadcast* sont équipés de tri-capteurs 2/3" ou 1/2". Nous compléterons ces informations à propos des mini-caméras embarquées (cf. 15.8).

**1 Architecture du capteur lui-même.** Nous n'alons pas entrer dans les détails.

- Les capteurs CCD fabriqués par Sony (qui équipent les APN et caméscopes d'autres marques) bénéficient de la technologie HAD (*Hole Accumulated Diode*). L'efficacité du processeur de traitement réduit le niveau de bruit au noir en autorisant une plus forte amplification du signal sans altération trop notable de la qualité de l'image.
- Qu'il s'agisse de capteurs CCD ou de capteurs CMOS, on cherche à augmenter la surface de la zone photosensible (le photosite) par rapport à la surface totale du pixel. Cela procure une augmentation corrélative de la sensibilité de chaque pixel ou permet d'implanter davantage de pixels sur un capteur de même format.

**2 Nature du filtre mosaïque de sélection trichrome.** Voir 13.3.1.

**3 Réseau de microlentilles.** Dans un capteur, la lumière frappant les surfaces non-sensibles du pixel

est perdue. La méthode utilisée pour augmenter la sensibilité intrinsèque consiste à placer un réseau de microlentilles au-dessus de la zone image du capteur : la petite lentille convergente localisée au-dessus de chaque cellule concentre la lumière incidente sur la région photosensible du pixel. Ce principe – inauguré en 1991 par Sony – a été adopté par tous les fabricants. Si le niveau d'éclairage de la scène est suffisant, le gain en sensibilité peut atteindre une valeur de diaphragme.

### 13.3.5 Autres considérations relatives aux capteurs CCD

**1 Smear** (terme intraduisible en français). Ce phénomène se manifeste sur l'image vidéo par une raie blanche ou rouge verticale issue d'une source de lumière très intense présente dans le champ de l'image (lampe électrique, reflets spéculaires du soleil, phares de voitures dans la nuit, etc.). Autant dire qu'un caméscope dont le capteur est très affecté par le *smear* est inutilisable pour le tournage de nuit. Il est dû à ce que les drains d'évacuation, saturés par la source de luminance trop élevée, n'arrivent plus à évacuer normalement les charges électriques excédentaires, lesquelles « débordent » dans les registres de décalage verticaux voisins : ce qui « pollue » le signal et se retrouve donc sur les images. Par leur conception même, les capteurs actuels, particulièrement de type CMOS, sont très peu sensibles au phénomène du *smear*.

**2 Obturateur électronique.** Nous avons déjà évoqué ses conditions d'emploi (cf. 7.7.1) : il nous reste à en décrire le fonctionnement. La « vitesse d'obturation » normale du capteur est le laps de temps pendant lequel les charges d'électrons s'accumulent dans chaque cellule, c'est-à-dire la durée d'une trame (20 ms). Pour bénéficier d'une durée d'exposition plus courte (d'une vitesse d'obturation plus élevée), il suffit de rejeter (dans le drain d'évacuation des charges excédentaires) les charges qui s'accumulent au-delà du temps de pose choisi, puis de ne transférer que les charges utiles vers la sortie du capteur.

La fonction obturateur électronique est bien sûr synchronisée au balayage entrelacé par lignes et trames. En pratique, des impulsions de largeur 1  $\mu$ s émises par un générateur programmé sont insérées durant la suppression horizontale. Si, entre deux transferts vers les registres verticaux, les impulsions appliquent une polarisation plus élevée, les charges accumulées sont déversées dans le drain de surcharge. La vitesse d'obturation est alors définie par le temps (d'intégration) séparant l'émission de la dernière impulsion de suppression, du transfert des charges vers les registres verticaux. De cette manière, la gamme des vitesses théoriquement possibles s'étend de 1/50 s (20 ms) à 1/15 625 s ( $6,4 \times 10^{-5}$  s). En régime normal, *shutter off*, il n'y a pas émission d'impulsions et les charges restent dans les cellules jusqu'à la prochaine trame.

Beaucoup de caméscopes sont dotés d'un obturateur électronique, donnant par paliers les vitesses comprises entre  $1/50$  s et  $1/8\,000$  s, par exemple. Certains modèles permettent d'adopter des « vitesses lentes », avec lesquelles l'exposition se prolonge sur plusieurs trames ou images ( $1/6$  s = 8 trames = 4 images). Dans ce mode, qui permet aussi de filmer avec un niveau d'éclairage plus faible qu'en mode normal, les sujets mobiles sont prolongés de traînées évanescentes.

**3 Stabilisateur numérique.** Le principe du stabilisateur d'image numérique est de déplacer en permanence l'image formée sur la cible du CCD en sens inverse des mouvements aléatoires de l'utilisateur (détectés par deux capteurs de vecteurs de mouvement), de telle manière qu'elle reste toujours centrée et immobile sur l'image finale : il faut donc utiliser un capteur dont la cible a une surface un peu plus grande que le format de l'image. Dans le cas de tel caméscope DV (Sony) équipé du système « Super SteadyShot », l'image enregistrée est de taille  $1/4''$  ( $3,6 \times 2,7$  mm), mais afin qu'elle puisse se déplacer « virtuellement » pour la correction de mouvement en temps réel, elle est projetée sur un capteur de format  $1/3''$  (cible mesurant  $4,9 \times 3,6$  mm) dont les pixels sont de la taille du capteur  $1/4''$  : ce qui porte leur nombre total à 800 000 environ.

Cet exemple montre qu'un caméscope équipé d'un CCD  $1/3''$  « 800 K » avec stabilisateur numérique capture des images de même qualité qu'un modèle sans stabilisateur doté d'un CCD  $1/4''$  (470 K). L'avantage pratique important est que la mise en service du stabilisateur numérique ne modifie pas les dimensions de l'image et qu'il ne provoque pas de dégradation notable de sa qualité, si toutefois l'éclairage est abondant. Les premiers stabilisateurs électroniques (équipant des caméscopes analogiques) étaient beaucoup moins performants : le recadrage de l'image et l'emploi de mémoires de trame affectaient gravement la qualité

image. Cela étant, un caméscope élaboré – plus exactement son objectif – est pourvu d'un stabilisateur optique (cf. 14.5).

**4 Capteurs pour « photocaméscope ».** Par commodité plus que par conviction, nous baptisons provisoirement « photocaméscope » un appareil assurant, au gré de l'utilisateur, soit la fonction normale de *caméscope* (l'enregistrement des images animées et du son), soit la fonction d'*appareil photo numérique* (images fixes généralement enregistrées sur une petite carte mémoire logée dans le boîtier de l'appareil). Le point à retenir pour l'instant est que le même capteur étant utilisé pour les deux fonctions, celui-ci doit être capable d'opérer selon deux modes en fait très différents.

- *Mode vidéo* : balayage entrelacé, images animées de format compatible avec le système de capture vidéo. En DV, la résolution serait, par exemple, de  $960$  (H)  $\times$   $576$  (V) = 560 kP environ.
- *Mode photo* : balayage progressif, image fixe de plus haute résolution atteignant ou dépassant le million de pixels (d'où le surnom de « mégapixel » donné par certains à ces appareils).

Les degrés de sophistication, configurations et valeurs variant dans une large mesure selon les constructeurs et les modèles, nous décrivons – à simple titre d'exemple – le fonctionnement d'un capteur « mégapixel » emprunté à Sony. Il s'agit dans ce cas d'un CCD de format  $1/4''$  intégrant un total de  $1\,208 \times 882$  pixels ( $1\,070$  kP environ), dont  $1\,152 \times 864$  (= 995 kP effectifs), représentant le format de la « cible utile » pouvant servir à la capture des images.

a) *Fonctionnement du capteur en mode vidéo* (figure 13.8 à gauche). Afin de permettre le fonctionnement du stabilisateur numérique (Super SteadyShot), l'image vidéo de  $960$  (H)  $\times$   $576$  (V) pixels peut se déplacer « virtuellement » en X et Y à l'intérieur de la

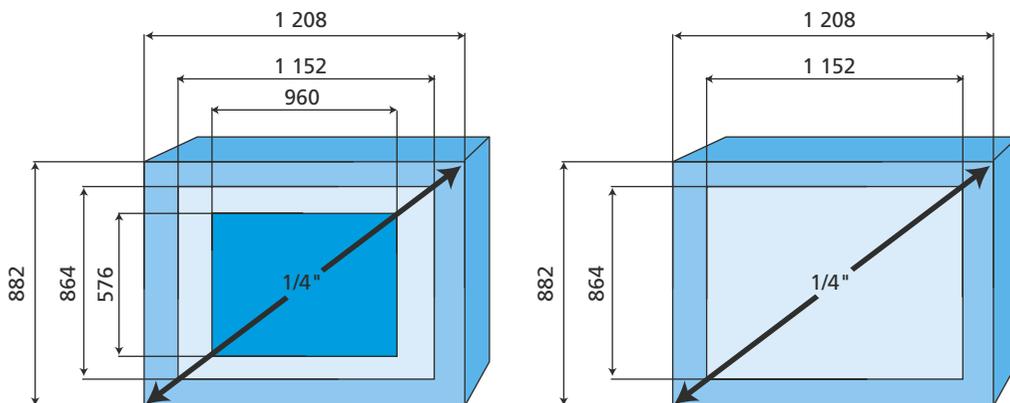


Figure 13.8 Capteur CCD  $1/4''$  utilisé en mode vidéo ou en mode photo.

(À gauche) Mode vidéo avec stabilisateur numérique : l'image vidéo de  $960 \times 576$  pixels (rectangle central) peut se déplacer en X et en Y à l'intérieur de la cible pour la stabilisation.

(À droite) Mode photo : l'image fixe occupe toute la surface  $1\,152 \times 864$  pixels de la cible. C'est ce qui explique que l'angle horizontal embrassé par l'objectif est plus large en photo qu'en vidéo.

cible utile. Que le stabilisateur soit en service ou non, l'image vidéo conserve ces mêmes dimensions.

b) *Fonctionnement du capteur en mode photo numérique* (figure 13.8 à droite). Dans ce mode exigeant une plus haute définition, l'image fixe est capturée sur toute la surface de la cible utile (1 152 × 864 pixels).

Puisqu'on utilise le même capteur et le même objectif dans les deux modes, on en comprend facilement les conséquences immédiates : pour une même focale du zoom, l'image photo a une plus forte résolution et elle est plus grande que l'image vidéo, c'est-à-dire qu'elle embrasse un champ plus large. Le tableau 13.3 résume ces données.

### Le caméscope photographe : l'inflation inutile des pixels

En vidéo comme en photo, la publicité des marques est souvent fondée sur le nombre de pixels alignés sur la cible du capteur ; autrement dit sa résolution globale exprimée en mégapixels (MP). Les arguments de vente l'affirment avec tant d'insistance que l'acheteur moyen est persuadé qu'un APN compact doté d'un tout petit capteur de 8 ou 10 MP donne forcément de bien meilleures images que s'il était pourvu d'un capteur de même taille, mais de 3 ou 5 MP « seulement ». Or, il n'en est rien ! Il est facile de démontrer que mettre trop de pixels sur un capteur trop petit diminue les performances de l'appareil au lieu de les augmenter.

Pour ce qui concerne la vidéo, il faut et il suffit que le capteur comporte le nombre de pixels nécessaire à la constitution de chaque image. Nous avons vu que le capteur répondant à 100 % aux spécifications de la vidéo HD en 16:9 comporte 1 920 × 1 080 pixels « actifs », soit 2,07 MP. Seulement voilà : alors que ce capteur peut délivrer des images de vidéo HD de qualité

optimale, sa résolution de 2 MP environ est à peine suffisante pour délivrer des photos bien nettes de format carte postale. Les conditions de prises de vues étant très différentes, il est plus logique de consacrer le caméscope à la seule vidéo et l'APN à la photographie : c'est le cas des matériels de classe professionnelle. Dans le domaine grand public au contraire, l'évolution du marché et la concurrence entre les marques incite les fabricants à créer des appareils « multifonctions » : l'APN d'entrée de gamme peut enregistrer des séquences en vidéo, tandis que le caméscope sait prendre des photos. Nous pensons donc que la fonction photo du caméscope n'apporte rien maintenant que le « caméraphone » est devenu l'instrument multimédia universel que l'on a toujours avec soi !

Dans les spécifications d'un caméscope, son fabricant annonce parfois une résolution photo plus élevée que ce que permet le nombre de pixels implantés sur le capteur. Il s'agit alors d'une « fausse résolution » obtenue par interpolation des pixels et accentuation : l'image correspondante n'est pas plus détaillée, mais elle est plus « lisse ». Si le sujet vous intéresse, jetez un œil sur le tableau 13.4 dans lequel nous avons relevé – pour quelques modèles de 2008 – la résolution photo annoncée par le fabricant, comparée à la résolution globale du capteur.

Alors que les performances vidéo de ces appareils sont « à la hauteur », il n'en est pas de même pour ce qui concerne la photo numérique. Un APN de 3 MP est en effet un appareil « d'entrée de gamme » ne pouvant pas délivrer des photos de haute qualité d'un format supérieur à 10 × 15 cm environ. Le défaut le plus grave est que la faible sensibilité du système ne permet pas de photographier des sujets très mobiles, ni sous faible éclairage ambiant. Rappelez-vous qu'en vidéo, la vitesse d'obturation normale est de 1/50 s, alors qu'il est impossible de prendre des photos à main levée à

Tableau 13.3 Mode vidéo stabilisée et mode photo numérique

Caractéristique	CCD 1 Pas de mode photo	CCD 2 En mode vidéo	CCD 2 En mode photo
Format du capteur	1/4"	1/4"	
Nombre total de pixels	998 × 797 (800 K)	1 208 × 882 (1 070 K)	
Nombre de pixels effectifs	962 × 774 (745 K)	1 152 × 864 (995 K)	
Taille des pixels	3,85 × 3,5 µm	3,125 × 3,125 µm	
Résolution de l'image vidéo	720 × 576 (400 K)	960 × 576 (553 K)	–
Résolution de l'image photo	–	–	1 152 × 864 (995 K)
Dimensions de l'image utile (environ)	2,8 × 2,1 mm	3 × 2,25 mm	3,6 × 2,7 mm
Angle horizontal pour F = 3,3 mm	46°	48°	57°
Équivalent photo pour F = 3,3 mm	42,5 mm	40 mm	33 mm
Coefficient de conversion (en vidéo)	×13	×12	×10

\* Ces capteurs CCD furent utilisés sur des caméscopes DV de Sony qui ne sont plus fabriqués. Ces exemples ont seulement pour but de donner des « ordres de grandeur ». Il faut dire qu'aucun fabricant ne donne de renseignements précis sur ce sujet très technique.

\*\* Remarquez que les pixels du CCD 1 – uniquement vidéo – sont rectangulaires, alors que ceux du CCD 2 sont carrés (comme les pixels d'un capteur « photographique »).

Tableau 13.4 Quelques « photocamscopes » de 2008

Modèle	Taille capteur	Résolution capteur pixels	Résolution photo pixels	Ratio photo	Remarque
n° 1 Sony HDV 16:9	1/3"	2 103 000 (2,1 MP)	2 304 × 1 728 (4 MP)	4:3	Résolution photo interpolée
n° 2 Sony HDV 16:9	3 × 1/4"	1 120 000 × 3	1 440 × 810 (1,16 MP)	16:9	Résolution photo réelle
n° 3 Canon HDV 16:9	1/2,7"	2 960 000 (3 MP)	2 048 × 1 536 (3,15 MP)	4:3	Résolution photo presque réelle
n° 4 JVC Disque dur 4:3	1/6"	800 000 (0,8 MP)	640 × 480 (0,3 MP)	4:3	Résolution photo = égale vidéo
n° 5 Sony Disque dur 4:3	1/3"	3 310 000 (3,3 MP)	2 016 × 1 512 (3,05 MP)	4:3	Résolution photo réelle
n° 6 Hitachi MiniDVD 4:3	1/6"	800 000 (0,8 MP)	640 × 480 (0,3 MP)	4:3	Résolution photo = vidéo
n° 7 Canon MiniDVD 16:9	1/3,9"	2 200 000 (2,2 MP)	1 924 × 1 632 (3,14 MP)	4:3	Résolution photo interpolée
n° 8 Panasonic MiniDV 4:3	3 × 1/6"	800 000 × 3	1 760 × 1 320 (2,32 MP)	4:3	Résolution photo interpolée
n° 9 Sanyo Carte SD 4:3	1/2,5"	6 000 000 (6 MP)	2 816 × 2 112 (6 MP)	4:3	VGA en vidéo, HD en photo !

\* Nous ne donnons pas les références des modèles, car ceux-ci ne seront plus en vente quand vous lirez ces lignes.

une vitesse aussi basse. C'est pour cela que ces appareils incorporent souvent un petit flash électronique pour la photo en intérieur à courte distance du sujet. La formule androgyne d'un appareil prenant au choix des photos ou des séquences vidéo est bien appropriée aux applications de type « téléphonie mobile » à faible débit numérique, mais elle ne peut pas rivaliser avec un APN ou un RN équipé d'un capteur de 8 MP ou bien plus.

## 13.4 L'objectif

Les camscopes courants disposent d'un objectif inamovible *zoom* à longueur focale variable. Celui-ci est toujours doté de la *fonction macro* permettant de filmer les petits sujets de très près, avec un *grandissement* important.

Tout objectif se caractérise par trois *constantes* principales qui sont :

- la *longueur focale* (ou tout simplement « focale ») en millimètres ;
- l'*angle de champ* en degrés ;
- l'*ouverture relative maximale* ou « luminosité » ;  $f/1,4$ , par exemple ;

Dans le cas de l'objectif *zoom*, ces trois paramètres sont variables.

### 1 La focale varie entre deux valeurs extrêmes :

a) La *plus courte focale* (position *wide*) est celle qui embrasse la plus vaste portion d'espace ou *angle de champ* (AdC). Notez que nous exprimerons toujours l'AdC *dans le sens horizontal du format*.

b) La *plus longue focale* du *zoom* (position « télé ») est celle qui embrasse le champ le plus étroit.

c) Dans les spécifications d'un camscope, l'un des termes les plus usités est l'*amplitude* ou « puissance » du *zoom*. Il s'agit du rapport entre les deux focales extrêmes, autrement dit la plus longue focale divisée par la plus courte. Par exemple, un *zoom* dont les focales varient entre 4,2 mm et 42 mm offre une puissance de  $42/4,2 = 10$  fois (10×). La grande puissance d'un

*zoom* (22× par exemple) monté sur un camscope grand public est un argument commercial, lequel n'a rien à voir avec ses qualités optiques, ni même avec son efficacité « sur le terrain ».

**2 L'angle de champ** embrassé dans le sens horizontal de l'image est fonction de deux paramètres : d'une part la dimension de l'image formée sur la cible du capteur, d'autre part, la focale de l'objectif. Puisque la dimension horizontale de l'image est invariable pour un modèle de camscope, il s'ensuit que l'angle de champ est inversement proportionnel à la focale sur lequel le *zoom* est réglé. Nous allons voir – et même calculer si cela vous intéresse – que les performances de la quasi-totalité des camscopes sont très médiocres pour ce qui concerne le champ maximal embrassé. Vous n'avez en revanche rien à craindre du côté des plus longues focales : celles-ci correspondent à des *grandissements* si importants qu'ils les rendent en pratique inutilisables, sauf emploi d'un lourd et solide trépied ou d'un stabilisateur optique... et encore !

**3 L'ouverture relative** ( $f/n$ ) est le rapport entre la longueur focale ( $F$ ) de l'objectif et le diamètre ( $D$ ) de sa pupille d'entrée :  $f/n = F/D$ . On voit que, pour une même valeur de diaphragme, le diamètre de la pupille d'entrée varie proportionnellement à la focale. Par exemple, un *zoom* 10×, 2,8-28 mm réglé sur 2,8 mm de focale (dont la pupille d'entrée mesure alors 2 mm de diamètre) est ouvert à :  $2,8/2 = f/1,4$ . Pour offrir la même ouverture maximale  $f/1,4$  sur sa plus longue focale de 28 mm, il faudrait que sa pupille ait un diamètre de  $(28/1,4) = 20$  mm, ce qui impliquerait des lentilles de grand diamètre, donc un objectif encombrant, lourd et coûteux.

De fait, la luminosité d'un *zoom* diminue en position téléobjectif. Dans le cas du *zoom* cité en exemple (tableau 13.5), la pupille ne peut pas dépasser 10 mm de diamètre, de sorte qu'à 28 mm, son ouverture maximale n'est plus que de  $(28/10) = f/2,8$ . Ce *zoom* est donc de deux divisions de diaphragme moins lumineux (il transmet 4 fois moins de lumière sur le capteur) en position « télé » 28 mm qu'en position *wide* 2,8 mm. Ceci est, en principe, indiqué sur le *zoom* par la mention « 2,8-28 mm  $f/1,4-2,8$  ».

Tableau 13.5 Ouverture maximale d'un zoom 2,8-28 mm f/1,4-2,8

Focale du zoom	2,8 mm	4 mm	8 mm	16 mm	20 mm	28 mm
Ouverture maximale	f/1,4	f/1,4	f/1,4	f/1,6	f/2	f/2,8

La grande ouverture maximale du zoom est un avantage pour un caméscope auquel il confère une plus grande sensibilité globale. En effet, une valeur d'ouverture en plus – f/1,4 au lieu de f/2 par exemple – laisse pénétrer deux fois plus de lumière sur le capteur, ce qui revient à doubler la sensibilité globale du système.

## 13.5 Capteur, focale et angle de champ

Tous les caméscopes grand public sont affectés d'une maladie chronique : l'absence sur leur zoom d'une vraie position grand-angle. Lorsqu'on compare les différents modèles du marché, on s'aperçoit que la plus courte focale « équivalent photo 24 × 36 » se situe au mieux vers le semi-grand-angle de 36-38 mm, alors que beaucoup des plus récents « débutent » à plus de 45 mm !

Les divers caméscopes du commerce étant pourvus de capteurs de tailles variées et de zooms n'ayant pas les mêmes focales extrêmes, il est difficile de savoir – en lisant par exemple le mode d'emploi de l'appareil concerné – quelles sont les valeurs exactes. Parmi celles-ci, la plus significative pour le vidéaste averti est l'angle de champ (AdC) horizontal embrassé par le zoom quand celui-ci est réglé sur sa plus courte focale.

Afin de permettre la comparaison entre différents modèles, les fabricants sont cependant tenus d'indiquer les *focales équivalentes* du couple zoom-capteur du caméscope, à celles d'un hypothétique zoom monté sur un appareil photo de format 24 × 36 mm. S'il est vrai que les focales en millimètres ou les AdC en degrés ne signifient rien pour le consommateur

moyen, on admet en revanche que la plupart de ceux qui ont utilisé un compactzoom ou un reflex ont une bonne idée de l'aspect d'une photo prise au semi-grand-angle de 35 mm ou au téléobjectif de 105 mm. On lira dans la documentation commerciale que le zoom du modèle X équivaut (en 24 × 36) à un 31-310 mm, tandis que celui du modèle Y équivaut à un 48-480 mm. Bien que ces deux zooms offrent la même variation de focale 10×, vous pouvez remarquer – en consultant le tableau 13.6 – que le premier (60°) est nettement plus « grand-angle » que le deuxième (41°) !

L'absence de position grand-angle sur le zoom d'un caméscope ne nuit pas à sa carrière commerciale : pour le vendeur, c'est même une bonne occasion de proposer un complément optique *wide* à son client. Notre problème de vidéaste engagé est que – s'il existe pour le modèle de caméscope concerné – un convertisseur grand-angle ne créant pas de distorsion de l'image est très onéreux !

Pour ces raisons et quelques autres, vous aurez peut-être envie de calculer les valeurs significatives : ne serait-ce que pour vérifier les indications parfois imprécises, incomplètes ou erronées données par le vendeur ou le fabricant.

### 13.5.1 Focale équivalente (Fe) et coefficient de conversion de focale (Cf)

Pour déterminer la focale équivalente 24 × 36 d'un objectif donné monté sur tel modèle de caméscope, il faut d'abord calculer le *coefficient de conversion de focale (Cf)* : c'est le facteur par lequel il faut multiplier la focale réelle (Fr) de cet objectif pour calculer sa focale équivalente (Fe) en photo 24 × 36.

$$Fe = Fr \cdot Cf$$

Tableau 13.6 Taille du capteur, focales du zoom et focales équivalentes (quelques caméscopes de 2007-2008)

Modèle	Taille du capteur	Type de stabilisateur	Focales réelles du zoom	Focales photo équivalentes	AdC (H) maximal	Cf réel
n° 1 Sony HDV 16:9	1/3" (2,1 MP)	Électronique	5,1-51 mm (10×)	41,3-413 mm (16:9)	47°05'	8,1×
n° 2 Sony HDV 16:9	3 × 1/4" (1,12 MP)	Optique	3,9-78 mm (20×)	37,4-748 mm (16:9)	51°24'	9,6×
n° 3 Canon HDV 16:9	1/2,7" (3 MP)	Optique	6,1-61 mm (10×)	43,6-436 mm (16:9)	44°49'	7,15×
n° 4 JVC Disque dur 4:3	1/6" (0,8 MP)	Électronique	2,3-73,6 mm (32×)	44-1 408 mm (4:3)	44°29'	19,13×
n° 5 Sony Disque dur 4:3	1,3" (3,3 MP)	Électronique	5,1-51 mm (10×)	45-450 mm (4:3)	43°36'	8,82×
n° 6 Hitachi MiniDVD 4:3	1,6" (0,8 MP)	Électronique	2,2-55 mm (25×)	37,8-945 mm (4:3)	50°54'	17,18×
n° 7 Canon MiniDVD 16:9	1/3,9" (2,2 MP)	Électronique	4,05-40,5 mm (10×)	40,5-405 mm (16:9)	47°55'	10×
n° 8 Panasonic MiniDV 4:3	3 × 1/6" (0,8 MP)	Électronique	2,45-24,5 mm (10×)	47,1-471 mm (4:3)	41°48'	19,23×
n° 9 Sanyo Carte SD 4:3	1/2,5" (6 MP)	Électronique	6,3-63 mm (10×)	38-380 mm (16:9)	50°41'	6,03×

La méthode « scientifique » serait de diviser 36 (mm) par le grand côté (H) de la cible du capteur :

$$Cf = 36/H$$

Malheureusement, cette méthode est habituellement impraticable ou trop imprécise avec les caméscopes d'aujourd'hui car, même si l'on connaît les dimensions de la cible du capteur, on ignore selon quelles proportions elle est occupée par l'image (emploi d'un stabilisateur numérique, par exemple). Un autre cas d'imprécision est celui d'un camescope tri-capteur 1/3" tel le Sony HDV (n° 1 du tableau 13.6). La méthode de calcul ci-dessus indiquerait un Cf de  $(36/4,8) = 7,5\times$ , alors qu'il est de  $8,1\times$  selon les spécifications données par le fabricant. Cela est principalement dû à ce que le séparateur prismatique RVB modifie le grandissement de l'image entre l'objectif et le capteur.

En pratique, le calcul de Cf est fiable et immédiat si vous disposez de deux séries de valeurs : d'une part les focales photo extrêmes équivalentes (Fe) qui sont presque toujours données par le fabricant, d'autre part, les focales extrêmes réelles (Fr) du zoom qui sont gravées quelque part autour ou sur l'avant de l'objectif : à vous de les relever sur le camescope si elles ne figurent pas dans la fiche technique de l'appareil.

Il ne vous reste plus alors qu'à diviser la plus longue focale équivalente par la plus longue focale réelle :  $Cf = Fe/Fr$ . Vérifiez que vous trouvez sensiblement la même valeur de Cf en divisant la Fe la plus courte par la Fr correspondante (sinon, il y a erreur dans les valeurs indiquées dans la documentation du fabricant).

### Exemple

Prenons en exemple le camescope Hitachi (n° 6 sur le tableau 13.6) avec son zoom 25 $\times$ , dont les Fe sont 37,8-945 mm et les Fr 2,2-55 mm ; on trouve  $Cf = 945/55 = 37,8/2,2 = 17,18\times$ .

## 13.5.2 Angle de champ horizontal

Nous vous proposons le tableau 13.7 qui vous donne directement l'angle de champ horizontal embrassé par toutes les focales équivalentes photo comprises entre 28 et 50 mm, ainsi que les focales équivalentes aux super-grand-angle de 21 ou 24 mm très usités en photographie. Pour rester dans le domaine pratique, nous y avons ajouté les champs horizontaux couverts à 3 et à 5 m par ces diverses focales. Ce tableau montre bien pourquoi – faute de recul et d'un zoom grand-angle – vous êtes obligé de panoramiquer pour filmer toute la famille réunie autour du sapin de Noël ou de l'enfant soufflant les bougies de son gâteau d'anniversaire. C'est pourtant une chose que tout vidéaste aimerait pouvoir faire avec son camescope !

Tableau 13.7 Champ horizontal (H) embrassé à 3 et 5 m du sujet selon la focale photo équivalente (Fe) du zoom

Fe (photo)	AdC (H) (degrés)	AdC (H) (radians)	Champ (H) à 3 m	Champ (H) à 5 m
21 mm	81°	1,41	4,23 m	7,05 m
24 mm	74°	1,29	3,87 m	6,45 m
28 mm	65°	1,13	3,39 m	5,65 m
29 mm	63°	1,09	3,27 m	5,45 m
30 mm	62°	1,08	3,24 m	5,40 m
31 mm	60°	1,05	3,15 m	5,25 m
32 mm	59°	1,03	3,09 m	5,15 m
33 mm	57°	0,99	2,97 m	4,95 m
34 mm	56°	0,98	2,94 m	4,90 m
35 mm	54°	0,94	2,82 m	4,70 m
36 mm	53°	0,92	2,76 m	4,60 m
37 mm	52°	0,91	2,73 m	4,55 m
38 mm	51°	0,89	2,67 m	4,45 m
39 mm	49°	0,85	2,55 m	4,25 m
40 mm	48°	0,84	2,52 m	4,20 m
41 mm	47°	0,82	2,46 m	4,10 m
42 mm	46°	0,80	2,40 m	4,00 m
43 mm	45°	0,78	2,34 m	3,90 m
44 mm	44°	0,77	2,31 m	3,85 m
45 mm	43°	0,75	2,25 m	3,75 m
46 mm	42°30'	0,74	2,22 m	3,70 m
47 mm	42°	0,73	2,19 m	3,65 m
48 mm	41°	0,71	2,13 m	3,55 m
49 mm	40°	0,70	2,10 m	3,50 m
50 mm	39°	0,68	2,04 m	3,40 m

Ceux de nos lecteurs vidéastes également intéressés par la chose mathématique (que les autres nous pardonnent) trouveront dans l'*encadré* suivant le rappel des calculs relatifs à l'angle de champ et au champ embrassé à une distance de prise de vue donnée.

### Calculs relatifs à l'angle de champ

#### A. Comment calculer l'angle de champ ?

Lorsqu'on connaît la longueur focale (f) et les dimensions de l'image (la surface sensible utile du capteur), l'angle de champ  $\omega$  se calcule par une relation simple de trigonométrie. En effet, le rayon passant par le point principal image sous un angle  $\omega$  par rapport à l'axe optique se focalise sur le plan focal à une distance d de l'axe optique. On a :

$$d = f \cdot \operatorname{tg} \omega, \text{ donc } \operatorname{tg} \omega / 2 = d / 2f, \text{ et}$$

$$\operatorname{AdC} \omega = 2 \operatorname{tg}^{-1} \cdot (d / 2f)$$

Si nous donnons à d la valeur de la dimension horizontale (H) de l'image formée sur la cible du capteur, cette formule donne directement l'angle de champ

horizontal ( $\omega$  H). Comme on ne connaît généralement pas les dimensions précises de l'image formée sur le capteur, on part de l'équivalent photo  $24 \times 36$  mm (donné dans les spécifications de l'appareil), la base horizontale de référence valant alors 36 mm.

**Exemple** – Reprenons le caméscope à zoom  $10\times$  ( $n^\circ 1$  du tableau 13.6) dont les Fe sont 41,3-413 mm et les Fr 5,1-51 mm.

a) La focale équivalente photo la plus courte du zoom étant 41,3 mm, l'application de la formule ci-dessus indique un angle horizontal de :

$$\text{AdC (H)} = 2\text{tg}^{-1} (36/[2 \times 41,3]) = 47^\circ \text{ environ}$$

b) Sur la focale la plus longue (413 mm) on trouve :

$$\text{AdC (H)} = 2\text{tg}^{-1} (36/[2 \times 413]) = 5^\circ$$

**B. Champ horizontal ( $C_m$ ) embrassé à une certaine distance ( $d_m$ ) du sujet**

Le calcul ultra-rapide s'effectue en radians (rad) :

$$C_m = \omega \text{ rad} \cdot d_m$$

**Exemple** – La plus courte focale équivalente photo (Fe) du zoom d'un caméscope est 42 mm : il embrasse donc un angle (H) de  $46^\circ$ , soit 0,8 rad environ.

$$\text{À } 3 \text{ m} : C_{m(3)} = 0,8 \times 3 = 2,4 \text{ m}$$

$$\text{À } 5 \text{ m} : C_{m(5)} = 0,8 \times 5 = 4,0 \text{ m}$$

**Remarques sur ces calculs**

- La notation  $\text{tg}^{-1}$  (ou  $\text{tan}^{-1}$ , ou atan, selon les calculatrices ou les tableurs) est la fonction réciproque de la fonction tangente, soit arc tangente en langage mathématique : elle donne les valeurs angulaires dont nous avons besoin.

- Les calculatrices scientifiques et les tableurs permettent généralement d'effectuer les calculs selon les unités angulaires désirées (degrés ou radians). Si ce n'est pas le cas, voici les formules de conversion :

$$\text{Conversion degré/radian : radian} = \text{degré} \times (\pi/180)$$

$$\text{Conversion radian/degré : degré} = \text{radian} \times (180/\pi)$$

- Dans les calculs angulaires de précision, la source d'erreur possible est la conversion des valeurs en degrés décimaux (données par la formule), en valeurs classiquement exprimées en degrés, minutes et secondes (DMS).

Par exemple :  $54,4322^\circ = 54^\circ 25' 56''$  ;  $19,4552^\circ = 19^\circ 27' 18''$ .

- Même pour le « non-matheux », les calculs sont faciles à effectuer, à la condition expresse de disposer d'une calculatrice scientifique (ou d'un logiciel ordinateur)... et de savoir s'en servir.

## 13.6 Aspect de l'image en fonction de la focale

Résumons les propriétés des trois grandes « zones » de focales du zoom.

1 On dit que la **focale d'un zoom est « normale »** lorsqu'elle équivaut, en photo  $24 \times 36$ , à un objectif

de 45 mm à 50 mm de focale environ. Dans ces conditions, le champ horizontal embrassé par l'objectif (compris entre  $43^\circ$  et  $39^\circ$ ), le grandissement du sujet et la perspective de la scène sont analogues à la vision humaine.

**2 En position *wide* (courte focale) l'objectif embrasse, à la même distance du sujet, un champ plus large que la focale normale.** C'est donc un réglage précieux à chaque fois que l'on manque de recul (ce qui rend d'autant plus regrettable l'absence de vraie position grand-angle sur le zoom de la plupart des caméscopes ; particulièrement les plus récents HD qui sont au ratio 16:9 !).

- Le sujet principal est plus petit dans le cadre.
- La perspective est plus prononcée : les lignes fuyantes semblent converger plus rapidement vers l'horizon.
- La sensation de profondeur, de « troisième dimension » est mieux marquée et les différents plans semblent plus éloignés les uns des autres que dans la réalité.
- Lorsque le sujet s'approche ou s'éloigne du caméscope, on a la sensation d'un déplacement plus rapide.
- La profondeur de champ est plus étendue, pour une même ouverture de diaphragme et une même distance de mise au point (cf. 13.8).
- En raison du faible grandissement de l'image, les vibrations et l'instabilité du caméscope tenu en mains sont peu sensibles : à défaut de stabilisateur, vous avez toujours intérêt à régler le zoom sur une courte focale.

**3 En position téléobjectif (longue focale) le zoom embrasse, à la même distance du sujet, un champ plus étroit.** On « zoome avant » pour cadrer convenablement un sujet trop éloigné. Les effets ci-dessous sont d'autant plus apparents que la focale est plus longue.

- Le sujet principal est plus grand dans le cadre.
- La perspective est moins prononcée : les lignes fuyantes sont peu marquées.
- L'image a peu de relief, les différents plans paraissant plus proches les uns des autres que dans la réalité.
- Lorsque le sujet s'approche ou s'éloigne du caméscope, on a la sensation d'un déplacement plus lent.
- La profondeur de champ est moins étendue, pour une même ouverture de diaphragme et une même distance de mise au point.
- En raison du plus fort grandissement de l'image, les vibrations et l'instabilité du caméscope affectent gravement les images : il est pratiquement impossible d'opérer à la main, le zoom étant réglé sur une longue focale. L'emploi du pied ou du stabilisateur s'impose.

C'est le moment de rappeler qu'à de rares exceptions – chasse animalière par exemple – les plus longues

focales d'un zoom 10× ou plus ne présentent guère d'intérêt sur le plan de l'expression vidéographique. Elles sont de toute manière inutilisables si le camescope n'est pas monté sur un solide trépied (car même un stabilisateur optique n'a pas la capacité d'immobiliser une image prise avec une focale équivalant à un super-téléobjectif de 600 mm ou plus en photo. Quant au « zoom numérique 100× » (qui multiplie par 100 la plus courte focale du zoom), ce n'est rien de plus qu'un « piège à gogo » !

### 13.7 Mise au point

Lorsque nous regardons des objets situés à différentes distances, nous n'avons pas conscience d'*accommoder* (c'est-à-dire de faire varier la convergence de nos cristallins, objectifs de nos yeux) : c'est un mouvement réflexe. Il n'en va pas de même avec le camescope (ou tout autre instrument utilisant un objectif pour l'observation à une distance *finie*) : il est indispensable de *faire la mise au point* (MaP), soit automatiquement grâce à l'autofocus, soit manuellement en tournant la bague de MaP de l'objectif afin que l'image de l'objet cadré soit nette sur le *plan focal* : la cible du capteur. Dans ce cas de MaP manuelle, la netteté du sujet se juge sur l'image du viseur, grossie par un oculaire ou, plus habituellement maintenant sur l'écran du moniteur ACL.

Un zoom est calculé de telle façon que – une fois la MaP assurée pour une distance déterminée – l'image reste nette sur ce plan, quelle que soit la variation de focale du zoom. La netteté se jugeant mieux sur une image agrandie, il est vivement recommandé de faire la MaP manuelle sur le motif principal de la scène, le zoom étant provisoirement réglé sur une longue focale.



1



2

Figure 13.9 Effets de la profondeur de champ.

1 Au soleil : lumière intense et petite ouverture de diaphragme = grande profondeur de champ. L'arrière-plan net constitue un élément inutile de distraction – 2 À l'ombre : faible lumière et diaphragme grand ouvert = faible profondeur de champ. Remarquez comment le sujet se détache plus agréablement devant l'arrière-plan complètement flou.

Dans de nombreux cas de tournage en extérieur où l'on utilise une courte focale du zoom et que la lumière est abondante, le diaphragme est fermé à son maximum (qui est de d'environ  $f/4$  avec les camescopes grand public) et – si l'objectif est réglé « manuellement » sur 3 m – la MaP n'est pratiquement plus nécessaire. Dans ces conditions en effet (voir tableau 13.9) la profondeur de champ s'étend de 1,40 m à l'infini. Autant débrayer l'autofocus !

### 13.8 Profondeur de champ

On appelle *profondeur de champ* (PdC) la portion d'espace en avant et en arrière du plan de MaP à l'intérieur de laquelle l'image est considérée comme nette. Contrairement à la photographie pour laquelle la notion de PdC est fondamentale, elle n'est pas aussi significative avec le camescope qui offre rarement la possibilité de régler le diaphragme manuellement, d'autant que la sensibilité optimale du capteur étant invariable, il faut dans ce cas assurer l'exposition correcte en modifiant corrélativement la vitesse d'obturation.

D'autres raisons font que la PdC n'est pas contrôlable sur les camescopes courants. L'une des plus ignorées est la conséquence de l'emploi d'un tout petit capteur avec lequel il est impossible de diaphragmer : compte tenu de la courte focale de l'objectif, réduire l'ouverture comme nécessaire (pour afficher  $f/5,6$  par exemple) induirait un taux de diffraction tel que l'image serait uniformément floue ! Cela est si vrai que sur pratiquement tous les camescopes grand public, le diaphragme iris à ouverture variable est remplacé par une ou deux ouvertures fixes plus petites que la maximale, tandis qu'un filtre gris neutre plus ou moins

introduit dans le faisceau imageur permet de diminuer – quand celle-ci est trop abondante en extérieur – la quantité de lumière atteignant le capteur (cf. chapitre 14).

### 13.8.1 Variations de la profondeur de champ

Compte tenu du nombre de facteurs qui influent sur la PdC, du caractère totalement subjectif de la notion de netteté, des conditions d'observation de l'écran et des phénomènes physiques (comme l'aliasing et la diffraction) induits en fonction de la taille du capteur, de la résolution optique de l'objectif, etc., il n'est pas possible – comme on le fait en photographie argentique – d'exprimer les variations de la PdC par des valeurs métriques rigoureuses et encore moins par des « tables de profondeur de champ ». Nous n'en aurions d'ailleurs que faire, puisqu'en tournage vidéo nous disposons toujours d'une image de contrôle direct : viseur électronique, écran ACL, voire, dans les conditions du tournage en studio, un moniteur vidéo de bonne résolution connecté au caméscope.

Les tableaux 13.8 à 13.10 ne sont que des exemples arbitraires dont les valeurs relatives (mais rigoureusement calculées) permettent la comparaison. Ils indiquent quels sont les *ordres de grandeur* de la PdC en fonction des paramètres 2, 3 et 4 énumérés ci-dessus. Vous pourrez en tirer des conséquences d'applications pratiques, selon que – pour mieux vous exprimer par l'image – vous désirez bénéficier d'une PdC plus ou moins étendue. En pratique, la PdC n'est contrôlable – dans des limites assez étroites qui dépendent surtout du niveau d'éclairage de la scène – que sur des caméscopes élaborés et caméras professionnelles qui sont équipées de grands capteurs (2/3" et 1/2") et dont les automatismes de l'exposition sont débrayables au profit de réglages manuels.

La PdC varie selon quatre paramètres :

**Paramètre 1 – La définition de l'image autorisée par le système vidéo :** le « critère de netteté » (analogue au diamètre du cercle de confusion en optique photographique) est fondé sur le plus petit détail que le système puisse reproduire. Cela veut dire que la PdC est d'autant moins étendue que la définition est plus élevée. Toutes autres conditions étant égales, la PdC est ainsi deux fois moindre en format numérique DV ( $D_{\text{hor}} = 500$  pts/ligne) qu'avec les formats analogiques VHS ou 8 mm ( $D_{\text{hor}} = 250$  pts/ligne).

Pour le calcul de nos tableaux de PdC ci-dessous, nous avons adopté un diamètre de cercle de confusion de  $9,5 \mu\text{m}$ . Cette valeur représente environ deux fois le côté d'un pixel des capteurs vidéo de 1/4", 1/3" et 1/2".

**Paramètre 2 – La longueur focale :** la PdC est d'autant plus étendue que la focale est plus courte.

Même à l'ouverture maximale du diaphragme, elle est très étendue en position *wide* du zoom et toujours limitée sur une focale téléobjectif.

Tableau 13.8 Mise au point : 3 m – Ouverture : f/1,4

Focale (mm)	PPN* (m)	DPN* (m)	PdC (m)
5	1,2	$\infty^{**}$	1,2 – $\infty$
10	2,18	4,81	2,63
20	2,74	3,31	0,57
30	2,88	3,13	0,25
50	2,95	3,04	0,09
70	2,98	3,02	0,04

\* PPN : premier plan net. DPN : dernier plan net.

\*\* Le signe  $\infty$  est le symbole de « l'infini » ; en pratique, une distance d'environ 1 500 fois la focale.

**Paramètre 3 – L'ouverture du diaphragme :** vous voyez qu'avec une mise au point sur 3 m et le zoom réglé sur une focale de 10 mm, la PdC quadruple lorsqu'on ferme le diaphragme de deux divisions (en passant par exemple de f/1,4 à f/2,8). Dans ce tableau, nous avons conservé les ouvertures plus petites que f/4, en dépit du fait que celles-ci ne sont effectivement disponibles que sur les caméras et caméscopes professionnels à grand capteur.

Tableau 13.9 Mise au point : 3 m – Focale : 10 mm

Ouverture (f/n)	PPN (m)	DPN (m)	PdC (m)
1,4	2,18	4,81	2,63
2	1,95	6,54	4,59
2,8	1,71	12,53	10,82
4	1,44	$\infty$	1,44 – $\infty$
5,6	1,19	$\infty$	1,19 – $\infty$
8	0,95	$\infty$	0,95 – $\infty$
11	0,75	$\infty$	0,75 – $\infty$

**Paramètre 4 – La distance de mise au point :** la PdC diminue au fur et à mesure au fur et à mesure que la MaP est effectuée sur un plan plus proche de l'objectif. C'est ainsi qu'en vidéographie rapprochée (domaine « macro ») la zone de netteté est extrêmement limitée, voire inexistante aux plus forts grandissements.

Tableau 13.10 Ouverture : f/1,4 – Focale : 25 mm

MaP sur (m)	PPN (m)	DPN (m)	PdC (m)
1	0,98	1,02	0,04
2	1,92	2,08	0,16
3	2,83	3,20	0,37
5	4,54	5,56	1,02
10	8,32	12,53	4,21
$\infty$	25,0	$\infty$	25,0 – $\infty$

### 13.8.2 Dans quelle mesure pouvez-vous contrôler la PdC ?

Ainsi que nous l'avons souligné, vous n'êtes généralement pas maître de l'ouverture du diaphragme : elle se règle automatiquement, essentiellement en fonction du niveau d'éclairage de la scène. Le cas d'exception est celui de quelques caméscopes élaborés offrant la commande manuelle à la fois de l'ouverture du diaphragme et de la vitesse d'obturation : comme avec un appareil photographique, on a alors le choix de différents couples « vitesse/diaphragme » (V/D) donnant tous une exposition globale correcte et sans oublier qu'une vitesse d'obturation élevée (1/500 s ou plus) peut provoquer des phénomènes inacceptables de stroboscopie. Prenons donc le cas général du caméscope ne fonctionnant qu'en mode tout-automatique.

Puisque – pour une focale et une distance données – la PdC dépend de l'ouverture, il s'ensuit que vous ne pouvez l'augmenter ou la diminuer qu'en jouant sur l'un des trois facteurs suivants :

- *Soit en augmentant ou en diminuant l'éclairage de la scène*, ce qui n'est normalement possible qu'en intérieur et éclairage artificiel (conditions du « studio »). Sous un faible éclairage, le diaphragme est forcément ouvert au maximum et la PdC par conséquent très limitée (surtout à faible distance du sujet).
- *Soit en réglant le zoom sur une courte ou sur une longue focale*, selon que vous désirez beaucoup ou peu de PdC.
- *Soit en cadrant votre sujet principal en plan général ou en gros plan* : une vue d'ensemble, avec MaP à une assez grande distance est obligatoirement nette, quel que soit l'éclairage, c'est-à-dire l'ouverture.

## 13.9 Sensibilité maximale d'un caméscope en faible lumière

Il faut savoir qu'un caméscope (ou un APN d'ailleurs) n'offre qu'une seule valeur de sensibilité globale « optimale », laquelle est la résultante de nombreux facteurs, dont les plus importants sont la sensibilité intrinsèque du capteur, l'ouverture maximale de l'objectif et le traitement électronique du signal vidéo. Il ne servirait à rien d'analyser chacun de ces facteurs : seul le résultat final nous intéresse. Notons aussi que le problème de la sensibilité ne concerne que les prises de vues en faible lumière ambiante, c'est-à-dire quand les performances du caméscope considéré sont poussées à leur extrême limite.

La grande sensibilité d'un caméscope en faible lumière est un point important, qui peut même deve-

nir un critère d'achat. Si, sans éclairage d'appoint, vous devez filmer la nuit, ou dans une église, ou autre lieu peu éclairé, vos images seront d'autant meilleures que le caméscope a besoin de moins de lumière pour les enregistrer.

Depuis l'avènement de la vidéo légère, le fabricant d'une caméra ou d'un caméscope indiquait sa sensibilité « maximale » en spécifiant l'éclairage minimal (en lux lx) que devait recevoir le sujet pour délivrer des images de qualité « acceptable ». Seulement voilà : un terme aussi vague permet toutes les interprétations, tant il est évident que ce qui est considéré comme « acceptable » par le fabricant de l'appareil ne l'est probablement pas pour les utilisateurs plus exigeants. Pour des raisons de concurrence commerciale, les valeurs en lux annoncées pour les divers caméscopes étaient souvent surestimées ou mensongères ; même lorsqu'elles étaient cohérentes parmi les appareils d'une même marque, elles ne permettaient pas de comparer la sensibilité des caméscopes de différentes origines. Nous pourrions citer maints exemples de caméscopes donnés pour « 2 lx » qui se sont avérés moins performants en faible lumière que d'autres annoncés comme ayant une sensibilité de 5 lx ou 7 lx « seulement ». À lire les publicités, l'acheteur pouvait croire qu'un caméscope « 3 lx » délivrait la même qualité d'image avec deux fois moins de lumière qu'un caméscope « 6 lx » : il aurait parfois constaté le contraire s'il avait pu – comme le font parfois les meilleurs magazines spécialisés – les comparer côte à côte dans les mêmes conditions.

Pendant des années, il n'y eut pas de procédure standardisée de mesure et d'expression de la sensibilité des caméscopes, ce qui encouragea ces abus. Tout pourrait changer maintenant qu'il existe une norme (appelée EIA-639). Au Japon où elle est désormais obligatoire, elle a profondément modifié les valeurs de sensibilité annoncées dans les catalogues ! Le même caméscope complaisamment donné pour 1 lx dans le reste du monde ne faisait plus que 6 lx au Japon...

## 13.10 Capture du son

Capté par le microphone incorporé au caméscope, le son s'enregistre en même temps que les images, selon le principe propre au procédé : sur la piste longitudinale du VHS, en FM multiplexé sur les pistes hélicoïdales en 8 mm et en S-VHS stéréo HiFi, en numérique PCM en DV, D8, en MPEG-1 Layer 2 en HDV, enfin en PCM linéaire non compressé (7.1) ou bien multicanal AC-3 compressé dit « Dolby Surround » (5.1) pour le format HD AVCHD.

Les caméscopes étant toujours plus compacts, il y a de moins en moins de place réservée au microphone, lequel ne peut pas toujours être localisé idéalement sur le boîtier. De plus, l'enregistrement audio multicanal 5.1 suppose l'adoption d'un système micro-

phone a plus de deux voies. Il ne s'agit généralement pas de micros indépendants, mais plus souvent d'un seul micro constitué de plusieurs capsules diversement orientées. Il y a des caméscopes HD (AVCHD) utilisant un micro à 2, 3, 4 et 5 capsules. En dépit de ce handicap structurel, les fabricants ont réussi à conserver une excellente qualité d'enregistrement stéréo.

Les circuits audio du caméscope sont pourvus d'un contrôle automatique de gain (CAG) qu'il est rarement possible de mettre hors service. Pour bénéficier d'un son de la plus haute qualité, il faut absolument utiliser un ou plusieurs micros externes, montés ou non sur la griffe porte-accessoires du caméscope : ce qui implique qu'il soit pourvu de connecteurs d'entrée pour micro externe (*cf.* chapitres 5 & 16).



## Les fonctions du caméscope

Chaque année, plusieurs dizaines de nouveaux caméscopes apparaissent sur le marché grand public, tandis qu'un nombre à peu près égal disparaît. Seuls les appareils tri-capteurs aux capacités « pro » restent plus longtemps dans les catalogues. Sans mettre l'accent sur telle marque ou tel modèle de caméscope, nous vous donnerons toutes les informations qui vous permettront de choisir celui qui répond le mieux à vos besoins, à vos envies... et à votre budget.

### 14.1 Généralités

Nous décrivons dans ce chapitre les fonctions et organes que vous retrouverez ou pas sur les différents modèles du commerce, les principes de leur fonctionnement, leur utilité réelle ou discutable. Affirmons une fois de plus que le caméscope n'est qu'un *outil* qui devrait permettre à chacun de s'exprimer de manière très personnelle. Le meilleur vidéaste n'est pas celui qui dispose de l'équipement le plus sophistiqué et onéreux, mais celui qui a le plus de talent !



Figure 14.1 Caméscope Canon HDV HV30.

Pourvu d'un capteur CMOS de 1/2,7" il enregistre la vidéo HD 1080i 16:9 en compression HDV sur cassette MiniDV. Il est doté d'un zoom 10x, d'un excellent stabilisateur d'image optique, d'un autofocus instantané et du processeur d'image DIGIC DV II conçu pour la HD. Sa connectique remarquablement complète (par rapport aux modèles concurrents) répond aux besoins du vidéaste engagé : entrée micro, sortie casque, entrée vidéo analogique, entrée IEEE-1394 (DV IN), port USB et l'indispensable sortie HDMI. Dimensions : 88 × 81 × 137 mm. Poids en ordre de marche : 608 g.



Figure 14.2 Panasonic HDC-SD9.

Ce bel appareil enregistre la Full HD (1 920 × 1 080 pixels) en 1080i codage AVCHD, grâce à un capteur tri-CCD (1/6"/560 kP) et à un zoom 10x signé Leica Dicomar (3-30 mm f/1,8, équivalent à un 42,9-429 mm en 24 × 36). Le support d'enregistrement est la carte mémoire SDHC (jusqu'à 32 Go !). Stabilisateur optique Advanced OIS, plus l'étonnant dispositif Pre-Rec permettant d'enregistrer les trois secondes ayant précédé le déclenchement. Le SD9 est très compact : 64 × 65 × 124 mm, pour un poids de 330 g.



Figure 14.3 Sanyo Xacti HD 1000.

Un design original pour ce caméscope très compact, enregistrant la vidéo HD 1080i sur carte mémoire SD/SDHC. Capteur 1/2,5" de 4 MP. Zoom 10x équivalent à un 38-380 mm f/1,8 en 24 × 36. Stabilisateur numérique. Dimensions : 54 × 114 × 98 mm. Poids : 312 g.

On ne peut nier cependant que les *performances nominales du format vidéo* adopté soient primordiales pour la *qualité finale des images et des sons*, pouvant donner naissance à des vidéofilms d'une indiscutable valeur artistique et/ou technique, que l'on peut éditer, diffuser et exploiter. Quelles que soient vos ambitions et compte tenu des plus récentes évolutions de la technologie, vous choisirez probablement un *caméscope numérique* de classe *haute définition*, dont vous devrez encore sélectionner le « *format* » (HDV ou AVCHD), le *support d'enregistrement* et le *modèle*.

## 14.2 Choisir son caméscope

Un caméscope – du plus simple au plus élaboré – étant d'abord conçu pour fonctionner en mode « tout-automatique », le vidéaste novice peut utiliser son nouvel appareil sans se soucier de ses réglages manuels s'il en est pourvu. Remarquons que la plupart des effets spéciaux qu'il fallait « lancer » à la prise de vues du temps de l'analogique et du « tourné-monté » (titres, volets et fondus, insertion, etc.) sont désormais inutiles ou n'existent plus, car il est bien plus facile et efficace de les créer au stade du montage.

Si vous voulez bénéficier à 100 % de la haute qualité sonore associée au numérique, *vérifiez avant tout que le caméscope dont vous envisagez l'achat est effectivement pourvu d'une prise d'entrée pour micro externe et d'une prise de sortie casque d'écoute*. Les nombreux modèles qui en sont dépourvus ne vous permettront pas – lorsque vous en aurez l'envie ou le besoin – d'enregistrer un son de haute qualité.

Tout bien considéré, c'est l'usage que désirez faire de votre caméscope qui doit guider votre choix. Les domaines préférentiels d'emploi évoqués ci-dessous sont schématiques, car – si vous avez du talent, mais des moyens financiers limités – rien ne vous empêche de réaliser des chefs-d'œuvre avec un caméscope (numérique) d'entrée de gamme !

**1 Utilisation familiale et loisirs :** adoptez un modèle tout automatique, léger, maniable et de prix modéré.

**2 Vous voulez toujours avoir votre caméscope avec vous :** choisissez un caméscope DV ou HD d'architecture verticale qui est très compact et ne pèse pas plus de 500 g en état de marche. Bien que ce type d'appareil soit assez performant pour permettre d'aborder la plupart des sujets, son extrême miniaturisation ne facilite pas la prise de vues en un autre mode que le tout-auto. Les minuscules touches de commande assurant plusieurs fonctions par appel séquentiel, les réglages sur menus, etc., rendent l'accès aux divers réglages long et complexe : il faut des doigts de fée et une bonne habitude pour les maîtriser.

**3 Pour le sport, le sable, les embruns** ou toutes autres conditions d'emploi ou d'environnement sévères

qui risquent d'être fatales à votre équipement, assurez-vous qu'il existe une enceinte protectrice adaptée au modèle de caméscope choisi. Les prises de vues sous-marines impliquent, bien entendu, l'emploi d'un caisson parfaitement étanche (cf. 15.10).



Figure 14.4 Samsung VP-HMX20.

Équipé d'un zoom 10× – équivalent à un 50-500 mm en 24 × 36 –, il est pourvu d'un capteur CCD 1/1,8" de haute résolution 6,4 MP. C'est l'un des très rares caméscopes à enregistrer ses images en mode progressif 1080p (MPEG-4/H.264), soit dans sa mémoire flash intégrée de 8 Go, soit sur carte mémoire SD/SDHC. Stabilisateur numérique, entrée microphone. Dimensions : 75 × 69 × 139 mm. Poids : 493 g.



Figure 14.5 Toshiba Gigashot A100.

Un caméscope aux caractéristiques très intéressantes : « grand capteur » 1/3" (2,36 MP), zoom 10× (équivalent à un 35,9-431 mm en 24 × 36). Il enregistre la vidéo HD 1080i en codage AVCHD sur un disque dur intégré de 100 Go. Dimensions : 77 × 77 × 135 mm. Poids : 561 g.

**4 Si vous voulez réaliser des vidéogrammes du plus haut niveau technique et artistique** en bénéficiant de la qualité d'image et son optimale, portez votre choix sur l'un des caméscopes de type tri-capteurs dont toutes les fonctions essentielles sont débrayables en manuel. Cela revient à dire que vous avez décidé d'opérer « en professionnel », avec ce que cela implique de contraintes et de soins. Compte tenu de l'investissement assez lourd, n'achetez pas avant d'avoir sérieusement analysé et comparé leurs performances

en prenant en compte les domaines que vous désirez aborder en priorité (sensibilité maximale, focale du zoom, maniabilité, qualité d'enregistrement sonore, etc.). Ne vous laissez pas séduire par les arguments des vendeurs : outre nos indications techniques et conseils pratiques, confrontez les bancs d'essais comparatifs publiés par les meilleurs magazines et suivez les discussions menées dans les forums Internet par des utilisateurs fervents et compétents. En attendant d'avoir acquis une expérience personnelle, c'est la meilleure façon de se forger une opinion objective sur les vertus et les éventuels défauts de ces caméscopes d'exception.

## 14.3 Fonctions caméra de base

Nous avons presque tout dit dans les chapitres précédents.

### 14.3.1 Zoom

Vous risquez d'être déçu, mais intéressez-vous d'abord à la *focale minimale du zoom* – relativement au format du capteur – laquelle définit son angle de champ maximal (cf. 13.5) : ce serait un grand avantage de pouvoir filmer sans contrainte lorsqu'on manque de recul (et sans devoir utiliser un complément optique « grand-angle »). Remarquable exception : les modèles à objectifs interchangeables *Canon XL1/XL2* (DV) et *XL-H1S/XL-H1A* (HDV) lesquels disposent – outre le zoom standard 20× (5,4-86 mm) – d'un zoom 3× (3,4-10,2 mm) couvrant sur sa plus courte focale le champ horizontal d'un objectif « photo » de 24 mm.

Bien qu'elle soit mise en exergue par la publicité des marques et appliquée à de nombreux caméscopes grand public, la *grande amplitude du zoom* n'est pas un avantage : quelle est l'utilité réelle d'un zoom 12 fois ou plus, alors qu'avec ces objectifs dépourvus de véritable position grand-angle, on opère presque toujours sur des focales courtes ou moyennes ? Si vous avez besoin d'un « super-téléobjectif » – demandant de toute manière l'emploi d'un solide trépied – vous pouvez obtenir d'honorables résultats en montant un téléconvertisseur sur le zoom 8× ou 10×.

Offert par beaucoup de caméscopes, le *zooming motorisé à vitesse variable* n'est guère utile au « bon » vidéaste qui évite les trop fréquents *Zav/Zar* (cf. 3.5), lesquels s'opposent à la clarté du récit, limitent les possibilités de montage et consomment inutilement l'énergie de la batterie. Dans le cas assez fréquent où la commande de *zooming* n'est pas débrayable en manuel, il est en revanche souhaitable que le temps mis par le zoom pour « balayer » toutes les focales soit le plus bref possible, de manière à pouvoir recadrer très rapidement en cas de besoin. Les zooms inamovibles équipant les caméscopes d'aujourd'hui permet-

tent tous – sans commutation en « mode macro » – de faire la mise au point de quelques millimètres du sujet à l'infini.

### 14.3.2 Système autofocus (AF)

Nous avons discuté (cf. 1.3) des conditions d'emploi de la MaP automatique (autofocus) à la prise de vues, en citant les cas où il était préférable de la débrayer au profit de la MaP manuelle, ce qui est généralement possible. Dans ce cas, il est très utile de disposer d'une bague de MaP sur l'objectif, permettant un réglage plus rapide et précis.

Différents systèmes AF ont été utilisés sur les caméscopes d'autrefois (infrarouge, piézoélectrique, etc.), mais celui d'aujourd'hui est généralement « numérique TTL toutes-distances ». Dans le cas du plus élaboré, le réglage de MaP (souvent associé à la mesure de l'exposition et de la balance des blancs) est fondé sur une analyse *multizone* de l'image formée sur le capteur imageur. Grâce à une analyse extrêmement complexe des éléments de l'image par microprocesseur, le système « sait » (ou croit savoir) où se trouve le sujet principal et corrige MaP et exposition en fonction de sa luminance et de ses déplacements dans le cadre. Le système très performant est « prévu pour » le parfait néophyte (qui, s'il n'utilise pas les plus longues focales du zoom, ne risque guère d'avoir des images floues sur les sujets qu'il filme habituellement). Le vidéaste engagé préfère souvent – s'il en a le temps et pour éviter un « pompage » intempestif toujours à craindre – débrayer le bel automatisme et effectuer une MaP manuelle. Le manque de sensibilité des caméscopes grand public fait que l'AF ne fonctionne plus ou de manière très erratique en faible lumière. C'est le moment de se rappeler que sur la plus courte focale du zoom, la PdC s'étend de quelques décimètres de l'objectif à l'infini (cf. 13.8.1).

Les images à haute résolution requièrent une mise au point très précise. Pour le permettre, Canon a doté ses caméscopes HD, d'un nouveau système autofocus hybride (appelé *Instant AF*) associant l'AF TTL ci-dessus et un dispositif AF externe fonctionnant par télémétrie à détection de phase. Il va de soi que les autres fabricants doivent également améliorer la rapidité et la précision de la mise au point de leurs caméscopes HD.

Il est à noter que l'AF TTL continue à fonctionner normalement lorsqu'on utilise un complément optique grand-angle ou télé.

Les performances d'un système AF différant notablement selon les constructeurs et les modèles, il est souhaitable de le tester (dans la boutique du vendeur), si possible par comparaison avec celui d'un autre caméscope. Considérez les trois facteurs suivants :

- Le zoom étant réglé sur la focale normale, le temps mis par l'AF pour assurer successivement la MaP

entre deux sujets situés à des distances très différentes : 1 m et l'infini, par exemple.

- La capacité de l'AF à fonctionner en faible lumière : à quel niveau d'éclairage devient-il inopérant ?
- Dans quelle mesure l'AF est-il capable d'assurer la MaP en continu sur un sujet mobile ?

### 14.3.3 Système d'exposition

En mode de base « tout-auto », le caméscope capte des images et des sons « corrects » dans la plupart des conditions de tournage. Pour ce faire, l'utilisateur le plus ignorant de la chose technique n'a heureusement qu'à presser la détente d'enregistrement.

Comme les autres automatismes du caméscope (MaP, BdB, etc.), les réactions du système d'exposition sont programmées pour répondre idéalement aux conditions habituelles de tournage. Face à une nouvelle scène et à l'aide de quelques données « sujet » qu'il acquiert en analysant diverses régions de l'image formée sur la cible du capteur, le système prend la décision de réglage logique, en fonction des algorithmes plus ou moins élaborés d'intelligence artificielle qui lui ont été enseignés et qui sont mémorisés dans ses puces électroniques.

Les appareils simples effectuant une *mesure globale* ou *pondérée* sur l'ensemble de la scène cadrée disposent généralement d'une *touche de contre-jour*, à utiliser face à un sujet beaucoup plus sombre que l'arrière-plan : cela augmente l'exposition globale de 1 à 1,5 IL en faisant ainsi apparaître quelques détails dans les ombres. Ce dispositif ne permet pas de corriger l'exposition automatique dans le cas inverse où le sujet principal est beaucoup plus lumineux que son environnement : un artiste éclairé sur la scène par un projecteur de poursuite, par exemple. Le *diaphragme*

*débrayable* en manuel permet en revanche d'éclaircir ou d'assombrir un sujet principal jugé trop sombre ou trop clair dans le viseur. Nous avons déjà précisé les conditions de son emploi.

Le *système d'exposition « intelligent »* – fondé sur l'analyse multizone de l'image au niveau du capteur – assure habituellement une exposition correcte dans des conditions relativement difficiles ; mais cet automatisme n'est pas souvent débrayable et il n'y a généralement pas de touche de contre-jour : à moins de modifier votre point de vue et/ou votre cadrage, vous n'avez alors aucun moyen de modifier l'exposition déterminée par le système.

### Comment varie l'exposition dans un caméscope ?

Pour donner une image bien exposée d'une scène – quel que soit son éclairage moyen – la tension du signal vidéo de luminance à enregistrer doit être comprise entre deux valeurs limites de « l'échelle de gris » allant du « noir décollé » à la crête des blancs. L'automatisme a pour rôle de modifier les paramètres de l'exposition en fonction de l'éclairage de la scène, de telle sorte que les variations de tension du signal vidéo soient toujours comprises entre ces valeurs « légales ».

Le réglage d'exposition automatique exploite les variations – indépendantes ou simultanées – de trois paramètres : (1) l'*ouverture du diaphragme*, laquelle détermine la quantité de lumière entrant par l'objectif et atteignant le capteur, (2) le *gain vidéo* (taux d'amplification du signal en sortie du capteur) et (3) la *vitesse d'obturation* (durée d'intégration de la lumière par le capteur).

Un quatrième moyen de contrôle de l'exposition – rarement évoqué dans la littérature – est celui-ci : à cause de la diffraction dégradant gravement la net-



Figure 14.6 Correction d'exposition. Voir p. 245 du cahier couleur.

(À gauche) Exposition automatique. Face à une scène globalement sombre, le système de mesure a réglé l'exposition pour l'arrière-plan : la jeune fille est fortement surexposée (beaucoup trop claire et sans détails).

(À droite) Correction manuelle. En manuel (ou en mode spot avec certains caméscopes), on bénéficie d'une image correctement exposée en appliquant une correction d'exposition « négative » de  $-1$  à  $-2$  IL. Photos Gérard Galès.

teté de l'image, il est impossible de diaphragmer l'objectif d'un caméscope équipé d'un tout petit capteur et déconseillé d'utiliser une ouverture inférieure à  $f/8$  avec un caméscope ou une caméra professionnelle tri-capteurs. Pour ces raisons, les appareils sont pourvus d'un système de filtre gris neutre qui – pour les scènes d'extérieur beau temps – règle l'exposition correcte en absorbant une partie de la quantité de lumière entrante, mais sans réduire l'ouverture au-delà d'une valeur limite. En pratique, l'objectif d'un de ces caméscopes ne se diaphragme guère au-delà de  $f/3,5$  ou  $f/4$ .

Utilisé seul, aucun de ces paramètres ne permettrait d'exposer correctement des scènes recevant un éclairage compris entre 10 lx et 80 000 lx environ, soit dans un rapport de 1 à 8 000. Pour situer le problème, donnons des exemples arbitraires applicables à un caméscope tri-capteurs de classe professionnelle, dont l'objectif est muni d'un diaphragme iris pour trois niveaux typiques d'éclairément :

- À 10 lx : objectif à pleine ouverture  $f/1,4$ , gain poussé de +12 à +18 dB (la sensibilité apparente du système imageur double à chaque palier de +6 dB), avec apparition corrélative du bruit vidéo, mais qui doit rester acceptable. Pour certains caméscopes, la plus haute sensibilité indiquée par le constructeur n'est atteinte qu'en augmentant la durée d'intégration (vitesse d'obturation) à  $1/25$  s = 40 ms, au lieu de 20 ms, durée normale : ce qu'il est bien obligé de mentionner dans les spécifications de son appareil (lisez-les attentivement).

- À 2 000 lx : conditions normales,  $f/8$ , gain 0 dB, temps de pose 20 ms.
- À 48 000 lx (plein soleil) :  $f/8$ , gain -12 dB, vitesse  $1/125$  s = 8 ms. Avec un caméscope ou une caméra tri-capteurs et pour les raisons que nous avons dites, on préfère réduire la quantité de lumière reçue par le capteur en intercalant un filtre gris neutre dans le faisceau imageur : ce qui permet alors d'opérer à la vitesse d'obturation normale, sans diaphragmer au-delà de  $f/8$ , par exemple.

Certains caméscopes ont la capacité de fonctionner en « vitesse lente », en mode d'exposition automatique, c'est-à-dire que l'intégration des photons reçus par le capteur dure plus longtemps que la durée d'une trame vidéo. La vitesse de  $1/5$  s, par exemple, accumule la lumière reçue pendant 10 trames (200 ms), en délivrant un signal vidéo de tension plus élevée à partir du même éclairément. Si ce caméscope a une sensibilité maximale de 10 lx (au  $1/50$  s), celle-ci passe, par exemple, à 1 lx (au  $1/5$  s), mais avec création d'un effet – rarement désirable – de traînée de comète quand le sujet se déplace dans le cadre ou que l'on effectue un mouvement de caméra.

### Programmes « résultats »

À l'instar des appareils photo numériques grand public, beaucoup de caméscopes numériques sont pourvus d'un sélecteur ou de menus permettant de choisir parmi plusieurs modes d'exposition program-

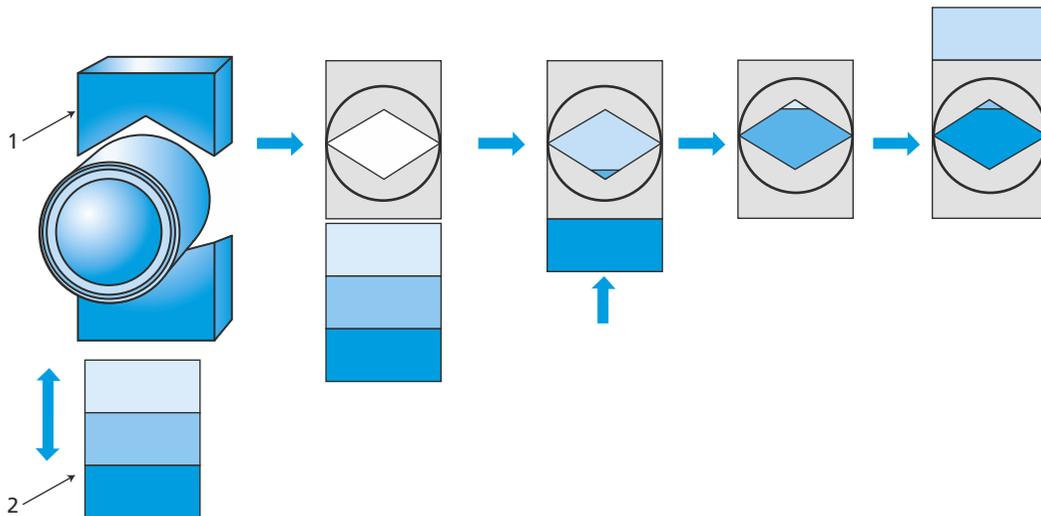


Figure 14.7 Contrôle de l'exposition d'un caméscope à petit capteur.

À cause de la diffraction, on ne peut pas diaphragmer notablement un objectif formant ses images sur un petit capteur. La sensibilité d'un capteur étant une valeur fixe, la seule manière de doser la quantité de lumière atteignant le capteur en fonction de la luminance de la scène est d'interposer des filtres de densité neutre dans le faisceau imageur. Dans le cas de ce caméscope DV à capteur  $1/4''$ , l'objectif est grand ouvert en lumière faible (à gauche). Quand la lumière est un peu plus abondante, l'objectif est diaphragmé vers  $f/4$  grâce à une ouverture en losange minimisant la diffraction ; puis, au fur et à mesure que le niveau de lumière ambiante augmente (jusqu'au plein soleil, soit 100 000 lx environ), la surface de l'ouverture fixe est rendue de moins en moins transparente par l'interposition des filtres gris neutre (à droite).

1 Diaphragme à ouverture fixe en losange – 2 Filtres gris neutre (3 densités).

(Nota. Ce document d'origine Sony était jusqu'à présent « confidentiel » : nous le publions pour la première fois dans cet ouvrage.)

més AE (*Automatic Exposure*) dits « résultats », censés être spécifiquement adaptés à certaines conditions de prise de vues. Après ce que nous avons vu, il est facile de comprendre leur finalité et le principe de leur fonctionnement. Remarquez que plusieurs de ces modes programmés ne s'activent effectivement que dans le cas d'une scène d'extérieur bien éclairée. En faible lumière ambiante en effet, l'automatisme augmente le gain comme nécessaire, mais il ne peut ni sélectionner une vitesse d'obturation plus élevée, ni fermer le diaphragme : autant rester en « tout-auto ».

**1 Mode Portrait.** L'idée est de limiter la PdC en adoptant une grande ouverture de diaphragme : ce qui plonge l'arrière-plan et le décor dans une zone de flou, devant laquelle un personnage en gros plan se détache plus agréablement. S'il y a trop de lumière, la vitesse d'obturation augmente proportionnellement, mais sans dépasser le 1/250 s afin de minimiser les phénomènes de stroboscopie. Vous obtiendrez plus aisément et à coup sûr ce « résultat » en filmant le sujet de plus loin et en réglant le zoom sur une focale téléobjectif.

**2 Mode Sport.** Face à un sujet très mobile, à la vitesse normale de 1/50 s, chaque image individuelle est floue de bougé, ce qui ne se remarque que si l'on visualise la séquence au ralenti ou en arrêt/image. En mode sport, le programme sélectionne de lui-même une vitesse d'obturation comprise entre 1/100 s et 1/500 s, ce qui donne des images individuelles moins « filées », donc plus nettes et détaillées. Pour maintenir l'exposition correcte selon le niveau d'éclairage de la scène, le diaphragme s'ouvre si nécessaire jusqu'à l'ouverture maximale (ce qui diminue la profondeur de champ) puis, si cela ne suffit pas, le gain augmente. Vous pouvez faire de même si votre camescope offre les réglages manuels. N'oubliez pas qu'une vitesse supérieure au 1/250 s peut induire, en lecture normale, des effets stroboscopiques indésirables.

**3 Mode Paysage.** Son principe est d'obtenir, sur une vue générale, la PdC la plus étendue possible, du premier plan à l'infini. Pour cela, le diaphragme se ferme au minimum permis par le niveau d'éclairage ambiant, tandis que la MaP se règle automatiquement sur l'hyperfocale. Pour le vidéaste confirmé, ce programme n'offre aucun intérêt : il sait que pour bénéficier d'emblée de la plus grande PdC, il lui suffit d'adopter la plus courte focale de son zoom, la fermeture du diaphragme (si elle est possible) n'ayant pratiquement aucune d'influence sur une scène dont le motif principal est situé à plus de 10 m de l'objectif.

**4 Mode Gros plan.** Là, c'est vraiment n'importe quoi ! Certains appareils se proposent d'augmenter la PdC (en fermant le diaphragme), d'autres favorisent l'effet de flou sur l'arrière-plan en l'ouvrant. Croyez-nous : les « secrets » du mode macro sont (1) un maximum de lumière, (2) la zone de netteté précisément répartie sur la région la plus importante du sujet (donc,

mise au point manuelle) et (3) la stabilité de l'image (opérer sur pied ou activer le stabilisateur).

**5 Mode lumière faible.** Ce qui – en lisant les spécifications de l'appareil entre les lignes – veut dire « camescope manquant de sensibilité » : diaphragme grand ouvert, gain vidéo poussé au maximum maximum (probable montée du niveau de bruit) et/ou, pour certains modèles, adoption automatique d'une vitesse d'obturation lente évoquée ci-dessus.

Lorsqu'ils sont disponibles, trois autres modes programmés sont clairement plus utiles au vidéaste débutant sur un camescope à exposition automatique :

**6 Mode « Sable et Neige »** (Canon), **« Plage et Ski »** (Sony), etc. Dans le cas où la scène est globalement très lumineuse – plage de sable, champ de neige, etc. – le système de mesure « éblouit » a tendance à sous-exposer, ce qui donne des images sombres et ternes. Le mode prévient cet inconvénient en surexposant systématiquement de l'équivalent d'une division et demie de diaphragme (+ 1,5 IL). Avec un camescope « basique », on obtient la même correction d'exposition en activant la touche de contre-jour.

**7 Mode « Spotlight ».** Il s'utilise dans le cas inverse (déjà évoqué en 14.3.3) où le sujet principal très lumineux se profile devant un fond noir : le système de mesure voyant une scène globalement sombre surexpose massivement le sujet. Le mode applique systématiquement une correction d'exposition « négative » de  $-1$  à  $-2$  IL.

**8 Mode « Scène de Nuit »** (ou « Enseignes lumineuses, Lune, Coucher de soleil, Feux d'artifice » et ainsi de suite). Quel que soit le nom qu'on lui donne, le mode a pour fonction de régler une fois pour toute l'exposition sur une valeur fixe adéquate, de manière à ce que l'ensemble de l'image ne s'assombrisse pas brusquement lorsqu'un objet lumineux – un feu d'artifice par exemple – entre dans le cadre de l'image. Si votre appareil le permet, vous ferez mieux en verrouillant l'exposition sur la bonne valeur pré-réglée.

## Modes automatiques à priorité

Ils impliquent que le diaphragme automatique soit débrayable et que la vitesse d'obturation puisse être sélectionnée manuellement (et varier automatiquement). L'exposition est automatique dans les deux cas. Après avoir rappelé que l'amplitude possible des réglages dépend du niveau de lumière ambiante, nous en aurons vite fait le tour :

**1 Mode priorité diaphragme** (contrôle de la PdC). Vous sélectionnez l'ouverture désirée (qui s'affiche éventuellement dans le viseur et/ou sur l'écran LCD) et la vitesse d'obturation se règle en conséquence pour donner l'exposition correcte.

**2 Mode priorité vitesse** (contrôle du degré de « bougé » d'un sujet mobile). Vous choisissez la vitesse d'obturation ; le diaphragme se règle automatiquement.

## Modification de l'exposition automatique

Le caméscope détermine l'exposition selon lui « correcte » dans tous les modes automatiques (tout-auto, résultats et à priorité). Il effectue certaines corrections « logiques », de contre-jour par exemple, à condition qu'il soit capable de détecter cette situation grâce à une analyse multizone intelligente. Dans les cas particuliers déjà évoqués, l'exposition automatique doit être modifiée « manuellement », en plus ou en moins, selon l'effet désiré. Une observation attentive de l'image dans le viseur ou sur l'écran LCD permet de juger si la correction d'exposition est effectivement nécessaire et si elle est efficace.

Selon le caméscope et si ses automatismes sont débrayables, l'exposition se corrige de diverses manières :

**1 Correcteur d'exposition.** À partir du mode automatique, une commande fait varier l'exposition, par exemple de  $-3$  à  $+3$  IL (dans une amplitude de  $6$  IL =  $6$  divisions de diaphragme, soit un énorme rapport d'exposition de  $1:64$ ). En général, le réglage affecte d'abord le paramètre « ouverture » (et filtre gris), puis la « vitesse d'obturation », enfin le « gain vidéo ». Sur certains modèles, la correction agit simultanément sur l'ouverture et la vitesse.

**2 Exposition manuelle.** Comme avec un reflex photo, le caméscope indique quels réglages il adopterait en automatique. Dans la pratique, il vaut mieux corriger l'exposition (diaphragme et/ou vitesse) en se basant uniquement sur l'aspect visuel et l'esthétique de l'image.

**3 Verrouillage d'exposition automatique.** En zoomant ou en vous approchant du sujet, mesurez en automatique la région significative de la scène (par exemple, le visage d'un personnage), puis commutez en mode *Manuel* (ou pressez la touche de verrouillage de l'exposition *AE Lock* si elle existe). Vous pouvez

alors adopter le cadrage définitif, effectuer un mouvement de caméra, etc. : l'exposition étant désormais déterminée pour la zone mesurée, vous êtes sûr qu'elle ne changera plus et que vous éliminez tout risque de « pompage ». Dans bien des cas, le verrouillage de l'exposition s'accompagne de celui de la MaP AF.

### 14.3.4 Système de balance des blancs (BdB)

La fonction et les réglages de la balance des blancs selon les conditions de prise de vues, essentiellement la nature de la source d'éclairage, ont été étudiés avec suffisamment de détails (cf. 1.3 & 1.4). Rappelons que tous les caméscopes offrent la BdB automatique (BAB), laquelle est souvent débrayable en manuel (BMB), au profit de *valeurs préétablies*, dont les plus habituelles sont *lumière du jour/5 600 K* et *tungstène/3 200 K*, parfois complétées d'autres réglages, tels que *ciel couvert/± 8 000 K*, *tubes fluorescents/4 500 K*, etc., qui ne sont guère plus fiables en pratique que la BAB. Les caméscopes les plus élaborés, en particulier les modèles tri-capteurs, permettent la *mesure et la mémorisation du blanc de référence (Bal. Mem. ou Hold)* : avec contrôle de l'image sur l'écran LCD (en « studio » sur un moniteur bien étalonné), c'est la meilleure façon d'obtenir l'équilibre des couleurs à la prise de vues et de le conserver pour tous les plans tournés dans les mêmes conditions d'éclairage et d'environnement.

Avec tous les caméscopes actuels, la BAB est établie en TTL à partir des données colorimétriques recueillies par le capteur imageur. Le système le plus avancé utilise une mesure multizone quadrillant la surface de la cible du capteur (jusqu'à 64 zones), les données recueillies étant – en même temps que les données d'exposition et de MaP automatique – traitées par le microprocesseur selon des algorithmes de calcul *fuzzy logic*. L'avantage de ce principe est de conserver la même teinte au sujet principal lorsque celui-ci se



Figure 14.8 Correction d'exposition positive.

(À gauche) Exposition automatique. Le système de mesure ayant réglé l'exposition pour la neige brillante, les personnages sont sous-exposés (trop sombres).

(À droite) Correction manuelle. L'opérateur a augmenté l'exposition de  $+1,5$  IL environ : la neige a retrouvé sa blancheur naturelle et les personnages sont idéalement détaillés. Photos Gérard Galès.

profile successivement des fonds diversement colorés (suivi d'un sujet mobile, par exemple).

Ainsi que nous en avons déjà discuté (cf. 1.4 [4]), l'équilibre des couleurs ne se juge pas sur chaque plan individuel, mais il doit se poursuivre au minimum sur l'ensemble d'une scène ; ce que nous appelons « raccord couleur ». À moins d'opérer dans les conditions du studio (c'est-à-dire en lumière de  $T_c$  constante), il est très difficile d'obtenir cette homogénéité des teintes à la prise de vues. Fort heureusement, les logiciels de montage (cf. 21.2.7) permettent de contrôler et d'uniformiser la colorimétrie des plans successifs de la scène, voire de l'œuvre entière.

### 14.3.5 Viseur électronique

Un camescope digne de ce nom est forcément pourvu d'un viseur.

#### Ses fonctions

Interface entre l'homme et la machine, le viseur assure plusieurs fonctions, dont la première est fondamentale :

##### 1 Visualiser la scène qu'on est en train de filmer.

La visée doit permettre de juger l'image selon deux séries de critères :

- *Critères esthétiques* : cadrage et composition, éclairage, perspective, répartition de la zone de netteté dans la scène (profondeur de champ), répartition des valeurs et contraste, équilibre et harmonie des couleurs, etc.
- *Critères techniques* : mise au point, exposition, fidélité des couleurs (balance des blancs), etc.

**2 Filmer sous différents angles.** La visée à la hauteur d'œil ne convenant qu'à certaines prises de vues, le viseur d'un camescope d'architecture classique est orientable sur 90° dans le sens vertical. Celui d'un camescope professionnel d'épaule est situé latéralement et son orientation est réglable comme désiré en fonction de la morphologie et des préférences du cadreur. Les minicamscopes de structure verticale ont un viseur fixe. L'écran LCD, généralement orientable, devient alors un précieux viseur auxiliaire dans les maintes circonstances où l'on veut cadrer un sujet autrement qu'à la hauteur de l'œil.

**3 Afficher les informations.** Dans le viseur s'affichent – en incrustation dans l'image – les principales informations concernant le fonctionnement et les réglages de prise de vues du camescope.

**4 Vérifier le dernier plan filmé.** Cette fonction *review* est très utile puisqu'elle permet de s'assurer que le plan qu'on vient de tourner est correct et effectivement « dans la boîte ». La plupart des utilisateurs préfèrent contrôler les séquences filmées sur l'écran moniteur. Le visionnage dans le viseur a cependant l'avantage d'être discret : vous ne souhaitez peut-être

pas que les personnes voisines voient ce que vous avez filmé !

Beaucoup des informations – tels les menus de réglage – qui ne pouvaient auparavant apparaître que dans le viseur sont déportées ou dupliquées sur l'écran LCD.

#### Son anatomie

Un viseur est constitué de deux éléments : un petit écran sur lequel se forme par balayage électronique une image trop petite pour être observée à l'œil nu et un *oculaire* grossissant l'image à la manière d'une loupe. Commandé par une bague ou un curseur, le *dispositif de réglage dioptrique* de l'oculaire permet de régler la netteté de l'image à la vue de l'utilisateur qui – s'il est myope, presbyte ou hypermétrope – peut viser sans ses lunettes.

**1 Viseur noir et blanc.** À l'exception de quelques caméras professionnelles, les camscopes actuels sont équipés du viseur couleur, mais il fut très longtemps noir et blanc. Son écran était celui d'un tube cathodique miniature. Il délivrait par nature une image de haute résolution, à modelé continu. Malgré la petite taille de l'écran, il était relativement facile de juger de la netteté du sujet principal et de la manière dont la profondeur de champ se répartissait dans l'image. Il y avait bien sûr des différences qualitatives notables entre les viseurs des divers modèles : avec une résolution de 600 pts/ligne, le viseur de 25 mm de diagonale d'un camescope professionnel offrait une visée autrement confortable et précise que le petit écran d'un modèle d'entrée de gamme.

**2 Viseur couleur.** L'écran « plat » est une matrice à cristaux liquides (LCD) formée de la juxtaposition d'un grand nombre de « cellules » ou pixels, doublés de filtres bleu, vert, rouge pour la restitution des couleurs (par synthèse additive). L'écran n'étant pas lumineux, il doit être éclairé par l'arrière grâce à une « pastille » luminescente.

Le problème inhérent au viseur couleur est celui de sa résolution apparente qui en luminance (N&B) dépend du nombre de pixels de son écran. Celle-ci est indiquée en milliers de pixels ou « kilopixel » (kP). Or, il est évident que le plus fin détail « lisible » ne peut pas être plus petit que la dimension du pixel. Puisqu'il faut par ailleurs trois « sous-pixels » (une triade RVB) pour reproduire par synthèse additive un point de couleur quelconque, la résolution en chrominance (couleur) du viseur est trois fois moindre qu'en luminance. Au lieu du modelé des demi-teintes et des lignes continues que l'on avait avec le viseur N&B, on voit la scène à travers une « grille », c'est-à-dire une image discontinue sur laquelle les obliques sont représentées par des lignes en escalier. La solution efficace, mais relativement récente, fut d'augmenter le nombre des pixels de manière à ce que – même grossie par l'oculaire – la structure de la matrice soit invisible, car

atteignant la résolution de l'œil. Ce degré de perfection requiert une résolution de l'ordre de 250 kP. Les valeurs suivantes sont subjectives, car basées sur l'emploi de divers modèles de caméscopes sur le terrain :

- Moins de 100 kP (caméscope analogique ancien) : il est difficile, sinon impossible, de juger de la qualité de l'image enregistrée.
- De 115 à 130 kP : viseur acceptable, la structure de l'écran restant très sensible ; la netteté de l'image est difficile à apprécier visuellement. Les caméscopes d'entrée de gamme actuels ont un viseur couleur de 123 kP. Cette faible résolution ne gêne pas les utilisateurs béotiens, lesquels préfèrent toujours cadrer et visionner leurs séquences sur l'écran moniteur. Comme ils le feraient avec leur compact photo ou leur caméraphone.
- De 140 à 170 kP : une bonne qualité de visée.
- 200 kP ou plus : excellent viseur couleur de résolution comparable à celle d'un viseur N&B. Les caméscopes HDV élaborés sont tous équipés d'un viseur de 230 à 265 kP.

### Remarque

Les écrans moniteurs équipant actuellement les caméscopes, appareils photo numériques, téléphones, GPS, etc., sont effectivement de technologie LCD, mais ce type d'écran va bientôt être remplacé par une autre technologie, tel l'écran AM-OLED (à diodes électroluminescentes organiques). En attendant que la mutation ne soit accomplie, nous continuerons à utiliser le terme LCD, impropre, mais consacré par l'usage.

## 14.3.6 Écran moniteur

Ce moniteur est un écran plat. Lorsqu'il est de type LCD (*Liquid Cristal Display*), son fonctionnement est fondé sur les propriétés des cristaux liquides excités par un champ magnétique de transmettre plus ou moins la lumière. Un cristal liquide est une substance formée de molécules organiques ayant la propriété – comme dans un cristal « solide » – de s'organiser selon une architecture géométrique ayant, selon leur « phase », des propriétés optiques spécifiques.

La grande majorité des caméscopes sont aujourd'hui dotés d'un moniteur LCD latéral orientable dont la taille est exprimée, comme pour un téléviseur, par la diagonale en pouces (1 pouce = 25,4 mm). Les divers modèles sont pourvus d'écrans allant de 2,5" à 3,5", de diagonale, soit 63 à 96 mm environ. Pour ce qui concerne la pratique du tournage, il est encore utile de rappeler les avantages d'un caméscope « complet », c'est-à-dire pourvu d'un viseur d'œil sur un modèle équipé du seul écran.

**1 Caméscope à viseur plus écran LCD.** On utilise le viseur pour le tournage normal, ce qui permet la

visée rationnelle selon l'axe de l'objectif, avec une parfaite lisibilité de l'image même en plein soleil et une bonne préhension du caméscope qui trouve son meilleur équilibre. L'écran LCD orientable permet en revanche de cadrer un sujet dans des positions autrement difficiles ou « impossibles » avec le viseur : au-dessus de la tête, au ras du sol, se filmer soi-même en « autoscopie », etc. Autres avantages : vous participez activement à l'action et vous voyez en permanence ce qui se passe à l'extérieur du champ cadré. L'écran LCD – auquel est adjoind un mini haut-parleur – est précieux en tant que moniteur pour le contrôle des séquences filmées et la lecture des cassettes.



Figure 14.9 Lancé pour l'été 2008, le Sony TG3 est le caméscope haute définition (Full HD 1 920 × 1 080 pixels) le plus compact au monde (dimensions : 32 × 119 × 63 mm ; poids 240 g).

*Il enregistre la vidéo et les photos sur carte mémoire Memory Stick. Chef-d'œuvre technologique, il a tout pour séduire l'utilisateur grand public : son succès commercial est assuré ! Tout en appréciant ses mérites, nous devons dire qu'il ne répond pas aux besoins du vidéaste engagé dans la création : visée instable à bout de bras sur l'écran moniteur, focale minimale beaucoup trop longue (équivalent à un 53 mm en photo 24 × 36 !), pas d'entrée pour micro externe, médiocre sensibilité, etc. Document Sony.*

**2 Visée sur l'écran LCD (ou appareil sans viseur d'œil).** Si le moniteur LCD conserve tous les avantages ci-dessus, l'absence de viseur d'œil se fait durement sentir pour le tournage « normal », particulièrement en vidéo créative. Résumons ses inconvénients en tant qu'unique système de visée :

- Même en coiffant l'écran d'un parasoleil amovible et contrairement à ce qu'affirment effrontément les constructeurs et vendeurs, l'image y est presque illisible dans un environnement très réfléchissant de sable, d'eau ou de neige. Or, c'est justement dans ces conditions « vacances/beau temps » que l'utilisateur familial a envie de filmer !
- La visée sur écran n'est généralement pas dans le même axe optique que le zoom : à courte distance ou pour l'exécution d'un mouvement de

panoramique, la différence angulaire entre votre axe de vision et celui de l'objectif rendent le cadrage et le suivi d'un sujet mobile très difficiles, car totalement « antinaturels ».

- Vous êtes obligé de tenir l'écran à une certaine distance de vos yeux (pour une vue normale, la distance minimum de vision distincte ou *punctum proximum* est de 25 cm environ). Le presbyte portant habituellement des lunettes « de près » doit les conserver pour voir l'image nette sur l'écran (alors qu'avec le viseur, il lui suffit d'effectuer le réglage dioptrique de l'oculaire pour s'en passer).
- Pour cette même raison de distance minimale de vision, on ne peut pas cadrer à hauteur d'œil sans éloigner le camescope du corps, soit en position bras tendus très instable : en position « long télé », le sautilllement est inévitable, même stabilisateur en marche.
- Dans la foule, en famille ou parmi les amis, vous n'avez pas forcément envie que les personnes voisines lisent sur l'écran les images que vous êtes en train de filmer ; pire encore, qu'elles les commentent à haute voix : ce que le micro enregistrerait fidèlement. Si vous désirez filmer en « caméra cachée », votre seule ressource est de replier l'écran, d'éteindre le voyant rouge d'enregistrement et de pointer le camescope à l'aveuglette.

*Particularités de l'écran LCD.* La piètre lisibilité de l'image en forte lumière ambiante est un défaut inhérent de l'écran externe que nulle astuce technologique ne peut corriger efficacement. On peut au mieux éviter les plus forts reflets avec un très inconmode parasoleil accessoire ou en orientant autrement l'écran, ou encore pousser sa luminosité au maximum grâce au réglage *Brightness* proposé par le menu. Le traitement antireflet appliqué à la surface de l'écran n'améliore guère la lisibilité. On pourrait certes l'augmenter en logeant chaque pixel au fond d'un petit « puits », grâce à un masque en nid d'abeilles, mais on ne le fait pas, car l'image ne serait visible que par une seule personne regardant l'écran de pleine face. Or, une grande vertu d'un écran est – comme celui d'un téléviseur – de pouvoir être observé sous une incidence oblique, éventuellement par plusieurs personnes ; disons selon un angle horizontal d'au moins 120°.

La résolution de l'image est éminemment variable selon les dimensions de l'écran et les modèles. Elle peut être très inférieure à 100 kP sur les camescopes analogiques aujourd'hui disparus et atteindre ou dépasser 200 kP sur les modèles DV et HD élaborés. Il

faut enfin rappeler que l'écran LCD est plus gourmand en énergie que le viseur électronique couleur : ce surcroît de consommation électrique est essentiellement dû au rétro-éclairage (d'où l'intérêt des futurs écrans AM-OLED qui sont « auto-éclairants »). C'est dans le but d'économiser l'énergie de la batterie embarquée que le fait de déplier l'écran éteint le viseur, et inversement.

## 14.4 Zoom numérique

Ce n'est pas dans cet ouvrage qui privilégie avant tout la qualité physique et esthétique des images vidéo que nous allons faire l'apologie du zoom numérique : il ne fait que grossir les pixels en diminuant corrélativement la résolution de l'image formée sur le capteur. Ses seuls mérites sont de séduire la galerie sans rien coûter au constructeur, tandis que son inconvénient rédhibitoire est d'être inutile. D'abord, entendons-nous sur les termes : lorsque les spécifications d'un camescope annoncent « zoom numérique 100x », par exemple, cela veut dire qu'il peut, *au maximum*, multiplier *jusqu'à 100 fois la plus courte focale optique*, mais vous pouvez bien sûr l'utiliser à tous les facteurs inférieurs de grandissement : 2x, 4x, 8x... 100x, mais généralement à partir de la plus longue focale optique seulement. Prenons l'exemple de tel modèle de marque X équipé d'un « zoom 22x optique, avec extension numérique 88x et 440x », dont la fiche technique précise que l'objectif 2,8-61,6 mm équivaut à 48-1 056 mm en 24 × 36 (nous doutons fortement – nous sommes même sûr du contraire – que l'on puisse obtenir des images stables avec une focale équivalente de 1 m !). Si vous appliquez le facteur 88x à la plus courte focale du zoom optique, vous « bénéficierez » d'une focale équivalente de 48 × 88 = 4,22 m ! L'image DV normale étant de 720 × 576 pixels (414 720 pixels, résolution 500 pts/ligne), l'image grossie 88 fois n'utilise plus que 4 700 pixels environ ! Le camescope étant monté sur un affût de canon, il n'est pas nécessaire de regarder dans le viseur ou sur l'écran LCD pour se douter que – dans le meilleur des cas – on ne peut pas y voir autre chose que quelques énormes pixels traversant fugitivement l'écran !

En supposant qu'on en ait exceptionnellement besoin, le tableau 14.1 prouve qu'il n'est pas raisonnable d'utiliser le zoom numérique au-delà d'un facteur de 2x.

Tableau 14.1 Pourquoi un zoom numérique est inutilisable en pratique

Facteur zoom numérique	Sans	2x	4x	8x	12x	24x
Résolution de l'image (pixels)	720 × 576	360 × 288	180 × 144	90 × 72	60 × 48	30 × 24
Nombre de pixels utilisés (kP)	414	104	26	6,5	2,8	0,7
Dhor de l'image (pts/ligne)	500	250*	125	62,5	42	21

\* Dès l'emploi d'un facteur zoom numérique de 2x, la définition de la vidéo DV n'est plus que celle du VHS !

## 14.5 Stabilisateur d'image

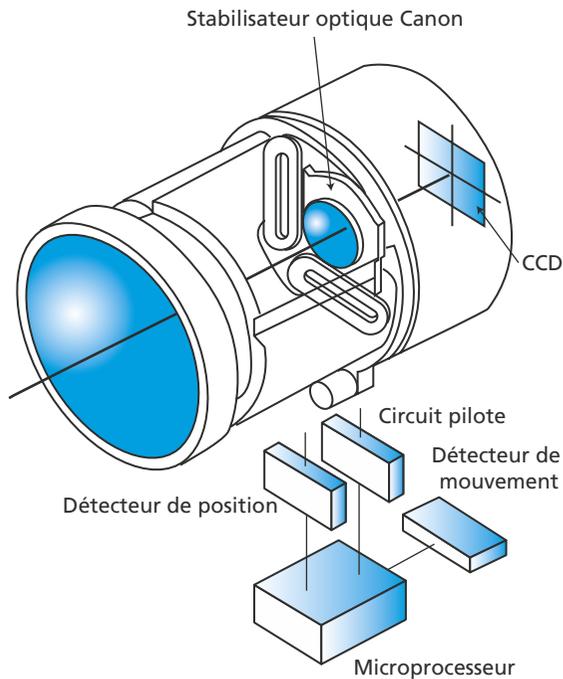


Figure 14.10 Principe du stabilisateur optique.  
D'après Canon.

Ainsi que nous l'avons développé au chapitre 3, la stabilité des images dans le cadre de l'écran est un critère fondamental de qualité des prises de vues. Pour cette raison, la très grande majorité des scènes d'un vidéofilm de production sont tournées sur pied, même si la légèreté de la caméra vidéo ou du caméscope permettrait d'opérer à la main. Nous avons également mis l'accent sur le fait que les caméscopes grand public – évidemment utilisés à main levée – sont équipés de zooms pour la plupart dépourvus de courtes focales « grand-angle », alors qu'il est impossible d'obtenir la fixité relative des images avec la focale normale et à plus forte raison en position téléobjectif du zoom, l'amplitude du « sautellement » étant proportionnel à la focale (plus exactement au facteur de grandissement). On peut dire que le stabilisateur d'image est indispensable à tout caméscope que l'on veut utiliser à main levée sur les focales « moyennes » du zoom (car sur les plus longues, même un stabilisateur optique ne permet pas d'immobiliser complètement les images : le pied s'impose). Nécessité faisant loi, tous les caméscopes numériques sont donc pourvus d'un stabilisateur.

### 14.5.1 Principe d'élimination du sautellement

La stabilisation de l'image demande deux opérations simultanées ou très légèrement décalées dans le

temps : *primo*, détection des mouvements (amplitude et direction), *secundo*, correction (recalage permanent du centre de la scène sur le centre de l'image vidéo).

Deux principes de détection/correction sont employés sur les divers caméscopes :

- Le *stabilisateur numérique* déjà évoqué sous sa forme la plus élaborée (cf. 13.3.5 [3]), consiste à déplacer en continuité l'image formée sur la cible du capteur en sens inverse et avec le même rapport d'amplitude que le mouvement, de telle manière qu'elle reste toujours centrée et immobile sur l'image finale : ce qui implique que la cible du capteur soit plus grande et comporte plus de pixels que l'image. Le fonctionnement du système est fondé sur les caractéristiques de l'imageur et des circuits de traitement du signal intégrés au caméscope concerné. Quoi qu'en disent les constructeurs, la mise en service du stabilisateur numérique provoque une certaine dégradation de l'image (perte de piqué, désaturation des couleurs, bruit en basse lumière, parfois des artefacts sur les mouvements de caméra), mais qui n'est généralement pas perceptible à l'utilisateur moyen.
- Le *stabilisateur optique* est fondé sur le même processus de détection des mouvements, puis de « recentrage » des images, mais, comme son nom l'indique, ce dernier s'obtient par déviation inverse du faisceau imageur de l'objectif, grâce au phénomène de réfraction optique. Le système appartient uniquement à l'objectif : il est indépendant de l'imageur et peut donc équiper un objectif interchangeable pour caméscope (cas des Canon XL1/XL2 (DV) et XL-H1 (HDV) et des caméras pro de reportage), les objectifs d'un appareil photo reflex, des jumelles à fort grossissement, etc. Le point à noter est que l'image projetée sur l'imageur est déjà stabilisée, de sorte que la cible du ou des capteurs (d'un caméscope tri-capteurs) a les mêmes dimensions que l'image et comporte le nombre de pixels normalement nécessaire.

La grosse supériorité du stabilisateur optique sur le stabilisateur numérique est de ne jamais dégrader la qualité d'image et de permettre des mouvements de caméra très fluides.

## 14.6 Effets spéciaux et transitions

Une foule d'effets spéciaux et de modes de transitions (fondus, volets, etc.) à lancer à la prise de vues étaient proposés sur la plupart des caméscopes analogiques : il était pratiquement impossible de les créer au stade de la post-production sans dégrader la qualité image à chaque copie. Bien qu'ils soient également implantés

sur bien des modèles de caméscopes numériques, ils sont devenus pour la plupart inutiles chez le vidéaste confirmé. Les effets sont de précieux outils du langage vidéographique, mais, depuis que la vidéo est totalement numérique, ce n'est pas au stade de la prise de vues qu'il faut les créer, mais à celui du montage. Au tournage, les transitions et effets sont « destructifs » : si, dans un moment d'égarément ou d'inattention, vous filmez un événement important en « sépia », vous ne pourrez plus rien faire pour lui restituer ultérieurement ses couleurs ; il en est de même pour tous les autres.

Prenons un seul exemple pour le démontrer : supposons que vous vouliez – en cours de tournage – passer d'un plan A à un plan B par l'intermédiaire d'une transition (fondu enchaîné, volet ou autre effet). Pour ce faire, vous êtes bien obligé de filmer d'abord le plan A, de déterminer sur quelle image finale mise en mémoire de ce plan vous allez « lancer » la transition, puis filmer le plan B en le débutant à l'endroit précis où il doit se substituer progressivement au plan A, et ainsi de suite. Si vous commettez la moindre erreur (de timing, de longueur, de technique de tournage, etc.) en cours d'exécution, vos deux plans sont irrémédiablement « ratés ».

S'il ne s'agit pas de plans fixes, mais de vues d'action ou avec mouvement de caméra, vous n'avez à vrai dire aucune chance d'aboutir à quelque chose de valable. Tandis que si vous vous contentez – comme nous l'avons évoqué dans la première partie de cet ouvrage – de tourner chacun de ces plans dans toute leur longueur, de les recommencer si nécessaire, etc., rien ni personne ne vous empêchera au cours du montage, de les assembler comme désiré, de les remplacer par d'autres, etc., en disposant de plus d'une infinie diversité d'effets ou de transitions combinables entre eux, lesquels relèguent définitivement ceux qui sont disponibles sur votre le caméscope au magasin des accessoires inutiles.

Dans ce qui va suivre, nous nous contenterons de citer les effets et transitions que l'on peut trouver (ou pas) sur différents modèles, en vous laissant le soin d'explorer, avec l'aide du mode d'emploi, ceux qui sont prévus sur le vôtre. Nous ferons cependant une place à part aux effets que l'on ne peut créer qu'à la prise de vues.

### 14.6.1 Transitions et effets

La même appellation (généralement un abrégé approximatif en anglais) peut, selon le constructeur, désigner des effets différents.

**1 Transitions.** La « transition » est le passage plus ou moins rapide d'un plan ou d'une scène à une autre. On peut distinguer :

- Les *fondus* (à l'ouverture et à la fermeture) : au noir, au blanc, enchaîné (la dernière image gelée du plan

A disparaît progressivement au profit des premières images du plan B), par l'intermédiaire d'un effet (mosaïque, de flou, de zoom numérique, de N&B, etc.).

- Les *volets* (qui s'ouvrent ou se ferment), colorés ou noir : un volet (vertical, horizontal, oblique), deux volets (en rideaux de théâtre, horizontaux, obliques).

**2 Effets traditionnels.** Il en existe des dizaines, mais les plus courants sont :

- *Pastel* : désaturation des couleurs.
- *Inversion en négatif*.
- *Sépia* ou *N&B* : les couleurs disparaissent au profit d'une image monochrome sépia ou noir et blanc.
- *Solarisation* ou *posterisation* : il s'agit habituellement d'une « isohélie », soit la transformation de l'image en modelé continu en un petit nombre de plages de même densité et couleur.
- *Mosaïque* : le classique effet de « pixelisation », la grosseur des pixels étant souvent réglable.

**3 Effets spéciaux.** Ceux-là sont évidemment créés à l'aide d'un logiciel de montage (et de ses modules *plugins*), mais il est généralement préférable qu'ils soient « pensés », voire préparés à la prise de vues. C'est pour cela que nous en parlons ici :

- *Surimpression des images animées sur une image fixe.* C'est en somme un fondu enchaîné que l'on peut prolonger, sur une valeur de densité moyenne des deux images, autant que désiré.
- *Chroma Key.* D'utilisation courante en vidéo de création, l'effet permet d'incruster le sujet ou *premier plan* (généralement un ou plusieurs personnages) dans le décor quelconque d'une image de fond. Pour l'obtenir, il faut et il suffit de filmer le sujet devant un fond bleu (ou vert dans certaines applications pro). Celui-ci devient le masque de découpe permettant l'incrustation du fond. Le *Chroma Key* à la prise de vues fut offert autrefois par quelques caméscopes Sony dotés d'une carte mémoire Memory Stick.
- *Lumi Key.* Avec cet effet (disponible autrefois sur la plupart des caméscopes Sony et certains Panasonic) ce sont les valeurs les plus claires de la scène qui disparaissent au profit de la vue fixe du décor.
- *Stroboscopie.* Le caméscope étant réglé sur ce mode, il enregistre plusieurs fois la même image « figée » qu'il restitue à des intervalles habituellement réglables.

### 14.6.2 Effets réalisables à la prise de vues seulement

Ce n'est pas strictement vrai pour le premier.

**1 Vitesses lentes.** Nous l'avons vu (cf. 14.3.3), une vitesse lente d'obturation résulte de l'intégration de la lumière pendant la durée de plusieurs trames et elle

a pour conséquence de prolonger les mouvements (du sujet ou de la caméra) par des traînées en queue de comète. Cet effet de filé peut d'ailleurs s'obtenir ultérieurement au montage. À la prise de vues seulement, c'est surtout pour le constructeur une manière d'augmenter la sensibilité maximale de son caméscope, proportionnellement à la durée de pose. Le système *NightScope* de JVC, permettant de filmer dans la quasi-obscurité, est fondé sur l'emploi de vitesses d'obturation très lentes, avec pour conséquence un important filé quand le sujet et/ou le caméscope ne sont pas parfaitement immobiles. Les images restent en couleur.

**2 Filmer dans l'obscurité.** Un capteur CCD ou CMOS au silicium n'est pas seulement sensible aux radiations du spectre visible (400 à 700 nm), mais également à l'infrarouge invisible, jusqu'à 1 000 nm environ. Pour cette raison, le capteur d'un caméscope (ou d'un APN) est toujours placé derrière un filtre anti-infrarouge transparent, lequel arrête ces radiations alors nuisibles. Le fonctionnement du système permettant à un caméscope (ou à une caméra de surveillance) de filmer dans l'obscurité complète est très facile à comprendre. Lorsqu'on commute l'appareil en mode « obscurité » :

- Un mécanisme escamote le filtre anti-IR placé devant le capteur. Ce dernier redevient normalement sensible à l'IR.
- Une DEL (diode émettrice de lumière) placée à l'avant du caméscope s'illumine et projette un faisceau IR sur le sujet.

Premier à équiper des caméscopes, le *NightShot* de Sony fonctionne dans l'obscurité totale jusqu'à une distance de 3 m environ. Il fut ultérieurement développé en *Super NightShot* associé à l'emploi de vitesses lentes : ce qui lui confère, dans la pénombre, une portée d'une vingtaine de mètres. Les images sont monochromes verdâtres.

Des systèmes analogues équipent ou ont équipé des caméscopes d'autres marques, tel le *Cat's Eye* de Sharp ou le *0 Lux* de Panasonic, la seule différence notable avec les Sony étant que les images sont N&B.

## 14.7 Intervallomètre et animation

Le rôle de cette fonction est de compresser le temps en créant un effet d'accélééré ; par exemple, l'éclosion d'une fleur. Traditionnellement, l'intervallomètre permet de programmer, grâce à l'un des menus, la prise de vue automatique de courtes séquences (de durée allant de 0,5 à 2 s) selon des intervalles réglables de 30 s, 1, 5 et 10 min, par exemple. Chaque séquence étant relativement longue, on a en lecture un effet de sautellement qui n'est pas forcément désagréable, mais

ne permet pas de restituer la sensation de mouvement continu.

Quelques rares modèles ont permis de prendre des séquences encore plus courtes de 1/8 s, soit 3 images seulement, que l'on pouvait déclencher manuellement en pressant une touche de la télécommande. Ceci ouvrirait la porte aux films d'animation avec restitution apparemment continue du mouvement, soit par « celluloid », soit par déplacement d'objets ou avec de la pâte à modeler.

La fonction intervallomètre a rarement été conservée sur les caméscopes numériques récents. Cela ne présente aucun inconvénient, car il est bien préférable de réaliser les animations lors du montage, grâce à l'emploi d'un logiciel offrant cette possibilité. Pour ce faire, on peut assembler une ou plusieurs images individuelles extraites de séquences originales de courte durée, deux secondes par exemple.

## 14.8 Vidéo et photographie

Au chapitre 13 (cf. 13.3.5 [4]), nous avons décrit le principe d'un capteur de type « mégapixel », servant normalement à la prise de vues vidéo, mais également capable de capturer des images fixes à la manière d'un APN. Alors qu'un caméscope numérique offre une qualité vidéo « professionnelle », ses performances dans le domaine photo numérique sont tout juste celles d'un APN d'entrée de gamme. À dire vrai, cette fonction peut convenir à la photo loisir et à d'autres applications peu exigeantes, mais elle ne répond certainement pas aux besoins d'un photographe un peu ambitieux. Il n'est pas difficile de le prouver !

### 14.8.1 Qu'est-ce que la « qualité photo » ?

Les termes utilisés n'ayant pas la même signification selon les auteurs, la langue d'origine et le domaine considéré, nous emploierons les nôtres. Trois paramètres sont à considérer :

**1 La résolution** est une *valeur absolue* caractérisant le nombre de points d'une scène capturés par l'imageur ; autrement dit le *nombre de pixels* utiles du capteur. Deux capteurs de différents formats (1/3" et 1/4", par exemple), mais intégrant chacun 1 200 (H) × 900 (V) pixels « utiles » (soit 1,08 MP) ont exactement la même résolution en surface. Quelles que soient les dimensions de l'image tirée de l'un ou de l'autre, celle-ci est toujours constituée du même nombre de pixels et offre donc la même résolution.

**2 La définition** est au contraire relative au nombre de paires de traits (que l'on assimile habituellement à des « points ») restitués par unité de longueur dans l'image finale. La définition s'exprime en nombre de *points par pouce* (ppp).

### Remarque

Pour caractériser la définition, le nombre de points par centimètre (ppc) fondé sur le système métrique eut été préférable au nombre de points par pouce (ppp), que la plupart des documents, soi-disant rédigés en français, appellent dpi (pour *dots per inch*), ce qui le rend encore plus mystérieux.

**3 Le pouvoir séparateur de l'œil humain.** Nous vous épargnerons les calculs, car il suffit de savoir qu'une image observée à la distance minimale de vision distincte ( $\pm 30$  cm) de l'œil « parfait », a atteint sa netteté optimale lorsque sa définition atteint 300 ppp. À plus de 300 ppp, l'œil nu – dont la résolution limite est atteinte – ne distinguerait pas de nouveaux détails. En pratique, un tirage est jugé de « qualité photo » (par analogie avec une photographie argentique) à partir d'une définition de 240 ppp, mais l'utilisateur « familial » se contente habituellement de la définition pour lui acceptable d'un tirage à 150 ppp.

On peut remarquer à ce propos qu'une image vidéo devient véritablement HD quand elle offre (compte tenu de ses dimensions et de la distance d'observation de l'écran) une résolution supérieure à celle de l'œil ; cela veut dire que l'on peut y distinguer de nouveaux détails si on observe l'image de plus près que la distance considérée comme optimale pour une image vidéo de définition standard.

### 14.8.2 Dimensions du tirage photo selon la définition exigée

Des trois paramètres cités ci-dessus, il résulte que le format de la photo sur papier (tirée sur imprimante par exemple) dépend à la fois de la résolution du capteur et de la définition choisie pour l'épreuve. Pour calculer chacune des dimensions (H  $\times$  V) de l'image en millimètres, utilisez la formule suivante (1 pouce = 25,4 mm) :

$$\text{Dimension (H ou V) (mm)} = [\text{Résolution capteur (pixels)/Définition (ppp)}] \times 25,4$$

Tableau 14.2 Résolution du capteur en mode photo et format du tirage (en mm)

Qualité photo subjective		Supérieure	Très bonne	Bonne	Correcte	Acceptable	Déplorable
Résolution capteur	Globale	300 ppp	275 ppp	240 ppp	200 ppp	150 ppp	75 ppp
640 $\times$ 480	307 200	54 $\times$ 41	59 $\times$ 44	68 $\times$ 51	81 $\times$ 61	108 $\times$ 81	217 $\times$ 163
1 152 $\times$ 864	995 328	98 $\times$ 73	106 $\times$ 80	122 $\times$ 92	146 $\times$ 110	195 $\times$ 146	390 $\times$ 293
1 200 $\times$ 900	1 080 000	102 $\times$ 76	111 $\times$ 83	127 $\times$ 95	152 $\times$ 114	203 $\times$ 152	406 $\times$ 305
1 360 $\times$ 1 020	1 387 200	115 $\times$ 86	126 $\times$ 94	144 $\times$ 108	173 $\times$ 130	230 $\times$ 173	460 $\times$ 345
2 048 $\times$ 1 536	3 300 000	174 $\times$ 130	189 $\times$ 142	217 $\times$ 163	260 $\times$ 195	347 $\times$ 260	694 $\times$ 520
3 273 $\times$ 2 457 (APN)	8 041 761	277 $\times$ 208	302 $\times$ 227	346 $\times$ 260	416 $\times$ 312	554 $\times$ 416	1 108 $\times$ 832

### Exemple

Quelles sont les dimensions du tirage de définition 240 ppp d'une photo capturée avec un capteur 1 200  $\times$  900 pixels ?

Réponse :

$$\text{Longueur (H)} = (1\,200/240) \times 25,4 = 127 \text{ mm}$$

$$\text{Hauteur (V)} = (900/240) \times 25,4 = 95 \text{ mm}$$

Le tableau 14.2 montre que les capacités d'un photoviseur parmi les mieux dotés sur ce point (2 048  $\times$  1 536 pixels, 3,3 MP) restent très inférieures à celles d'un APN à 8 MP, caractéristique du marché grand public.

Sans développer ce point qui nous entraînerait trop loin, il faut dire que la *définition apparente* des images capturées à une résolution donnée est augmentée par un processus de traitement de contours, interpolation de pixels, etc., grâce à des logiciels appartenant à l'appareil et/ou à l'ordinateur, voire à l'imprimante. C'est ainsi qu'un tirage de définition optique 150 ppp seulement peut sembler – à un observateur non averti – aussi « net » qu'une photo tirée à 240 ppp, laquelle est pourtant bien plus détaillée.

### 14.8.3 Beaucoup de caméscopes grand public font aussi de la photo

Outre son capteur surdimensionné, un appareil assurant cette fonction incorpore un logement pour carte mémoire « flash » servant à l'enregistrement des images fixes, parfois à d'autres fonctions, comme l'enregistrement des séquences vidéo Web à basse définition ou de mémoire pour des effets spéciaux. Les caméscopes Sony utilisent habituellement la carte *Memory Stick* de la marque, tandis que les autres prévoient généralement l'emploi de la carte mémoire de type SD (*Secure Digital*). Il nous suffit sans doute de rappeler (vous lirez le reste dans le mode d'emploi du caméscope concerné) que le nombre de photos que l'on peut enregistrer sur une carte mémoire de capacité donnée (en Mo) dépend à la fois de la résolution

de capture et du taux de compression JPEG du fichier image (superfin, fin, économique, etc.).

Sur les appareils d'aujourd'hui, le transfert des fichiers images de la carte à l'ordinateur se fait *via* une liaison USB dédiée (et non comme autrefois par les sorties vidéo analogique). Les logiciels sur CD-Rom livrés avec le caméscope assurent les fonctions de pilotage, de mise en forme, de classement, d'amélioration, de retouche, etc., des images.

### 14.8.4 Conclusion sur la photo numérique avec un caméscope

D'après tout ce qui précède, vous avez compris que les performances purement photographiques d'un photocaméscope sont médiocres : manque de sensibilité empêchant de photographier sans flash (c'est-à-dire à plus de 3 m) en intérieur, images de faible définition, focales inadaptées et ainsi de suite. Cependant, ces réticences supposent qu'en « vrai photographe » l'utilisateur attache une importance particulière, d'une part à la qualité technique des images, d'autre part à l'opérabilité de son appareil (il s'attend pour le moins à ce que la photo soit prise dès qu'il presse le déclencheur ; alors qu'il y a souvent un « certain » retard) : un photocaméscope ne répond sûrement pas à ses besoins.

Mais ce n'est évidemment pas le cas de l'immense majorité du public qui ne demande rien d'autre que d'appuyer sur le bouton pour obtenir des photos « lisibles » de format carte postale dans les circonstances de la vie familiale, comme il le fait avec un APN compact ; pour ce type de « consommateur », les performances d'un photocaméscope pourvu d'un flash intégré sont en somme suffisantes.

Sur le plan pratique, l'argument de poids s'opposant à la double fonctionnalité de l'appareil est celui-ci : à l'instant crucial d'un événement important qui ne se déroule qu'une fois – la bénédiction nuptiale lors d'un mariage, par exemple – vous ne pouvez pas vous arrêter de filmer pour prendre des photos ! Nous devons cependant signaler que certains caméscopes HD Canon et Sony permettent de prendre les photos (qui s'enregistrent sur la carte mémoire embarquée) sans arrêter de filmer. Malgré les apparences, ce n'est pas un avantage décisif, car on obtiendrait sensiblement la même (bonne) qualité photographique en extrayant l'image fixe désirée en relecture de la séquence vidéo tournée ; mais *via* la sortie HDMI. Dans tout cas semblable, la bonne et seule manière de couvrir sans faillir toutes les phases d'un événement est l'équipe associant deux spécialistes : d'une part, le vidéaste et son caméscope, d'autre part le photographe et son appareil photo numérique. Ceux d'entre nous qui pratiquent les deux arts avec la même passion savent bien que le point de vue et le cadrage qui conviennent à un plan vidéo sont généralement très différents de ceux adoptés pour une photographie.

Nous croyons fermement que ces concepts d'APN qui fait de la vidéo ou de caméscope qui prend des photos sont dépassés : qui pourra nier que le véritable preneur d'images familiales ou documentaires soit désormais le « smartphone » (ou quelque autre nom qu'on lui donne) que l'on a toujours avec soi !

## 14.9 Commandes et menus de réglage d'un caméscope

À l'exception des quelques modèles tri-capteurs aux capacités « professionnelles » qui – grâce aux dimensions généreuses de leur boîtier – ont pu conserver des commandes de réglage classiques et bien accessibles (leviers, bagues, molettes, commutateurs, etc.), tous les autres sont plus ou moins miniaturisés, alors que nos mains et nos doigts ne le sont pas. Sur ces appareils compacts, seules les commandes strictement indispensables (commutateur de mise en service, détente d'enregistrement, commande de zoom, déclencheur en mode photo, restauration du fonctionnement « tout-auto », mise en marche du stabilisateur, etc.) sont directement accessibles sur le boîtier, alors que l'activation des fonctions et leurs réglages s'accomplissent par l'emploi de quelques touches à appel séquentiel ou d'un sélecteur permettant de les valider sur des menus, apparaissant à la demande sur l'écran LCD, dont pratiquement tous les caméscopes sont pourvus. Il y a aussi pas mal de modèles que l'on programme en posant le doigt sur les touches virtuelles de l'écran « *touch screen* ».

Bien que l'architecture et le concept des caméscopes de différentes marques, mais de même catégorie (de poing, de paume ou d'épaule), soient peu ou prou identiques, la procédure particulière à mettre en œuvre pour spécifier les nombreux réglages doit être étudiée en détail dans le mode d'emploi du modèle considéré. Le caméscopeur néophyte peut d'ailleurs s'en dispenser : il obtiendra à coup sûr de meilleurs résultats en se contentant de presser le bouton, sans jamais sortir du mode « tout-auto ».

### 14.10 Télécommande infrarouge et liaisons radio sans fil

Beaucoup de caméscopes sont livrés avec un boîtier de télécommande infrarouge permettant de contrôler à distance les principales fonctions d'enregistrement (arrêt/marche, zooming, mode photo) et de lecture (mêmes commandes que sur un magnétoscope d'autrefois ou un lecteur de DVD de salon). La télécommande procure un agréable confort pour le visionnage des cassettes sur téléviseur, puisqu'elle permet de commander les fonctions de lecture sans quitter son fauteuil.

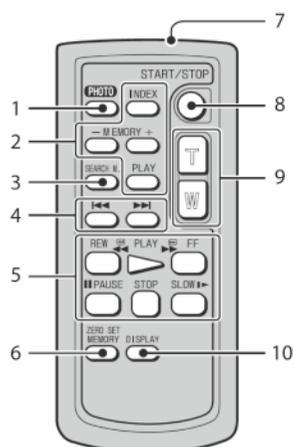


Figure 14.11 Télécommande du caméscope Sony HDR-FX7 (décrit au chapitre 13).

Cette télécommande infrarouge permet de piloter à distance les principales fonctions du caméscope Sony HDR-FX7, tant à la lecture qu'à l'enregistrement.

**1** PHOTO : lorsqu'on presse cette touche, l'image affichée à l'écran s'enregistre dans la carte mémoire Memory Stick Duo sous la forme d'image fixe – **2** Contrôle mémoire (INDEX, -/+, Lecture de la mémoire) – **3** Recherche dans la mémoire (SEARCH) – **4** Avance et retour dans la mémoire – **5** Commandes des fonctions vidéo (rembobinage, lecture, avance rapide, pause, arrêt, ralenti) – **6** Réinitialisation de la mémoire (ZERO SET MEMORY) – **7** Émetteur infrarouge – **8** Touche d'enregistrement (START/STOP) – **9** Commande de zooming (W/T) – **10** Affichage (DISPLAY).

Le *LaserLink* (appellation *Sony*) fut le premier système de transmission infrarouge des signaux A/V permettant à l'époque le visionnage des cassettes du caméscope sur le téléviseur. Ce dernier est équipé d'un récepteur (connecté sur la péritel) vers lequel il suffisait d'orienter le caméscope – doté de la fonction *LaserLink* – en lecture.

Le *Bluetooth* est un système de liaison bidirectionnelle sans fil (ondes radio) conçu dans les années 1995 pour les applications de téléphonie mobile, mais qui – compte tenu du développement rapide du domaine multimédia – va probablement en connaître d'autres. En 2002, il y eut plusieurs caméscopes de format DV ou MICROMV (*Sony*) dotés de la fonction *Bluetooth*, pouvant se connecter à distance (quelques mètres) au réseau Internet sur un téléphone mobile GSM ou GPRS ou sur un adaptateur Modem également *Bluetooth*. Abandonné depuis pour ce type d'application vidéo, il n'est pas impossible qu'il retrouve les faveurs des fabricants avec le standard en cours de développement, *Bluetooth* (IEEE 802.15.3). Ce dernier permet de transférer les données avec un débit de 20 Mbit/s jusqu'à une distance de 100 m environ (au lieu de 1 Mbit/s et 10 m pour le *Bluetooth* bas débit utilisé jusqu'à présent).

Le *WiFi* est le système actuellement le plus utilisé pour les liaisons bidirectionnelles à haut débit entre téléphone mobile, ordinateur, appareil photo numérique, enregistreurs disque dur et poste récepteur : généralement un ordinateur. Ses applications typiquement vidéo sont évoquées au chapitre 15 (cf. 15.9 [3]).

## Accessoires du caméscope

Outre les accessoires livrés avec le caméscope (télécommande, alimentation secteur, batterie, câbles de connexion, dragonne, etc.) celui-ci – selon son modèle – peut être complété d'accessoires qui ne sont pas indispensables, mais souvent fort utiles. Certains d'entre eux sont spécifiques à des modèles déterminés et sont alors proposés « en option » par le fabricant. D'autres s'adaptent à divers types et marques de caméscopes.

### 15.1 Alimentation du caméscope

Sur le terrain, l'autonomie d'un caméscope ne dépend pas du support d'enregistrement : elle est d'une heure en mode normal avec les caméscopes DV ou HDV utilisant la cassette MiniDV ; elle est de durée variable selon la qualité d'enregistrement avec le disque MiniDVD et la carte mémoire, alors qu'un caméscope HDD à disque dur de plusieurs dizaines de Go stocke sans problème des heures de tournage. Sauf dans ce dernier cas, l'élémentaire précaution est d'avoir un ou plusieurs supports vierges en réserve dans son sac.

La durée de fonctionnement du caméscope est limitée en pratique par la capacité de la batterie embarquée qui l'alimente en énergie. Or, quels qu'en soient la marque et le modèle, il est un point sur lequel tous les vidéastes engagés sont d'accord : la durée de tournage offerte par la batterie « standard » – c'est-à-dire celle qui est livrée avec le caméscope – est toujours trop courte.

Prenons l'exemple d'une batterie standard (tableau 15.1) permettant, selon les indications données dans le mode d'emploi, un enregistrement « en continu » de 95 min. En réalité, la *durée effective de tournage* (avec de nombreux plans, emploi raisonnable des commandes motorisées de zooming, de l'autofocus, etc.) est de l'ordre de 50 min. Cela veut dire qu'à moins d'avoir plusieurs batteries chargées dans le fourre-tout, ou de disposer d'une batterie à très grande capacité, il n'est pas possible de tourner toute

une journée sur le terrain. Or, c'est quand on est loin de chez soi (un mariage en province, la visite d'un site à l'étranger, une randonnée en montagne, une course en mer, etc.) que la panne d'énergie survient... et que l'on doit remettre le caméscope inerte dans le sac.

#### 15.1.1 Les fonctions gourmandes

Les caméscopes sont dotés de diverses fonctions parfois attrayantes ou utiles, mais qui ont en commun de consommer une notable proportion de l'énergie embarquée.

- *Écran moniteur LCD.* À la consommation électrique de la matrice LCD elle-même s'ajoute celle plus importante de son rétro-éclairage fluorescent : cela en fait un grand « pompeur de batterie ».
- *Viseur couleur.* Également illuminé par l'arrière, le petit écran LCD consomme finalement plus d'énergie que l'ancien viseur noir et blanc à tube cathodique.
- *Stabilisateur optique.* Ce dispositif consomme à lui seul – lorsqu'il est activé – près de 20 % de l'énergie de la batterie. La consommation d'un stabilisateur numérique est au contraire négligeable.
- D'autres consommateurs potentiels d'énergie sont le *flash électronique* (en mode photo) et la *torche* d'éclairage d'appoint : s'ils sont intégrés à l'appareil ou alimentés par sa batterie, *via* la griffe porte-accessoires du boîtier.

Conscients du problème, les constructeurs se sont efforcés aux cours de ces dernières années de limiter au minimum la consommation des caméscopes en économisant sur tous les organes mécaniques ou électroniques qui le permettaient ; ce qui prolonge d'autant l'autonomie offerte par une batterie de capacité donnée. L'économie en énergie s'obtient de trois principales manières : remplacement du capteur CCD par le capteur CMOS et ses circuits consommant moins d'énergie, enregistrement sur carte mémoire (statique) au lieu de moteurs assurant le défilement d'une bande magnétique ou la rotation d'un disque ; enfin et pour bientôt, un écran moniteur ne nécessitant pas de rétro-éclairage, de type OLED par exemple.

Tableau 15.1 Durée des batteries dans différentes conditions d'emploi\*

Capacité de la batterie	Avec emploi du viseur		Avec emploi du moniteur LCD		Lecture des séquences sur l'écran LCD
	Enregistrement continu**	Conditions réelles de PdV	Enregistrement continu**	Conditions réelles de PdV	
1 180 mAh*** 7,2 V – 8,5 W/h	95 min	50 min	90 min	50 min	120 min
2 760 mAh 7,2 V – 19,9 W/h	235 min	125 min	225 min	120 min	260 min
4 140 mAh 7,2 V – 29,8 W/h	360 min	195 min	345 min	190 min	445 min

\* Ces durées (indiquées par le fabricant) sont données à titre d'exemple. Elles concernent un modèle de caméscope (HD Sony) bien déterminé.

\*\* Valeurs « irréalistes » de référence (sans arrêt/marche, zooming ni autofocus, moniteur LCD éteint, etc.).

\*\*\* C'est la batterie « standard » livrée avec le caméscope.

C'est dans cet esprit que *Sony* a développé le concept « *Stamina* » (terme anglais que l'on peut traduire par « force vitale »). Pour avoir droit à cette appellation, les caméscopes à batterie « InfoLithium » de la marque doivent offrir une autonomie minimale de 6 heures environ. Mais attention : il ne s'agit jamais de la batterie standard livrée avec l'appareil, mais de la batterie optionnelle de la marque *la plus puissante* pouvant être utilisée avec le caméscope considéré.

### 15.1.2 Qu'est-ce qu'une batterie ?

Une *batterie* résulte de l'assemblage de plusieurs *éléments* individuels. En anglais cependant, le terme *battery* désigne aussi bien la *pile* (non rechargeable) que l'*accumulateur* (rechargeable), qu'ils soient constitués d'un seul ou de plusieurs éléments. Pour lever cette ambiguïté, on donne maintenant le nom de *batterie primaire* à la pile et de *batterie secondaire* à l'accumulateur. Les principes physico-chimiques de fonctionnement des piles et des accus sont très semblables, la seule grande différence étant la « rechargeabilité » des accus.

Une batterie (secondaire ou primaire) est souvent constituée de plusieurs éléments montés en série, c'est-à-dire que le pôle + est connecté au pôle – d'un élément identique, et ainsi de suite s'il y en a plus de deux. Dans ce cas, la *capacité* totale de la batterie – exprimée en ampères par heure (Ah) ou en milliampères par heure (mAh) – reste égale à la capacité de chaque élément, alors que leur tension en volts s'ajoutent. Par exemple, deux éléments 1 500 mAh/3,6 V montés en série constituent une batterie 1 500 mAh/7,2 V.

Dans le cas du montage parallèle, au contraire (électrodes de même polarité reliées entre elles), les capacités de chaque élément s'ajoutent, alors que la tension est inchangée. Si l'on monte deux éléments 1 500 mAh/3,6 V en parallèle, on obtient une batterie 3 000 mAh/3,6 V. Enfin, le montage en série-parallèle de quatre éléments ou plus permet d'augmenter à la fois la capacité et la tension de la batterie.

### Caractéristiques électriques d'une batterie Li-Ion

Outre les dimensions de son boîtier et ses contacts qui sont évidemment particuliers aux marques et modèles d'appareils (chez Sony par exemple, il y a au moins cinq différents formats de batteries Li-Ion pour caméscopes), une batterie se caractérise électriquement par trois valeurs :

- Sa *tension nominale en volts* (V) : elle est de 7,2 V dans une batterie Li-Ion pour caméscope numérique. Elle est donc constituée d'au moins deux éléments de 3,6 V montés en série.
- Sa *capacité en milliampère-heure* (mAh) ou en *ampère-heure* (Ah) : laquelle dépend de la capacité de chaque élément unitaire (et/ou du nombre de couples 7,2 V montés en parallèle).
- Sa *quantité d'énergie en watt-heure* (Wh) se déduit directement des deux précédents paramètres :  $Wh = V \times Ah$

Quantité d'énergie d'une batterie 7,2 V de 2 760 mAh :  $(7,2 \times 2,76) = 19,9$  Wh.

Capacité d'une batterie 7,2 V, 13 Wh :  $(13/7,2) = 1,8$  Ah (1 800 mAh).

### 15.1.3 Différents types de batteries

Pour des raisons économiques, l'accu rechargeable est préféré à la pile pour l'alimentation des appareils portables gros consommateurs d'énergie. Parmi eux, le caméscope et l'appareil photo numérique bien sûr, mais surtout – en termes de marché mondial – le téléphone cellulaire, l'ordinateur portable, l'assistant personnel, le système de paiement par carte bancaire, les outils et les jouets.

Au cours des âges, trois types d'accumulateurs ont été couramment utilisés pour l'alimentation des appareils portables : Nickel-Cadmium (NiCd), Nickel Métal-Hydrure (NiMH) et Lithium-Ion (Li-Ion).

Alors que les caméscopes analogiques et beaucoup d'équipements professionnels utilisaient ou utilisent

encore les batteries NiCd ou NiMH, tous les caméscopes numériques actuels sont alimentés par batterie Li-Ion (7,2 V).

**1 Batterie Nickel-Cadmium (NiCd).** Première alternative proposée dans les années 1960 à la batterie étanche au plomb, la batterie NiCd resta longtemps la seule utilisée pour l'alimentation des caméscopes. Elle est affectée du fâcheux « effet de mémoire » provoquant une diminution progressive de sa capacité initiale et par conséquent de son autonomie.

**2 Batterie Nickel Métal-Hydrure (NiMH).** À volume/poids égaux, la capacité de la batterie NiMH est supérieure de 30 % environ à la NiCd ; elle a de plus l'avantage d'être dépourvue d'effet de mémoire. Sa tension étant identique (1,2 V par élément), on peut généralement la substituer à une NiCd et la recharger avec le même chargeur.

**3 Batterie Lithium-ion (Li-Ion).** Commercialisée pour la première fois par *Sony* en 1990, la batterie Li-Ion n'est d'usage courant que depuis 1995. Elle connaît depuis un fantastique développement industriel. Si les accumulateurs au lithium du marché actuel sont quasiment tous de type Li-Ion au cobaltate de lithium (LiCoO<sub>2</sub>), d'autres types de batteries au lithium sont apparus sur le marché, en particulier pour l'alimentation du téléphone cellulaire et du power-book. Deux importants facteurs particuliers à la Li-Ion sont à considérer :

- **Contrôle de charge/décharge.** Bien plus que les NiCd/NiMH, la batterie Li-Ion exige un contrôle ultra précis du régime de charge (tension et intensité) : la surtension provoque sa destruction et la sous-tension, la non-réversibilité (c'est-à-dire qu'elle ne se recharge plus). Ce contrôle est assuré, tant à la charge qu'à la décharge, par un circuit à microprocesseur intégré à son boîtier : on les appelle « batteries intelligentes ». Les caméscopes *Sony*, par exemple, affichent la capacité disponible dans la batterie sous la forme très conviviale de durée restante de tournage (système *Infolithium*). Si la batterie comporte plusieurs éléments – ce qui est généralement le cas – le régime de charge/décharge de chacun d'entre eux est piloté avec une extrême précision : quand la tension diffère de plus de 1 % entre deux éléments, le circuit de contrôle ralentit la décharge de l'élément le moins chargé afin de les rééquilibrer entre eux : ce qui prolonge considérablement la durée de vie de la batterie.
- **Sécurité.** La sécurité est un point fondamental qui a longtemps retardé la commercialisation des accus ou piles au lithium. Le lithium est le plus léger des métaux (numéro atomique 3 ; masse atomique 6,94) ; puissant réducteur, il se combine avidement à l'oxygène avec un énorme dégagement de chaleur, risque d'incendie et d'explosion. Pour résoudre ce grave problème, la cathode de la Li-Ion libère le lithium sous sa forme ionique, tandis que le lithium

métal de l'anode est immobilisé entre de minces couches de graphite. De cette manière, le transfert des charges électriques pendant la charge et la décharge se fait sans libération de lithium métal. Cette explication vaut pour et justifie l'appellation de Lithium-Ion.

**4 Nouvelles batteries.** Les efforts de recherche et de développement sont surtout orientés vers la batterie pour la téléphonie mobile dont la fantastique expansion attire toutes les convoitises. L'engin miniaturisé doté de nouvelles fonctions consommatrices d'énergie, l'envie de l'utilisateur de bénéficier d'une plus grande autonomie de fonctionnement avant recharge ont créé le besoin de batteries extra-plates, ultra-légères et de plus grande capacité. Pour ce type d'applications, les NiCd et NiMH ne sont plus dans le coup, tandis que la Li-Ion classique commence à montrer ses limites. Cette dernière est progressivement remplacée sur les appareils de nouvelle génération par un type de batterie à rendement énergétique encore plus élevé, dont l'anode est en lithium pur, mais qui est sécurisée par son incarceration dans un électrolyte solide ou pâteux : c'est typiquement le cas de la batterie au *Lithium-Polymère* (Li-PM). Un autre avantage de la batterie Li-PM est de pouvoir épouser les formes de l'appareil qu'elle alimente, en contribuant ainsi à son design et à sa compacité.

#### Pour bientôt : la mini-pile à combustible

La batterie au lithium (Li-Ion ou Li-PM) assurant l'alimentation en énergie des équipements nomades miniaturisés actuels a atteint ses performances limites. La seule source d'énergie presque prête à prendre le relais de la lithium est la mini-pile à combustible ou « Mini-PAC » (en anglais, MFC pour *Mini-Fuel Cell*).

Dans une PAC, la génération électrochimique du courant électrique consomme un *carburant* l'alimentant de l'extérieur et de l'oxygène (généralement celui de l'air) : contrairement à la pile ou à l'accumulateur classiques, les électrodes ne sont que les catalyseurs de ces réactions. La PAC produit donc du courant tant qu'on l'alimente en carburant.

Les réactions électrochimiques s'effectuent entre l'électrode négative (anode) où a lieu une réaction d'*oxydation du carburant* (du gaz hydrogène ou un composé riche en hydrogène) et l'électrode positive (cathode) où s'effectue une réaction de *réduction du comburant* (l'oxygène de l'air). En final, la réaction « globale utile » est celle-ci : la combinaison de deux molécules d'hydrogène (H<sub>2</sub>) et d'une molécule d'oxygène (O<sub>2</sub>) forme deux molécules d'eau (H<sub>2</sub>O) et libère 4 électrons (e<sup>-</sup>). Le flux de ces électrons est le courant d'alimentation de l'appareil portable.

Sous l'effet des catalyseurs de l'anode, les molécules d'hydrogène sont dissociées en électrons libres (e<sup>-</sup>) et en ions hydrogène dissotifs (H<sup>+</sup>). Ces ions – ou protons –

migrent à travers l'électrolyte vers la cathode. L'électrolyte s'assimile à une membrane filtrante acceptant le passage des ions hydrogène ( $H^+$ ) vers la cathode, mais pas celui des électrons libérés ( $e^-$ ) qui – extraits de la pile par le fil conducteur relié à l'anode – constituent le courant d'alimentation ; le circuit est bouclé par le conducteur de retour relié à la cathode. C'est là que l'oxygène (de l'air) se combine avec les ions hydrogène et les électrons en formant de l'eau et en engendrant de la chaleur.

Pile à combustible : réactions électrochimiques

Côté anode  $2 H_2 \rightarrow 4 H^+ + 4 e^-$

Côté cathode  $O_2 + 4 H^+ + 4 e^- \rightarrow 2 H_2O$

Réaction globale  $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$

On peut classer les batteries Mini-PAC en deux grandes catégories.

- **Système DMFC** (*Direct Methanol Fuel Cell*) convertissant directement le carburant – par exemple le méthanol (alcool méthylique) – en électricité. Les produits de la combustion sont « relativement » écologiques : de l'eau et du gaz carbonique. Le gros problème s'opposant à l'emploi du méthanol dans un accessoire pour portable est son inflammabilité et sa toxicité : si le produit est toléré par les autorités, en particulier sur les lignes de transport aérien, il devra impérativement être conditionné en cartouches scellées. Sinon, il faudra employer un carburant ininflammable, mais plus onéreux.
- **Système indirect à « conditionneur de carburant »** avec lequel le gaz hydrogène est d'abord extrait du carburant – par une cellule « reformer » catalytique – avant d'être injecté dans le cœur de la pile. C'est un système à haut rendement, mais bien plus complexe. L'un des problèmes est la chaleur engendrée par la synthèse de l'eau ; elle requiert une très efficace isolation thermique.

Le lancement de la Mini-PAC a clairement été retardé par la mise en œuvre des mesures de sécurité anti-piratage internationales, mais ce devrait être pour bientôt. Jusqu'à présent, Canon est le seul fabricant à avoir présenté, dès 2005, une alimentation PAC pour appareil photo numérique reflex EOS. Dans ce prototype, l'hydrogène (dangereux explosif sous sa forme gazeuse) est stocké dans un alliage métallique de lanthanides (ce sont les « terres rares ») et de nickel. C'est ainsi que 5 g du composé  $LaNi_5$  utilisé par Canon permettent de stocker 900 cc de carburant hydrogène. Nous savons déjà que les alimentations Mini-PAC qui seront commercialisées (impossible de donner une date) auront un bien meilleur rendement que ce prototype.

Quoi qu'il en soit, son emploi pour l'alimentation des appareils mobiles éliminera radicalement l'horrible éventualité de la panne sèche. Dès que votre caméscope (ou autre appareil nomade) semblera faiblir, vous n'aurez qu'à lui mettre une minicartouche ou un comprimé de « jaja » dans le corps pour qu'il continue à fonctionner à 100 %.

## 15.1.4 Capacité des batteries et leur recharge

Depuis que la Li-Ion a remplacé la NiCd sur tous les caméscopes numériques, il est rarement possible et pour le moins hasardeux d'utiliser d'autres batteries ou accessoires que ceux livrés ou clairement proposés en option par le fabricant du caméscope considéré. Pour ces raisons, nous vous conseillons d'étudier les problèmes d'alimentation et d'autonomie possible du modèle sélectionné avant de décider son achat.

Pour opérer toute une journée sur le terrain, vous devez disposer d'une ou deux batteries de recharge, de préférence de plus haute capacité que la batterie standard livrée avec l'appareil. Une batterie « longue durée » est évidemment plus chère, lourde et encombrante. Par exemple, tel caméscope *Sony* est livré avec une batterie standard de faible capacité 850 mAh, mais il accepte des batteries de 1 500, 2 700, 3 000 ou 5 040 mAh. Cette dernière, qui assure une confortable autonomie de huit heures de tournage environ, est couramment employée par les vidéastes engagés.

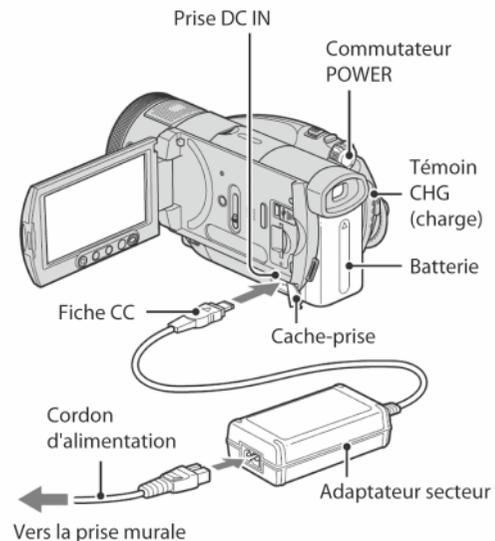


Figure 15.1 Ce caméscope Sony peut être alimenté sur une prise de courant, *via* son adaptateur secteur.

Le même branchement permet de recharger la batterie montée sur le caméscope. Il est naturellement possible de recharger les batteries de recharge grâce à un chargeur indépendant. D'après Sony.

**1 Recharge des batteries.** Certains caméscopes grand public n'ont pas besoin de chargeur de batterie : la recharge de celle-ci se fait directement à l'intérieur du caméscope « branché » sur l'adaptateur secteur ou plus couramment en le posant sur une « station d'accueil » assurant éventuellement d'autres fonctions. Dans le cas des appareils Sony utilisant les batteries InfoLithium, la durée d'enregistrement disponible s'affiche sur l'écran LCD du caméscope durant la charge. Autre avantage, la recharge est ultra-rapide

(environ trois fois plus courte qu'avec un chargeur normal), chaque quart d'heure de charge procure une heure d'autonomie de tournage supplémentaire en mode « économique » (avec le viseur et stabilisateur débrayé).

Malgré cette possibilité de recharge *in situ*, le chargeur de batterie indépendant reste nécessaire, puisqu'il permet de recharger une batterie pendant que l'on « vide » une autre pendant le tournage. Dans le catalogue du constructeur existe souvent un modèle de chargeur plus élaboré, doté par exemple d'un écran afficheur LCD et d'une connexion d'alimentation *via* la prise allume-cigare 12 V d'une automobile.

**2 En intérieur**, il n'y a aucun problème d'alimentation en énergie : tous les caméscopes peuvent être alimentés en courant continu basse tension grâce à l'adaptateur secteur, combiné ou non au chargeur. Selon les modèles, l'alimentation est assurée par une plaque de connexion remplaçant la batterie, à moins que le caméscope ne soit muni d'une prise d'entrée (DC IN) pour le cordon d'alimentation basse tension. Dans les deux cas, il est préférable de disposer d'un cordon d'alimentation de plusieurs mètres afin de pouvoir filmer dans le local sans être trop limité dans ses déplacements. Évitez, bien entendu, les branchements approximatifs : un caméscope donné n'accepte qu'un courant continu aux spécifications bien précises (tension et polarité).

## 15.2 Modificateurs de focale pour le zoom

Nous avons constaté et regretté que les performances « angulaires » du zoom sur sa plus courte focale soient très modestes : l'angle de champ le plus vaste correspond le plus souvent à celui d'une focale standard en photo. Pour cette raison, il est quasiment indispensable de disposer d'un *complément optique grand-angle* (*Converter Wide* dans le jargon), se vissant sur le filetage antérieur de l'objectif dit « monture filtre ». Le *complément optique téléobjectif* (*teleconverter*) n'offre que peu, sinon aucun intérêt, compte tenu des très longues focales offertes de toute manière par un zoom 10 fois ou plus.

Le *complément grand-angle* diminue la focale minimale en augmentant corrélativement l'angle de champ. Le coefficient de conversion de focale est compris, selon les modèles, entre 0,75× et 0,6×.

La *focale résultante* se calcule en multipliant la focale équivalente (Fe) minimale du zoom par le coefficient du complément. Par exemple, avec un complément 0,6×, un zoom 12× « équivalent » 47-564 mm voit sa focale minimale « convertie » en  $(47 \times 0,6) = 28,2$  mm, l'angle de champ horizontal passant ainsi (*cf.* chapitre 13, tableau 13.7) de 42° à 65° environ.



Figure 15.2 Modificateurs de focale pour le zoom.  
Documents Sony.

À gauche : convertisseur grand-angle. À droite : convertisseur télé.

Inversement, le *complément téléobjectif* augmente la focale la plus longue du zoom, d'un facteur raisonnable de 2×. Sur le même zoom que ci-dessus, la focale maximale serait portée à  $(564 \times 2) = 1\,128$  mm.

Nous avons trouvé autrefois « immoral » la mise sur le marché de compléments téléobjectifs de coefficient élevé : 3,5×, 5× et même 12×. Dans ce dernier cas, la focale équivalente de plus d'un mètre est accompagnée d'une perte de lumière de  $(12 + 1)^2 = 169$  fois, soit plus de 7 divisions de diaphragme ! Cela n'empêcha pas le fabricant sud-asiatique de ces très onéreux et inutilisables accessoires d'en vendre beaucoup !

En revanche et pour toutes les raisons que nous avons dites, vous pouvez difficilement vous dispenser d'un complément optique grand-angle, particulièrement pour les prises de vues en intérieur où vous manquez de recul. Encore faut-il que l'accessoire puisse se monter sur le zoom de votre caméscope, ce qui n'est pas toujours le cas. Le principal problème est que la plupart d'entre eux provoquent une plus ou moins forte distorsion « en barillet » des zones marginales de l'image, c'est-à-dire que les lignes droites de la scène sont incurvées vers l'extérieur. Si vous acceptez la distorsion, elle vous empêche toutefois d'assembler dans une même scène des plans pris avec et sans le complément optique grand-angle.

Le pronostic est en principe plus favorable (moindre taux de distorsion) si vous achetez le complément grand-angle proposé en option par le fabricant du caméscope : il a généralement été calculé par l'opticien qui a conçu le zoom. N'achetez pas un complément optique d'une autre origine sans vous assurer – en présence du vendeur – qu'il se monte sans problème sur le zoom de votre caméscope, en ne créant aucun *vignette* (assombrissement des régions marginales et des coins de l'image).

## 15.3 Filtres

Le caméscope peut recevoir des filtres de diverses natures. Comme un convertisseur optique, un filtre se visse sur le filetage antérieur du zoom (le diamètre filtre y

est généralement gravé). Dans le cas d'un camescope « pro » – dont le zoom n'est pas incorporé dans le boîtier – on peut placer les filtres dans un porte-filtre équipé d'un parasoleil (*Cokin*, par exemple), lui-même monté à l'avant de l'objectif.

**1 Filtre gris dégradé.** Monté dans un porte-filtre à glissière, il permet d'atténuer sélectivement la trop forte luminosité du ciel, sans modifier les couleurs. Orienté verticalement, vous pouvez vous en servir pour égaliser l'éclairage d'un intérieur recevant la lumière latérale d'une fenêtre.

**2 Filtre gris neutre.** Nous avons indiqué qu'un ou plusieurs filtres gris neutre sont incorporés aux camescopes et caméras tri-CCD, ainsi d'ailleurs que dans certains mini-camescopes que l'on ne peut pas « diaphragmer » physiquement. Le filtre gris neutre accessoire est indispensable lorsque l'éclairage de la scène dépasse 100 000 lx (valeur maximale acceptable par un camescope courant), ce qui est le cas, par exemple, sur un champ de neige au soleil.

Un filtre de densité 0,6 (ND6) absorbe une quantité de lumière équivalant à deux divisions de diaphragme (– 2 IL). Un autre emploi : pour « obliger » le diaphragme auto à rester plus ouvert, dans le but de limiter volontairement la PdC (noyer l'arrière-plan d'un portrait dans une zone de flou, par exemple).

### Remarque

Une caméra ou un camescope *broadcast* à tri-capteur 2/3" ou 1/2" incorpore une tourelle porte-filtre interne à quatre positions, comportant, par exemple : Position 1 : verre transparent – Position 2 : filtre 1/4 ND (– 2 IL) – Position 3 : 1/16 ND (– 4 IL) – Position 4 : 1/64 ND (– 6 IL). En cas de forte lumière en extérieur, intercaler un filtre ND dans le faisceau imageur permet de régler l'exposition, mais sans diaphragmer l'objectif au-delà de  $f/8$ .

**3 Filtre polariseur.** Sans entrer dans les détails, rappelons qu'un polariseur bien orienté (en le faisant pivoter dans sa monture tournante et en contrôlant l'effet dans le viseur ou sur l'écran LCD) permet, soit d'augmenter la densité du ciel bleu, soit de supprimer ou d'atténuer les reflets sur les surfaces non métalliques, comme un plan d'eau ou une vitrine. D'une manière générale, il accentue la saturation des couleurs. Vous devez utiliser un polariseur de type « à polarisation circulaire » et effectuer la MaP en manuel (car son emploi peut s'opposer au fonctionnement correct de l'AF). Il faut réserver l'emploi du polariseur à des plans fixes (ou avec zooming), car les mouvements de caméra

**4 Filtre anti-UV.** Ce filtre pratiquement transparent à théoriquement le pouvoir d'absorber l'ultraviolet en excès, en haute montagne ou au bord de la mer. À vrai dire, il ne présente aucun intérêt pour cet usage, car – avant d'atteindre le capteur qui y est d'ailleurs très

peu sensible – l'UV est totalement absorbé par les nombreuses lentilles du zoom. Il constitue en revanche un très efficace « hublot » de protection de la lentille frontale de l'objectif contre les chocs, les rayures, les salissures et les intempéries. Vous pouvez le laisser à demeure sur le zoom lorsque vous opérez en pleine nature.

**5 Autres filtres « à effet ».** Il existe une multitude de compléments optiques (multiprisme, filtre à diffraction, filtre « à flou », etc.) et de filtres partiellement ou totalement colorés qui permettent de donner – c'est une affaire de goût personnel – un certain « climat » aux images. Vous pouvez bien sûr les utiliser à votre convenance, mais sans oublier que l'autofocus sera probablement incapable d'assurer correctement sa fonction : réglez la MaP en manuel, sans le filtre. Il ne faut surtout pas oublier que la plupart de ces effets spéciaux peuvent être créés – sans affecter les éléments originaux – au stade de la post-production

## 15.4 Torche vidéo

Pour les prises de vues type « reportage » dans les intérieurs peu éclairés ou le soir en extérieur, il est souhaitable ou nécessaire d'ajouter un complément de lumière grâce à une torche vidéo. Il en existe quantité de modèles, soit alimentées de manière autonome par un accu, soit par la batterie du camescope *via* les contacts de sa griffe porte-accessoires, soit à brancher sur une prise de courant. Un camescope « familial » intègre parfois un mini projecteur Led (diode émettrice de lumière).

Une torche de faible puissance (de 3 à 20 W) montée sur la griffe du boîtier suffit à éclairer le sujet à courte distance, sans anéantir l'effet de l'éclairage ambiant. À chaque fois que possible, confiez plutôt le soin de l'éclairage d'appoint à un assistant qui pourra diriger le faisceau lumineux sous un angle plus approprié que de pleine face : une torche à lampe halogène de 50 à 100 W à faisceau large est alors préférable (*cf.* chapitre 17).

## 15.5 Flash électronique

Compte tenu de sa faible sensibilité, il serait pratiquement impossible d'utiliser le mode photo numérique d'un camescope en intérieur ou autre condition de faible lumière ambiante. Pour cette raison, les camescopes grand public peuvent généralement être équipés – *via* la griffe porte-accessoires « intelligente » – d'un petit flash électronique spécifique à la marque, à moins qu'il ne soit incorporé au camescope lui-même. La portée d'un flash est limitée à quelques mètres. Comme le flash intégré à un appareil photo compact ou reflex, celui-ci peut habituellement fonctionner en différents modes : automatique (il se déclenche de lui-même en

cas de faible lumière), anti-yeux rouges, *fill-in* (éclairage « forcé » en extérieur) ou *off*. Quelques modèles associent les fonctions de torche vidéo et de flash photo.

## 15.6 Supports



Figure 15.3 Un solide trépied, tel celui-ci muni d'une plate-forme panoramique 3D, de branches de longueur réglable consolidées par des entretoises, s'avère indispensable pour de nombreuses situations de prises de vues.  
*Document Bogen/Manfrotto.*



Figure 15.4 Tous les vidéastes avertis vous le diront : il est très difficile d'obtenir des images parfaitement stables en tenant le caméscope à main levée. *Photo Gérard Galès.*

Une certaine instabilité des images, heureusement acceptable pour la vidéo de loisir, est au contraire

réduisant en vidéographie professionnelle et de création : à chaque fois que possible, les prises de vues se font caméra montée sur pied. Nous avons vu au chapitre 3 comment obtenir les images les plus stables : caméscope en main, tout en constatant que l'emploi du pied ou autre support reste – en dépit de l'efficacité du stabilisateur d'image – souvent souhaitable, voire nécessaire (longues focales du zoom, vidéomacrographie, mouvements de caméra, etc.).

**1 Trépied.** Le modèle de trépied le plus efficace et plus agréable d'emploi comporte trois branches à sections télescopiques verrouillables, ainsi qu'une rotule ou une *plate-forme panoramique* à « tête fluide » offrant les trois mouvements (tête 3D), c'est-à-dire : la rotation horizontale sur 360°, l'inclinaison verticale de  $-70^\circ$  à  $+90^\circ$  (par exemple) et le basculement latéral sur  $\pm 30^\circ$  environ. Un pied bien conçu est également muni d'une *colonne centrale* pouvant être montée à l'aide d'une manivelle actionnant une crémaillère. La colonne permet de situer l'axe optique exactement à la hauteur désirée. Les *entretoises* améliorent encore la stabilité, tandis que le *plateau rapide* (vissé à demeure sur la semelle du boîtier) permet d'attacher immédiatement le caméscope sur la plate-forme. Lorsque c'est possible, nous vous recommandons de déclencher le caméscope à l'aide de la *télécommande* : ceci évite de transmettre les vibrations provoquées par l'appui du doigt sur la détente.

Ce pied de type « professionnel » est trop lourd et encombrant pour qu'on puisse le transporter longtemps sur le terrain (mais, si vous voyagez en voiture, vous serez heureux de le trouver dans le coffre en cas de besoin).

**2 Monopode.** Léger et assez court pour être accroché sur le fourre-tout ou le sac à dos, le monopode est un précieux accessoire. Il permet de filmer – même sur une longue focale – particulièrement dans des lieux où il est impossible (ou interdit) de déployer un trépied : depuis les gradins d'un stade ou entre les fauteuils d'une salle de spectacle, par exemple.

**3 Pied de table.** Il ne mesure qu'une vingtaine de centimètres et trouve de nombreux emplois.

**4 Banc-titre.** Il est idéal pour la reproduction de documents, la réalisation des animations ou le filmage de petits sujets. Avec ce dispositif, composé d'un *plateau* et d'une *colonne* sur laquelle se déplace un *bras-support* portant le caméscope, on travaille verticalement. Condition indispensable, l'axe optique de l'objectif est toujours perpendiculaire au plan du document ou du petit objet à filmer. Le banc-titre doit être complété d'un système d'éclairage à lampes halogènes. Il faut au minimum deux sources de lumière, une de chaque côté du plateau. Dans cette configuration verticale, la visée et le cadrage se contrôlent plus aisément sur l'écran LCD orientable ou sur celui d'un téléviseur-moniteur connecté à la sortie vidéo du caméscope. Si vous êtes un peu bricoleur, vous pouvez construire un banc-titre à moindre frais

avec les éléments d'un vieil agrandisseur photo (plateau, colonne et bras-support).

**5 Supports professionnels.** Les grues et chariot de travelling.

## 15.7 Support stabilisateur inertiel : la fluidité des mouvements

Le stabilisateur intégré au caméscope assure la compensation du tremblement des mains et – plus ou moins efficacement selon son type – celle des vibrations basse fréquence engendrées par un véhicule, mais il ne peut pas corriger l'instabilité de l'image due aux mouvements propres de l'opérateur se déplaçant sur le terrain.

Une excellente solution à ce problème fut apportée dans les années 1970 par le système *Steadycam* de suspension à parallélogramme de l'ensemble caméra. Grâce à lui, un opérateur spécialisé, sportif et très entraîné à son maniement pouvait – en dépit du poids élevé de la caméra 35 mm et d'un moniteur vidéo de contrôle supportés en porte-à-faux par un corset rigide – tourner de longs plans auparavant irréalisables avec une telle fluidité : courir dans la foule, tourner autour des personnages, passer d'une pièce à l'autre, monter ou descendre un escalier, etc. Le style de bien des réalisateurs en fut profondément changé.

Pendant, le développement de la vidéo légère incita, bien des années après, la firme américaine à

développer à l'attention des vidéastes un dispositif très simplifié et de coût modéré, utilisable avec un caméscope de poids inférieur à 2 kg : le *Steadycam Junior*. Le succès de la formule fut assuré par l'apparition des caméscopes DV tous dotés d'un écran LCD permettant la visée (un ancien caméscope dépourvu de moniteur LCD orientable nécessitait l'emploi d'un moniteur LCD indépendant).

Il existe aujourd'hui de nombreux concurrents du *Steadycam Junior* (*Doggicam*, *Easyrig*, *Flypod*, *Glidecam*, *Habbycam*, *Handyman*, *L'Aigle*, *Steady Modo* (*Manfrotto*), *Steadypod*, *Steadytracker*, etc.). Dans tous les cas, le dispositif inertiel fonctionne selon le principe de « l'équilibre instable » et il est généralement constitué d'une poignée verticale équipée d'une suspension sur une bille ou un cardan, sur laquelle est attaché un balancier en arc de cercle lesté d'un contrepoids. En surfant sur Internet, vous trouverez maints exemples de systèmes à fabriquer économiquement soi-même, en suivant les conseils et les plans de vidéastes ingénieurs et bricoleurs.

Quel que soit le système, celui-ci nécessite des réglages extrêmement précis du contrepoids, lequel doit parfaitement équilibrer la masse du caméscope de manière à ce qu'il reste toujours en position verticale. Il ne suffit pas d'être assez costaud pour soutenir l'ensemble à l'aide d'une seule main et l'orienter de l'autre ; en effet, la bonne exécution des mouvements complexes demande une grande souplesse des mouvements et une gestuelle très particulière qui ne s'acquiert que par une pratique intensive. On ne naît pas « steadycameur », on le devient !



Figure 15.5 Supports stabilisateurs inertiels.

À gauche : *Steady Modo* (*Manfrotto*). À droite : *Flycam 3000* (*Steadycam*).

## 15.8 Mini-caméras embarquées

Un caméscope « classique » est pratiquement inutilisable dans les conditions sévères de prise de vues : il est trop fragile pour résister aux vibrations, accélérations et aux chocs, il est lourd et encombrant et il n'est pas efficacement protégé contre les agressions de l'environnement : humidité, forte chaleur, pluie, neige, poussière, etc. Enfin et surtout, il est conçu pour être tenu en mains, commandé et contrôlé par un opérateur.

Embarquer une mini-caméra sur un mobile – qu'il s'agisse d'un être humain, d'un véhicule, voire d'un animal – est une opération courante dont on peut voir de nombreux exemples à la télévision et sur le Web, particulièrement dans le domaine des « sports extrêmes » : compétition automobile, courses de moto, VTT, parachutisme et chute libre, vol à voile, aviation légère, neige et montagne, nautisme, etc. Il y a aussi les applications spectaculaires et pleines d'enseignements de la mini-caméra montée sur la maquette télécommandée d'un avion, planeur, hélicoptère, bateau, etc. Il existe aujourd'hui des ensembles caméra/émetteur si légers et compacts qu'on peut les faire transporter par un animal et étudier ainsi son comportement naturel.

Afin de ne pas trop nous éloigner du thème principal de cet ouvrage, nous citerons sans les détailler d'autres importants domaines d'applications des mini- et micro-caméras : la vidéo surveillance (sécurité civile, industrielle ou personnelle), la caméra espion et l'imagerie médicale (endoscopie, capsule mini-caméra ingérable).

En prenant en compte ses domaines et conditions d'emploi, quatre principaux critères de choix sont à considérer pour la sélection d'une mini-caméra vidéo embarquée :

**1 Ses qualités physiques :** compacité, robustesse, étanchéité, associés à des automatismes très fiables des réglages de l'exposition et de la balance des blancs.

**2 La résolution des images.** Dans cet ouvrage orienté vers la vidéo de création, nous devons citer en priorité les mini-caméras pouvant fonctionner en format HD (720p, 1080i, 1080p, etc.). Parmi elles, il y a ces petites merveilles que sont les tri-CCD 1/3" *Iconix HD-RH1* (39,5 × 33 × 50 mm, 64 g) et *Toshiba IK-HD1H* (44 × 44 × 78 mm, 65 g). Ces équipements de classe professionnelle sont très onéreux, mais on peut les louer pour la durée de tournage des plans considérés.

On trouve dans le commerce – à prix modéré cette fois – des mini-caméras mono-capteur délivrant des images de résolution DV (soit 720 [H] × 576 [V] pixels en PAL). Dans ce cas, les plans tournés en caméra embarquée sont d'assez bonne qualité pour être inclus dans le vidéofilm : disons que leur dynamisme et leur impact font pardonner leur moindre définition. En revanche, vous n'obtiendrez rien de bon avec les webcams et les caméras de surveillance d'entrée de gamme dont la résolution native est très insuffisante.



Figure 15.6 La mini-caméra tri-CCD 1/3" Toshiba IK-HD1H devant son coffret de commande.

*Dimensions : 44 × 44 × 78 mm. Poids : 65 g sans objectif. Format vidéo HD 1080i (1 920 × 1 080 pixels). Signaux en sortie : Digital HD-SDI (SMPTE 292M), RVB analogique ou Y/Cr/Cb.*



Figure 15.7 Micro caméra tri-CCD 1/3" Iconix HD-RH.

*Dimensions : 39,5 × 33 × 50 mm. Poids : 64 g. Elle peut fonctionner en 1080p. Sortie du signal : SDI, DVI-D ou BNC analogique.*

De prix accessible (150 € environ), la mini-caméra *Oregon Scientific ATC-2K* a la particularité d'être totalement autonome, car elle incorpore une mémoire flash interne de 32 Mo, un lecteur pour carte SD et son alimentation par deux piles de type AA. Étanche à l'eau (jusqu'à 3 m de profondeur), elle se fixe aisément sur un casque, un VTT, un ULM, etc. Dimensions : 40 mm de diamètre par 110 mm de long ; poids : 125 g. Une carte SD de 2 Go permet d'enregistrer environ deux heures de vidéo sonore de résolution standard 640 × 480 pixels, à la cadence de 30 im/s.

**3 L'objectif.** Une mini-caméra embarquée est d'abord un outil d'investigation au service d'un spécialiste. Ce dernier doit donc connaître les caractéristiques techniques réelles du matériel afin de s'assurer que les performances imagières répondront à ses besoins. Par exemple, le zoom à grande variation de focale équipant tout caméscope grand public ne convient pas du tout à une mini-caméra embarquée (il ne résiste pas aux chocs et vibrations, il n'a pas de position grand-angle, sa fonction de zooming est inutilisable, etc.).



Figure 15.8 Micro caméra Oregon Scientific ATC-2K à capteur CMOS de résolution VG.

Dimensions : 640 × 480 mm. Mémoire flash interne de 32 Mo, mais possibilité d'utiliser une carte mémoire SD de capacité jusqu'à 2 Go. Format vidéo AVI, port USB, résistant aux projections d'eau. Fixation sur casque, sur VTT ou autres équipements de sport.

Dans la majorité des cas, l'objectif à focale fixe d'une mini-caméra doit être grand-angle (GA) ou super grand angle (SGA). Dans ce cas l'objectif est rarement équipé d'un diaphragme iris et jamais d'un système autofocus : la mise au point est fixe (réglée sur l'hyper focale) et l'exposition correcte est mesurée au niveau du capteur, puis réglée automatique-

ment grâce au mini-processeur de la caméra. Le tableau 15.2 indique les angles de champ horizontal (H) et en diagonale (D) embrassés par différentes focales sur les capteurs de 1/3" et de 1/4". Reportez-vous au tableau 13.7 si vous désirez connaître la « focale photo 24 × 36 équivalente » à chacun de ces objectifs.

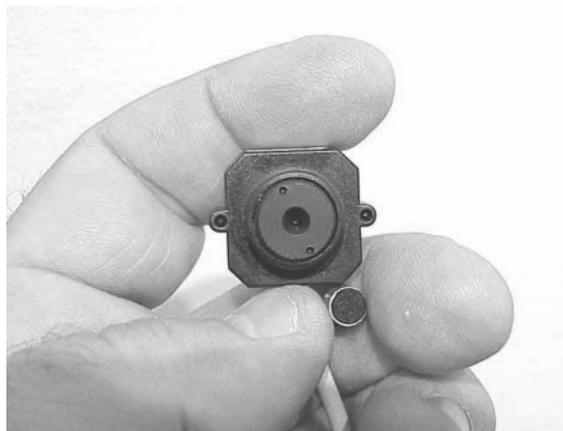


Figure 15.9 Micro Spy Camera.

Dimensions : 15 × 22 mm – Capteur 365 KP (en PAL) – Résolution horizontale : 400 lignes TV – Vitesses d'obturation : 1/60 s-1/15 000 s – Exposition, gain, balance des blancs automatiques – Éclairage minimal : 3 lx à f/1,2 – Objectif 3,6 mm f/2,0 – Microphone incorporé – Alimentation 5-9 V – Consommation : 40 mA (max).

**4 La sensibilité.** Cette caractéristique importante a été abordée au chapitre 13 (cf. 13.3.4), mais les spécifications précises données par le fabricant d'équipements à usage professionnel ou scientifique confirment le fait qu'un système caméra est d'autant plus sensible

Tableau 15.2 Quelques objectifs à focale fixe pour mini-caméra vidéo\*

Longueur focale	AdC (H)	AdC (D)
Capteur 1/3" : 4,8 (H) × 3,6 (V) mm – Diagonale 6 mm		
1,5 mm	116°	126°
2,0 mm	100°20'	112°36'
2,8 mm	81°12'	94°
4,0 mm	62°	73°42'
6,0 mm	43°36'	53°
8 mm	33°20'	41°06'
15 mm	18°12'	22°36'
Capteur 1/2" (cible 6,4 × 4,8 mm ; diagonale = 8 mm)		
6,0 mm + convertisseur grand-angle 0,7x (f = 4,2 mm)	74°36'	87°12'
6,0 mm	56°	67°18'
7,5 mm	46°12'	56°08'
8,0 mm	43°36'	53°
15 mm	24°	29°52'

\* La plupart de ces objectifs du catalogue Toshiba sont à ouverture fixe f/2,2. Nous avons recalculé les angles de champ (selon la méthode indiquée en 13.5.3).

que son capteur est plus grand (en fait, la surface de ses pixels, mais cela revient au même). Par exemple, Toshiba commercialise deux mini-caméras tri-CCD de même résolution, mais qui diffèrent par la taille des capteurs et par conséquent la surface des pixels : le tableau 15.3 montre que la caméra à capteurs  $3 \times 1/2''$  est environ deux fois plus sensible que la caméra à capteurs  $3 \times 1/3''$ .

Tableau 15.3 Sensibilité et taille du capteur

Modèle Toshiba	IK-TU52H	IK-TU53H
Taille des capteurs RVB	$3 \times 1/2''$	$3 \times 1/3''$
Dimensions des pixels	$8,6 \times 8,3 \mu\text{m}$	$6,5 \times 6,25 \mu\text{m}$
Surface d'un pixel	$71,38 \mu\text{m}^2$	$40,62 \mu\text{m}^2$
Surface de la cible	$31 \text{ mm}^2$	$17 \text{ mm}^2$
Sensibilité nominale	2 000 lx f/5,6	2 000 lx f/8
Sensibilité maximale (f/1,4, 1/60 s, + 20 dB)	2 lx	4 lx

## 15.9 Enregistreurs vidéo et émetteurs/récepteurs HF

Qu'elle soit embarquée, de surveillance, webcam ou de studio, la caméra capture les scènes « en direct ». Il n'y a pas si longtemps, le seul support d'enregistrement disponible était la cassette de bande magnétique : magnétoscope indépendant ou intégré dans le caméscope. Aujourd'hui, les caméscopes à cassette sont en constante régression : parmi les 35 caméscopes grand public sélectionnés par la FNAC dans son guide d'achat *Hiver 2007-2008*, 9 seulement utilisaient « encore » la cassette MiniDV ; les 26 autres modèles étaient à disque dur (HDD), à MiniDVD (DisCam) ou à carte mémoire.

On peut utiliser un caméscope en tant qu'enregistreur de caméra externe, à condition qu'il soit doté d'une entrée vidéo analogique (*Video In*) permettant d'enregistrer le signal vidéo (et audio) issu de la caméra indépendante dans le VTR (*Video Tape Recorder*) du caméscope. C'est le cas de beaucoup d'anciens appareils à cassette MiniDV ou Digital-8 mais de très peu de caméscopes de plus récente génération : sur les 35 modèles évoqués ci-dessus, un seul possède une entrée vidéo analogique (et quatre une entrée numérique type IEEE-1394).

Il y a trois façons d'enregistrer les séquences filmées sur le support adéquat :

- Support d'enregistrement contenu dans le même boîtier que la mini-caméra.
- Sortie vidéo (plus éventuellement sortie audio) de la caméra connectée par câble à l'enregistreur indépendant.
- Les signaux recueillis par la mini-caméra sont transmis par voie hertzienne à l'enregistreur.

**1 Enregistreur intégré à la caméra.** Vous en connaissez bien le principe qui est mis en œuvre dans les « caméraphones » et autres baladeurs imageurs ; ces appareils disposent d'une carte mémoire et/ou d'un mini-disque dur permettant l'enregistrement des photos et séquences vidéo (habituellement de faible résolution) capturées par la caméra. Nous avons donné plus haut l'exemple de la mini-caméra *Oregon Scientific ATC-2K* qui est dotée d'une mémoire interne de 32 Mo, plus un *slot* pour carte mémoire SD de capacité maximale 2 Go.

**2 Enregistreur indépendant.** On trouve maintenant dans le commerce pléthore de boîtiers autonomes (alimentés par piles ou accus) pourvus d'un disque dur de grande capacité et d'un écran LCD (ou autre) permettant – parmi de nombreuses autres fonctions – de visualiser les séquences animées (et sonores) captées par une caméra. Avec des équipements qui ne sont pas de même génération ni/ou de la même marque, il n'y a pas forcément compatibilité directe entre la nature du signal vidéo sortant de la caméra et l'interface d'entrée de l'enregistreur, mais il est souvent possible de régler le problème grâce à l'emploi d'un adaptateur d'interface ou d'un logiciel de conversion. Le domaine évolue avec une telle rapidité que les « baladeurs multimédias » les plus élaborés sont conçus d'emblée pour enregistrer (et lire) les séquences de vidéo ou TV HD en format de fichier AVCHD, lequel semble s'imposer rapidement pour le stockage de la vidéo sur disque dur, carte mémoire ou miniDVD ou miniBD.

**3 Vidéo (et audio) transmise par liaison HF.** La transmission à distance sans fil (dite « hertzienne ») des données numériques est maintenant entrée dans les mœurs. Elle est popularisée en particulier par la connexion WiFi des ordinateurs et autres appareils nomades *via* les bornes réceptrices du réseau public Internet. L'opération consiste à transmettre par voie hertzienne (la « radio ») l'image et le son capturés par une caméra à une certaine distance. Ce type de liaison implique l'emploi d'un couple d'appareils : un émetteur (et son antenne) côté caméra et un récepteur (et son antenne) côté enregistreur et/ou moniteur. Les appareils de qualité destinés à l'usage du grand public fonctionnent en modulation de fréquence (FM), le plus souvent dans la bande des fréquences radio de 2,4 GHz ; ils disposent de plusieurs canaux et fonctionnent parfois en mode « diversité », c'est-à-dire avec commutation automatique sur le canal de fréquence qui est le moins perturbé par l'environnement ambiant. Cependant, la bande de 2,4 GHz étant de plus en plus saturée, on trouve maintenant des systèmes émetteur-récepteur fonctionnant – avec moindre risque d'interférences – dans la bande des 5 GHz (en PAL, 4 canaux sélectionnables compris entre 5 745 et 5 805 MHz). Rappelons que la bande de 1,2 GHz est réservée à certains services publics et celle des 900 MHz à la téléphonie mobile. Dans les bandes « amateurs » UHF de 2,4 ou 5 GHz, le système de transmission ne fonctionne correctement qu'en visibilité directe des

antennes émettrice et réceptrice (ce qu'on appelle « champ libre »), avec une puissance limitée par les règlements nationaux (les allocations de fréquence et les puissances rayonnées admises diffèrent selon les pays). Par exemple, la puissance est limitée à 100 mW dans la gamme des 2,4 GHz (à 10 mW seulement sur le canal 2,485 GHz) et elle est comprise entre 200 mW et 1 W dans la bande, pour l'instant moins encombrée, des 5 GHz. Selon l'équipement considéré, sa bande de fréquence, la nature de son antenne, etc., la portée en champ libre est comprise entre quelques dizaines de mètres et un kilomètre.



Figure 15.10 Ensemble émetteur-récepteur Video Sender PVTS-2 Spyville.

Le système fonctionne dans la bande des 2,4 GHz et dispose de 4 canaux de transmission. L'émetteur (à droite) est alimenté en courant continu 12 V par un pack séparé de 8 batteries AA, il est conçu pour être porté sur le corps. Le récepteur (à gauche) se commute automatiquement sur le canal délivrant le meilleur signal. La portée utile est de l'ordre de 100 m en visibilité directe.

La transmission *via* une liaison HF des images capturées par une mini-caméra embarquée sur un mobile permet des réalisations spectaculaires, dont les compétitions automobiles de Formule 1 (une ou deux caméras par voiture) sont sans doute le plus bel exemple.

Dans la catégorie des mini-caméras facilement embarquables, en particulier sur des maquettes d'avions, hélicoptères, trains, bateaux, etc., l'*EyeCam* (fabricant *Draganfly*) est d'une incroyable compacité : équipée d'un capteur CMOS et d'un objectif grand-angle  $f/1,2$ , elle fonctionne à partir d'un éclairage de 3 lx et délivre des images standard PAL de 365 kP. Avec son émetteur intégré opérant dans la bande des 2,4 GHz (4 canaux), elle mesure  $15 \times 22 \times 32$  mm pour un poids de 10 g (sans l'alimentation 5 V). La portée en champ libre est de 300 m environ. Le récepteur est équipé d'une antenne directionnelle à lobe  $60^\circ$ . Il fonctionne en mode « diversité » en assurant la commutation automatique entre les quatre canaux, de manière à recevoir l'image la plus « propre » possible. Si vous en avez le loisir, nous vous suggérons de visiter sur le Web (composez Google > Vidéo Aigle, par exemple), une admirable série de six petits vidéofilms intitulée

« Caméra embarquée sur un aigle en plein vol » : elle fut réalisée avec ce type de mini-caméras émettrices.

## 15.10 Vidéo subaquatique

La pratique de plus en plus fervente des sports de plongée a fait découvrir à ses adeptes les somptueux paysages sous-marins, leur faune et leur flore infiniment variés. La vidéo sous-marine en profondeur ne peut bien sûr être pratiquée qu'en équipe d'au moins deux plongeurs émérites et en pleine forme physique. Elle impose l'emploi d'un équipement hautement spécialisé et onéreux : un caisson étanche pour le camescope et un système d'éclairage continu.



Figure 15.11 Camescope en caisson étanche utilisé ici en spéléologie.

Il est équipé de deux petites torches latérales d'éclairage. Photo Gérard Galès.

À partir d'une certaine profondeur, le paysage sous-marin apparaît uniformément coloré en bleu verdâtre. Jouant le rôle d'un filtre, la masse liquide absorbe progressivement d'abord le rouge, puis l'orangé, enfin le jaune. À 10 m de profondeur, il ne reste pratiquement que le bleu-vert. Cette forte dominante monochrome n'étant que la conséquence de l'absorption des radiations spectrales de plus grande longueur d'onde, il suffit d'éclairer la scène avec de la lumière blanche pour faire apparaître une profusion de couleurs chatoyantes et d'une fascinante beauté.

**1 Considérations optiques.** Comme le savent tous les plongeurs, les distances apparentes des objets sont réduites de 25 % par rapport à leur distance réelle (hors de l'eau) : ce phénomène est provoqué par la différence d'indice de réfraction entre l'air ( $n = 1$ ) et l'eau ( $n = 1,3$  environ). La MaP doit être faite sur la distance apparente sous l'eau et non par préaffichage de la distance « terrestre » équivalente. Bien que le système AF du camescope continue à fonctionner normalement, il y a généralement intérêt à régler et fixer la MaP sur une distance prédéterminée.

Notion essentielle, l'angle de champ de l'objectif du camescope se trouve réduit dans les mêmes proportions. Si, par exemple, la plus courte focale du zoom est équivalente à celle d'un 40 mm (AdC 48°, dans l'air), elle est apparemment convertie en  $(40 \times 1,3) = 52$  mm (AdC 37°, dans l'eau). Or, sous l'eau, on a intérêt à opérer à la plus courte distance du sujet possible (d'une part, afin de réduire au minimum l'épaisseur d'eau contenant des particules en suspension, d'autre part pour l'éclairer suffisamment), de sorte que cette focale apparente de 52 mm est trop longue pour filmer dans de bonnes conditions. Pour cette raison, on peut utiliser un complément optique grand-angle afin d'élargir le champ et opérer de plus près. Dans le cas ci-dessus, un convertisseur 0,6× transformera la focale apparente de 52 mm en  $(52 \times 0,6) = 32$  mm environ (AdC 59° environ). Une autre solution consiste à utiliser une mini-caméra étanche pourvue d'un objectif grand-angle et d'un système d'éclairage, généralement une couronne de diodes Led (cf. 15.8).



Figure 15.12 Caisson étanche pour vidéo sous-marine (Light & Motion).

Ses particularités : le moniteur LCD servant au cadrage est commodément situé au-dessus du caisson. Les deux torches sont très éloignées de l'axe optique, grâce à des bras orientables.

**2 Éclairage et exposition.** Par beau temps et en eau claire, la lumière solaire reste très abondante, même à plus de 10 m de profondeur : il n'y a aucun problème

d'exposition et – en mode automatique – le système de mesure du camescope fonctionne parfaitement sur une scène subaquatique qui est rarement contrastée compte tenu de la lumière diffusée par l'élément liquide. Si l'on utilise habituellement la torche vidéo étanche au-delà de 10 m de profondeur, c'est dans le dessein d'enregistrer d'autres couleurs que le sempiternel « grand bleu ». Pour obtenir un éclairage esthétiquement valable, il est fondamental d'éloigner notablement la source de lumière de l'axe optique du camescope. Sinon, la lumière se réfléchirait d'abord sur les particules en suspension dans la couche d'eau séparant l'objectif du sujet et les images en seraient gâchées. Plusieurs méthodes permettent de le faire : éloigner la torche du caisson au moyen d'une longue tige articulée, l'orienter à bout de bras, ou bien la faire tenir sous un angle assez oblique par un compagnon de plongée.

**3 Équipements pour vidéo subaquatique.** Nous donnerons des indications d'ordre général, en vous laissant le soin – si vous êtes concerné – de vous documenter sérieusement auprès des spécialistes de la plongée et de l'imagerie sous-marine (livres, magazines, clubs de plongée, ressources et forums Internet, magasins spécialisés, etc.). Si vous en avez le loisir, nous vous conseillons la visite du *Salon de la plongée sous-marine*, l'un des plus importants au monde : il se déroule en janvier de chaque année au Parc des Expositions (Paris, Porte de Versailles).

Un caisson sous-marin un peu évolué est muni d'un hublot (ménisque à faces parallèle) appelé « dôme » : contrairement à un hublot plat, il assure une certaine correction de la réfraction marginale, évite le vignettage et améliore la définition dans la région périphérique de l'image. Outre les problèmes propres à la plongée (équilibre, maniabilité, étanchéité assurée par des joints toriques, etc.), les autres critères essentiels de choix d'un caisson sont la qualité de la visée (pour cela, le moniteur LCD du camescope est des plus efficace) et l'accessibilité aux principales commandes.

Il existe de nombreux modèles de caissons rigides en matériau plastique (ou en alliage d'aluminium pour les équipements grande profondeur) qui sont spécifiquement conçus ou peuvent s'adapter à certains modèles de camescopes. Voici une liste non exhaustive de fabricants : *Amphibico, Dyron, Easy-Dive, Ewa-Marine, Extrem'Vision, Gates, Ikelite, Light & Motion, Mangrove, Nimar, Patima, Sea & Sea, Sealux, Silverfish, Sony* (caissons sport), *Subspace*.



## La prise de son

La bande sonore fut longtemps le parent pauvre de la vidéo : le son analogique enregistré avec un caméscope ou lu sur un magnétoscope VHS « de salon » était franchement médiocre. Né avec le CD remplaçant le disque vinyle, l'enregistrement sonore en numérique fut un immense progrès. Les formats vidéo actuels ont certes la capacité théorique d'enregistrer et de restituer une qualité sonore digne d'une chaîne HiFi, mais ce n'est sûrement pas en laissant votre caméscope se débrouiller avec son micro intégré et ses automatismes que vous y parviendrez.

### Remarque

Il n'est pas nécessaire d'être un expert en science acoustique pour devenir un excellent « ingénieur du son » ; c'est plutôt une affaire de talent et de pratique. Il n'empêche que dans un spectacle audiovisuel de qualité, la bande sonore est aussi importante que les images. C'est pourquoi nous avons pensé utile de développer ces notions complexes à l'intention du vidéaste également passionné par l'enregistrement sonore. Si vous n'en faites pas partie, n'hésitez surtout pas à « sauter » ce chapitre !

### 16.1 Microphone externe

Vous savez qu'il est rarement possible de capturer un son *live* de qualité optimale avec le micro intégré au caméscope : on fait naturellement appel au microphone externe. Référez-vous au chapitre 5 où ses conditions d'emploi au tournage sont étudiées très en détail. Nous y avons vu (cf. 5.3.1) que, sur le plan pratique, la *directivité* – indiquée par le *diagramme polaire* du microphone considéré – est la caractéristique essentielle qui permet de les classer en trois principaux types (*omnidirectionnel*, *bidirectionnel* et *unidirectionnel*). Parmi les micros unidirectionnels, on distingue encore – dans l'ordre de sélectivité croissante – les micros *cardioïde*, *supercardioïde*, *hypercardioïde* (ou *canon*), plus la variante *micro zoom* à angle de directivité variable. Nous traiterons du micro HF en fin de chapitre (cf. 16.10).

### 16.2 Intensité des sons

On l'exprime de manière subjective en fonction de l'intensité sonore ressentie par l'oreille humaine. Compte tenu de la grande amplitude des intensités sonores perceptibles et le fait que la « réponse » de notre système auditif n'est pas linéaire, on mesure ces intensités sur une *échelle logarithmique*, en *décibel audio* (dBA). Le *niveau d'intensité* est lié à l'intensité par la relation :

$$\text{dBA} = 10 \cdot \log_{10}(I/I_{\text{réf}}) \quad (\text{a})$$

... dans laquelle le niveau d'intensité est exprimé en dBA (A pour audio) ou SPL (*Sound Pressure Level*) ; I est l'intensité du son et  $I_{\text{réf}}$  le niveau de référence arbitrairement choisi. Ce dernier est le seuil de perception

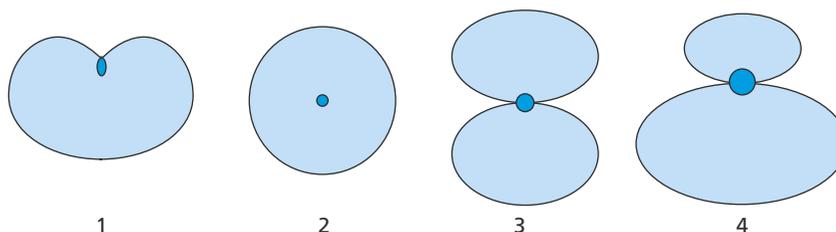


Figure 16.1 Directivité des microphones : principaux diagrammes polaires.

1 Cardioïde – 2 Omnidirectionnel – 3 Bidirectionnel – 4 Hypercardioïde.

de l'ouïe humaine pour un son continu de fréquence 1 000 Hz. Par définition, on a :  $0 \text{ dB} = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ .

Le tableau 16.1 indique les ordres de grandeur des puissances sonores ( $\text{W/m}^2$ ) et des niveaux d'intensité (dBA) de différentes sources.

### Expression logarithmique de la pression acoustique (P)

La *pression acoustique* (de l'air s'exerçant sur la capsule du microphone ou sur le tympan de l'oreille) peut également s'exprimer en dB (une pression est plus facile à mesurer qu'une intensité). Cependant, l'intensité étant cette fois proportionnelle *au carré de la pression*, il faut – dans l'équation (a) – remplacer I par  $P^2$  :

$$\text{dB} = 10 \cdot \log_{10}(P^2/P_{\text{réf}}^2) \quad (\text{b})$$

On peut réécrire l'équation (b) sous la forme équivalente\* :

$$\text{dB} = 2 \times 10 \cdot \log_{10}(P/P_{\text{réf}}) \text{ soit :}$$

$$\text{dB} = 20 \cdot \log_{10}(P/P_{\text{réf}}) \quad (\text{c})$$

On en déduit que la pression double tous les 6 dB et qu'elle est décuplée tous les 20 dB.

Valeur de  $P_{\text{réf}} = 20 \mu\text{Pa}^{**} = 0 \text{ dB}$  : seuil d'audibilité pour un son de fréquence 1 000 Hz.

\* En effet :  $\log(x^n) = n \cdot \log(x)$

\*\* Le pascal (Pa) est l'unité de pression acoustique (cf. 16.5). Il s'agit ici du millionième de pascal, ou micropascal ( $1 \mu\text{Pa} = 10^{-6} \text{ Pa}$ ).

## 16.3 Trois familles de micros

**1 Microphone dynamique.** Une bobine reliée à une membrane oscille librement dans le champ magnétique annulaire rayonné par un aimant permanent. Quand les ondes sonores frappent la membrane, celle-ci se met en mouvement sous l'effet de la pression acoustique, entraînant la bobine mobile. Par un phénomène d'induction (analogue à celui d'une tête

Tableau 16.1 Niveaux sonores (ordres de grandeur)

Puissance ( $\text{W/m}^2$ )	Niveau sonore (dBA)	Exemples de sources sonores
$1\ 000 \times 10^{-12}$	0	Seuil de perception de l'ouïe humaine
$1\ 000 \times 10^{-11}$	10	Frémissement des feuilles d'arbre
$1\ 000 \times 10^{-10}$	20	Chuchotement
$1\ 000 \times 10^{-9}$	30	Conversation à voix basse
$1\ 000 \times 10^{-8}$	40	Ambiance sonore d'un appartement
$1\ 000 \times 10^{-7}$	50	Conversation normale
$1\ 000 \times 10^{-6}$	60	Dans un magasin
$1\ 000 \times 10^{-5}$	70	Dans la rue d'une ville
$1\ 000 \times 10^{-4}$	80	Atelier d'usine
$1\ 000 \times 10^{-3}$	90	Limite légale de l'intensité sonore
$1\ 000 \times 10^{-2}$	100	Un marteau-piqueur à 3 m
$1\ 995 \times 10^{-2}$	103	Deux marteaux-piqueurs à 3 m
$1\ 000 \times 10^{-1}$	110	Avion à hélice au décollage
1	120	Avion à réaction au décollage
10	130	Douleur auditive
100	140	Départ de fusée à distance
1 000	150	Coup de canon proche

#### Remarques sur le tableau 16.1

1 Le son le plus fort que vous pouvez supporter est au moins 100 milliards de fois plus intense que le son le plus faible que votre ouïe peut détecter. L'amplitude des sons audibles est d'environ  $1:100\ 000\ 000\ 000$  (ou  $1:10^{12}$ ), mais il est plus facile d'écrire qu'elle est de 110 dB (0 dB étant, pour l'ouïe humaine parfaite, le silence absolu).

2 L'échelle des niveaux sonores (dB) étant logarithmique (base 10), à une augmentation de 10 dB correspond un son 10 fois plus puissant ( $\text{W/m}^2$ ). Un niveau de 80 dB est acceptable dans la vie courante, alors que 90 dB, 10 fois plus fort, est le niveau maximum toléré par la loi ; quant au niveau de 100 dB – par conséquent 100 fois plus intense que 80 dB – il devient vite insupportable (et potentiellement dangereux).

3 Deux marteaux-piqueurs côte à côte sont certes deux fois plus bruyants qu'un seul, mais le niveau sonore que nous « ressentons » n'augmente que de 3 dB : il en faudrait dix pour qu'il semble avoir doublé (110 dB)... mais gare à vos tympans !

4 Les personnes fréquentant assidûment les concerts de musique pop ou autres « rave parties » – où l'intensité sonore diffusée par des enceintes de haute puissance atteint et dépasse couramment 120 dB – seront très probablement affectées de déficiences auditives plus ou moins graves. Le vrai problème, c'est qu'elles n'en prennent conscience que bien plus tard, alors que les dommages causés à l'oreille interne sont devenus irréversibles.

magnétique lisant une bande), des tensions électriques modulées sont produites dans la bobine, puis recueillies et amplifiées en vue d'enregistrement. D'excellente qualité, robuste et peu sensible aux variations climatiques, le micro dynamique a l'avantage de ne nécessiter aucune alimentation. Généralement en forme de « cornet de glace », son principal défaut est sa faible sensibilité qui ne le rend efficace qu'à proximité de la source ou en présence d'un son puissant. C'est un bon micro de commentaire, d'interview ou pour un chanteur (à tenir très près de la bouche du locuteur). À moins d'être émetteur HF, il convient mal en tant que micro externe pour camescope, auquel on demande d'être assez sensible pour capter des sons relativement faibles à moyenne distance.

**2 Microphone électrostatique** (souvent appelé « à condensateur »). Sa « capsule » est en effet un condensateur à capacité variable dont l'une des électrodes est une membrane métallique circulaire, séparée d'une électrode fixe par une très mince couche d'air (de 20 à 40  $\mu\text{m}$  d'épaisseur) jouant le rôle de diélectrique (isolant). Les variations de pression de l'air engendrées par les ondes acoustiques déplacent la membrane ; l'épaisseur de la couche d'air – c'est-à-dire la capacité du condensateur – est ainsi modulée continûment en fonction de l'intensité et de la fréquence des ondes sonores qui frappent la membrane. Ces variations de capacité sont converties en variations de tension par l'application, entre les électrodes, d'une tension de polarisation (de 12, 24 ou plus souvent 48 V) à travers une résistance. Les variations de tension recueillies aux bornes de la résistance étant très faibles – de l'ordre du microvolt – elles sont préamplifiées dans le corps du micro par un circuit à transistors FET (à effet de champ), cela à un niveau suffisant pour que le signal puisse être véhiculé par câble jusqu'à l'ampli de l'appareil enregistreur. La tension de polarisation (et de préampli) est le plus souvent fournie – par exemple depuis la console de mélange du studio – par une alimentation « fantôme », c'est-à-dire que, dans le câble, la polarité positive du courant continu (CC) est véhiculée à la fois par les deux conducteurs du signal, tandis que le retour du courant (mais pas du signal !) s'effectue par le blindage de masse (cf. 16.9.6).

Le micro électrostatique est très sensible et il délivre un signal de haute qualité, mais il est fragile, très onéreux et nécessite une alimentation permanente de moyenne tension. Pour toutes ces raisons, il est essentiellement utilisé pour la prise de son professionnelle en studio d'enregistrement.

**3 Microphone à électret.** Son architecture et son fonctionnement sont identiques à celui du micro électrostatique ci-dessus, à une importante différence près : il n'a pas besoin comme lui de tension de polarisation externe. Dans le condensateur « à air », l'une des électrodes est revêtue intérieurement d'une épaisseur de matériau dit *électret*, lequel a la propriété de conserver une charge électrostatique permanente qui lui été

imprégnée lors de la fabrication. Dans les micros anciens ou les plus simples, l'électret fait partie de la membrane, alors que les performants micros d'aujourd'hui sont généralement de type « back electret », ce qui veut dire que le matériau est déposé sur l'électrode solide fixe ; le micro est plus robuste et l'on peut employer une membrane constituée d'un film plastique métallisé extrêmement mince (2  $\mu\text{m}$  environ), donc très sensible aux pressions et fréquences acoustiques. Bien que la polarisation des électrodes soit permanente, le microphone à électret nécessite quand même un faible courant basse tension pour l'alimentation du préamplificateur FET de sortie et l'adaptation de l'impédance élevée de la capsule à celle de l'entrée micro des camescopes et autres enregistreurs indépendants.

Le préamplificateur incorporé à l'électret créant du bruit, le fabricant spécifie parfois un rapport signal/bruit (généralement à 94 dB SPL = pression de 1 Pa) ou, plus souvent, une valeur de « bruit acoustique équivalent » qui se situe habituellement autour de 20-30 dB SPL.

Le micro intégré à tous les camescopes est de ce type ; c'est également le cas de la plupart des micros externes utilisés en vidéo légère et pour l'enregistrement sonore sur le terrain. Outre le fait qu'il peut être ultra-miniatérisé (ce qui rend son emploi incontournable dans toutes les applications mobiles et informatiques), un bon microphone à électret peut offrir au vidéaste des performances comparables, voire supérieures à celles d'un électrostatique bien plus onéreux et pratiquement inutilisable en « baladeur autonome ».

## 16.4 Alimentation du micro externe

Sur les divers modèles de microphones à électret, l'alimentation est le plus souvent fournie par une pile 1,5 V logée dans le corps du microphone, ou, pour quelques modèles, par un mini-boîtier à pile à intercaler sur le câble micro : ce qui est indiscutablement la meilleure formule, puisqu'elle conserve l'indépendance d'emploi du micro par rapport à l'équipement sur lequel il est connecté. Certains micros « dédiés » sont en revanche alimentés *via* une prise « *Plug In Power* » (2,5 V) de l'appareil (Sony), ou bien par la griffe porte-accessoires du camescope. Ces solutions « propriétaires » qui imposent l'emploi d'un micro spécifique à un camescope donné sont, selon nous, à proscrire ; à moins bien sûr qu'une entrée micro « normale » ne soit également disponible sur l'appareil considéré.

## 16.5 Sensibilité d'un microphone

La sensibilité d'un microphone est caractérisée par la *tension électrique* en millivolt (mV) du signal délivré

en sortie, lorsqu'il reçoit une onde sonore produisant une *pression acoustique* de 1 *pascal* (**Pa**). 1 Pa correspond au niveau sonore 94 dB SPL. La sensibilité est donc exprimée en mV/Pa. La sensibilité d'un microphone pouvant varier en fonction de la *fréquence* de l'onde sonore (la « hauteur » du son), elle est toujours indiquée dans les spécifications pour une fréquence de 1 000 Hz. Le tableau 16.2 indique la sensibilité approximative des différents types de microphones.

Tableau 16.2 Sensibilité des micros

Type de microphone	Sensibilité
Dynamique à ruban	$\pm 1$ mV/Pa
Dynamique à bobine mobile	1,5 à 3 mV/Pa
À électret	1,8 à 10 mV/Pa
Électrostatique	10 à 40 mV/Pa

## 16.6 Impédance

L'impédance est la valeur en ohms ( $\Omega$ ) de la résistance interne d'un circuit à un courant alternatif, tel que le signal audio issu d'un microphone. Un circuit à haute impédance tend à avoir une tension élevée et un courant faible et, inversement, un circuit basse impédance, une tension relativement faible et un courant élevé.

Quand vous connectez deux appareils électroniques entre eux, l'un est la *source*, d'où le signal est extrait (sortie), l'autre est la *charge* qui le reçoit (entrée). La source a une certaine impédance de sortie (output) et la charge une certaine impédance d'entrée (input). Du temps lointain des amplis à tubes électroniques, il fallait – afin de bénéficier d'un transfert de *puissance* maximal – que les impédances de la source et de la charge fussent identiques (en général de 600  $\Omega$ ). Ce n'est pas le cas des amplis à transistors : quand l'impédance de la charge est de 5 à 10 fois plus élevée que l'impédance de la source, on bénéficie du meilleur rendement pour le transfert des variations de *tension* entre les deux appareils. Or, c'est bien un signal audio modulé en tension qu'il faut transporter entre le micro et l'entrée micro du camescope ou autre enregistreur. La résistance interne du câble ne s'opposant que très peu au passage du courant, celui-ci peut être de grande longueur sans provoquer d'atténuations ni de distorsions en fréquence du signal, mais à la condition expresse que le câble soit spécialement protégé contre les champs radioélectriques et électromagnétiques externes grâce à une *connexion symétrique* (cf. 16.7).

Un micro à *haute impédance* (de 10 à 50 k $\Omega$ ) – du type employé, par exemple, sur une guitare électrique – est inutilisable pour nos applications : nous n'aurons affaire qu'à des micros de *basse* (50 à 600  $\Omega$ ) ou de *moyenne impédance* (1 à 5 k $\Omega$ ). Le seul facteur à considérer en pratique est le rapport entre l'impé-

dance de la source (le microphone) et l'impédance de la charge (l'entrée micro du camescope). Idéalement, ce rapport est de l'ordre de 1:10, mais disons (sans donner des précisions qui nous entraîneraient trop loin), que le système peut fonctionner tant que l'impédance de la source est sensiblement moins élevée que l'impédance de la charge.

En revanche, la connexion d'un micro d'impédance supérieure à celle de l'impédance de la charge a toujours pour conséquence une déformation importante du signal, l'apparition de parasites, voire la disparition du signal noyé dans le bruit.

La plupart des micros professionnels sont à très basse impédance, typiquement moins de 150  $\Omega$  : ils doivent donc être connectés à une entrée d'impédance 1 à 1,5 k $\Omega$ .

L'impédance de l'entrée micro d'un camescope (ou autre enregistreur portable) étant toujours supérieure à 5 000  $\Omega$  (5 k $\Omega$ ), il s'ensuit que l'on peut y connecter des micros dont l'impédance va, selon les modèles, de 200  $\Omega$  à 3 k $\Omega$  ou plus. Cependant, beaucoup de micros à électret conçus pour cet usage ont une impédance comprise entre 200  $\Omega$  et 600  $\Omega$ , cette dernière valeur étant la plus courante, jusqu'à devenir une sorte de « standard » chez bien des fabricants (cf. tableau 16.4).

## 16.7 Branchement microphone asymétrique ou symétrique

**1 Asymétrique.** L'entrée micro d'un camescope grand public est toujours *asymétrique*, c'est-à-dire que le câble micro (mono) comprend un seul conducteur actif du signal, le retour du faible courant signal s'effectuant par la tresse de blindage du câble. Le câble de liaison asymétrique est sensible aux interférences radioélectriques, tel le rayonnement électromagnétique du courant secteur alternatif 50 Hz (le ronflement), la réception d'une émission radio ou de l'émission d'un téléphone mobile, etc., le blindage du câble se comportant alors comme une antenne. Dans un environnement perturbateur, il est en pratique déconseillé d'utiliser un câble micro plus long que 3 m.

**2 Symétrique.** Au contraire, la connexion *symétrique* utilise un câble de liaison à deux conducteurs (l'un pour le signal, l'autre pour le retour de ce signal), contenus dans un blindage commun. Ce blindage relié à la masse joue le rôle de bouclier protecteur contre les interférences radioélectriques ou électromagnétiques extérieures, ce qui permet d'éloigner le micro à plusieurs dizaines de mètres s'il le faut de l'entrée micro du camescope (ou autre enregistreur). Par exemple, un bon câble avec connexion symétrique peut acheminer sur une quarantaine de mètres – avec une perte négligeable de 1 dB à 10 000 Hz – le signal issu d'un micro d'impédance 150  $\Omega$ .

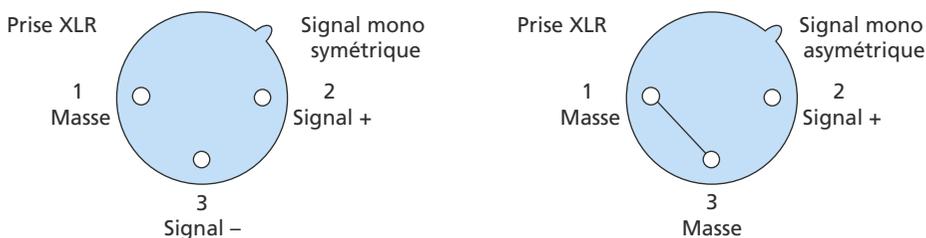


Figure 16.2 Branchement microphone sur connecteur XLR symétrique (à gauche) et asymétrique (à droite, les contacts 1 et 3 sont reliés à la masse).

**Alimentation fantôme.** L'alimentation fantôme permet de délivrer le courant continu (CC) de tension nécessaire à la polarisation d'un micro électrostatique et à son préampli d'adaptation en impédance (ou bien le courant nécessaire au seul préampli d'un micro à électret polarisé par construction) à travers le câble blindé à deux conducteurs qui véhicule le signal audio depuis le micro. En d'autres termes, l'alimentation fantôme nécessite toujours la connexion symétrique.

Pour que l'alimentation fantôme puisse fonctionner, il faut que, dans le câble, les deux conducteurs aller-retour du signal audio – qui servent en même temps au transport du « plus » du courant continu (CC) fantôme – soient équilibrés avec la masse (le blindage) du câble par lequel s'effectue le retour du « moins » de ce CC. La polarité *positive* du courant d'alimentation du microphone est distribuée à la fois et également sur les deux conducteurs actif/retour du signal (qui n'en est donc pas affecté), tandis que le retour du courant d'alimentation (le *néгатif*) se fait par la tresse de blindage (connectée à la broche n° 1 d'un connecteur XLR).

Dans la réalité, seuls quelques camescopes haut de gamme, ainsi bien sûr que tous les équipements institutionnels et professionnels, sont dotés d'entrées/sorties audio symétriques, avec connecteurs trois broches de type XLR ou équivalent et alimentation « fantôme » assurant de plus la meilleure protection des câbles contre les interférences électromagnétiques.

### Remarque

Il est parfois possible de « symétriser » le câble d'un micro conçu pour la connexion asymétrique « normale » à l'entrée micro d'un camescopie, par exemple pour l'adapter à l'entrée « ligne » d'un pupitre de mélange (ou d'une « mixette »). Ceci demande outre l'emploi d'une alimentation fantôme, de solides connaissances en électronique dont la description sortirait – davantage que certaines autres... – du cadre de cet ouvrage. Ce genre d'informations se trouve en revanche assez facilement sur les forums spécialisés.

## 16.8 Bande passante et réponse en fréquence

On appelle *bande passante*, l'étendue des fréquences sonores qu'un microphone est capable de capter et de transmettre à l'enregistreur : entre 20 Hz et 20 kHz pour les meilleurs. La *courbe de réponse en fréquence* d'un microphone exprime le degré de fidélité avec lequel il délivre, à partir d'un son de niveau donné (dB), un signal d'amplitude constante (mV), cela sur toute l'étendue de sa bande passante. Si l'on ne considère que ce seul critère, le meilleur micro serait celui dont la courbe de réponse est parfaitement plate. Bien que ce soit le cas de quelques microphones professionnels, la plupart des autres s'en écartent, parfois de manière significative.

Néanmoins, les déviations négatives (pertes) ou positives (gain) de la réponse en fréquence ne sont pas forcément nuisibles : pour le spectacle en direct (musique, comédiens, chanteurs), elles sont souvent créées volontairement – par filtrage sélectif à partir du pupitre de mixage, parfois grâce à un réglage disponible sur le micro lui-même – dans le but de conférer au son des caractéristiques spécifiques. Par exemple, on accentue les hautes fréquences aux alentours des 4 000 Hz afin d'augmenter l'intelligibilité de la voix (ce qu'on appelle une « bosse de présence »), ou bien l'on coupe la réponse du micro en dessous de 100 Hz, afin d'éliminer – sans déformer la voix dont le spectre des fréquences est plus élevé – certains bruits parasites créés par la manipulation ou les frottements du micro contre le vêtement. On a vu que, selon le même principe, l'activation du filtre coupevent du micro intégré au camescopie peut minimiser les bruits mécaniques ou réduire l'influence du vent.

Un bon microphone unidirectionnel se caractérise également par une réponse en fréquence assez uniforme hors de son axe : si ce n'est pas le cas, la tonalité, les transitoires, la « couleur » du son changent notablement quand le micro le capte plus ou moins obliquement.

## 16.9 Enregistrement en stéréophonie

La stéréophonie est l'impression subjective d'espace recréé chez l'auditeur par deux enceintes sonores (ou

un casque) diffusant des sons analogues à ceux qu'il ressentirait – par ses oreilles gauche et droite – dans le monde réel. Cette illusion est appelée « image stéréo ». Une bonne image est celle avec laquelle chaque source sonore est restituée par le système auditif *binaural* avec ses caractéristiques naturelles et sa localisation apparente dans l'espace. Les deux facteurs caractéristiques permettant d'établir l'image stéréo sont, d'une part l'intensité relative de chaque source sonore, d'autre part le temps mis par le son pour parvenir à chaque oreille. En enregistrement studio d'un groupe instrumental, par exemple, l'image stéréo est produite artificiellement : les sons sont captés par un microphone spécifique à chaque instrument, enregistrés sur des canaux différents (enregistrement multipiste), puis ces différents signaux sont équilibrés, retardés, etc. et répartis en deux voies (ou plus) grâce à la console de mixage.

Dans le cas qui nous intéresse de l'enregistrement stéréophonique en direct avec le camescope (et/ou avec un enregistreur indépendant), les méthodes les plus utilisées emploient, soit un couple de micros « coïncidents », soit un microphone stéréo associant deux capteurs indépendants (et diversement orientés) dans le même corps. Dans tous les cas, les signaux recueillis par chaque capteur doivent être enregistrés sur deux pistes audio séparées, la voie gauche (L pour *Left*) et la voie droite (R pour *Right*). Cela tombe bien, puisque tous les formats numériques ont, au minimum, la capacité d'enregistrer sur deux voies un son stéréophonique de très haute qualité. Encore faut-il savoir en tirer le meilleur parti !

**1 Microphones espacés (stéréo A-B).** Cette disposition adoptée pour l'enregistrement de tout un ensemble (orchestral par exemple) utilise deux micros cardioïdes (à la rigueur omnidirectionnels) éloignés l'un de l'autre. Puisqu'ils captent les sons avec une intensité proportionnelle à l'éloignement de la source, la localisation spatiale de l'image est essentiellement donnée par les différences de temps de propagation entre les deux micros. Cependant, ces différences de temps de propagation se traduisant par des différences de phase entre les deux voies stéréo, l'enregistrement stéréo A-B n'est pas

convertible en audio monophonique, avec lequel l'annulation du déphasage produit des effets aléatoires d'ondes stationnaires et de masquage de certaines fréquences tout le long du spectre. Un rendu sonore, excellent en stéréo, serait presque sûrement déplorable en mono.

La stéréo AB a tendance à accentuer la largeur apparente du champ sonore. Pour l'éviter, il faut (1) s'assurer que la distance entre les micros soit inférieure à la distance des sources extrêmes et (2) que chaque source soit entièrement incluse dans l'angle cumulé de captation des deux micros, indiqué par le tableau 16.3. Les valeurs calculées sont fondées sur le fait qu'un son direct venant de la gauche atteint l'oreille droite avec un retard égal à la durée de propagation du son sur la distance « normale » de 17 cm séparant les deux oreilles (0,5 ms environ). Pour cette distance « physiologique » de 17 cm entre les deux micros, l'angle de capture est de 180°. Mais attention ! Contrairement à ce qu'un novice ferait instinctivement, *les micros doivent être d'autant plus espacés que l'angle d'espace sonore à capter est plus étroit*. C'est la seule manière de prendre en compte le facteur déterminant qu'est « la durée de propagation du son sur 17 cm ».

Tableau 16.3 Stéréo A-B : angle de capture et distance entre micros

Angle de capture de l'espace sonore	Distance idéale entre les deux micros
180°	17 cm
86°	25 cm
69°	30 cm
58°	35 cm
50°	40 cm
40°	50 cm
33°	60 cm
28°	70 cm
25°	80 cm
22°	90 cm
20°	100 cm

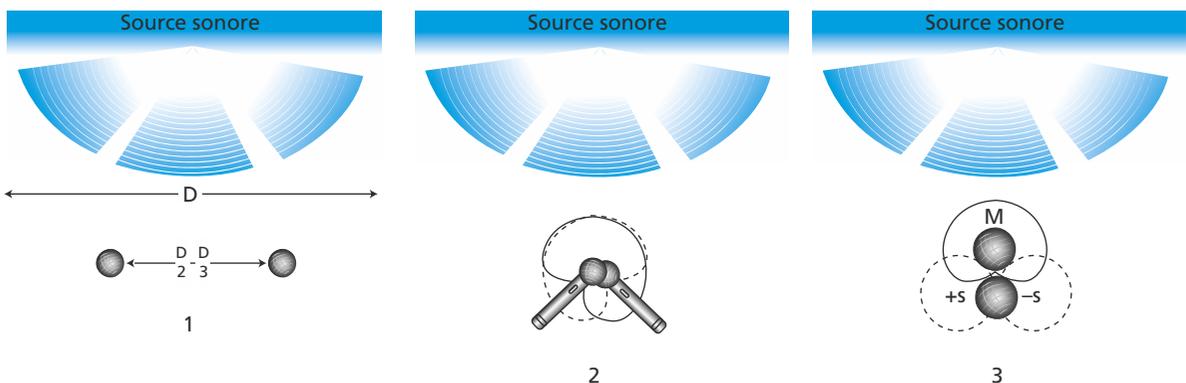


Figure 16.3 Enregistrement stéréophonique.

De nombreuses dispositions sont mises en œuvre ; voici les plus habituelles : **1** Microphones espacés (stéréo A-B) – **2** Microphones coïncidents (stéréo X-Y) – **3** Microphones superposés (couple M-S).

**2 Stéréophonie par microphones coïncidents.** En stéréo A-B, l'onde sonore issue d'une même source n'atteint pas les deux micros séparés au même instant, ce qui provoque le déphasage temporel évoqué ci-dessus. On peut donc le supprimer en rapprochant le plus possible les deux micros (plus précisément leurs capteurs), d'où l'expression « micros coïncidents ». De cette manière, le son issu d'une même source atteint leurs membranes au même instant (mais pas avec la même intensité !) : le déphasage ayant disparu, il devient possible d'exploiter l'enregistrement audio stéréo en monophonie : édition d'un programme à lire sur un magnétoscope VHS, par exemple. Dans ce cas, l'image stéréo est uniquement créée par les différences de niveau captées à partir de la même source par chacun des micros. La stéréo « à micros coïncidents » s'applique selon deux méthodes différentes : couple X-Y et couple M-S.

*a) Couple X-Y.* On peut l'établir en employant deux micros cardioïdes strictement identiques, l'un pointant vers la gauche, l'autre vers la droite. On peut croiser les deux micros montés l'un au-dessus de l'autre sur le même support, de manière à rapprocher leurs membranes au maximum. C'est toujours le microphone orienté vers la gauche qui représente la voie gauche et inversement pour la voie droite. Dans ce cas général, l'effet stéréo vient de ce qu'une source à droite du champ sonore se trouve située dans l'axe du micro orienté vers la droite et est donc captée au niveau maximal, tandis qu'une source placée vers la gauche est hors de l'axe de sensibilité maximale du micro (qui la capte donc à un niveau beaucoup moins élevé). Le raisonnement inverse s'applique au micro orienté vers la gauche qui capte avec le plus fort niveau les objets sonores situés à la gauche du champ et beaucoup moins ceux qui sont plus à droite (et pas du tout ceux qui sont en dehors de l'angle de capture de ce micro). On conçoit que l'angle à respecter entre les axes des deux micros soit très critique, car il dépend de la forme du lobe des micros (diagramme polaire). L'effet stéréo est peu sensible quand les deux micros sont presque parallèles, alors que si l'angle entre les deux axes micro est trop ouvert, les sources proches de la région centrale sont captées trop faiblement, jusqu'à produire un « trou » au milieu de l'image stéréo. L'angle de capture d'un micro stéréo X-Y à deux capsules n'est généralement pas modifiable ; il varie selon les modèles entre 180° (bi-cardioïde) et 130° (bi-supercardioïde).

Les micros peuvent être très proches de la source à capter, par exemple la voix pour une interview ou un instrument soliste. Dans le cas d'un ensemble instrumental ou d'un chœur vocal, le problème de la bonne « balance » entre les sons proches et ceux qui sont éloignés des micros se résout en les plaçant plus haut et en les orientant sur le dernier rang de l'ensemble : les sources plus proches se trouvant un peu hors de l'axe des micros (vers les bords inférieurs du lobe de

sensibilité) sont captées avec un plus faible niveau. Ces réglages de la hauteur et de l'orientation des micros par rapport aux divers instruments sont particulièrement longs et délicats.

*b) Couple M-S.* La mise en œuvre la plus élégante de la méthode à coïncidence est l'emploi du couple M-S (*Middle-Side* en anglais ou *Mittel-Seide* en allemand), mais que nous préférons traduire en fonction du couple de micros utilisés : M pour le canal du « milieu » et S pour « stéréo » (capture des sons provenant des deux bords du champ). C'est, comme avec le couple X-Y, une méthode stéréo « intensité », ce qui signifie que la position d'une source sonore dans le champ spatial n'est indiquée que par des différences de niveau d'enregistrement entre les deux voies. La formule la plus pratique pour le tournage vidéo utilise un micro stéréo M-S – que l'on peut monter sur la griffe porte-accessoires du camescope – incorporant deux capteurs : l'un de type omnidirectionnel (le M), l'autre de type bidirectionnel (le S). L'axe de symétrie du capteur bidirectionnel (double lobe en forme de 8) est orienté parallèlement à la scène et ne capte que les sons diffusés depuis les régions droite et gauche du champ, sans être sensible aux sons provenant de sa région centrale ; l'omnidirectionnel capte évidemment le son selon toutes les directions, mais en privilégiant la source au premier plan de la région centrale qui en est plus proche.



Figure 16.4 Le Neumann RSM-191 est un système stéréo composé d'un microphone et de l'amplificateur/matrice MTX-191A.

*Le corps du microphone intègre deux capsules séparées : un élément hypercardioïde captant les signaux M (issus de la région centrale de la source sonore) et un élément bidirectionnel surtout sensible aux sons S (provenant des régions gauche et droite de la scène). Le MTX-191 permet de doser la largeur de l'image stéréo, en jouant sur le niveau du signal S par rapport à celui du signal M. Selon les réglages et après matricage, les signaux en sortie sont, soit de type MS, soit de type XY.*

Dans le cas d'un système à deux micros indépendants, le micro M peut être omnidirectionnel, cardioïde ou supercardioïde, alors que le micro S est forcément bidirectionnel. Tandis que le micro M est

orienté sur le centre de l'espace sonore, le micro S (installé le plus près possible au-dessus du micro M) est orienté à 90° vers la gauche, c'est-à-dire parallèlement au champ sonore, mais grâce à ses deux lobes symétriques, il capte les sons « latéraux » gauche et droite avec la même intensité vers l'avant et vers l'arrière de la capsule.

Pour mieux comprendre le fonctionnement du couple M-S observons ce qui se passe quand une source sonore traverse le champ de la gauche vers la droite. Lorsqu'elle se trouve à gauche de la scène, le son émis déplace la membrane du micro bidirectionnel (S) vers la droite, en produisant une tension positive en sortie ; quand la source passe dans la région centrale du champ, le micro S ne capte aucun son, ce rôle étant dévolu au micro M. Lorsqu'elle parvient à droite de la scène, le son déplace la membrane vers la gauche en produisant une tension négative. Conclusion : les sources se trouvant d'un côté de la scène sont déphasées de 180° par rapport à celles qui sont situées de l'autre côté, le signal en sortie étant d'autant plus faible que la source est plus proche du centre de la scène.

Cependant, les deux signaux captés par les micros M et S ne sont pas distribués tels quels sur deux voies distinctes pouvant activer deux enceintes séparées. Les signaux doivent être combinés par un circuit de matriçage avant d'être distribués dans les deux voies :

- Pour le canal de gauche, le matriçage *additionne* les signaux captés par les deux micros :

$$\text{Voie G} = 0,5 \times (M + S)$$

- Pour le canal de droite, le matriçage *soustrait* le signal S de celui du micro M :

$$\text{Voie D} = 0,5 \times (M - S)$$

Ceci forme l'image stéréo équilibrée, puisqu'une source située à droite produit un signal négatif dans le micro bidirectionnel, qui, s'il est ajouté au signal omnidirectionnel, affaiblit l'intensité de la source, mais l'augmente s'il est soustrait. Une source de gauche produit l'effet inverse, alors qu'une source centrale – qui n'est captée que par le micro M – n'est pas affectée.

Ceci est le réglage de base, mais en réalité, lors du matriçage, on peut faire varier les niveaux des signaux M et S grâce à un sélecteur en modifiant ainsi la « largeur » de l'espace sonore et les intensités relatives entre le son central et les sons latéraux. Même si le micro stéréo M-S est doté de ce « sélecteur panoramique », il est préférable d'enregistrer les signaux M et S « bruts » sur deux pistes audio séparées et d'effectuer le matriçage ultérieurement au stade de la post-sonorisation. Pour cette opération, on peut utiliser un pupitre ou un logiciel de mixage sonore avec entrées symétriques et réglage des niveaux d'entrée

Le M-S produit une image stéréo très douce et précise, à « largeur d'espace réglable » et il est compatible à 100 % en monophonie (voie gauche M + S).

## 16.10 Le son multicanal

Ce terme désigne un système d'enregistrement utilisant plusieurs voies (ou « pistes ») audio, dans le dessein d'immerger le spectateur-auditeur dans une ambiance sonore « spatiale » (« audio 3D » est le terme dans le vent) grâce à plusieurs enceintes astucieusement réparties dans le local. Le son multicanal dit Surround est maintenant la composante obligée des disques DVD et Blu-ray, Home Cinema, cinéma en salle, TV numérique, etc. Le domaine de la haute-fidélité étant complexe et passablement embrouillé, nous en restons aux seuls aspects relatifs à la vidéo. La configuration d'un système audio multicanal peut être décrite grâce à un code de deux chiffres séparés par un point (6.1, par exemple). Le premier chiffre indique le nombre de canaux principaux, dont chacun ne correspond pas forcément à une enceinte réelle. Le deuxième chiffre (presque toujours un 1) signale l'existence d'un effet de son très grave diffusé par un caisson de basses.

Selon cette terminologie, nous distinguerons trois « formats » effectivement utilisés :

- 1.0 : audio monophonique. Tous les modes d'enregistrement sonore actuels sont au moins deux voies stéréo.
- 2.0 : audio stéréophonique.
- 5.1 : *Dolby Digital* ou *codage AC-3*. Ce système de restitution sonore inspiré du cinéma est constitué de six sources (enceintes) : avant droit, avant gauche, arrière droit Surround, arrière gauche Surround, centrale et un caisson de basses (*subwoofer*).

Ce mode d'enregistrement est désormais conféré à de nombreux caméscopes fonctionnant en mode de codage-compression AVCHD (cf. 12.6.3 & 12.6.6) ; il n'y a pas de raison que cela s'arrête...

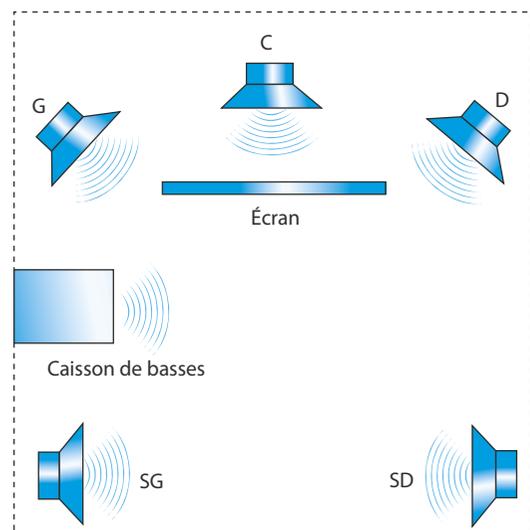


Figure 16.5 Disposition des enceintes en Dolby Digital Surround 5.1 (codage AC-3).

Seule la localisation du caisson de basses (subwoofer dans le langage) n'a aucune importance.

Il existe bien d'autres formats d'audio multicanal, tel le 6.1 (une enceinte supplémentaire à l'arrière central) et plusieurs versions 7.1, comme le SDDS de Sony (5 enceintes frontales et deux à l'arrière), ou bien les formulations 7.1 concurrentes du Blu-ray : il serait hors de propos d'en discuter ici.

### Remarques sur l'audio multicanal

**1** Même s'il enregistre l'audio en 5.1, tout caméscope peut le restituer en deux voies stéréophoniques. C'est, à notre avis, tout ce dont un vidéaste amateur de talent a besoin à la prise de vue. Ainsi que nous le verrons très en détail au chapitre 22, la bande sonore est réalisée au montage de post-production ; elle consiste à mélanger le son enregistré à la prise de vue (essentiellement le dialogue s'il y en a), avec de la musique, des effets, etc. C'est plutôt à ce stade de la post-production que l'audio multicanal est l'option créative à considérer.

**2** Les caméscopes qui enregistrent l'audio en 5.1 ne disposent pas de six microphones. Il s'agit le plus souvent d'un micro intégré à trois, quatre ou cinq « capsules », dont le logiciel de traitement assure le mélange selon des schémas préétablis qui ne vous conviennent pas forcément.

**3** Pour cette raison, la sagesse veut que les entrées micro externe d'un caméscope soient tout bonnement stéréo !

## 16.11 Micro HF

C'est le nom que l'on donne habituellement au système de microphone sans fil, lequel est d'usage courant dans les domaines de la télévision et du spectacle. Son avantage décisif est de permettre d'enregistrer la voix d'un « locuteur » se déplaçant librement par rapport à la caméra et au public.

Captée par le microphone HF associé à un émetteur, la modulation audio est transmise par voie hertzienne à un récepteur, lui-même directement connecté à l'enregistreur du caméscope (monté sur sa griffe porte-accessoires), ou bien par l'intermédiaire d'un pupitre de mélange, « mixette », etc. L'image et le son étant enregistrés simultanément sur le même support, on évite tout risque de désynchronisation.

L'utilisation des ondes hertziennes est strictement réglementée, mais certaines bandes de fréquence sont réservées aux microphones sans fil (avec de nombreuses variantes selon les pays concernés). Il s'agit d'une part des bandes VHF (très haute fréquence) allant de 30 à 40 MHz et de 140 à 250 MHz et, d'autre part, de la bande UHF (ultra haute fréquence) allant de 470 à 870 MHz. La plupart des systèmes actuels utilisent la bande UHF.

Le système micro HF est constitué d'un émetteur miniaturisé, lequel peut être logé soit dans le manche du microphone « cornet de glace » (formule fréquem-

ment adoptée par les artistes de scène), soit dans un petit boîtier porté par la personne. Contrairement à un spectacle de variété, le micro HF équipant l'acteur d'un film de fiction doit être absolument invisible pour la caméra : on utilise de minuscules micros « cravate » ou « grain de riz » que l'on dissimule dans les vêtements.

Un système micro HF offre généralement le choix parmi plusieurs fréquences pré-réglées. S'il y a plusieurs personnes équipées, chacune se voit attribuer des fréquences différentes : il y a alors un récepteur accordé par fréquence utilisée, ce qui implique l'emploi d'un pupitre de mélange et/ou d'un enregistreur multipiste.



Figure 16.6 Ensemble micro émetteur UHF et récepteur (TOA WS-200).

*Micro émetteur dynamique cardioïde – 4 canaux UHF sélectionnables (692-722 MHz) – Fonctionne en mode « diversité » (deux antennes réceptrices) – Sorties : connecteurs XLR-M et jack 1/4" – Alimentation microphone : une pile 9 V (autonomie 10 heures).*



Figure 16.7 Ensemble émetteur-récepteur pour micro cravate (TOA WS-300).

*Micro cravate omnidirectionnel à condensateur avec émetteur porté à la ceinture (généralement dans le dos) – 4 canaux UHF sélectionnables (692-722 MHz) – Fonctionne en mode « diversité » (deux antennes réceptrices) – Sorties : connecteurs XLR-M et jack 1/4" – Alimentation émetteur : une pile 9 V.*



Figure 16.8 Ensemble micro émetteur et récepteur sur caméscope (Micron Explorer).

Il est composé de l'émetteur de poche ITX700-A associé ici à un micro cravate et d'un petit récepteur SR550 monté sur la griffe porte-accessoires du caméscope. Le récepteur offre le choix de 100 fréquences dans les bandes de 470 MHz et 870 MHz. Réponse audio : 80 Hz à 20 kHz ( $\pm 2$  dB). Chacun des deux éléments est alimenté par une pile 9 V (autonomie 6 heures), mesure 63 x 22 x 96 mm et pèse 105 g, pile comprise.

## 16.12 Le choix du microphone

Pour l'enregistrement direct à la prise de vues, vous avez intérêt à choisir un microphone offrant d'emblée une réponse étendue et relativement plate en fréquences et à l'utiliser de manière à l'enregistrer au niveau optimal tout en évitant les bruits parasites et réflexions indésirables. Si vous enregistrez un excellent son original, il vous sera toujours loisible de le « travailler » au stade de la post-sonorisation et du mélange.

Compte tenu de la haute qualité du son numérique enregistrable sur le média, nous vous conseillons de choisir le meilleur micro que vous puissiez vous offrir (ce qui



Figure 16.9 Couple émetteur-récepteur UHF Sony UWP C1-67.

C'est le premier système « diversité » de prix modéré, spécialement modifié pour intégrer un solide connecteur professionnel Hirose 4 broches. L'émetteur (UTX-B1) est livré avec un excellent microphone électrostatique omnidirectionnel Technica AT-899c (bande passante 20 Hz-20 kHz). Il dispose de 3 canaux UHF 67, 68 et 69 avec 190 fréquences sélectionnables. Le récepteur (URX-P1) est pourvu d'un sabot qui permet de le monter et de l'alimenter directement sur la griffe du caméscope compact. Le pack émetteur offre deux réglages de puissance 5 mW et 30 mW, permettant de transmettre le son de la plus haute qualité jusqu'à une distance de 200 à 250 m (en visibilité directe).

ne veut pas forcément dire le plus cher !). Considérez surtout l'étendue de sa bande passante (50 Hz-18 kHz c'est déjà très bien), sa directivité (le cardioïde est le plus universel d'emploi pour un micro externe, tandis que le supercardioïde est préférable s'il reste monté sur le caméscope) et, dans une moindre mesure, sa sensibilité. Néanmoins, la qualité sonore n'étant pas exprimable par les spécifications techniques, l'oreille est le meilleur guide. Si possible, procédez à des essais dans des conditions réelles de tournage et écoutez-les attentivement !

Tableau 16.4 Comparaison des valeurs caractéristiques de cinq microphones\*

	Micro 1	Micro 2	Micro 3	Micro 4	Micro 5
Famille technologique	Dynamique	Électrostatique	Électret	Électret	Électret
Domaine d'emploi	À proximité	Studio	Général	Stéréo	Micro cravate
Directivité	Cardioïde	Supercardioïde	Cardioïde	2 x Hypercardioïde	Omnidirectionnel
Bande passante	60 Hz-17 kHz	30 Hz-20 kHz	20 Hz-20 kHz	50 Hz-15 kHz	50 Hz-13 kHz
Sensibilité (mV/Pa)	1,6 mV/Pa	25 mV/Pa	2,2 mV/Pa	2,8 mV/Pa	3 mV/Pa
Niveau de pression maximal	140 dB	135 dB	120 dB	110 dB	118 dB
Bruit acoustique équivalent	–	–	37 dB	30 dB	38 dB
Impédance ( $\Omega$ )	600 $\Omega$	60 $\Omega$	600 $\Omega$	600 $\Omega$	600 $\Omega$
Alimentation microphone	Sans	48 V (fantôme)	1,5 V (pile)	1,5 V (pile)	1,5 V (pile)
Poids	255 g	260 g	165 g	350 g	18 g

\* Il s'agit de modèles effectivement commercialisés (spécifications données par le fabricant).

## Équipements d'éclairage

La petite torche vidéo rapidement évoquée au chapitre 15 (cf. 15.4), n'est que le moyen d'augmenter lorsque nécessaire le niveau d'éclairage ambiant afin de pouvoir filmer à courte distance : vidéo familiale et reportage de proximité. Mais, ainsi que nous en avons discuté dans le chapitre 4, bâtir un éclairage dont l'esthétique s'accorde au climat de la scène peut requérir l'emploi d'une ou plusieurs sources de lumière artificielle adroitement disposées.

### 17.1 Généralités

La lumière solaire n'est pas toujours disponible et, quand elle l'est, il se peut qu'elle soit mal orientée par rapport à la scène. Par ailleurs, sa température de couleur ( $T_c$ ), son intensité et son degré de diffusion sont éminemment variables. Pour ces raisons, les cinéastes et vidéastes de métier ont été amenés à utiliser la lumière artificielle, soit comme source unique d'éclairage (conditions de tournage en studio), soit en appoint à la lumière du jour (conditions de tournage en intérieur réel).

Le problème de l'éclairage se pose très différemment selon qu'il s'agit de production télévisuelle ou de vidéographie personnelle. Parce qu'elle doit respecter un planning de tournage précis et délivrer dans les délais imposés un « produit » de haute qualité technique, la première dispose, pour y parvenir, d'énormes moyens en hommes et en équipements, tandis que le vidéaste opérant seul ou en petite équipe ne peut mettre en œuvre qu'un matériel d'éclairage très réduit. N'étant pas limité par le temps, il peut en revanche choisir de ne filmer que lorsque les conditions s'y prêtent ; par exemple quand il fait beau. Puisque nous ne pouvons pas savoir quel est le type de réalisation que vous privilégiez, nous traitons ce thème en adoptant le point de vue « élitiste » du professionnel. Cependant, les aspects artistiques étant les mêmes, vous pouvez sûrement en tirer un enseignement profitable.<sup>1</sup>

1. Le lecteur particulièrement intéressé par l'éclairage peut utilement consulter l'ouvrage *Le Guide pratique de l'éclairage – Cinéma, Télévision, Théâtre* (René Bouillot, Dunod).

### 17.2 Caractéristiques d'un système d'éclairage

En pratique, on ne considère pas la source (une lampe à incandescence par exemple) seule, car celle-ci est toujours incorporée dans un appareil d'éclairage ou *luminaire*, dans lequel un dispositif optique concentre, diffuse ou dirige plus ou moins la lumière. On s'intéressera surtout aux caractéristiques du système d'éclairage complet :

- Au *flux lumineux* (en lumens), ou, plus rationnellement, à l'*éclairement* (en lux) d'une surface située à une distance donnée.
- À la répartition de l'énergie spectrale et à la température de couleur.
- À l'angle du faisceau lumineux et au degré de diffusion de la lumière.

Nous distinguerons successivement les systèmes d'éclairage utilisant les sources suivantes :

- Lampes à incandescence classiques dites « tungstène » (T).
- Lampes tungstène-halogène (TH).
- Lampes à décharge (HMI).
- Tubes fluorescents (FL).
- Diodes électroluminescentes (Led).

### 17.3 La température de couleur ( $T_c$ ) et sa mesure

La température de couleur ( $T_c$ ) est l'une des caractéristiques essentielles de la lumière émise par les corps portés à l'incandescence, tel le soleil ou le filament d'une ampoule électrique. Le spectre d'émission du corps est d'autant plus chargé en radiations violet-bleu que sa  $T_c$  est plus élevée. On a vu que la  $T_c$  s'exprime en unités *kelvins* (K).

Les lampes tungstène-halogène (TH) normalisées pour la prise de vues ont une  $T_c$  nominale de 3 200 K, lorsqu'elles sont alimentées par un courant électrique

dont la tension (en V) est spécifiée par le constructeur. Les lampes à incandescence d'éclairage domestique ont une  $T_c$  comprise entre 2 600 et 3 000 K.

Les lampes à décharge (d'un arc électrique dans un mélange gazeux ionisé ou *plasma*) ont un spectre discontinu dans lequel certaines raies spectrales prédominent. On ne peut indiquer une  $T_c$  « équivalente » que pour les rares membres de la famille utilisables pour la vidéo ou la photo, parce que leur spectre contient à peu près toutes les radiations du spectre solaire.



Figure 17.1 Color Meter III F Minolta.

Ce thermocolorimètre à trois points de mesure indique – en fonction de la BdB affichée sur le caméscope – les écarts de  $T_c$  avec l'illuminant (en K ou en valeurs mired), ainsi que la correction magenta/vert éventuellement nécessaire en valeurs de filtres CC. En vidéo professionnelle, il est essentiellement utilisé en cas d'éclairage en lumière mixte.

L'appareil de mesure de la  $T_c$  est le *thermocolorimètre*. Un modèle relativement simple indique une valeur fondée sur l'analyse des proportions de composantes bleu et rouge du spectre ; un modèle plus performant effectue une mesure en trois points, bleu, vert et rouge ; enfin, l'instrument de laboratoire appelé *spectrocolorimètre* mesure l'intensité de chaque longueur d'onde sur toute l'étendue du spectre de la source considérée.

En vidéo, il est utile de connaître approximativement la  $T_c$  des principales sources de lumière, sans qu'il soit nécessaire de la mesurer :

- Pour équilibrer par filtrage (cf. 4.9.1) une scène éclairée simultanément par deux sources de  $T_c$  différentes. Le cas le plus courant est une vue d'intérieur dans laquelle le sujet est éclairé par des projecteurs à lampe TH (3 200 K), dans une pièce également illuminée par la lumière du jour (6 000 K environ).

- L'équilibre correct des couleurs s'obtient par réglage de la balance des blancs (BdB) du caméscope ou de la caméra (cf. 4.9 & 14.3.4).

Tableau 17.1 Température de couleur des principales sources de lumière

Source de lumière	$T_c$ en kelvins
Ciel blanc lumineux	13 000 K*
Ciel bleu	11 000 K*
Ciel couvert	6 500-10 000 K*
Lumière directe du soleil à haute altitude	6 500 K
Flash électronique	5 900 K environ
Soleil « moyen » (soleil et ciel bleu avec nuages)	5 600 K
Lampe à décharge, de type « HMI »	5 600 K*
Tube fluorescent type « lumière du jour »	4 500 K*
Lampe quartz halogène pour vidéo, cinéma et photo	3 200 K
Soleil bas sur l'horizon	2 000-4 500 K
Lampe « tungstène » d'éclairage domestique	2 600-3 000 K
Bougie	2 000 K

\* Pour ces sources à spectre discontinu ou mélangé, on ne peut parler que de  $T_c$  « équivalente ».

## 17.4 Lampes à incandescence classiques (T)

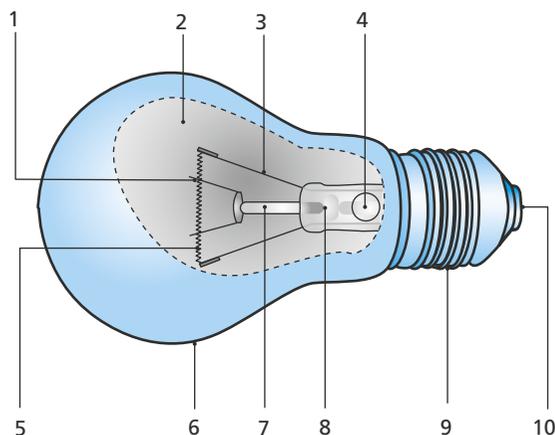


Figure 17.2 Structure d'une lampe à incandescence dite « tungstène » (T).

1 Crochet en molybdène – 2 Gaz inerte (argon, azote, krypton) – 3 Entrée du courant – 4 Pied – 5 Filament en tungstène – 6 Ampoule en verre – 7 Tige – 8 Pincement – 9 Culot (ici : Edison) – 10 Soudure au plomb (contact).

Elles sont constituées d'un filament de tungstène (d'où l'appellation « tungsten » désignant ce mode d'éclairage).

rage dans le jargon international) à l'intérieur d'une ampoule étanche emplies d'un gaz rare (argon, krypton, xénon). Cette formule est toujours utilisée pour les lampes d'éclairage domestique. Pour le cinéma ou la photo en N&B, on utilisait autrefois et dans divers types de luminaires, des lampes T ayant une durée de vie de 100 h environ ; elles avaient un rendement moyen de 20 lm/W, soit 10 000 lm pour une lampe de 500 W (ballon en verre opale et culot à vis Edison E.27). Placée devant un réflecteur, une telle lampe diffuse une lumière indirecte ou semi-directe dit *éclairage d'ambiance*. Leur  $T_c$  – de 2 850 K environ – était trop basse pour la prise de vues en couleur.

On trouvait à l'époque des lampes de même structure, mais survoltées par construction, ce qui leur permettait d'atteindre la  $T_c$  de 3 200 K pour la prise de vues en studio. Leur durée de vie est alors réduite à une trentaine d'heures. Dans les lampes dites « épiscopes », l'intérieur du ballon sphérique est argenté, ce miroir incorporé permettant leur emploi dans un projecteur *spot* muni d'une lentille plan-convexe ou de Fresnel, mais dépourvu de réflecteur arrière indépendant.

Très survoltées par construction, les *lampes photofloods* avaient une  $T_c$  de 3 400 K, laquelle correspondait à celle du film *Kodachrome Type A*, utilisé couramment jusque vers 1985 par les cinéastes (et photographes) amateurs. Le flux lumineux atteignait 32 lm/W, soit 16 000 lm pour le modèle 500 W, leur durée de vie étant réduite à 2 ou 3 heures. Elles ont

totallement disparu, mais il n'y a pas lieu de le regretter tant l'aveuglante lumière qu'elles projetaient et la chaleur qu'elles engendraient étaient insupportables !

## 17.5 Lampes tungstène-halogène (TH)

C'est l'établissement du « cycle » tungstène-halogène qui évite le noircissement de l'enceinte, même à haute température. Utilisée maintenant depuis plus de trente ans, la lampe TH a remplacé la lampe T conventionnelle pour de nombreuses applications, y compris pour l'éclairage domestique et automobile. Son appellation est due à ce qu'une petite quantité d'un halogène (désigné par X lorsqu'on ne précise pas de quel halogène il s'agit) est ajoutée au gaz inerte de remplissage. L'iode utilisé à l'origine est généralement remplacé par le brome ou l'un de ses composés. Le cycle fonctionne de cette manière : les atomes de tungstène (W) libérés par la sublimation du filament chauffé (à environ 3 300 °C) se refroidissent sur une courte distance en dessous de 1 400 °C. Ils se combinent alors avec les atomes d'halogène ; le composé (WX) reste à l'état gazeux tant que la température reste supérieure à 250 °C. L'enceinte étant petite et proche du filament, elle dépasse rapidement cette température et le composé gazeux ne peut s'y déposer. Le courant thermique qui s'est établi dans le gaz

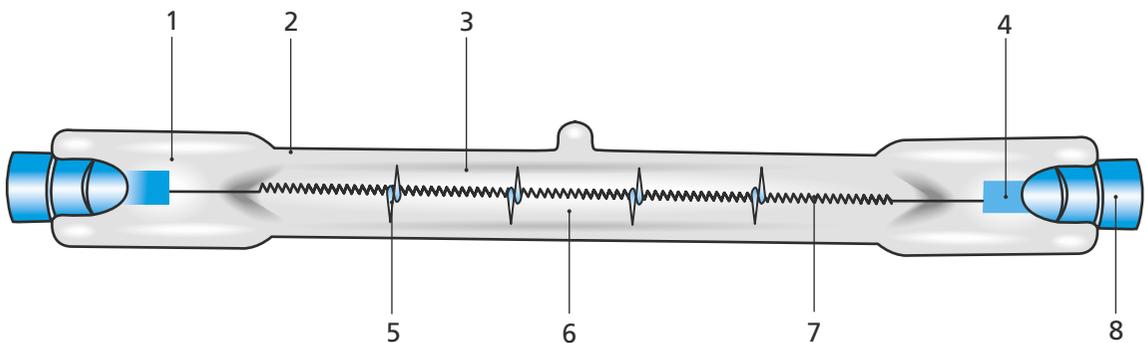


Figure 17.3 Structure d'une lampe tungstène-halogène (TH) tubulaire.

1 Pincement – 2 Enveloppe en quartz – 3 Remplissage de gaz rares – 4 Plaques en molybdène d'étanchéité et de conduction du courant – 5 Support amortisseur de choc – 6 Halogène (iode ou brome) – 7 Filament en tungstène – 8 Culot.

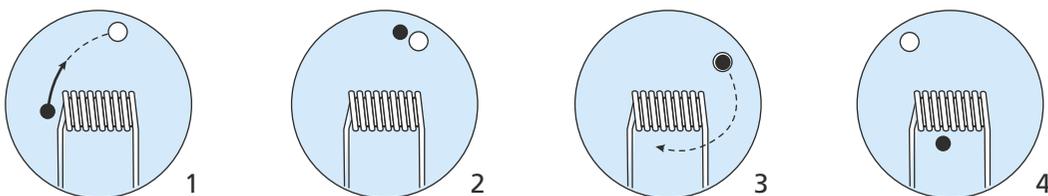


Figure 17.4 Le cycle halogène.

1 Le tungstène se sublime – 2 Il se combine avec l'halogène – 3 Le tungstène se redépose sur le filament – 4 L'halogène est disponible pour un nouveau cycle.

de remplissage fait revenir le composé WX à proximité du filament où il se redécompose en tungstène W et en halogène X : l'halogène est à nouveau disponible pour le cycle suivant, tandis que le tungstène « reconstitue » le filament. Mais il se redépose préférentiellement sur les zones plus épaisses et moins chaudes de celui-ci et non – comme ce serait préférable – sur ses parties déjà trop fines. Ces dernières constituent des « points chauds » où la sublimation du tungstène est la plus forte : c'est là que va fondre le filament, en « tuant » la lampe. L'augmentation de la durée de vie constatée pour la TH (à  $T_c$  égale) n'est donc pas due au cycle halogène, mais s'explique ainsi : pour que l'ensemble de la lampe TH atteigne rapidement la température minimale de 250 °C, son enceinte doit être très proche du filament et constituée d'un matériau vitreux très réfractaire (quartz, vycor, verre dur). Cette enceinte étant petite et mécaniquement résistante, on peut donner une haute pression au gaz de remplissage, laquelle ralentit la sublimation du filament et prolonge donc la durée de vie de la lampe.

Les avantages de la lampe TH (sur la lampe T) sont en résumé les suivants : flux lumineux constant,  $T_c$  ne variant pas avec le temps, meilleure efficacité lumineuse (moindre dégagement de chaleur) et/ou plus grande durée de vie ; petites dimensions et filament plus compact. Ce dernier point est fondamental pour un meilleur rendement optique des luminaires.

La lampe TH étant compacte ou parfois tubulaire, elle ne peut s'employer que dans un luminaire spécialement conçu pour un modèle de lampe précis. Il ne faut pas mettre les doigts sur l'enceinte, car même de très légères traces de graisse y créent des zones de tension qui réduisent sa durée de vie et peuvent provoquer son explosion : raison pour laquelle elle doit toujours être protégée derrière un hublot en verre épais ou un grillage.

## 17.6 Lampes à décharge de type HMI

Les lampes à décharge représentent une vaste famille de sources très diverses, connues et utilisées depuis le début du xx<sup>e</sup> siècle : du temps du noir et blanc et du cinéma muet, les studios étaient souvent équipés de lampes à mercure qui inondaient les comédiens spécialement maquillés d'une puissante lumière blafarde. Depuis une trentaine d'années elles sont de plus en plus utilisées : à *vapeur de sodium* ou de *mercure* pour l'éclairage public ou industriel, *xénon* pour la projection et le flash électronique, lampes aux *halogénures métalliques* enfin pour l'éclairage cinéma et vidéo.

Au lieu d'être créé par l'incandescence d'un filament, la lumière d'une lampe à décharge est engendrée par un *arc de plasma*, se formant entre deux électrodes métalliques dans un milieu gazeux ionisé. C'est la nature même de ce milieu gazeux qui détermine le spectre d'émission. La caractéristique commune à toutes les lampes à décharge, c'est qu'elles requièrent un coffret de mise en forme et de limitation du courant appelé *ballast* et un dispositif d'allumage ou « amorceur » initiant la décharge par ionisation du gaz.

Seules certaines lampes à décharge aux halogénures métalliques sont utilisables pour les prises de vues en couleur, pour la simple raison que leur spectre d'émission contient toutes les radiations du visible, et qu'il est donc assez proche du spectre continu de l'incandescence pour qu'on puisse lui attribuer une  $T_c$  « équivalente ».

Bien que chaque fabricant ait adopté son propre nom de marque (lampe MSR pour *Philips*, par exemple), nous les appelons pour simplifier HMI, selon la désignation donnée par *Osram*, l'un des inventeurs et

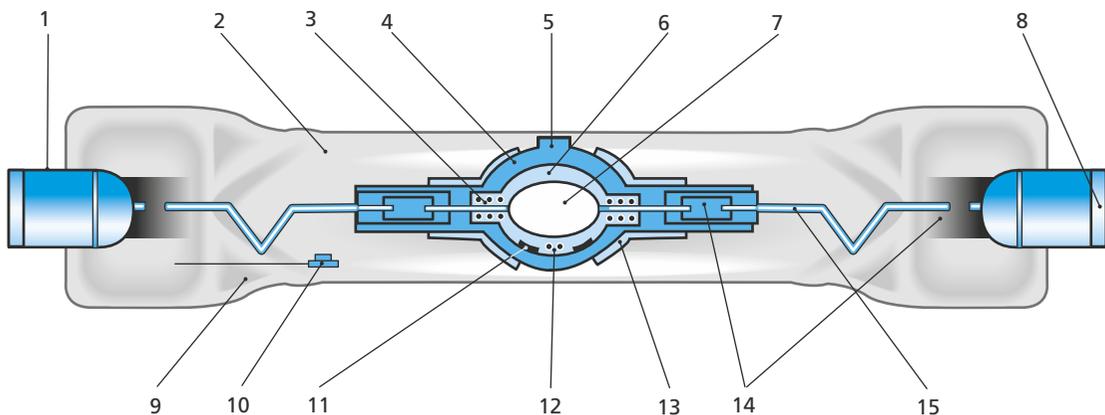


Figure 17.5 Architecture d'une lampe à décharge de type HMI.

La source de lumière est l'arc de plasma très concentré et extrêmement lumineux. 1 Culot – 2 Remplissage : vide ou azote – 3 Électrode – 4 « Brûleur » (enveloppe en quartz) – 5 Point de pompage (queusot) – 6 Remplissage de gaz rare : argon, xénon – 7 Arc de décharge – 8 Pastille de contact – 9 Enveloppe extérieure en quartz – 10 Getter (dégazeur) – 11 Halogénures métalliques – 12 Mercure – 13 Réflecteur thermique – 14 Plaque en molybdène d'étanchéité et de conduction du courant – 15 Entrée du courant.

le premier fabricant à les commercialiser. HMI est le sigle de *Hydrargirium* (mercure), *Medium arc length* (arc de longueur moyenne), *Iodine* (iode).

Une HMI est en fait une lampe à mercure à haute pression, dont le gaz de remplissage contient une combinaison optimale d'halogénures (surtout des iodures) de différents métaux de la classe des lanthanides ou « terres rares », parmi lesquels le dysprosium, le thulium et l'holmium. Le cycle halogène – décrit à propos de la lampe TH (cf. 17.5) – empêche le dépôt des particules évaporées des électrodes métalliques sur la surface intérieure de l'enceinte. D'autres mouvements de convection du milieu gazeux permettent la concentration nécessaire des terres rares vaporisées dans les zones les plus chaudes de l'arc de plasma.

La comparaison d'une lampe TH avec une lampe HMI de même puissance (en watts) fait apparaître les caractéristiques et les avantages suivants :

- Spectre largement assimilable à celui de la *lumière du jour* ( $T_c = 5\ 000$  à  $6\ 000$  K).
- Efficacité lumineuse (lm/W) jusqu'à quatre fois supérieure.
- Arc de plasma compact de luminance très élevé : un facteur essentiel pour le rendement d'un luminaire à faisceau dirigé.
- Moins grande sensibilité à la surtension électrique et aux vibrations mécaniques.
- Beaucoup moins de chaleur dégagée par le faisceau (mais grande quantité d'ultraviolet qu'il faut impérativement absorber grâce à un filtre anti-UV placé devant le luminaire).

Les équipements utilisant la lampe HMI ont été créés et sont de plus en plus utilisés pour l'éclairage cinéma et vidéo. Une majorité de prises de vues étant effectuées aujourd'hui en décor réel ou en extérieur, les équipements HMI (ou assimilables) offrent le très gros avantage d'émettre – avec un rendement très élevé – une lumière de  $T_c$  à peu près identique à celle de la lumière du jour : ce qui résout idéalement le problème du mélange des sources. Pour cet emploi, il existe des lampes HMI (nécessitant un ballast spécifique à chaque puissance) allant de 40 W à 12 kW,

trouvant leur place dans des luminaires de différentes natures (projecteurs de Fresnel, ambiances, cyclorama d'éclairage des fonds et des décors, etc.). Pour les mêmes raisons de « compatibilité couleur », elles sont de plus en plus utilisées pour l'éclairage scénique, des terrains de sport, etc. Parce qu'ils sont très onéreux, les systèmes d'éclairage sont habituellement loués chez un spécialiste pour la durée du tournage.

### Nota

Vous trouverez des informations pratiques sur les autres types de lampes à décharge au chapitre 4 (cf. 4.9.4).

## 17.7 Tubes fluorescents

Depuis plus d'un demi-siècle, les tubes fluorescents constituent la source d'éclairage général la plus courante de la plupart des bureaux, ateliers, locaux commerciaux, hôpitaux, grandes surfaces, etc. Ils offrent en effet de multiples avantages : lumière apparemment « blanche », froide, non éblouissante parce que très diffuse et surtout un excellent rendement de 70 à 90 lm/W, c'est-à-dire quatre fois supérieur en moyenne à celui des lampes à incandescence. Il s'agit d'une lampe à mercure basse pression, dont l'enceinte tubulaire en verre est enduite intérieurement d'une couche d'un mélange de divers composés minéraux fluorescents. Cet enduit, excité par la forte proportion d'ultraviolet contenu dans le spectre d'émission du mercure, émet à son tour la lumière visible. Les tubes fluorescents d'usage général, quel qu'en soit le type (lumière du jour, blanc de luxe, etc.) émettent une lumière visuellement blanche, mais conservant toutefois des « pointes » plus intenses pour certaines longueurs d'onde. En prise de vues, ces discontinuités du spectre sont particulièrement gênantes, car elles provoquent invariablement une dominante d'un vert plus ou moins prononcé sur les images, car due à la pré-

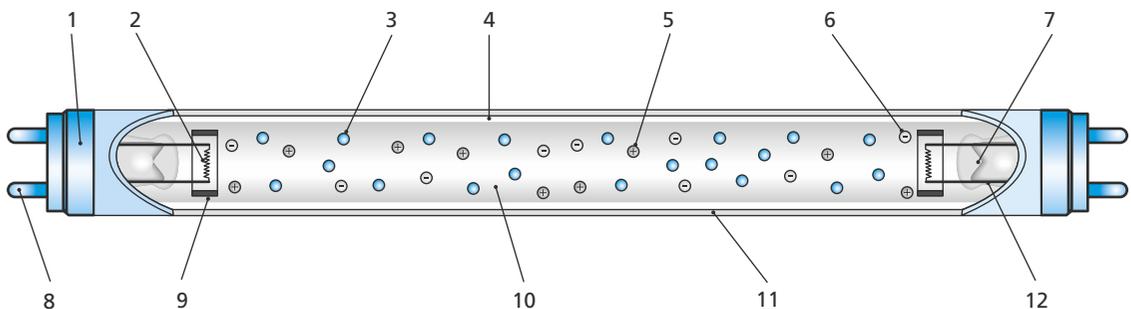


Figure 17.6 Tube fluorescent classique.

1 Culot – 2 Électrode – 3 Atome de mercure – 4 Revêtement interne de produits luminophores – 5 Mercure ionisé – 6 Électron – 7 Pincement/pied – 8 Broche (contacts) – 9 Écran de cathode – 10 Remplissage de gaz rare : argon – 11 Tube en verre – 12 Entrée du courant.

dominance de deux raies du mercure (dans le vert et dans le bleu). Or, cette dominante n'est pas détectable visuellement (puisque la lumière semble « blanche »), on ne peut pas la mettre en évidence par mesure au thermocolorimètre et il est impossible de l'éliminer totalement par filtrage, que ce soit à la prise de vues ou par traitement colorimétrique ultérieur.

Depuis 1985 environ, on trouve des tubes fluorescents (*Osrham/Sylvania* et *Philips*) qui – grâce à la nature de leur enduit – émettent un spectre de lumière blanche à peu près complet. Ces tubes conviennent donc aux prises de vues en couleur (cinéma, vidéo, photo analogique et numérique). Les tubes fluorescents équipant les luminaires conçus pour leur emploi sont alimentés par l'intermédiaire d'un ballast électronique « anti-scintillement » fonctionnant à haute fréquence (56 kHz, par exemple) ; l'on peut aussi en faire varier largement l'intensité lumineuse – sans dérive notable de la  $T_c$  – grâce à un circuit électronique *gradateur*. Ce type de tube est disponible en « lumière du jour » (5 200 K) et en « lumière artificielle » (3 100 K), ce qui permet en pratique de les mélanger, soit avec la lumière naturelle ou autres sources de  $T_c$  voisine, soit avec les sources TH.

Les systèmes d'éclairage fluorescents sont très appréciés par certains directeurs de la photographie dont le style s'accorde mieux avec leur lumière douce et relativement diffuse (encore que leur directivité soit parfois réglable) que la lumière plus dure des classiques projecteurs Fresnel ou ambiances à lampe TH. En installation permanente, on les trouve également dans les petits studios vidéo, particulièrement ceux réservés aux journaux télévisés.

## 17.8 Diodes électroluminescentes (Led)

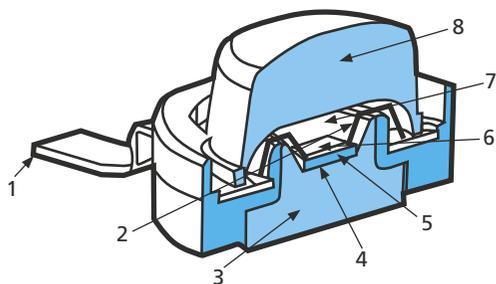


Figure 17.7 Structure d'une Led.

1 Contact cathode – 2 Fil d'or – 3 Puits absorbant la chaleur – 4 Substrat en silicium dopé – 5 Connexion par soudure – 6 Chip semi-conducteur (InGaN) – 7 Encapsulant silicone – 8 Lentille asphérique en matériau plastique.

Les diodes émettrices de lumière – dont les premières apparurent dans les années 1960 – sont universellement désignées par l'acronyme anglais Led (*Light Emitting Diode*). Le fonctionnement d'une Led est exactement

inverse de celui d'une photodiode : alors que cette dernière produit un courant électrique quand elle est éclairée, la Led émet de la lumière lorsqu'elle est traversée par un courant. Les premières Led émettaient une lumière rouge ou verte de faible intensité, tout juste suffisante pour les écrans d'affichage et l'allumage de voyants.

Dans les années 1990, les chercheurs développèrent des Led produisant des lumières rouge ou verte bien plus intense. Le progrès fut décisif en 1994, lorsque le Japonais *Shuji Nakamura* créa la Led bleue au nitrure de gallium : on disposait désormais de Led émettant dans chacune des trois lumières primaires RVB. En les combinant par triades, il devenait possible – en modifiant l'intensité relative des diodes R, V et B – de synthétiser la lumière blanche de  $T_c$  désirée, ainsi que toutes les couleurs.

Outre la signalisation routière (en particulier les feux tricolores de croisement) et la décoration lumineuse architecturale qui font largement appel aux Led assemblées en matrices, l'autre grand domaine d'application est l'industrie automobile : dans l'immédiat les Led sont utilisées pour les feux de position, de freinage, les anti-brouillard et les clignotants ; cependant, quelques constructeurs équipent déjà leurs modèles de codes et de phares utilisant des projecteurs à Led (la nuit, vous les repérez immédiatement, car elles émettent une lumière franchement bleuâtre, par rapport aux voitures équipées de phares classiques). Les raisons de cet énorme succès sont évidentes : comparées aux lampes à incandescence qu'elles remplacent, elles consomment de 80 à 90 % moins d'énergie et leur durée de vie est au moins dix fois plus longue.

En revanche, la mise au point d'une Led à lumière blanche qui soit à la fois puissante, peu gourmande en énergie, pas trop chère et s'intégrant agréablement dans des luminaires de forme esthétique s'est révélée difficile. Comme évoqué ci-dessus, la première façon d'engendrer une lumière blanche est d'assembler en matrice des triades de Led rouge, vert, bleu (RVB). Cette approche dite « Led-trichrome » permet le réglage manuel ou automatique de la  $T_c$  de la lumière « blanche » émise, mais également d'émettre sans emploi de filtres des faisceaux lumineux de toutes les couleurs.

C'est alors que l'américain Fred Schubert – physicien, professeur d'ingénierie électrique et informatique – découvrit une nouvelle manière d'engendrer la lumière blanche. Son principe consiste à assembler dans la cellule une Led bleue à un semi-conducteur réémettant dans le jaune. Une partie de la lumière bleue excite la couche de jaune en provoquant sa luminescence. Le mélange des radiations produit une lumière que l'œil et le cerveau perçoivent comme étant « blanche », mais qui reste beaucoup trop bleue comparée à la lumière du jour. Cela est dû à ce que le spectre émis par cette pseudo Led blanche ne contient pas de radiations rouges, : elle ne permet pas une reproduction vraiment fidèle des couleurs de la scène par les systèmes imageurs, qu'ils soient argentiques ou numériques.

Cependant, les multiples avantages de l'éclairage avec Led blanches sur la lampe tungstène ( $T_c$  proche de la lumière du jour, faible consommation, compacité, longue durée de vie, etc.), font qu'elles sont de plus en plus utilisées, en dépit de leurs inconvénients : mauvais rendu des couleurs et forte intensité de la source dangereuse pour les yeux.

Les sources Led ont rapidement conquis de grandes parts du marché de l'éclairage de spectacle et de scène, avec des luminaires automatisés qui sont : soit à diodes RVB (ce qui permet d'obtenir des faisceaux lumineux de toutes les couleurs et toutes les catégories de « lumière blanche » de  $T_c$  équivalente allant de 3 000 K à 10 000 K), soit des luminaires utilisant des Led « blanches » et « ambre » imitant assez bien les lampes « tungstène ».

Pour ce qui concerne l'éclairage vidéo, nous devons surtout mettre l'accent sur une de leurs particularités : contrairement aux tubes et lampes fluo, ces diodes assemblées en matrice sont de très petite surface éclairante et de luminance très élevée ; elles peuvent donc être compactes, être dotées de réflecteurs et/ou de lentilles et servir de source dans des luminaires ou des torches à faisceau très directif. Enfin, il ne faudra que quelques années pour que les lampes tungstène soient partout remplacées par des luminaires Led.

## 17.9 Matériels d'éclairage pour la prise de vues

Il convient tout d'abord de rappeler que les appareils d'éclairage à lumière continue ou *luminaires* sont

utilisés ou utilisables sous des formes assez semblables dans tous les domaines de prise de vues (cinéma, vidéo, photographie), ainsi que pour l'éclairage scénique. Cependant, les lampes de diverses natures (TH, HMI, etc.), puissances, formes, dimensions, type de culot, etc. ne sont utilisables que dans des luminaires spécifiquement conçus pour elles. Tout luminaire est en fait un système optique intégré dont le foyer est occupé par la source (filament d'une lampe TH, arc de plasma d'une HMI, etc.), tandis que les caractéristiques du faisceau de lumière émis dépendent du réflecteur placé derrière la lampe, et, selon les types de luminaire, d'une lentille, d'un objectif, d'un diffuseur, etc.

En simplifiant, on peut classer ainsi les principaux types de luminaires :

**1 Les projecteurs** permettent de diriger un faisceau de lumière bien délimité sur le sujet (d'où leur appellation courante de *spot* qui signifie tache de lumière). Le type classique est le *projecteur à lentille de Fresnel* : une enceinte métallique cylindrique contenant un ensemble lampe/réflecteur miroir sphérique que l'on peut approcher ou éloigner de la lentille de Fresnel constituant la face avant du projecteur : ce qui permet de faire varier l'angle d'ouverture du faisceau et, par conséquent, le diamètre et l'intensité du cercle de lumière projeté à une distance donnée. Une lentille de Fresnel a – sur la lentille plan-convexe utilisée autrefois – l'avantage de délivrer un faisceau plus homogène, aux contours adoucis et sans dispersion de la lumière en franges colorées (aberration chromatique). Il existe des « Fresnel » de toutes puissances, allant de 100 W à 20 kW.



Figure 17.8 Famille des projecteurs PAR/HMI Remington dont les puissances vont de 200 W à 12 kW.

Document De Sisti.

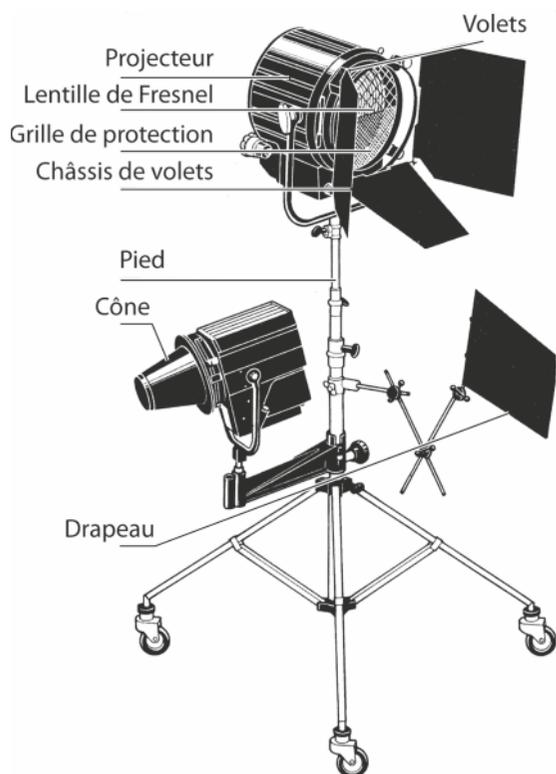


Figure 17.9 Deux projecteurs Fresnel sur pied et accessoires.

La fixation en porte-à-faux d'un luminaire sur bras déporté – ici un projecteur de 1 000 W muni d'un cône – requiert l'emploi d'un pied à empattement plus large, de manière à constituer un ensemble très stable. Document Strand Lighting.

Les *projecteurs de découpe* et de *poursuite* sont plutôt utilisés dans le domaine du spectacle. Équipés d'un objectif et souvent d'un condenseur, disons seulement qu'ils permettent de projeter, parfois à très longue distance, un faisceau de lumière concentré dont on peut modifier la forme, le diamètre et l'intensité (gradation). Le projecteur de découpe permet de plus de projeter des formes découpées (ou « gobos ») ou des images (diapositives).

Un *projecteur « face ouverte »* est essentiellement constitué de la lampe (TH tubulaire pour les petites puissances) que l'on peut déplacer de quelques centimètres dans l'axe d'un réflecteur métallisé de forme parabolique, ce qui permet de faire varier l'angle du faisceau de lumière dans un rapport de 1 à 2 entre les positions extrêmes *spot* et *flood*. En vidéo, ce type de projecteur léger s'utilise aussi bien en studio qu'en décor naturel. Les modèles les plus courants sont la « mandarine » (800-1 000 W) et la « blonde » (2 kW). Pour le tournage « sur le motif » en vidéo légère (interview, documentaire, etc.), on peut souvent se contenter d'une valise contenant, par exemple, 3 mandarines (ou 2 mandarines, plus 1 blonde), avec diffuseurs, pieds, câbles, boîte de jonction, etc.



Figure 17.10 Ces deux projecteurs « mandarine » à lampe TH (3 200 K) de 800 W, leurs pieds-supports type parapluie, les volets barn-door et les câbles d'alimentation tiennent à l'aise dans le sac de transport. Document Ianiro.

La dernière famille que nous évoquerons est celle des *lampes PAR*, d'ailleurs peu utilisées en vidéo, mais d'emploi généralisé pour l'éclairage scénique. Une PAR est une lampe scellée intégrant un miroir à l'arrière et une lentille en verre multifacette formant la face avant. Sous cette forme, la lampe constitue un projecteur complet qu'il suffit de monter dans un luminaire très fruste du genre « tuyau de poêle », mais qui n'offre aucun réglage de faisceau : il faut utiliser le modèle dont la lentille structurée délivre l'angle de faisceau désiré. Il existe néanmoins des lampes PAR (TH ou HMI) dont la face avant est en verre clair, devant laquelle on place l'une des lentilles en matériau plastique « dur » donnant le faisceau plus ou moins large désiré.

**2 Les ambiances.** Dans un éclairage classique (chapitre 4) une source principale unique ou *lumière clé*, généralement dirigée (un projecteur ou le soleil), définit les formes et le modelé du sujet. En « éclairant » les ombres sans en créer d'autres, on peut donner à la scène un contraste correspondant au « climat » désiré. On dispose pour cela de luminaires spécialisés dits *ambiances* (*soft light* en anglais). Leur caractéristique commune est d'offrir – par rapport à la taille du sujet – une grande surface éclairante. De cette manière, celui-ci est simultanément éclairé par la lumière diffusée selon différents angles, c'est-à-dire sans formation d'ombres nettes. On utilise dans ce but des *boîtes à lumière* – rigides pour le studio ou pliantes pour le transport – dont la surface éclairante est proportionnelle aux dimensions des sujets habituellement traités. La lumière émise par une ou plusieurs lampes le plus souvent tubulaire est réfléchiée par le fond

de la boîte formant un réflecteur blanc ou métallisé et diffusée par un matériau translucide, plastique ou tissu. Sur certains modèles, divers panneaux diffuseurs cloisonnés en nid d'abeilles, ou « grilles », permettent de faire varier l'étalement du faisceau.



Figure 17.11 Luminaire d'ambiance TH. Le modèle représenté est équipé de deux lampes TH de 2,5 kW commutables séparément ; il atteint donc une puissance de 5 kW. « Arturo » de Strand Lighting.

D'une manière générale, on peut créer cet éclairage d'ambiance à partir d'une source dirigée (une blonde par exemple) dont on diffuse la lumière, soit en « indirect » par réflexion sur un panneau ou un parapluie blanc ou métallisé (réflecteur passif), soit en plaçant devant elle une surface de matériau diffusant (lés de papier-calque, tissu, feuille plastique translucide, etc.), ce qui est le principe même de la boîte à lumière ci-dessus, mais sous une forme transportable et économique.

**3 Accessoires d'éclairage.** Les luminaires peuvent recevoir divers accessoires permettant de contrôler la forme, de modifier le degré de diffusion, de changer la couleur ou de faire varier l'intensité du faisceau.

**Contrôle de la forme du faisceau.** La plupart des projecteurs peuvent être équipés en permanence de volets, dits *barndoors*, comprenant 2, 4 ou 8 volets métalliques noirs articulés, montés sur un cadre se glissant à l'avant du projecteur dans le logement prévu à cet effet. Une forme plus simple est la *coupe-flux* (ou *flag*, drapeau) composé d'un seul volet porté sur une tige à plusieurs articulations se fixant sur le projecteur ou d'un écran opaque monté sur pied indépendant. Le *snoot* a la forme d'un tronc de cône, limitant le

faisceau d'un projecteur Fresnel à un petit cercle de lumière aux contours bien délimités. Les *grilles* s'utilisent comme on l'a vu devant certaines ambiances afin de limiter l'angle d'éclairage, c'est-à-dire conférer une plus grande directivité au faisceau.

**Degré de diffusion et coloration de la lumière.** On utilise, par exemple, une surface de matériau absorbant et/ou diffusant (canevas, tulle, filet, calque, etc.) que l'on place comme un filtre sur le luminaire, ou qui, monté dans un cadre, se pose ou se suspend à une certaine distance devant lui. La coloration de la lumière est, bien entendu, l'affaire des filtres ou « gélatines » à installer dans le porte-filtre du luminaire. Ces filtres (*Lee Filters*, *Rosco*, etc.) sont disponibles en rouleaux ou en feuilles. Il en existe des dizaines de sortes, de couleurs et de densités variées. Comme on l'a vu (cf. 4.9.1), les plus utilisés sont les *filtres de conversion* 5 600 K → 3 200 K (85B, saumon) et 3 200 K → 5 600 K (82A, bleu). Ces deux filtres existent également sous la forme de *filtres dichroïques en verre* à placer dans le porte-filtre du projecteur ; ils ont l'avantage de ne pas brûler sous la chaleur dégagée par le projecteur TH, mais l'inconvénient d'être fragiles et très onéreux. Pour ces raisons, on en réserve habituellement l'usage aux torches de reportage et autres luminaires de petit diamètre. Si les filtres de conversion ont le rôle bien précis d'équilibrer la *Tc* de la lumière avec celle des autres sources éclairant la scène, il n'en est pas de même des autres filtres colorés que le vidéaste utilise à sa discrétion pour créer une dominante colorée partielle ou générale sur la scène : il s'agit alors d'une approche essentiellement artistique. Rappelons à ce propos qu'il faut obligatoirement régler la BdB du camescope en manuel.

## 17.10 Installation des luminaires

Dans ce qui va suivre, nous développons des notions qui n'ont pas encore été abordées dans cet ouvrage : celles relatives aux équipements d'éclairage mis en œuvre pour les productions télévisuelles ou cinématographiques « lourdes », particulièrement dans l'environnement du studio. Une fois encore, les problèmes ne se posent pas en termes d'esthétique de l'image (vous pouvez créer de superbes éclairages avec les moyens du bord), mais de « productivité » de programmes qui, indépendamment de leur valeur artistique, doivent satisfaire les exigences de la qualité technique et de la durée de tournage. Sur le seul plan de l'éclairage – mais c'est la même chose pour les autres éléments de création du spectacle (direction des acteurs, décors, costumes, etc.) – ceci implique la mise en œuvre de nombreux et puissants luminaires installés en permanence dans le studio, dont les réglages peuvent être télécommandés à partir d'une console.

### 17.10.1 Luminaires suspendus en studio

Dans un studio de télévision typique, les luminaires sont suspendus « tête en bas » au-dessus du plateau, grâce à un réseau de barres ou de tubes métalliques accroché au plafond : c'est ce qu'on appelle le « gril ». Chaque luminaire est relié au gril par un bras à extension variable. Il existe trois principaux types de bras à extension variable : à sections télescopiques, à pantographe et à barre porteuse, câbles et poulies. Tous sont équipés de ressorts ou de contrepoids équilibrant exactement le poids du luminaire, ce qui permet – dans les limites de débattement mécanique du bras – de le placer à la hauteur désirée au-dessus du plateau sans aucun serrage. La suspension à pantographe est généralement préférée dans un studio de moyenne surface (plateau de 50 à 100 m<sup>2</sup>) ; complètement replié, il mesure 50 cm environ, alors que – selon le modèle – il peut s'étendre sur 4 ou 5 m, c'est-à-dire déposer le luminaire sur le sol.

Il faut néanmoins pouvoir accéder au gril pour procéder aux branchements et à certains réglages des luminaires, soit par des passerelles, soit grâce à un portique mobile. Quel que soit le type d'installation, l'essentiel est de pouvoir positionner le luminaire au-dessus de n'importe quel point de la surface du plateau. La hauteur du gril sous plafond est en partie déterminée par le fait que le luminaire doit éclairer le sujet selon un angle d'incidence bien déterminé. L'énergie électrique d'alimentation des luminaires doit être fournie au niveau du gril, ce qui se fait habituellement par des prises de courant réparties sur les barres. Il faut veiller d'une part à ce que le câble d'alimentation de chaque prise soit de section appropriée à l'intensité de courant (ampères) requise par le luminaire qui y sera branché – et, d'autre part, à ce que le câble allant de la prise au luminaire soit assez long pour permettre de le déplacer librement.

Quel que soit le principe de suspension adopté, le point fondamental est le respect absolu des procédures et règles de sécurité. Outre son système de fixation normal au support, le luminaire doit être attaché directement au gril par une chaîne ou un câble métallique de section appropriée. Le support du luminaire lui-même doit être pareillement enchaîné au gril.

Avec ce support, le luminaire – ou plus précisément son étrier en berceau – occupe une position fixe sur le gril, le seul réglage possible au moment de l'installation étant son orientation par rotation dans le plan horizontal. Tous les luminaires sont dotés d'un axe de fixation de diamètre normalisé appelé « spigot », servant d'interface avec le système de suspension du gril. Cela étant, le système de suspension peut être attaché sur une barre mobile du gril, voire sur un chariot se déplaçant sur des rails, ce qui permet alors de positionner le luminaire aussi bien en hauteur que latéralement et/ou dans la profondeur de la scène. Si de plus le luminaire peut être descendu à hauteur d'homme ou posé sur le sol, il devient possible d'effectuer tous ses réglages (hauteur, position, inclinaison, focalisation du faisceau, etc.) très rapidement et dans des conditions de sécurité optimales.

Dans un studio complètement automatisé, on peut non seulement positionner les luminaires en hauteur et en différents points au-dessus de la surface du plateau, mais également assurer tous leurs réglages par télécommande à partir d'une console d'éclairage « à mémoire ». Tous ces réglages et mouvements étant mémorisés, il suffit de presser une seule touche pour « rappeler » et exécuter les « événements » de tout un programme pendant son déroulement.

### 17.10.2 Luminaires supportés au sol

Même en studio, l'éclairage d'une scène demande parfois de placer un luminaire plus près du sol, c'est-

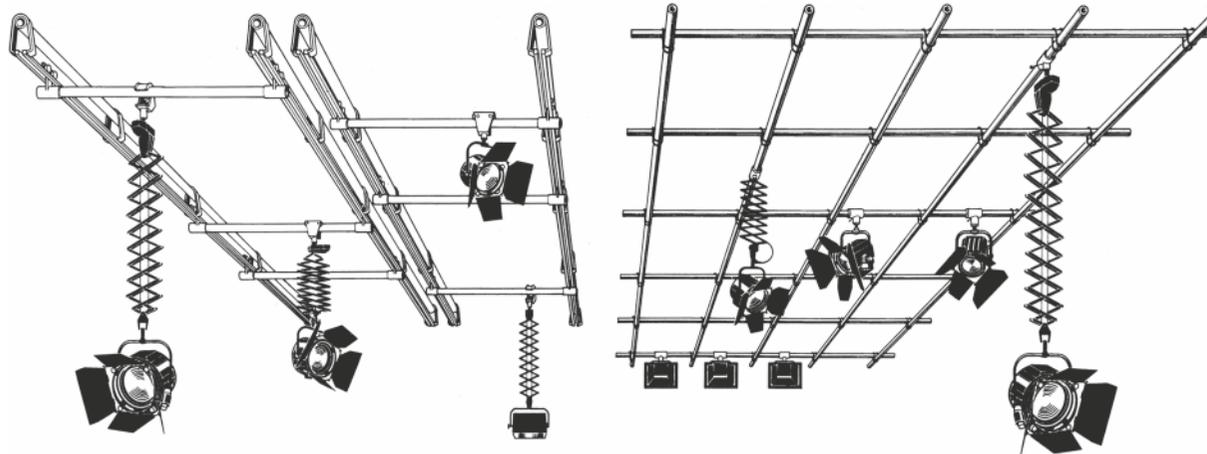


Figure 17.12 Luminaires suspendus sur couples de rails fixes et traverses mobiles.

*Chaque luminaire sur suspension pantographe peut ainsi être déplacé selon les trois axes X, Y et Z. Ce principe convient mieux à un studio dans lequel on utilise à peu près le même plan d'éclairage d'une production à l'autre ; sinon, il faut multiplier le nombre des luminaires ou bien s'astreindre à de fréquentes interventions « manuelles ». Document Strand Lighting.*

à-dire de le monter sur pied-support ou « trépied ». Il se peut aussi qu'on doive dissimuler une petite source de lumière dans le décor afin de créer un effet spécial, par exemple, un rai de lumière filtrant sous une porte ; ce qui demande de la fixer par une pince sur un élément du décor. Qu'il s'agisse de tournage en studio ou en intérieur réel, les luminaires montés sur pied exigent une attention particulière. Pour être plus facilement transportables, les pieds utilisés en déplacement sont légers, c'est-à-dire juste assez solides pour supporter le luminaire. Il y a toujours des problèmes d'encombrement et d'instabilité, de câbles traînant sur le sol et pouvant se prendre dans les pieds des acteurs ou du cadreur et autres possibilités d'accidents. Dans l'espace toujours trop exigu d'un intérieur réel, il est le plus souvent nécessaire de les dissimuler afin qu'ils n'apparaissent pas dans le champ de la caméra, sans oublier le risque potentiel de brûlures ou d'incendie provoqué par l'intense chaleur qu'ils dégagent.

D'une manière générale, il ne faut pas élever le luminaire monté sur pied à plus de 2 ou 3 m de hauteur, en étendant de plus les branches en triangle du pied au maximum afin de lui conférer la plus grande stabilité. À chaque fois que possible, il faut assurer le pied à l'aide d'une corde sur un élément stable de l'environnement, telle une colonne, un fauteuil, etc. Pour installer un luminaire juste au-dessus du sujet, on utilise un bras déporté en porte-à-faux dit « girafe » monté sur trépied. Le dispositif étant par nature particulièrement instable (donc dangereux en cas de chute), il faut toujours l'équilibrer avec un contrepoids, sac de sable par exemple.

Outre ces pieds-supports « parapluie », existe – dans le catalogue des divers fabricants – toute une famille de pinces-supports. L'une des plus universelles porte le nom générique de *gaffer grip* : c'est une grosse pince à fortes mâchoires, munie d'un spigot standard de fixation d'un petit luminaire. Elle s'accroche facilement sur une moulure, le dossier d'une chaise, un tuyau de chauffage central, le bord d'une fenêtre, le marbre d'une cheminée, etc. Elle ne peut supporter qu'un luminaire léger, telle une torche portable ou un petit projecteur focalisable du genre « mandarine ».

## 17.11 Gradateurs et consoles d'éclairage

Dans l'environnement du studio, on peut contrôler tous les aspects de l'éclairage, en particulier spécifier le nombre de luminaires utilisés et régler indépendamment le niveau de flux lumineux de chacun d'eux. Ceci offre d'immenses possibilités au directeur de la photographie lequel, selon le climat dramatique à évoquer dans la scène, peut aussi

bien éclairer subtilement le visage en gros plan d'un comédien, que recréer l'atmosphère d'une boîte de nuit, avec ses lumières mouvantes, ses flashes, ses décors colorés et ses effets de fumée. Dans un studio bien équipé, tous les aspects d'un « plan d'éclairage » se créent et se commandent à partir de la console d'éclairage.

Son principe est simple. Branchée directement dans une prise de courant, la lampe TH du luminaire délivre obligatoirement son flux lumineux nominal. Si le courant d'alimentation de ce luminaire – plus précisément sa tension en volts – est contrôlé par l'intermédiaire d'un circuit gradateur (*dimmer* en anglais), il devient possible de moduler continûment l'intensité lumineuse de la source, de la pleine puissance à l'extinction complète. Un signal électronique codé généré par la console transmet le niveau de flux lumineux désiré au gradateur du luminaire concerné.

Chaque luminaire « contrôlable » doit être alimenté à travers un circuit gradateur acceptant le courant d'intensité maximum requis par la source. Afin de prévenir les erreurs de branchement, le luminaire et la prise de courant contrôlés par le gradateur spécifique sont numérotés, de même que le « canal » de commande de la console. C'est en déplaçant, par exemple, le curseur n° 12 de la console que l'opérateur règle l'intensité du flux lumineux délivré par le luminaire n° 12.

Les possibilités créatives offertes par un système d'éclairage sont liées à la capacité – c'est-à-dire au nombre de canaux gradateurs – et à la flexibilité opérationnelle de la console. La console la plus simple peut ne permettre que la commande de six canaux gradateurs, alors qu'un modèle performant offrira un grand nombre de canaux gradateurs, un deuxième pupitre jumeau (dit « de préparation ») et des commandes groupées permettant, par exemple, l'extinction immédiate (le *black-out*) de tel ensemble de luminaires préalablement sélectionnés.

Les consoles élaborées sont gérées par système ordinateur et sont dotées d'une mémoire interne des données programmées, que l'on peut sauvegarder sur disque dur ou carte mémoire flash. Elles assurent le contrôle de nombreux canaux (parfois des centaines) et permettent de mémoriser le niveau et la variation de chaque luminaire (ou groupe de luminaires), de créer et de lancer automatiquement des effets de fondus lumière, de commander les éclairages par la modulation d'un signal sonore (par exemple, la musique) et même de piloter les mouvements et les changements de couleur d'un ou plusieurs projecteurs motorisés. À l'aide d'une de ces consoles sophistiquées, le concepteur lumière peut élaborer les états successifs et l'évolution dans le temps des éclairages de toutes les scènes à filmer, les sauvegarder en mémoire et les rappeler ultérieurement à chaque fois que désiré.

Cependant, quel que soit le plan d'éclairage à mettre en œuvre, il sera toujours nécessaire de pouvoir régler indépendamment l'intensité de chaque luminaire : c'est ce qui permet d'équilibrer l'éclairage de l'ensemble de la scène afin de créer l'effet visuel voulu.

En vidéo – et contrairement à une scène de théâtre – cet effet ne peut être jugé objectivement que sur l'image de l'écran moniteur, lequel présente la scène tel qu'elle est interprétée par la caméra

Le principe des connexions entre le luminaire, son gradateur et la console de commande est simple : le luminaire est branché sur une prise du gril d'éclairage ; cette prise est connectée à une prise spécifique d'une boîte de distribution, elle-même reliée aux sorties du groupe de gradateurs. Le signal codé de commande du gradateur est modulé par la position du curseur du canal correspondant de la console.

Afin de prévenir tout problème, on prévoit généralement des circuits de distribution d'énergie acceptant une intensité deux fois plus élevée que celle normalement requise, par exemple 20 A pour un luminaire de puissance 2 kW qui demande 10 A environ. Il est toutefois évident qu'un luminaire de puissance 5 kW – débitant un courant de 23 A environ – ne peut ni se brancher sur la même prise, ni utiliser le même câble. Les gradateurs sont habituellement prévus pour des puissances de 5 ou 10 kW. Quand on connecte plusieurs luminaires sur le même circuit gradateur (cas typique des luminaires cyclorama), un calcul très simple permet de savoir combien d'entre eux peuvent être regroupés sans surcharge du circuit.

### 17.11.1 Gradateurs

Le gradateur contrôle le flux lumineux émis par un luminaire à lampe TH par variation de sa tension (en volts) d'alimentation. Quand on abaisse la tension, le luminaire émet moins de lumière, ce qui abaisse également sa température de couleur ; autrement dit, la lumière est plus chargée en radiations rouge orangé qu'à la tension nominale, ce qui impose donc un nouveau réglage de la balance des blancs de la caméra, faute de quoi les images seraient affectées d'une dominante rougeâtre.

Jusqu'au milieu des années 1960, le gradateur était une simple résistance variable (des « rhéostats ») qu'on réglait manuellement sur un « jeu d'orgue ». Un tel dispositif consomme (en chauffant) l'énergie qu'il prélève en amont de la source. Le gradateur d'aujourd'hui utilise un composant électronique – semi-conducteur au silicium – connu sous le nom de thyristor ou de triac.

Voici, en résumé, le principe de fonctionnement d'un gradateur : un courant modulé de basse

tension (de 0 à 10 V) appliqué au thyristor lui permet de contrôler la haute tension du courant de la lampe. Le courant de commande du circuit – modulé en fonction de la position du curseur sur l'échelle – commute le thyristor *on/off* à haute fréquence : ce qui fait varier corrélativement la tension d'alimentation de la source, pratiquement sans perte d'énergie. En revanche, la forme d'onde « hachée » du courant engendre des perturbations de l'environnement radioélectrique. En effet, le système à thyristors et ses circuits associés fonctionnent comme un émetteur radio. C'est pourquoi tous les circuits audio professionnels sont câblés en « symétrique », c'est-à-dire avec une tresse de blindage (cf. 16.7).

Les commandes de gradateur sont étalonnées selon l'astucieux principe de la « gradation au carré ». La commande de gradateur portant une échelle allant de 0 à 10, cela signifie que le pourcentage du flux lumineux émis par la lampe est égal au carré de la valeur choisie sur l'échelle (tableau 17.2). Quand le curseur est placé sur 9, par exemple, la lampe délivre un flux lumineux égal à  $(9 \times 9) = 81\%$  de son flux total ; de même  $(5 \times 5) = 25\%$  du flux total s'il est réglé sur 5.

#### Remarques

**1** La température de couleur dépendant de la tension appliquée à la lampe (TH), on ne peut pas, avec la commande gradateur, diminuer progressivement le niveau d'éclairage sans abaisser corrélativement la  $T_c$  (lumière de plus en plus jaunâtre). Le phénomène n'est pas visuellement sensible dans les applications scéniques, mais il faut en tenir compte en vidéo. Dans ce domaine, il est usuel – afin de prolonger considérablement la durée de vie des lampes TH – de les utiliser normalement en position 9 du gradateur, c'est-à-dire à 3 120 K et à 81 % de leur flux lumineux nominal. Le réglage de la BdB caméra résout immédiatement le problème.

**2** C'est au directeur de la photographie d'en décider, mais une scène intimiste d'intérieur s'accorde mieux d'une ambiance de lumière « chaude » qui est automatiquement créée par le réglage 6 du gradateur (2 860 K, 36 % du flux lumineux).

**3** La gradation par variation de tension est également possible avec les luminaires à tubes fluorescents, mais pas avec les sources HMI. L'intensité d'un luminaire HMI se règle grâce à un gradateur « optique », c'est-à-dire un système à persiennes fonctionnant comme un diaphragme. La gradation du flux lumineux – qui peut tout aussi bien se commander depuis la console – ne provoque pas de changement de la  $T_c$  : ce qui explique, outre leur compatibilité « lumière du jour », que les luminaires fluo et HMI soient maintenant les plus couramment utilisés pour l'éclairage télévision et cinéma.

Tableau 17.2 Gradateur étalonné en puissance 2 (lampe TH)

Position du curseur	% du flux lumineux	$T_c$ (K)	Tension secteur		Intensité (A) %	Puissance (W) %
			% (V)	240 V		
10	100	3 200	100	240	100	100
9	81	3 120	93	224	96	89
8	64	3 040	88	211	93	82
7	49	2 960	81	194	88	72
6	36	2 860	74	178	85	63
5	25	2 720	66	158	78	52
4	16	2 600	59	142	73	43
3	9	2 400	51	122	67	34
2	4	2 200	39	94	59	23
1	1	–	23	55	46	11
0	0	0	0	0	0	0

Ce tableau indique les valeurs obtenues avec les lampes tungstène-halogène (TH) dans un système gradateur étalonné en puissance 2 (d'après *Strand Lighting*).

### 17.11.2 Consoles d'éclairage



Figure 17.13 Console d'éclairage « Diamond 4 Vision » Avolites.

La très basse tension (0 à 10 V) requise pour la commande des gradateurs a permis aux fabricants de concevoir des consoles d'éclairage élaborées et très compactes, offrant d'énormes possibilités de contrôle des luminaires. Les consoles les plus simples offrent un curseur de commande par gradateur, ne permettant que le réglage indépendant de chaque luminaire (ou groupe de luminaires commandés *via* le même canal), alors que les plus complexes, pilotées par ordinateur, permettent de préparer et de lancer des « scènes » complètes d'états d'éclairages, lesquels sont mémorisés dans la console, puis sauvegardés en mémoire en vue de restitution ultérieure à la demande.

Les consoles à mémoire sont pilotées par ordinateur : au lieu d'être équipées d'un curseur linéaire par gradateur, elles sont souvent pourvues d'un unique organe de commande (une molette ou une roue). Comme un ordinateur, elles disposent d'un clavier permettant d'assigner la commande à tel canal gradateur. Il est souvent possible de spécifier la valeur de gradation (ou « pourcentage de flux lumineux ») du luminaire par la frappe de touches, plutôt que par la manœuvre d'un curseur.

Tous les réglages de gradateurs à un état donné du programme d'éclairage (ce qu'on appelle un « événement » ou *cue* en anglais) sont mis en mémoire de la console ; on peut les rappeler à tout instant en frappant au clavier le numéro de la mémoire concernée.

Outre différents plans d'éclairage, une console élaborée a la capacité de mémoriser l'enchaînement des événements de tout un programme, avec fondus enchaînés, effets spéciaux, synchronisation avec la musique et ainsi de suite. Cette approche est particulièrement intéressante dans un studio de télévision utilisé pour différentes émissions régulièrement programmées. Les plans d'éclairage de tel programme ayant été établis et mis en mémoire ordinateur lors de la « première », par exemple, il suffit de transférer les fichiers de données dans la mémoire console pour rétablir les mêmes conditions d'éclairage pour les émissions ultérieures : ce qui suppose que les luminaires occupent les mêmes positions sur le gril.

Ceci explique aussi pourquoi un grand studio de télévision est équipé de dizaines, voire de centaines de luminaires qu'il n'est pratiquement jamais nécessaire de démonter ni de repositionner sur le gril : il suffit de n'allumer que ceux dont on a besoin pour un programme et à un instant donné.

Un autre grand avantage d'une console moderne, c'est qu'elle n'est connectée aux gradateurs (et autres fonctions motorisées des luminaires) que par un seul câble multipolaire de petit diamètre dans lequel ne transitent que des signaux électriques codés de basse tension. Cela permet – éventuellement par l'emploi d'un câble-allonge – d'installer la console en n'importe quel endroit du studio. Certaines consoles peuvent même être pilotées à distance à l'aide d'un boîtier de télécommande sans fil.

Bien que ce soit sa fonction principale, la console ne permet pas seulement de contrôler le flux des luminaires, mais – par exemple dans un studio conçu pour l'enregistrement des spectacles de variété – les mouvements, la

modulation du faisceau, la focalisation, les changements de filtres, etc. des projecteurs automatisés. La télécommande de ces fonctions motorisées utilise généralement le même protocole numérique que les gradateurs à thyristor.

### Le protocole de commande d'éclairage DMX-512

- Créé en 1986 par un organisme américain et sans cesse perfectionné depuis, le protocole de communication DMX-512 est une méthode normalisée de connexion des consoles d'éclairage aux modules gradateurs. Sa fonction est de créer et de gérer des signaux numériques multiplexés (multiplexage veut dire que des messages adressés à différentes destinations sont véhiculés dans le même câble). Comme son nom l'indique, le DMX-512 offre 512 canaux de commande par liaison de données. Pour faire image, on peut le considérer comme 512 curseurs d'une console qui seraient connectés à 512 fonctions d'un luminaire. Chaque position du curseur est envoyée sur la ligne de liaison sous la forme d'un nombre binaire codé en 8-bit ( $2^8$ ) dont la valeur analogique peut donc être comprise entre 0 et 255. Dans le cas de la gradation d'une lampe tungstène, la valeur 0 correspond à l'extinction complète et la valeur 255 à l'allumage de la lampe à 100 %. Le même principe de commande s'applique à chacune des nombreuses fonctions d'un luminaire « robotisé ».
- Le *W-DMX*. Ainsi que l'évoque le *W* (*wireless*, sans fil), il assure la gestion des luminaires par le protocole DMX-512, mais en remplaçant les câbles de transmission des signaux de commande par des séquences d'impulsions modulant une onde porteuse radio HF (de fréquence 2,45 GHz). La console d'éclairage et chacun des appareils récepteurs – dans notre cas, des luminaires plus ou moins automatisés – sont pourvus d'antennes omnidirectionnelles, de sorte que l'on peut rapidement installer les luminaires où l'on veut, sans avoir à « tirer » des dizaines, voire des centaines de mètres de câble.



Figure 17.14 Coffret W-DMX.

Son rôle est de transmettre – par radio HF et selon le protocole DMX – les ordres de fonctionnement des luminaires automatisés à partir de la console d'éclairage. Son aspect extérieur est identique, qu'il s'agisse de l'émetteur, du récepteur ou d'un émetteur-récepteur (bidirectionnel). Document Elation.

## 17.12 Alimentation électrique des équipements d'éclairage

Ces notions de base sont connues de beaucoup ; si ce n'est pas votre cas, une petite révision n'est peut-être pas inutile.

Voyons d'abord pourquoi la puissance d'un luminaire est exprimée en watts (W). La différence de potentiel (ou « tension » en volts) de la source de courant – alternatif du secteur ou courant continu d'une batterie – permet aux électrons de se propager dans un matériau conducteur sous la forme d'un courant électrique. La quantité d'électrons en mouvement dépend de la valeur de la résistance s'opposant à leur déplacement. Les divers métaux offrent une plus ou moins grande « résistivité » au passage du courant. S'il s'agit de transporter le courant dans un câble en perdant un minimum d'énergie, on utilise un métal à faible résistivité comme le cuivre ou l'aluminium, alors que dans une lampe T ou TH, le filament en tungstène mauvais conducteur offre une résistance très élevée que le passage du courant porte à l'incandescence. L'énergie électrique est ainsi convertie en flux lumineux.

De la loi d'Ohm, se déduit la relation mathématique (a) permettant de calculer, soit la tension, soit l'intensité, soit la résistance du courant, lorsqu'on connaît les deux autres valeurs :

$$V = I \cdot R \quad (\text{a})$$

dans laquelle  $V$  est la différence de potentiel ou *tension* (en volts V),  $I$  l'intensité (en ampères A) et  $R$  la résistance (en ohms  $\Omega$ ).

L'intensité d'une lampe est très importante, car de sa valeur dépend celle de son *disjoncteur* (lui-même « calibré » en ampères). Le rôle du disjoncteur est de protéger l'équipement de tout dommage et du risque d'incendie : aussi doit-il être calibré pour un courant d'intensité un peu supérieure à la valeur requise. Le câble d'alimentation électrique de la lampe est lui-même prévu pour accepter une certaine intensité maximale qu'il ne faut pas dépasser (sinon il chauffe) : de sorte que la valeur appropriée du disjoncteur protège à la fois la lampe, les circuits du luminaire et le câble qui l'alimente.

L'autre formule (b) permet de calculer la puissance de la lampe en watts :

$$W = V \cdot I \quad (\text{b})$$

La puissance en watts (W) est donc égale au produit de la tension  $V$  en volts (V) par l'intensité  $I$  en ampères (A).

### Exemple

Une lampe dont le filament a une résistance de  $60 \Omega$ , alimentée par le secteur 240 V consomme un courant d'intensité  $(240/60) = 4$  A. Sa puissance est donc de  $(240 \times 4) = 960$  W. On dira qu'il s'agit d'une lampe ou d'un luminaire de 1 000 W, ou de 1 kW.

Cependant, connaître la puissance en watts du luminaire est moins utile en pratique que l'intensité demandée, laquelle indique la valeur du fusible à utiliser selon la tension d'alimentation du réseau.

C'est qu'en effet la même lampe, de 1 kW par exemple, peut s'utiliser dans des luminaires pourvus de divers types de réflecteurs et/ou dispositifs optiques de focalisation du faisceau, délivrant donc des intensités lumineuses différentes. Il s'ensuit qu'il n'y a pas de relation directe entre la puissance de la lampe, l'intensité du flux lumineux délivré, ni l'éclairage (en lux) du sujet à une distance donnée.

### 17.13 Torche vidéo alimentée par batterie



Figure 17.15 Torche autonome Sachtler Reporter 250H.

La lampe halogène (3 200 K) est alimentée par la batterie NiMh portée à la ceinture. Même principe avec les torches autonomes HMI (5 600 K).

Certains tournages du genre « reportage » nécessitent l'appoint de lumière fourni par une torche vidéo alimentée par batterie (accumulateur). Sur le plan pratique, le plus important est de savoir d'avance pendant combien de temps tel modèle de torche autonome restera allumé. Pour calculer l'autonomie, il faut d'abord connaître l'intensité (A) requise par sa lampe. On a vu (cf. 15.1.2), que les batteries se caractérisent à la fois par leur tension (V) et par leur capacité en ampères/heure (Ah). Ces valeurs permettent de calculer l'autonomie de fonctionnement de la lampe d'intensité connue. Utilisez la formule suivante :

$$\text{Autonomie torche (min)} = \frac{\text{Capacité batterie (Ah)}}{\text{Intensité lampe (A)}} \times 60$$



Figure 17.16 Éclairage d'appoint monté sur la caméra. Voir p. 243 du cahier couleur.

Ce caméscope Canon Série XL est ici bien équipé pour le reportage « volant » : microphone éloigné du corps de l'appareil et torche d'appoint délivrant une puissante lumière diffuse. Photo Gérard Galès.

#### Nota

L'intensité (A) de la lampe concernée n'étant pas forcément indiquée dans les spécifications (car elle dépend de la tension d'alimentation), vous pouvez la calculer à partir de la formule (b). Par exemple, une torche vidéo de 30 W, alimentée par une batterie (NiCd) de 6 V, a une intensité de  $(30/6) = 5$  A. Si elle était alimentée par une batterie (Li-Ion) de 7,2 V, son intensité serait  $(30/7,2) = 4,16$  A.

Donné à titre d'exemple, le tableau 17.3 compare les durées d'utilisation (en minutes) de torches vidéo de 20, 30 et 50 W, alimentées par une batterie NiCd 6 V, respectivement de capacité 1,8 Ah, 2,4 Ah et 5 Ah.

Tableau 17.3 Autonomie d'une torche vidéo\*

Capacité de la batterie (NiCd 6 V)	Puissance (W) et intensité (A) de la lampe		
	20 W (3,3 A)	30 W (5 A)	50 W (8,3 A)
1,8 Ah	32 min	22 min	13 min
2,4 Ah	43 min	29 min	17 min
5 Ah	90 min	60 min	36 min

\* Valeurs « optimistes » : il est généralement impossible de recharger une batterie NiCd à 100 % de sa capacité nominale.

Ce tableau montre bien que la torche intégrée au caméscope (ou alimentée par sa griffe porte-accessoires) ne peut pas être raisonnablement équipée d'une lampe de plus de 10 W, faute de quoi celle-ci aurait vite fait de vider la batterie embarquée ! Pour rendre la chose possible, certains caméscopes récents intègrent un mini-projecteur à Led ne consommant que quelques watts, mais produisant le même éclairage qu'une lampe tungstène cinq

fois plus gourmande en énergie. Bien que cet éclairage de pleine face soit esthétiquement détestable, cette petite lampe d'appoint permet de filmer en intérieur avec un caméscope qui manque de sensibilité : pour l'utilisateur lambda, c'est infiniment mieux que rien !

Il existe dans le commerce plusieurs modèles de torches vidéo Led (ou « minette »), lesquelles s'ali-

mentent, soit sur la batterie du caméscope *via* sa griffe porte-accessoires, soit par une alimentation séparée (ou un adaptateur secteur). Le modèle *Swit S-2010*, par exemple, est constitué de 4 Led (puissance totale 12 W), mais il éclaire autant qu'une torche « halogène » de 40 W (angle du faisceau : 40° ; éclairement : 550 lx à 1 m).



Figure 17.17 Compensation de violent contre-jour. Photos Gérard Galès. Voir p. 246 du cahier couleur.

(À gauche) Sans correction, les zones d'ombres sont beaucoup trop denses pour être suffisamment éclaircies par augmentation de l'exposition.

(À droite) La solution « professionnelle » au problème consiste à envoyer de la lumière d'appoint dans les ombres : soit avec une torche donnant une lumière de même Tc que la lumière du jour (5 600 K environ), soit à l'aide d'un vaste réflecteur passif.



Figure 17.18 Torche à Led Diginova 2 (Kaiser).

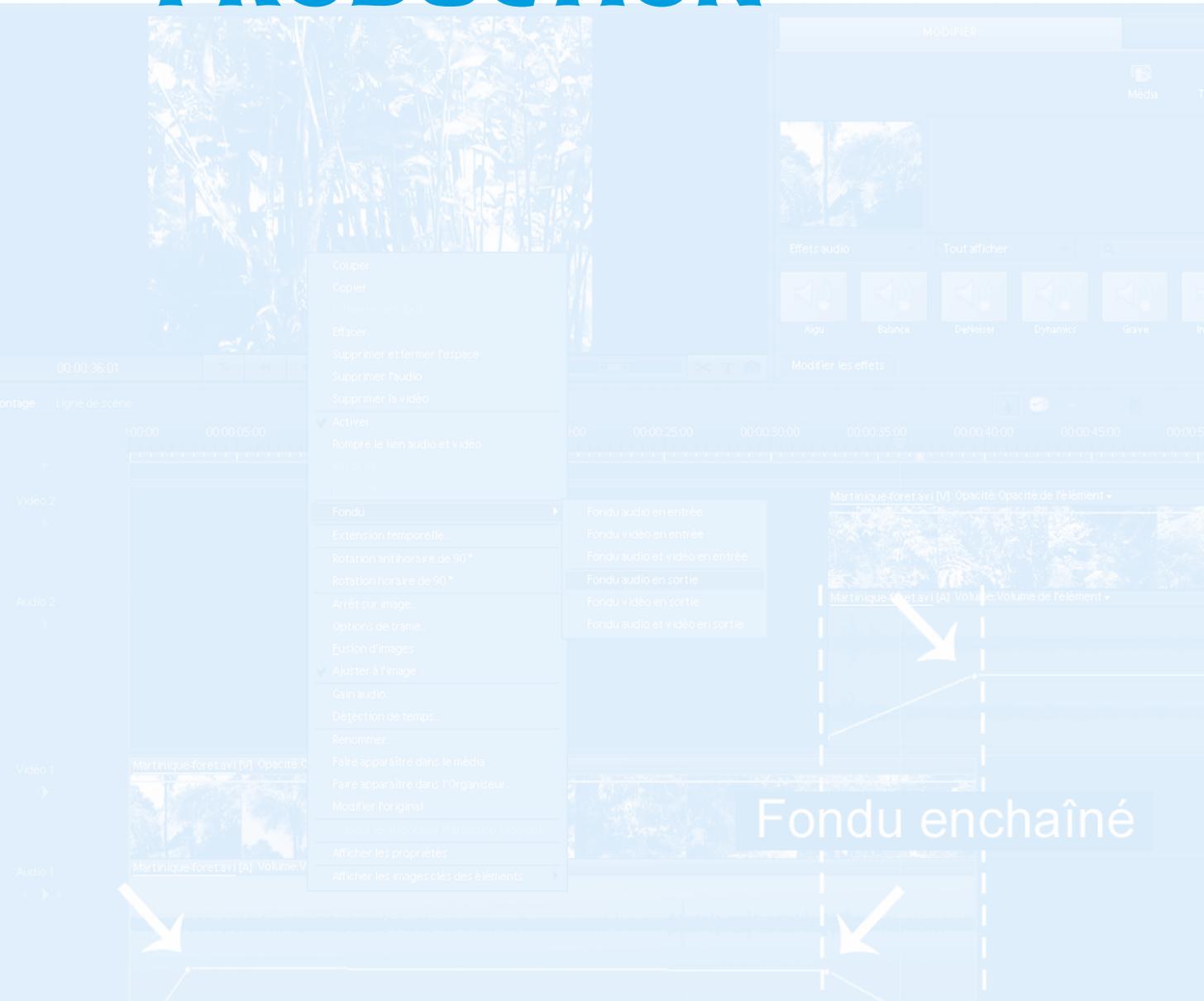
La série de 20 diodes électroluminescentes délivre une lumière blanche assez bien répartie sur la scène. Son corps articulé permet de l'adapter aux différentes structures de caméscopes. Elle se fixe sur la griffe porte-accessoires, une barrette ou un trépied. Alimentation : deux piles ou accus de taille AA.



Figure 17.19 Cette petite torche de marque Hama se monte sur la griffe du caméscope.

Elle n'utilise que 7 Led blanches censées délivrer un éclairage « lumière du jour » proche de 5 500 K. Alimentée par deux piles AAA, son autonomie est de deux heures environ. Dimensions : 40 × 65 × 45 mm.

# LE MONTAGE ET LA POST- PRODUCTION



Pour le caméscopeur du dimanche, filmer en vidéo ne requiert aucune connaissance préalable du procédé, ni de son matériel : il lui suffit de cadrer la scène et de « presser sur le bouton ». Bien que les résultats soient généralement médiocres sur le plan artistique (car le hasard fait toujours mal les choses), notre réalisateur en herbe peut au moins faire plaisir à la famille ou aux amis.

Il en va tout autrement lorsqu'il s'agit d'assembler des rushes, de sonoriser, etc., dans le dessein de constituer un spectacle audiovisuel achevé, susceptible de capter l'attention et de séduire des spectateurs. Avec la meilleure volonté du monde, il est tout simplement impossible d'y parvenir sans avoir acquis d'une part la syntaxe de l'écriture vidéographique, d'autre part la maîtrise du logiciel de montage. Telles sont les opérations complexes qui sont minutieusement décrites dans les chapitres suivants :

## **Les chapitres de la partie 3**

**18 • Le montage de bande à bande, dit « linéaire »**

**19 • L'informatique au service du montage**

**20 • Les bases du montage image**

**21 • Les étapes du montage**

**22 • Les bases du montage audio**

**23 • Les principaux logiciels de montage et modules annexes**

**24 • Les logiciels de création de menus interactifs DVD et BD (authoring)**

**25 • Master vidéo et diffusion du vidéofilm terminé**

**26 • Montage en ligne et banques d'images**

## Le montage de bande à bande, dit « linéaire »

À l'ère de la vidéo (et de l'audio) numériques, du puissant ordinateur, de ses performants périphériques et logiciels, le montage « physique » bande à bande – dit aussi « linéaire » – n'a plus de véritable raison d'être : il n'offre d'ailleurs aucun avantage qualitatif sur le montage « virtuel » (non linéaire), tel qu'il est pratiqué aujourd'hui. Nous avons pourtant cru utile d'en évoquer les principes à l'intention de celle ou de celui qui s'intéresse à l'évolution des techniques ou qui – par curiosité, par nécessité ou par goût – désire utiliser rationnellement des équipements plus ou moins « anciens » (mais que l'on commence à trouver à prix « plancher » sur le marché de seconde main).

Montage « bande à bande » veut dire que les éléments images et sons originaux (les rushes) ont été enregistrés sur bande magnétique – le plus souvent avec un caméscope – et que le document final (le vidéogramme terminé ou le master servant à tirer des copies) est également une cassette de bande magnétique. L'équipement nécessaire – que l'on appelle *banc de montage* – est donc constitué au minimum d'un magnéscope *lecteur* ou « source » (pour la lecture des rushes originaux), d'un magnéscope *enregistreur* ou « destination » (du programme monté), des *connexions* vidéo, audio et synchronisation indispen-

sables, enfin d'un *système de commande et de contrôle* assurant le fonctionnement absolument synchrone des deux magnétoscopes. C'est dire que les fonctions de ces éléments du banc de montage sont pilotées avec précision par l'électronique et les microprocesseurs.

### 18.1 Le lecteur

Dans un environnement professionnel, le lecteur est un magnéscope spécifiquement conçu pour le montage. Sa robuste mécanique résiste aux fréquents chargements et déchargements de cassettes, ainsi qu'aux nombreuses opérations de bobinage et de rembobinage pratiquées durant les diverses phases du montage. Les bancs de montage linéaires évolués ont la capacité de gérer plusieurs lecteurs simultanément. En configuration « amateur », c'est souvent le caméscope lui-même qui fait office de lecteur. Alors que cela ne pose pas de problème d'ordre technique, il n'en est pas de même pour ses mécanismes et ses moteurs qui n'ont pas été prévus pour supporter impunément un usage aussi intensif.

Quel que soit le type de « machine » utilisé en magnéscope lecteur, ce dernier doit impérativement être télécommandable (par câble avec connecteur RS-



Figure 18.1 Les magnétoscopes de montage Sony DHR-1000 et Panasonic NV-DV 10 0000 ont la capacité de piloter les divers modèles de caméscopes numériques DV.

Ils disposent de fonctions d'édition élaborées et – grâce à leur interface de connexion FireWire (IEEE-1394) – ils permettent le montage de bande DV à bande DV sans perte de qualité.

232, LANC, Panasonic, JVC, etc., ou sans fil par liaison infrarouge), afin que ses fonctions de base (lecture, pause, arrêt, recherche rapide avant et arrière) se synchronisent – durant les opérations de montage – avec les fonctions correspondantes du magnéscope enregistreur.

## 18.2 L'enregistreur

Celui d'un banc de montage professionnel est un magnéscope aussi solide et fiable que le lecteur. Dans ce domaine professionnel ou institutionnel, les protocoles de commande sont le plus souvent spécifiques à une marque, ce qui implique que le lecteur et l'enregistreur soient de même origine, utilisent le même format de cassette et soient conçus pour opérer en parfaite synchronisation. Un banc de montage « amateur » est beaucoup plus souple, dans la mesure où l'enregistreur peut être un magnéscope de salon ou un modèle institutionnel quelconque, à la condition expresse que son système de télécommande soit compatible avec celui du lecteur ou du pupitre de montage intermédiaire. Son format peut être différent de celui du lecteur contenant les rushes. Cette architecture « hybride » de banc de montage était tout à fait courante dans le domaine institutionnel où il était fréquent de réaliser des montages à partir de rushes ou de documents d'archives d'origines très différentes.

## 18.3 Les liaisons audio/vidéo

Contrairement à une idée encore trop répandue, le montage linéaire n'est pas exclusivement réservé à la vidéo analogique. Il est en effet possible d'utiliser la même méthode de montage en numérique, mais de machine à machine : de camescope à camescope, de camescope à magnéscope, ou encore de camescope à enregistreur DVD. Dans le premier cas, les liaisons analogiques vidéo sont traditionnellement de type composite (PAL ou NTSC) en grand public, de type Y/C en institutionnel ou de type composantes YUV en version pro. Quant à lui, le signal audio (mono ou stéréo) transite par des câbles pourvus de connecteurs de type Cinch (RCA), ou en qualité « pro », de connecteurs de type XLR. En montage numérique, la connectique AV la plus courante est la fameuse IEEE 1394, alias DV, FireWire ou i.Link.

## 18.4 Le pupitre de télécommande

Sur un banc de montage linéaire professionnel, les fonctions de montage sont (télé) commandées depuis un pupitre indépendant, relié aux machines (lecteur(s)

et enregistreur) par des câbles multipolaires spécifiques (principalement connecteurs RS-232, RS-422). Pour les équipements grand public, les fabricants ont développé un système de télécommande spécifique ayant pour objet de normaliser les protocoles assurant la synchronisation entre les machines. Le plus répandu est le système LANC (*Local Application Control Bus System*) ou Contrl-L de Sony, également adopté sur certains équipements Canon. Cependant, Panasonic et JVC exploitaient leurs propres protocoles de montage, avec une connectique propriétaire.

Le pupitre de montage était parfois intégré ou « accroché » sur le magnéscope enregistreur. Ce fut le cas de bon nombre d'appareils grand public des familles analogiques VHS/S-VHS ou 8/Hi8. Pour ce qui concerne le matériel grand public numérique DV, il n'a donné naissance qu'à deux modèles de magnétoscopes intégrant une table de montage : le *Sony DHR-1000B Pro* et le *Panasonic NV-DV 10000*. Ces appareils extrêmement élaborés (et très onéreux à la lointaine époque de leur commercialisation) ne se trouvent éventuellement que sur le marché de l'occasion.

Si l'on veut aujourd'hui effectuer le montage bande à bande en numérique, il faut chercher du côté des matériels élaborés de type DV/DVcam ou DVCPRO : la déferlante HD risque de provoquer la désaffection des utilisateurs institutionnels pour ces premiers formats numériques à cassette, de sorte que d'excellents matériels risquent de se trouver bientôt à des prix très avantageux sur le marché de deuxième main.

Ne cherchez pas de table de montage intégrée sur les magnétoscopes numériques HD/HDV institutionnels ou professionnels de récente génération : aucun n'en dispose. Néanmoins, la plupart de ces machines peuvent s'intégrer – *via* leur connectique de télécommande (RS-422 notamment) – à un environnement de montage *broadcast* combinant par exemple montage linéaire et non linéaire.

## 18.5 Les principales fonctions du système de montage

Elles se classent en deux catégories. La première s'assimile à ce que l'on trouve habituellement sur une télécommande infrarouge d'appareil de salon (lecteur-enregistreur VHS, DVD/BD, DD). La seconde catégorie est spécifique aux opérations de montage ; sa richesse fonctionnelle dépend étroitement du mode de synchronisation établi entre l'appareil de lecture et celui d'enregistrement.

Remarquons en passant que les méthodes de calage des plans à monter (spécification et marquage des points d'entrée et de sortie), telles qu'elles sont utilisées en montage virtuel, sont similaires à celles décrites dans ce chapitre pour le montage linéaire. C'est dire qu'il peut vous

être utile d'avoir pris connaissance de sa « gestuelle » et de sa logique, même si vous n'avez jamais l'occasion de pratiquer le montage à la manière d'autrefois.

**1 Fonctions de pilotage.** Si vous avez plus de vingt ans, vous connaissez forcément ces fonctions dont furent dotés tous les magnétoscopes VHS de salon. Elles commandent la lecture normale (*Play*), l'enregistrement (*Record*), la lecture à vitesse variable (*Jog/Shuttle*) en accéléré ou au ralenti, avec visualisation des images sur l'écran, le bobinage/rembobinage rapide sans visualisation des images sur l'écran, enfin l'éjection de la cassette. La différence avec la classique télécommande sans fil du lecteur/enregistreur de salon est que les principales fonctions de navigation sont lancées automatiquement, en synchronisation avec les fonctions de montage proprement dites.

## 2 Fonctions de montage

*a) Assemblage.* Comme son nom l'indique, la fonction consiste à attacher le début d'un plan (son point d'entrée) à la fin du plan précédent (son point de sortie) sur la bande magnétique de l'enregistreur. La même fonction d'assemblage peut également être effectuée sur une piste audio séparée. En l'activant, la portion (image et/ou son) sélectionnée sur l'appareil lecteur est automatiquement marquée en fonction des repères de code temporel (TC), puis alignée (on dit « calée ») sur son point d'entrée de montage. En réalité, le système de pilotage « lance » la bande un peu en avant du point de montage (segment de *preroll*), de manière à ce que son défilement soit parfaitement stabilisé lorsque ce segment est lu et copié simultanément sur la bande de la cassette master du magnétoscope ou autre appareil enregistreur. Ce dernier s'est automatiquement calé sur le point d'entrée (y compris le *preroll*) et il se met instantanément en mode enregistrement (*Record*) à

l'instant précis où le lecteur passe sur le point d'entrée de la bande source.

En pratique, le mode de montage par assemblage nécessite la spécification d'un minimum de trois points, voire quatre : un point d'entrée et un point de sortie du segment retenu sur la bande du lecteur, ainsi que le point d'entrée sur l'enregistreur. Si l'on spécifie un quatrième point (de sortie sur l'enregistreur) le banc de montage stoppe au premier point de sortie désigné. Il est d'usage de spécifier un point de sortie retardé de quelques images sur la bande de l'enregistreur : ce qui ménage la petite longueur de bande nécessaire au *preroll* lors du montage du plan suivant.

*b) Insertion.* Cette opération consiste habituellement à insérer un plan vidéo dans un segment de la bande master déjà enregistrée. Il serait en effet impossible d'enregistrer de la vidéo sur un segment de bande vierge. Si l'on veut effectuer tout ou partie du montage en mode insertion (ce que préfèrent certains monteurs expérimentés), il suffit d'enregistrer le signal de « noir vidéo » sur toute la longueur de la bande cassette vierge : cela s'appelle « pister » ou plus souvent « tracker » la bande.

Le mode insert est très utile (voire indispensable en pratique) pour remplacer, sur la bande master, un segment « image seule » sans modifier la piste audio (Insert vidéo) ou, inversement, un segment « son seul » sans toucher à l'image (Insert audio). Pour pratiquer une insertion, il est nécessaire de spécifier le point d'entrée (IN) et le point de sortie (OUT) de la portion à remplacer sur la bande de l'enregistreur, puis de saisir le point d'entrée du plan à insérer sur la bande du lecteur. Si l'on saisit les quatre points (In/Out lecteur et In/Out enregistreur) le banc se comporte de la même manière qu'en mode assemblage.

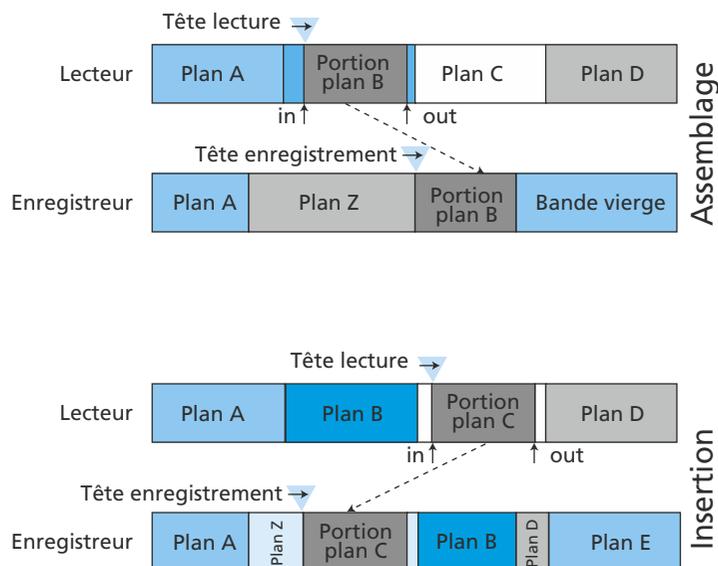


Figure 18.2 Ces schémas illustrent le fonctionnement d'un banc de montage pour la copie d'un segment vidéo de la bande du lecteur à celle de l'enregistreur : en mode Assemblage (en haut) ; en mode Insertion (en bas). D'après Gérard Galès.

c) *Split audio*. Cette fonction de montage extrêmement utile ne se trouve que sur les pupitres de télécommande évolués et, bien sûr, sur les équipements professionnels. Son principe est d'affecter des TC de points d'entrée différents pour la vidéo et pour l'audio. On crée de cette manière un certain décalage entre l'image et le son, mais sans les désynchroniser. Citons les exemples typiques d'une scène où l'on entend le dialogue des personnages avant qu'ils n'apparaissent sur l'écran, ou bien la conversation qui se poursuit dans un nouveau décor.

Par analogie avec la forme de la lettre, ce mode de montage avec décalage image et son est appelé « en J » quand le son intervient avant l'image et « en L » si le son se poursuit alors que son image synchrone n'est plus à l'écran.

Vous concevez donc que le mode Split audio impose de spécifier des points d'entrée et des points de sortie différents pour l'image et pour le son. Relativement difficile à mettre en œuvre en montage linéaire, cette fonction est très couramment exploitée en montage virtuel, mais avec la grande souplesse créative conférée par l'emploi des outils logiciels de découpage.

## 18.6 Équipements périphériques

Les fonctions décrites ci-dessus ne concernent que le « découpage » des plans image et/ou audio. En vidéo

analogique et montage linéaire, il fallait « habiller » la vidéo en connectant des périphériques dévolus à des tâches précises. Pour ajouter, par exemple, des effets de transition (volets, fondus, fragmentations, etc.) ou de filtres (correcteurs ou esthétiques) il fallait – entre le magnétoscope lecteur et l'enregistreur – faire transiter le signal vidéo par une régie de mixage image autorisant ces interventions. Un système de trucage et/ou de titrage (dont les fonctions elles-mêmes étaient numérisées) associé à un banc de montage était finalement peu performant et difficile à maîtriser, ou bien il s'agissait d'une régie complexe de qualité *broadcast*, laquelle n'était pas à la portée financière du vidéaste « moyen ». Le travail de trucage, montage et de mélange sonore nécessitait de même une régie audio évoluée (et le talent de savoir s'en servir...).

Celle ou celui qui – comme nous – a pratiqué intensément la réalisation vidéo au niveau professionnel ne peut oublier le casse-tête permanent qu'était le montage à l'époque de l'analogique. Nous sommes ainsi bien placés pour vous inciter à tirer le meilleur parti des immenses progrès accomplis grâce à la vidéo numérique, à l'ordinateur et aux logiciels de montage virtuel. Ce sera le thème essentiel des prochains chapitres.

## L'informatique au service du montage

Il n'a fallu que quelques années pour que l'ordinateur devienne le partenaire incontournable du montage vidéo. Néanmoins, l'engin fait encore peur à beaucoup de vidéastes non professionnels. Cela vient peut-être de ce qu'une majorité d'utilisateurs considère l'ordinateur comme un formidable moyen de communication, de divertissement et de documentation et non en tant que puissant outil au service de la création.

Pour en exploiter pleinement les possibilités, le futur monteur vidéaste doit non seulement acquérir la « gestuelle » informatique de base, mais aussi passer sous les fourches caudines de l'apprentissage d'un programme logiciel spécialisé, censé pouvoir transformer de simples rushes « bruts de caméra » en un spectacle audiovisuel digne d'être présenté à un public. Bien des vidéastes amateurs qui maîtrisent efficacement les commandes du camescope à la prise de vues, sont au contraire désorientés face aux multiples fenêtres, touches et arborescences des menus que les logiciels de montage vidéo affichent sur l'écran. Le novice a peur de faire une fausse manœuvre, voire de « planter » la machine en provoquant des bogues et autres incidents techniques. Heureusement, une fois que cette appréhension est dépassée et que la logique informatique a été bien assimilée, le vidéaste engagé prend conscience des immenses possibilités créatives offertes par le montage virtuel.

Dans le chapitre précédent, nous avons vu quels sont les principes du montage linéaire : il faut copier les signaux vidéo et audio sortant d'un magnétoscope ou d'un camescope (en mode lecture) sur la bande d'un deuxième magnétoscope (en mode enregistrement). Le système de montage dont nous allons parler maintenant est fondamentalement différent puisqu'il est *virtuel*. Ce terme veut simplement dire que le montage du vidéogramme est entièrement réalisé par pilotage à partir du logiciel ordinateur : les rushes originaux (ou leur copie) – identifiés et repérés grâce au code temporel – sont stockés dans un disque dur, lequel permet d'accéder immédiatement à chacun des fichiers qu'il contient. De là vient l'autre terme de *montage non linéaire*.

Il est évident qu'une configuration de montage vidéo fondée sur l'outil informatique est plus ergonomique, productive et facile à mettre en œuvre que le banc de montage linéaire. Les avantages sont nombreux : peu de câbles à installer, machine unique et compacte, assurant aussi bien le travail sur l'image que sur l'audio et les effets spéciaux, accès immédiat aux copies des originaux stockées sur disque dur, ou qui se trouvent encore contenues dans le camescope (à support MiniDVD/BD, HDD ou carte mémoire).

Il faut que l'ordinateur soit configuré et optimisé pour une tâche complexe qui requiert de grandes ressources : en espace de mémoire, en volume de stockage de masse, en vitesse de calcul, etc. Si l'on n'est pas soi-même un as de l'informatique, le recours à un installateur professionnel compétent permettra d'aborder le travail avec un esprit plus tranquille.

Certains vidéastes (particulièrement les professionnels et les institutionnels) préfèrent disposer d'une plate-forme ordinateur uniquement dédiée au montage virtuel, en constituant ainsi un banc de montage ultra-spécialisé, censé être idéalement protégé contre les bogues informatiques. Mais, quelle que soit la configuration choisie (PC, Mac ou magnétoscope de montage type *Casablanca*), chacun peut constater que l'ordinateur a atteint aujourd'hui un degré de perfectionnement tel que son emploi et celui des logiciels qu'il héberge sont accessibles à tous.

En résumé, le vidéaste averti aussi bien que le débutant peut désormais élaborer ses travaux de post-production dans un environnement bien plus convivial, fiable et performant qu'autrefois (disons, il y a cinq ans !). Libéré des contraintes techniques, il peut ainsi consacrer totalement ses efforts aux aspects artistiques de la création.

### 19.1 Le montage en mode non linéaire

Le vidéaste assez jeune pour n'avoir jamais pratiqué le montage linéaire classique n'a probablement aucune

difficulté à maîtriser le montage virtuel : car, comme la photo numérique, le téléphone mobile multifonction ou le *streaming* sur Internet « il est né avec ». Pour celle ou celui qui a connu ou pratiqué « la vidéo de papa », un temps d'adaptation sera sans doute nécessaire, mais plus ou moins long en fonction de son niveau de connaissance de l'informatique (maîtrise d'un système d'exploitation, manipulation du clavier et de la souris).

Au niveau du matériel, on peut symboliquement définir le système de montage virtuel comme une machine « maître », environnée de diverses machines « esclaves » (camescope, disque dur externe, etc.). Le grand ordinateur se nourrit des signaux bidirectionnels (entrée et sortie) qu'il échange avec ses esclaves. Le rôle du monteur est en quelque sorte de répartir les tâches en décidant de qui fait quoi et à quel moment.

Ne soyez pas inquiet si vous êtes débutant (nous l'avons tous été !) : en réalité, de multiples systèmes logiciels ont été prévus par les fabricants de matériels ou les concepteurs de programmes, dans le dessein de vous faciliter le travail et d'automatiser un grand nombre d'opérations. Cela étant, quels que soient votre âge et votre expérience préalable du montage, l'essentiel est de bien vous imprégner de la logique particulière associée à cette méthode moderne de montage. Elle comprend trois grandes étapes :

1 Importation des éléments sources (les rushes) dans (le disque dur de) l'ordinateur.

2 Assemblage dans l'ordinateur – grâce à un logiciel spécialisé très interactif – des divers éléments image et son constituant le programme.

3 Exportation – hors de l'ordinateur – du programme achevé (monté) vers un support de diffusion ou de stockage.

Pour l'instant et dans le but d'en faciliter la compréhension, nous ne ferons que décrire ci-dessous les principes de base de ces trois grandes étapes. C'est dans le chapitre 21 que vous trouverez le détail des méthodes et outils mis en œuvre pour chacune d'entre elles.

**1 La première étape du montage virtuel** consiste donc à « nourrir » l'ordinateur avec tous les éléments indispensables à l'élaboration du programme achevé, à savoir – selon les cas – les rushes vidéos, les images fixes (photos), des graphismes divers, des éléments sonores indépendants des rushes, tels que commentaires, bruitages ou musiques. Quant aux données techniques permettant à l'ordinateur (et au monteur) de gérer un élément particulier (le code temporel, la date et l'heure de la création, les métadonnées décrivant certaines propriétés et caractéristiques techniques), elles ont été automatiquement inscrites et mémorisées au moment de la création et elles sont répertoriées dans un en-tête du fichier numérique correspondant. Il n'y a donc pas à s'en soucier, car ces données se transfèrent dans l'ordinateur en même temps que l'élément concerné.

Selon l'équipement que vous avez utilisé pour produire les rushes (linéaire ou non linéaire) – dans le cas

d'un montage constitué d'images réelles vidéo ou photos, et non d'images de synthèse créées par un ordinateur – le transfert des éléments dans l'ordinateur ne se déroule pas de la même manière :

- S'il s'agit d'éléments enregistrés en linéaire (donc sur bande magnétique en cassette), vous devez forcément procéder à l'exportation des rushes en temps réel, cela en transférant le signal vidéo et/ou audio depuis le camescope (ou le magnétoscope) placé en lecture.
- S'il s'agit d'éléments enregistrés sur un support non linéaire (HDD, MiniDVD/BD ou carte mémoire) ceux-ci sont généralement transférés dans une unité de stockage de masse, le plus souvent un disque dur (HDD) de l'ordinateur. La durée du transfert dépend à la fois de la taille du fichier à transférer, du débit numérique autorisé par le format du support lecteur et du système connecteur d'interface avec l'ordinateur.

**2 La seconde étape est celle du montage proprement dit**, que l'on appelle également *Édition*. Dans cette configuration de montage virtuel, l'ordinateur « maître » doit être en théorie capable de regrouper en son sein tous les outils logiciels et matériels utiles à cette opération. Outre la dotation habituelle à tout ordinateur (unité centrale avec carte graphique, carte sonore, lecteur de CD/DVD, écran, clavier, souris et, bien évidemment, son système d'exploitation), l'ordinateur héberge un programme logiciel spécifiquement dédié au montage, nanti de tous les outils de découpage et d'habillage des images et des sons. Ce programme (ou un module matériel ou logiciel annexe) doit assurer en amont la capture de la vidéo source à partir du camescope ou autre lecteur vidéo. Puisque l'ordinateur doit communiquer avec un « périphérique » externe lors de cette opération de transfert des originaux (il doit aussi autoriser l'exportation en aval du montage terminé vers un autre support indépendant), il doit être pourvu des connecteurs (numériques ou analogiques) adaptés à la nature des signaux vidéo/audio entrant et sortant. Dans le cas où les originaux « source » seraient analogiques ou même DV, l'opération nécessite habituellement une carte d'adaptation, conversion, etc., laquelle peut avoir été prévue par le constructeur parmi les accessoires « optionnels » de l'ordinateur ou bien accompagner le logiciel de montage concerné. Les ordinateurs récents sont le plus souvent pourvus des mêmes types d'interface que les camescopes numériques et autres périphériques d'aujourd'hui. De plus, les camescopes enregistrant sur support amovible de type MiniDVD/MiniBD ou carte mémoire n'ont pas besoin d'être connectés avec l'ordinateur : il suffit que ce dernier soit doté d'un lecteur (interne ou externe) acceptant directement ces supports.

Un problème important – qui devrait rester d'actualité pendant des années – est celui du montage (ou de la simple copie) de documents originaux

ou d'archives qui ont été enregistrés dans un format analogique. Pour mener à bien ces opérations, la première chose à faire est de convertir les signaux analogiques en signaux numériques. Vous devez alors équiper l'ordinateur d'une carte d'acquisition spécifique, pourvue des circuits électroniques nécessaires à la *numérisation* (c'est-à-dire un CAN – convertisseur analogique/numérique), ainsi qu'au *codage* propre au standard, à la norme et au format de vidéo considéré : autrement dit le « codec » (codeur-décodeur) *ad hoc*. Une solution alternative est de recourir à un boîtier externe d'acquisition de source analogique.

Enfin, vous devrez parfois faire appel à des périphériques internes ou externes afin de réaliser certains travaux de montage délicats ou très gourmands en ressources processeur, tels les effets spéciaux complexes en multicouche et en 3D. Ce serait également le cas des formats HD non compressés de qualité *broadcast*, lesquels exigent des cartes accélératrices dédiées et des boîtiers (ou cartes) d'interfaçage dotés de connecteurs spécifiques.

**3 La troisième et dernière étape est l'exportation** du programme sur son support de diffusion. Cette opération peut prendre des aspects très divers en fonction des applications. Lorsqu'un programme est conçu pour être largement distribué, peut-être post-synchronisé ou sous-titré dans une autre langue, ou bien présenté selon divers procédés (projection en salle, chaîne TV, édition de copies DVD, vidéo sur le Web, etc.), il faut réaliser plusieurs exemplaires ou masters de la plus haute qualité, permettant d'une part d'éditer des copies, d'autre part d'archiver et sauvegarder ce programme. Le doublage requiert par exemple de fournir à la production des masters séparés pour l'image, pour la musique, pour les effets sonores, de manière à créer, grâce à de nouveaux mixages, générique, sous-titres, etc., la version spécifiquement destinée à un public donné.

Les divers éléments que le monteur a su combiner dans la fenêtre de montage constituent un seul bloc, lequel doit être techniquement compatible avec le standard d'enregistrement préalablement choisi. Ce standard d'enregistrement est généralement associé à un certain support. Ce dernier, de type linéaire ou non, peut se présenter sous diverses formes : bande magnétique analogique ou numérique, disque CD/DVD/BD, carte mémoire flash amovible, « clé USB », disque dur externe ou interne. Ce dernier ayant la grande vertu d'accepter la plupart des formats vidéo numériques, la méthode la plus courante est de commencer par compiler le programme avec un codage de la plus haute qualité technique et de le stocker provisoirement dans ce disque dur, en attendant de le transférer sur un support adéquat, ou de l'envoyer à un correspondant par courrier électronique, ou de le placer sur un site Internet.

En ce qui concerne le Web, il est remarquable de constater que l'interopérabilité avec le programme

de montage est de plus en plus effective. Le développement de la vidéo sur Internet – marquée par la prolifération des sites de diffusion et d'hébergement vidéo – permet désormais, grâce à une collaboration de plus en plus étroite avec les fabricants de logiciels, d'exporter directement son montage, *via* la connexion Internet haut débit de l'ordinateur, sur un tel site dit de « partage » ; sans qu'il soit nécessaire d'avoir rien enregistré sur disque dur. La facilité avec laquelle l'internaute *lambda* peut faire circuler ses « clips » sur l'Internet a pour regrettable conséquence la médiocrité extrême de la grande majorité d'entre eux : ce qui rend les « bons » clips encore plus méritants (c'est un peu pour « remettre les pendules à l'heure » que nous avons écrit ce livre).

N'oubliez pas cependant que l'exportation d'un montage sur disque DVD (ou BD) – exploitant les fonctions d'interactivité propres à ces supports – nécessite une préparation spécifique à ce média (elle s'effectue donc au cours de la deuxième étape). Il s'agit de la création de menus interactifs avec l'assistance d'un programme logiciel (intégré ou module externe) spécialisé dans cette tâche. Cette opération de mise en forme des disques optiques est connue sous le terme anglais *authoring* (cf. chapitres 11 & 24).

### Qu'appelle-t-on « compiler » ?

Un *compilateur* est un programme informatique dont la fonction est de traduire le *langage source* en un autre langage appelé *langage cible*, sans changer la signification du message. D'une manière générale, le *code source* est écrit dans un *langage de programmation*, alors que le code destination (dit *code objet*) est écrit dans un *langage d'assemblage* ou un *langage machine*.

## 19.2 Choix d'un système de montage

Un système de montage virtuel est fondé sur l'emploi d'un ordinateur. Depuis maintenant des décennies, l'énorme marché mondial de l'informatique se partage essentiellement entre le PC (pour *Personal Computer*) et le Mac (pour Macintosh) d'Apple. Le premier, fabriqué ou distribué sous de très nombreuses marques fut longtemps considéré comme plutôt dédié au travail de bureau. Le second, habituellement plus onéreux, n'est produit que par Apple. Jouissant d'une flatteuse réputation de fiabilité soutenue par un superbe design, les ordinateurs Mac étaient autrefois privilégiés par les utilisateurs professionnels pour les applications spécialisées très exigeantes, la PAO (publication assistée par ordinateur), par exemple.

Néanmoins, l'évolution des technologies, la farouche concurrence entre les marques, la démocratisation de

l'ordinateur portable, estompent les différences que l'on faisait autrefois entre les deux systèmes. Dans les deux familles, on trouve aussi bien des modèles « d'entrée de gamme » que des systèmes extrêmement élaborés. Le PC est de plus en plus utilisé par les professionnels, car il est tout aussi apte que le Mac à assurer des tâches spécialisées de très haut niveau, dont le montage vidéo qui nous concerne. Afin de ne pas rester cantonné dans un ghetto technologique et surtout dans le but d'étendre son marché, le Mac d'aujourd'hui diffère beaucoup moins du PC qu'il y a quelques années : il intègre des composants jusqu'alors réservés au PC (certains processeurs *Intel*, par exemple), il est pourvu de la même connectique, il sait « lire » la plupart des systèmes de codages vidéos (et audio) ; enfin, les modèles d'Apple les plus récents peuvent héberger, outre leur système d'exploitation propriétaire *Mac OS*, le système d'exploitation *PC Windows* de *Microsoft*.

Même si la clientèle de prédilection d'Apple se recrute encore dans les studios de montage vidéo, d'enregistrement audio, les ateliers de graphisme, ou encore dans le domaine de la PAO, le Mac se démocratise clairement grâce à de nouvelles gammes d'ordinateurs grand public, conviviaux et performants, mais que l'on trouve maintenant à prix compétitif.

Les ordinateurs portables représentent entre 60 et 70 % du marché et cette proportion va encore augmenter dans les prochaines années ; ils se déclinent dans une grande diversité de modèles, lesquels peuvent être aussi puissants et performants que les ordinateurs de bureau. Autonome, compact et léger, l'ordinateur portable s'est révélé un précieux auxiliaire du vidéaste voyageur : il assiste les travaux d'intendance et de secrétariat au cours du tournage, on peut transférer les séquences enregistrées dans son disque dur (en libérant ainsi l'espace dans le support embarqué du caméscope), on peut y intégrer un logiciel de montage virtuel et même s'en servir pour présenter les vidéogrammes à un public.

Nous ne pouvons pas vous conseiller un type d'ordinateur permettant mieux qu'un autre de faire du montage virtuel, d'autant qu'il assume bien d'autres fonctions. Il n'y a pas de « vérité » dans ce domaine, dans la mesure où chaque modèle présente des avantages et des inconvénients, mais qui n'ont pas la même importance selon l'utilisateur. Nous ne vous apprendrons rien en disant que le choix du modèle dépend de l'usage que vous en ferez, de vos ambitions de production et du budget que vous pourrez lui consacrer.

Dans les paragraphes ci-dessous, nous tentons de montrer ce qui différencie (encore) les deux systèmes Mac et PC (ainsi que la déclinaison « magnétoscope de montage virtuel »). Nous pensons cependant qu'il ne servirait à rien de donner des indications trop précises en ce qui concerne la puissance des processeurs, la mémoire RAM, le type de carte mère (et autres cartes filles), le (ou les) disque(s) dur(s), etc. Cet ouvrage ne serait pas publié que son contenu paraîtrait « dépassé », comparé aux équipements et aux logiciels

proposés « dans le commerce » du moment. Or, nous ne répéterons jamais assez que l'expression artistique ne dépend pas de la sophistication des outils ou des procédés utilisés : c'est une affaire de créativité et de talent, lesquels ne s'enseignent pas dans les livres !

Si vous voulez vous faire une idée plus précise de la configuration informatique offrant le meilleur rapport qualité/prix dans les conditions de réalisation qui vous sont particulières, cherchez à recueillir un maximum de conseils auprès de vidéastes passionnés et considérez les types d'équipements qu'ils utilisent. Cherchez à contacter, à rencontrer et à dialoguer avec des pratiquants de la vidéo de votre région : centres de production, clubs, vidéastes indépendants, etc.

Une autre manière très efficace de progresser est de visiter les sites Internet et les forums consacrés aux techniques et à l'art vidéographique (et cinématographique, bien sûr). Compte tenu de la culture hétérogène des participants internautes, il y a certainement bien plus de mauvais que de bon dans les analyses et les exemples donnés, mais vous aurez fait un grand pas vers la réussite personnelle lorsque vous serez capable de séparer le bon grain de l'ivraie, en sachant expliquer posément les raisons pour lesquelles vous n'avez pas aimé tel « clip » ou documentaire, alors qu'un autre vous aura séduit. Nous vous conseillons aussi de vous référer aux magazines spécialisés en informatique ou en vidéo, en particulier *Caméra Vidéo & Multimédia* qui – grâce à une équipe rédactionnelle de spécialistes renommés – vous informe chaque mois de toutes les nouveautés en la matière et sait dispenser de précieux conseils aussi bien techniques qu'esthétiques.

## 19.2.1 À propos du PC



Figure 19.1 Un ordinateur de bureau classique convient pour le montage des formats vidéo de définition standard 4:3 (SD).

*La réalisation de vidéofilms en format haute définition (HD, 16:9 ou pas) requiert l'emploi d'un puissant ordinateur, à l'exemple de cette plate-forme PC associée au logiciel Edius (Grass Valley).*

Au niveau matériel, l'ordinateur PC (machine de bureau) a la réputation justifiée d'être le « Meccano » de l'informatique, c'est-à-dire qu'il est constitué de

« pièces détachées » que l'on peut assembler de diverses manières. Cette caractéristique peut présenter des avantages, mais aussi des inconvénients. Le principe favorise l'évolution et la mise au niveau de la machine (remplacement facile et rapide de cartes et modules divers). Ce n'est pas du tout le cas de l'ordinateur portable (dit *notebook*) qui n'est pas notablement modifiable de l'intérieur. En revanche, ce dernier – qu'il soit PC ou Mac – a l'avantage de la légèreté et d'un encombrement réduit qui facilite sa mobilité.

L'architecture « ouverte » du PC et le fait qu'il soit représenté par de nombreuses marques (et sous-marques) permettent à la concurrence de s'exercer avec vigueur sur toutes les catégories et niveaux de composants. Il est ainsi possible de choisir la marque, le modèle et les caractéristiques de la carte mère, de la carte graphique, du processeur, de la mémoire RAM, etc. Un autre avantage est celui du coût : parce que le PC représente à lui seul plus de 90 % du marché mondial de l'informatique personnelle, c'est sur cette plate-forme que se sont développés la plupart des produits matériels et logiciels. Il en résulte des prix plus attractifs que sur Mac pour lequel l'offre est beaucoup plus réduite.

L'inconvénient potentiel de l'architecture du PC – basée sur l'assemblage de composants ou sous-ensembles hétérogènes – est qu'elle peut inciter au « bidouillage », tant chez les utilisateurs particuliers, que chez des assembleurs prétendant « professionnels » et peu scrupuleux. En fait, une machine ainsi bricolée peut associer des éléments qui n'ont pas été conçus pour cohabiter harmonieusement. Des incohérences matérielles et/ou logicielles peuvent parfois se manifester de manière imprévue, en créant des « incompatibilités d'humeur » entre certains composants, voire des instabilités graves au niveau du fonctionnement global du système.

Telle est la raison pour laquelle le PC a longtemps traîné comme un boulet une fâcheuse réputation d'instabilité et de mauvais rendement. En réalité, un PC composé rationnellement s'avère parfaitement stable et hautement performant. Si vous souhaitez disposer d'une station de montage qui vous permette de travailler en toute sérénité, préférez une machine assemblée par un professionnel consciencieux (ils ne manquent pas) qui choisira chacun des composants à y inclure en fonction de vos stricts critères d'utilisateur. Soyez exigeant et ne cherchez pas à économiser sur la qualité des composants, lesquels sont la plus sûre garantie d'une bonne durabilité.

Au niveau logiciel, en particulier de son système d'exploitation Windows, sachez que celui-ci est de très loin le plus utilisé dans le monde entier et remarquablement stable et ergonomique dans ses dernières versions (XP, Vista... en attendant le prochain). Nous devons oublier le système d'exploitation Linux sur PC qui, en dépit de ses indéniables qualités et de sa gratuité, souffre de ne pas disposer, comme Windows, d'un choix étendu de logiciels dédiés à la post-production vidéo.

Le point peut-être le plus important pour le vidéaste amateur est que l'offre logicielle pour PC est très étendue, y compris en programmes gratuits. Le PC étant par nature une machine multitâche, il est tentant de l'utiliser pour d'autres travaux que le montage vidéo lui-même : bureautique, jeux, lecture multimédia, navigation Internet, etc. Cette universalité d'emploi est un gros avantage, mais il faut veiller particulièrement à ce que cela n'ouvre pas la porte aux virus de toutes natures qui sont capables de détruire quasi instantanément un système informatique. Évitez enfin les installations et désinstallations à répétition de programmes « exotiques » qui peuvent insidieusement déstabiliser le système d'exploitation, sans que ce dernier n'en soit responsable.

## 19.2.2 À propos du Mac



Figure 19.2 Un ordinateur portable d'aujourd'hui peut être aussi performant qu'un ordinateur de bureau.

*Il est donc parfaitement envisageable d'en faire une puissante station de montage « nomade », à l'instar de ce MacBook associé au logiciel de montage Avid XPress Pro et au boîtier générateur d'effets en temps réel Avid Mojo.*

Depuis ses débuts, un ordinateur Mac a la réputation inverse à celle du PC d'être une machine pour initié, une « boîte noire » supportant mal d'être personnalisée : il est effectivement difficile de lui ouvrir le ventre dans le but de changer certains de ses composants. Les aficionados de la marque considèrent que c'est un avantage. Si vous achetez un Mac, vous devrez obligatoirement choisir l'une des configurations alors disponibles en magasin, en acceptant de le payer plus cher que pour un PC avec lequel il est loisible de « tirer les prix » en sélectionnant ses propres composants. De plus chez Apple, la gamme des produits annexes, tels les cartes et boîtiers dédiés à une fonction ou destinés à s'interfacer avec un matériel spécifique (essentiellement de classe « pro ») est très réduite.

Le Mac ne représentant qu'une toute petite part du marché mondial de l'ordinateur, les développeurs d'équipements périphériques et/ou de logiciels spécialisés ont tendance à délaisser ce secteur peu « juteux » sur le plan commercial. On constate toutefois aujourd'hui que les produits audiovisuels courants sont livrés avec des logiciels sur CD qui permettent de les utiliser sans problème, soit sur PC, soit sur Mac.

L'ordinateur Mac ne se vendant que sous la forme de système complet et optimisé, l'acheteur peut être assuré de la parfaite compatibilité entre ses divers constituants. Un Mac du haut de gamme constitue donc un excellent choix en tant que système de montage performant et fiable, prêt à assurer un travail intensif avec un minimum de pannes.

Pour les raisons que nous avons dites, le choix des logiciels spécialisés payants ou gratuits est infiniment plus restreint pour le Mac que sur PC Windows, d'où leur coût généralement plus élevé. En revanche, tous les logiciels conçus pour le Mac ont été testés et agréés par Apple, ce qui garantit leur entière compatibilité. Par ailleurs, cette relative pauvreté en programmes réduit considérablement la vulnérabilité d'un système Mac aux redoutables attaques des virus.

Il ne fait aucun doute que les performances en montage vidéo sont au moins aussi élevées en Mac qu'en PC. Vous pouvez par exemple faire appel au programme *Apple Final Cut Pro* ou *Adobe Premiere Pro*, pour ne citer que les plus élaborés ; ils sont onéreux à l'achat, mais ils bénéficient d'une ergonomie irréprochable et d'une excellente productivité. Enfin, vous pouvez désormais tirer le meilleur parti des deux mondes en bénéficiant de la palette étendue des logiciels pour PC, en installant Windows dans le Mac – maintenant doté d'un processeur *Intel* – en tant que second système d'exploitation.

### 19.2.3 À propos du « magnétoscope de montage virtuel »



Figure 19.3 Sous son allure de magnétoscope, la station de montage Casablanca (Macrosystem) et ses diverses déclinaisons dédiées aux différents formats, simplifie les opérations de montage.

*Ce peut être la solution à adopter par le vidéaste monteur novice ou peu expérimenté en informatique.*

Si vous hésitez sur le choix d'un type d'ordinateur en tant que base de votre système de montage, une solution conviviale s'offre encore à vous : il s'agit d'un système baptisé « magnétoscope de montage virtuel ». Ne jouons cependant pas sur les mots, car il s'agit bel et bien d'un ordinateur de type PC, mais qui est caché sous la carrosserie d'un magnétoscope. On dit

que cette formule rassure une population de vidéastes ayant pratiqué le montage linéaire classique, mais qui ne souhaitent pas subir l'emprise de l'ordinateur.

La société allemande *Macrosystem* est le principal constructeur et distributeur de ce type de machines portant l'appellation générique de *Casablanca* ; elles sont déclinées en diverses versions plus ou moins élaborées et spécialisées (*Avio*, *Kron*, *Claros*, *Gymnos*, *Prestige*, *Renommée*...). Ces machines fonctionnent selon le principe du « tout-en-un », avec lequel les entrées (côté des séquences originales ou rushes) et les sorties (document destination ou exportation) sont limitées aux opérations de montage dans des formats donnés. L'utilisateur n'a strictement accès qu'aux fonctions de montage qui sont lancées automatiquement dès l'allumage de la machine et il lui suffit d'apprendre à les piloter au moyen de commandes très simples, afin de réaliser des montages qui peuvent, bien sûr, être d'excellente facture.

En revanche, le système ne permet d'exploiter que le programme spécifique au modèle, ainsi que de ses modules logiciels annexes, mais en réduisant au minimum le risque de « fausse manip ».

Ce type de machine (conçue en 1996, à l'époque de lancement de la vidéo numérique DV et popularisée un peu plus tard avec l'arrivée du DVD enregistrable) doit suivre les évolutions rapides de la technologie. Au moment où nous écrivons ces lignes, il est évident que le modèle « à jour » doit pouvoir monter des films tournés en 16:9 avec un caméscope DV ou HDV, particulièrement ceux codés en AVCDH. C'est le cas de la plus récente version du *Casablanca 4000* (avec montage sur Blu-ray, etc.) qui, fabriquée artisanalement en Europe, coûte inévitablement beaucoup plus cher qu'un ordinateur PC surpuissant de la toute dernière génération, mais fabriqué en grande série quelque part en Asie.

Si vous tournez vos vidéos avec un classique caméscope DV (voire D8), vous pouvez vous laisser séduire en trouvant – sur le marché de l'occasion d'Internet – un *Casablanca* en bon état de marche, à un prix défiant toute concurrence. Ayant lu ce paragraphe, vous saurez du moins identifier cette « étrange machine ».

## 19.3 La gestion du stockage vidéo sur l'ordinateur

La sauvegarde à long terme des images et des sons, qu'il s'agisse de rushes ou de documents élaborés, est une source permanente d'angoisse pour toutes les personnes ou organismes qui sont concernés par ce problème. Ne traitons pour l'instant que de l'étape du montage. Bien que les disques durs soient de plus en plus fiables et performants, rien ni personne ne peut empêcher que l'un d'eux ne se « crashe » brutalement, en détruisant toutes les données stockées, dont peut-être des heures de travail consacrées au montage.

Avec un caméscope à disque dur (HDD), le risque est encore accru, car après transfert des fichiers originaux dans le disque de l'ordinateur, vous n'avez même plus la ressource de récupérer vos rushes originaux pour recommencer par exemple le montage, comme vous auriez pu le faire avec un support d'enregistrement amovible, tel que cassette, DVD ou carte mémoire.

La sagesse la plus élémentaire est donc de prendre un maximum de précautions en vue de protéger les précieux éléments originaux lorsqu'ils transitent dans l'ordinateur. La sécurisation peut être pilotée automatiquement par un logiciel spécifique dit « de synchronisation », ou bien vous décidez de la gérer manuellement : ce qui implique une attention soutenue de tous les instants. La méthode de sécurisation proche de l'idéal est d'équiper l'ordinateur d'une unité de stockage multi-disque dur appelée RAID.

Voici les deux grandes manières de sécuriser les éléments originaux.

### 19.3.1 Sécuriser par copie

Stocker les éléments originaux (le résultat « de la capture ») en un seul exemplaire dans le disque dur interne de l'ordinateur est une erreur aux conséquences qui peuvent être fatales. Afin de prévenir la catastrophe, vous pouvez faire appel à un logiciel dit « de synchronisation », dont la fonction est de sauvegarder automatiquement et simultanément chacun des fichiers sur deux supports distincts, éventuellement éloignés l'un de l'autre, par exemple, deux disques durs opérant de conserve. Un logiciel de synchronisation pouvant être obtenu gratuitement, tandis que le prix des HDD baisse constamment, vous auriez bien tort de vous en priver.

En l'absence de tout système spécifique de sécurisation automatique des données (de type RAID comme nous le verrons ci-dessous), nous vous conseillons avec insistance de copier systématiquement tous les fichiers capturés sur un autre support informatique indépendant, dès que l'opération d'acquisition est terminée. Pour ce qui est des rushes originaux, conservez et archivez soigneusement les supports de tournage les contenant, tout au moins jusqu'à ce que le montage définitif soit achevé. Vous ne les effacerez, si cela est justifié par le coût de ce support réutilisable, qu'une fois le programme final exporté de l'ordinateur et sauvegardé sur un ou plusieurs supports de stockage ou de diffusion. Si vous devez absolument effacer les enregistrements originaux immédiatement après leur transfert dans l'ordinateur (cas du caméscope HDD ou à support amovible comme la carte mémoire ou la SSD), prenez l'habitude de copier immédiatement tout ce qui a déjà été transféré dans l'ordinateur dans un second disque dur indépendant. C'est aujourd'hui une opération extrêmement simple de copier ses fichiers dans un disque dur externe connecté par une interface USB, FireWire ou eSATA. Ainsi, en cas de « crash » de l'HDD interne de l'ordinateur, il vous suffit de connecter

le disque dur « de sécurité » sur une autre station pour disposer à nouveau de tous vos rushes.

Durant les phases de montage, il est également prudent de créer un dossier spécifique au projet dans un disque dur dédié au stockage vidéo (jamais sur le disque dur système !) afin que tous les fichiers annexes (gestion de projet, calculs d'images avec effets, etc.) générés par le programme de montage soient ainsi regroupés en un seul et même répertoire. N'oubliez pas d'indiquer au programme que ce répertoire est la destination unique pour tout élément lié au projet de montage. Activez également la fonction de sauvegarde automatique du projet et paramétrez-la à intervalle court (par exemple toutes les 5 ou 10 minutes).

Faute de disposer de cette fonction, pensez à sauvegarder vous-même manuellement le projet aussi souvent que possible. Prenez ensuite la bonne habitude, à chaque pause ou tout au moins en fin de journée, de copier l'intégralité de ce répertoire « projet » sur le disque dur externe, par exemple celui où se trouve déjà la copie des rushes. Ainsi, en cas de grosse panne informatique, vous pourrez récupérer vos rushes accompagnés de tous les fichiers relatifs au projet. Il vous suffira alors de relancer le disque dur externe à partir d'une autre station (de préférence équivalente en puissance et en dotation logicielle), ou de la même station une fois réparée et de poursuivre le montage au point où il avait été sauvegardé juste avant le crash. Si c'est le disque dur externe qui lâche, vous disposerez toujours du répertoire « projet » d'origine qui se trouve stocké dans le disque dur interne de l'ordinateur.

### 19.3.2 Sécurisation automatique des fichiers sur système RAID



Figure 19.4 La mise en œuvre d'une unité de sauvegarde de

type RAID ne demande pas de compétence particulière en informatique, ni de démontage.

*Ce boîtier externe NAS Ethernet Disk Raid (LaCie) associe quatre HDD de 500 Go (soit une capacité totale de 2 To). Relié à l'ordinateur par un unique connecteur d'interface à haut débit, il peut être aisément déplacé d'une station de montage à une autre.*

Le système RAID (*Redundant Array of Independent Disks*) est utilisé de longue date dans les domaines de la vidéo professionnelle et *broadcast*. Ce qui a changé, c'est que le prix des HDD a tellement baissé (en même temps que leur capacité augmentait) qu'un système RAID est maintenant de prix abordable pour l'utilisateur grand public. Il s'installe aisément en connexion interne ou externe sur tout ordinateur PC ou Mac.

Si votre ordinateur est de type bureau avec tour, vous pouvez acquérir une carte contrôleur compatible avec votre système sur laquelle vous connectez les HDD supplémentaires en interne. Dans le cas où vous choisissez la configuration externe – la seule possible avec un ordinateur portable, qui de plus permet de connecter le système RAID sur différentes stations de montage – vous trouverez sur le marché un type de boîtier associant la carte contrôleur et les HDD. Il vous suffira de connecter ce boîtier à votre ordinateur *via* une interface de connexion à haut débit, de type IEEE 1394b (FireWire 800) ou eSATA, tous deux plus performants que l'USB 2.0. La solution externe est plus simple et pratique, mais elle est plus onéreuse.

Le principe du RAID, c'est en quelque sorte « diviser pour régner » ou plus précisément optimiser le transfert de données en les sécurisant, grâce à un stockage dans plusieurs HDD. Il existe beaucoup de configurations possibles en mode RAID, mais nous ne retiendrons que les plus utiles en vidéo. Un système RAID est organisé en zones. Pour gérer la vidéo, il faut créer deux zones : une première zone « performances », dont le rôle est d'accélérer et d'optimiser les flux de données sur lesquels on travaille et une seconde zone « sécurité », dans laquelle les données traitées sont mises à l'abri. Le RAID permet – en fonction du mode de couplage choisi – de donner la priorité aux performances ou à la sécurité. C'est un aspect très intéressant du système car, selon votre stratégie « conservatoire » et le nombre d'HDD couplés, vous choisirez de privilégier les performances (en particulier la rapidité de transfert et d'exécution) ou bien la sécurité de conservation des données, voire combiner plusieurs modes RAID, en adoptant alors le meilleur compromis.

**1 RAID avec deux HDD.** Le mode *RAID 0* est très peu sécurisant, car il morcelle les données afin de les répartir sur les deux disques. Lorsqu'ils sont configurés de cette manière, les HDD conservent leur capacité nominale avec des performances optimales. L'inconvénient, que vous pouvez juger rédhibitoire, est que l'on ne peut rien récupérer en cas de « crash ».

Le mode *RAID 1* offre un niveau de sécurité bien plus élevé : il enregistre simultanément les mêmes données sur chacun des deux disques durs (mode « miroir »). En cas de défaillance d'un disque, il suffit de le remplacer pour que le système reconstruise les données pour la zone sécurisée. Du côté des inconvénients, il n'y a pas à vrai dire d'amélioration des performances, tandis que la capacité globale des deux HDD couplés est assimilable à la capacité d'un seul.

Compte tenu des avantages et inconvénients respectifs des modes RAID 0 et RAID 1, vous souhaiterez peut-être établir un juste compromis entre sécurité et performance. C'est la solution offerte par le mode *Matrix RAID*, maintenant proposée par *Intel* sur ses cartes mères récentes (*chipset ICH9R*). Son principe est de partitionner les deux HDD, de telle sorte que chacun d'eux fonctionne à la fois en mode RAID 0 et en mode RAID 1 ; on alloue, par exemple, un espace disque variable au RAID 0, pour les performances et l'espace restant au RAID 1, pour la sécurité. Les performances sont un peu diminuées par rapport au pur RAID 0, mais la sécurité est maximale, avec une moindre perte en capacité qu'en pur RAID 1. Cette configuration *Matrix RAID* permet une intéressante stratégie en montage virtuel : par exemple, on stocke des fichiers HD décompressés dans l'espace RAID 0, afin de les travailler dans les conditions optimales, mais l'on conserve les rushes inchangés et en toute sécurité dans l'espace RAID 1.

**2 RAID avec quatre HDD.** C'est l'architecture de système RAID la plus habituellement adoptée dans les studios vidéo pros, car elle multiplie les configurations possibles et sécurise encore plus la conservation des données. Dans le domaine vidéo qui nous concerne, la configuration « de base » associe deux HDD en mode RAID 0, afin de doubler les performances, et deux HDD en mode RAID 1 « en miroir » pour l'archivage.

Le mode RAID 10 combine également ces deux modes, mais d'une manière différente : deux ensembles de deux disques (le couple est appelé « grappe ») sont configurés chacun en mode RAID 1. Ces deux grappes RAID 1 sont reliées l'une à l'autre en mode RAID 0. Cette structure associe plus efficacement performance et sécurité. Le RAID 5 est une autre combinaison fondée sur l'association de quatre HDD, avec répartition des données par parité des bits (contrôle des erreurs de numérisation). Ainsi, en cas de défaillance de l'un des disques de la grappe, cette dernière reste non seulement toujours en état de fonctionner, mais les données peuvent être reconstruites aisément sur le disque de remplacement. Ce dernier mode est très prisé dans les studios de montage, car il offre des performances très proches du RAID 0, tout en assurant un haut degré de fiabilité. De plus, il préserve au mieux l'espace disque. Il est cependant plus rapide en lecture qu'en écriture, compte tenu de la complexité des calculs à effectuer pour répartir les données de manière optimale sur les différents disques.

## 19.4 Choix d'un écran moniteur informatique

Pour l'étape décisive de la création audiovisuelle qu'est le montage, le moniteur couleur est l'interface obligée entre l'homme et la machine. En abordant la pratique du montage, la première question que l'on peut se poser est celle-ci : faut-il travailler avec un seul ou bien avec deux écrans ? C'est souvent le problème d'investissement qui impose l'emploi d'un unique écran. Ce n'est pas forcément un inconvénient, car cela permet d'avoir immédiatement tous les éléments affichés sous les yeux, ce qui peut convenir avec les programmes logiciels offrant une interface visuelle bien dépouillée.

La visualisation devient en revanche plus difficile lorsque l'écran affiche pléthore de fenêtres, menus et diverses commandes. Il est dans ce cas indispensable de les étendre latéralement afin d'accroître la lisibilité. Dans ce dessein, le grand écran (LCD) au ratio 16:9 apporte déjà une meilleure solution que l'ancien écran CRT au rapport 4:3. Pour travailler avec le grand confort du double-écran, vous devez disposer d'une carte graphique spécialisée à deux sorties prenant en charge la fonction *accélération 3D*, ainsi bien sûr qu'un deuxième moniteur. Au niveau pratique, il vous faudra, soit repérer les fenêtres flottantes disponibles et les « tirer à la souris » dans le deuxième écran, soit faire appel aux configurations prédéterminées de bi-écran qui sont peut-être prévues par le logiciel de montage concerné.

Il faut bien dire que l'écran informatique intégré à un ordinateur portable (ou celui des ordinateurs de

bureau à écran intégré) n'est pas bien adapté à l'affichage et à la lecture de la vidéo. On lui demande d'abord d'afficher les éléments que le système d'exploitation met à disposition sur le bureau et d'optimiser l'affichage de l'interface du programme informatique concerné. Cet écran intégré peut faire office de lecteur vidéo d'appoint, mais avec une qualité inférieure à celle d'un véritable moniteur vidéo, voire un simple écran CRT (à tube cathodique). En attendant que tous les ordinateurs portables soient à leur tour pourvus d'un écran 16:9 de nouvelle technologie et de haute résolution, il est utile – si le budget le permet – de doter la station de montage d'un écran supplémentaire uniquement réservé à la lecture vidéo.

### 19.4.1 Moniteur à tube CRT ou écran plat LCD ?

Nous évoquons cette alternative pour la dernière fois, car vous n'avez plus le choix. Les moniteurs CRT ne sont plus fabriqués : même pas les modèles professionnels « de référence » à haute définition et de superbe qualité, lesquels étaient extrêmement onéreux. Cela pourrait être une très bonne affaire de trouver l'un de ces superbes moniteurs à prix très modéré sur le marché de l'occasion !

Puisque vous avez forcément vécu le remplacement du téléviseur « à tube » par l'écran plat, nous n'avons pas besoin de rappeler les avantages de ce dernier, s'il est toutefois de technologie LCD (ou autre technologie émergente, évoquée ci-dessous) ; nous devons en revanche exclure l'écran plasma, lequel ne répond absolument pas à nos besoins (de toute manière, la



Figure 19.5 Très répandus il y a quelques années dans les régies et studios de production vidéo, les onéreux moniteurs à tube cathodique de classe professionnelle – tel ce modèle JVC (à gauche) – ont disparu au profit des écrans plats de type LCD (à droite), lesquels ont fait d'énormes progrès en termes de qualité d'image, de compacité et de prix !

technologie Plasma n'est utilisée que pour les téléviseurs/moniteurs de taille égale ou supérieure à un mètre de diagonale ; elle risque de plus d'être abandonnée avant 2010).

La majorité des moniteurs informatiques LCD actuels sont au format 16:9. Tant qu'à investir, nous vous conseillons de choisir d'emblée un écran confirmé Full HD offrant la résolution maximale de la vidéo HD (1 920 × 1 080 pixels = 2 MP environ). Bien que conçus pour le visionnage de la vraie vidéo HD (et HDTV), les écrans baptisés HD Ready doivent pouvoir afficher une image de taille minimale 1 366 × 768 pixels = 0,9 MP environ.

Les écrans LCD informatiques disposent aussi d'une connectique de type DVI et/ou HDMI et de systèmes de calibrage automatique des couleurs et de la luminosité qui les rendent très bien adaptés au montage vidéo et à la retouche d'image.

### 19.4.2 Quid des nouvelles technologies d'écrans ?

Dans le domaine en perpétuel devenir du multimédia, la qualité des écrans de toutes dimensions – allant de celui du téléphone ou du moniteur de l'APN ou du caméscope, au grand ou très grand téléviseur 16:9 – est primordiale : résolution, contraste, restitution des couleurs, lisibilité des textes, absence de scintillement, etc. Voici les deux technologies qui sont censées pouvoir remplacer les écrans LCD et plasma dans un avenir probablement assez proche. La condition de la réussite est que ces écrans soient commercialisés à des prix comparables ou moins chers que ceux de la génération précédente.

**1 AM-OLED** (*Active Matrix Organic Light-Emitting Diode*). Cet acronyme évoque le principe des diodes émettrices de lumière colorée constituées de trois couches d'un semi-conducteur organique, accompagnées d'une cathode et d'une anode. Ses principales qualités sont une excellente restitution du mouvement grâce à l'absence de rémanence (temps de réponse de 10 µs), une épaisseur de 12 mm seulement, un contraste de 10 000:1 et une consommation électrique environ trois fois moindre que pour le LCD (ce dernier étant pourvu d'un panneau de rétroéclairage, gourmand en énergie). De superbes prototypes d'écrans AM-OLED – de 31 pouces (79 cm) de diagonale pour le plus grand – ont été présentés en fin 2007 par les divers fabricants électroniques. Comme pour tout nouveau produit high-tech, la sagesse est d'attendre que les prix baissent avant d'acheter !

**2 SED** (*Surface-conduction Electron-emitter Display*). Cette technologie (développée en commun par Canon et Toshiba, mais ce dernier s'est retiré depuis) était l'une des plus prometteuses dans les domaines des applications de l'informatique, de la vidéo et de la TVHD. Au moment où nous écrivons ces lignes, rien ne nous permet de savoir si des moniteurs/téléviseurs SED seront

réellement commercialisés par Canon sur le marché grand public : si c'est le cas, nous vous en aurons du moins parlé ! La technologie SED se situe à mi-chemin entre le tube cathodique (CRT) dont elle emprunte le principe du canon à électrons et les écrans plats (plasma, LCD, OLED). Une « dalle » SED est constituée trois micro-émetteurs (canons à électrons) par pixel. Ainsi un écran SED de résolution Full HD 1 920 × 1 080 pixels est-il constitué (à raison de 3 sous-pixels RVB par pixel) de 6,2 millions de canons à électrons. Les avantages de cette nouvelle technologie d'écran sont indéniables : écran très plat (environ 10 mm d'épaisseur pour l'écran d'un mètre de diagonale), aussi lumineux sous tous les angles d'observation, contraste très élevé, consommation électrique inférieure de 30 % à celle d'un LCD et temps de réponse plus court qu'une milliseconde (ms). Bien que les technologies OLED et SED soient fort différentes, leurs performances techniques sont équivalentes. C'est donc sur le terrain du coût de fabrication (dont dépend le prix de vente) que se joue leur avenir : d'après ce que nous en savons, le SED serait, sur ce point, très handicapé par rapport au LCD et à l'AM-OLED (mais les constructeurs n'aiment pas dévoiler trop tôt leur stratégie commerciale !).

### 19.4.3 Dimensions de l'écran



Figure 19.6 Un écran LCD de grande taille convient idéalement au montage vidéo, à condition qu'il soit – comme ce modèle Sony LMD-2030W de 20 pouces (51 cm) – de bonne facture et supporte des résolutions élevées permettant d'afficher confortablement l'interface logicielle de même que l'incrustation vidéo.

Remarquons qu'un téléviseur LCD de la classe Full HD (1 920 × 1 080 pixels) répond à ces exigences (mais il ne dispose pas de réglages aussi « fins » que ce moniteur).

Les nombreux outils, fenêtres, menus et fonctions dont dispose tout logiciel de montage un peu évolué

font ressembler l'écran moniteur à un tableau de bord d'avion. Un grand écran offre donc un meilleur confort visuel, très appréciable lorsqu'on doit rester des heures les yeux rivés sur l'écran. Il est maintenant inutile d'afficher de grandes images avec un vidéoprojecteur, comme on le faisait du temps des moniteurs CRT dont la taille maximale d'écran était limitée à la fois par l'encombrement, le poids et le prix ; il existe aujourd'hui des écrans plats de toutes les dimensions.

On considère que le confort visuel est optimal si l'on peut observer l'ensemble de l'écran, y compris sa région périphérique, sans devoir tourner la tête. Comme pour les téléviseurs, c'est la diagonale de l'écran qui sert à en exprimer la taille. Cette diagonale est mesurée en pouces (1 pouce, ou *inch* en anglais, vaut 25,4 mm). Un écran de 19 pouces fait donc 48 cm de diagonale, un 22 pouces, 56 cm.

Certains moniteurs intègrent des haut-parleurs, mais si vous en avez la place, préférez une installation audio indépendante (genre « chaîne Hi-Fi ») qui vous permettra de déployer toute la richesse sonore d'un vidéofilm sonorisé Dolby Surround 5.1, par exemple.

### 19.4.4 Définition de l'écran

Cette caractéristique s'exprime en nombre de pixels (ou « points image ») constituant l'image affichée dans la hauteur et la largeur de l'écran. Une définition élevée peut être indispensable au bon fonctionnement d'un logiciel de montage. Il convient donc d'opter pour une taille d'écran qui lui soit bien adaptée. Consultez les spécifications du logiciel de montage afin de vérifier ses « recommandations ». Contrairement à un écran CRT (analogique) qui construit les images par balayage de faisceaux d'électrons, les écrans plats (numériques) composés de cellules juxtaposées (LCD, plasma, SED, OLED, etc.) présentent une définition « optimale » qu'il est préférable de respecter sous peine de voir l'image subir des déformations et des flous. De nos jours, le problème de l'adéquation du format informatique de l'image à la définition de l'écran ne pose plus de vrai problème : il faut et il suffit que l'écran ait exactement la même définition (nombre de pixels en H et en V) que l'image. Un moniteur ou un téléviseur Full HD conçu d'origine pour afficher la HD 1080i de qualité optimale (1 920 × 1 080 pixels) comporte forcément un écran comprenant effectivement 1 920 × 1 080 pixels, avec la particularité que chacun de ces pixels écran est constitué de trois cellules « sous-pixels », respectivement rouge, vert et bleu (RVB). Lorsqu'on envoie dans ce moniteur *up to date* un signal vidéo ou de télévision de moindre définition (tel le format standard PAL 720 × 576 pixels, 4:3), le moniteur « intelligent » se « re-dimensionne » au format informatique de la vidéo entrante afin d'afficher la meilleure qualité d'image possible sur son écran.

### 19.4.5 Caractéristiques techniques des écrans plats

Il ne servirait à rien dans cet ouvrage de revenir sur le passé (même récent), ni de mettre l'accent sur les fantastiques progrès des écrans plats. Ainsi que vous l'avez compris, la technologie va inéluctablement continuer à évoluer, avec des écrans moniteur ou téléviseur toujours meilleurs et de prix plus abordables pour le plus grand nombre. L'approche « consumériste » d'aujourd'hui oblige les quelques grands fabricants à lancer sur le marché mondial des produits toujours plus élaborés et pas trop chers, à cause de la concurrence. Nous pensons donc qu'il serait vain de jouer les augures en affirmant que telle ou telle technologie va forcément s'imposer : on le saura quand ces produits seront en vente dans les commerces et qu'il y aura des consommateurs pour les acheter.

En dehors de la taille de l'écran et de sa résolution native, voici les caractéristiques techniques les plus intéressantes à connaître, quelle que soit d'ailleurs la technologie d'écran.

**1 Luminance** (ou « luminosité »). L'unité photométrique de mesure de la luminance est la *candela par mètre carré* (cd/m<sup>2</sup>). Dans tous les cas, la luminance de la plage blanche d'un écran peut être comprise entre 300 et 500 cd/m<sup>2</sup>, la valeur de 400 cd/m<sup>2</sup> étant semblait-il la « bonne moyenne ».

**2 Contraste (taux de)**. C'est en fait la seule caractéristique – d'ailleurs importante – qui varie grandement entre les différentes technologies d'écran. On appelle *taux de contraste* le rapport arithmétique entre le point le plus lumineux (blanc « utile ») et le point le plus sombre d'un écran. Si la luminance du blanc est par exemple 350 cd/m<sup>2</sup> et celle du noir 0,50 cd/m<sup>2</sup>, le taux de contraste est de 350/0,5, soit 700, que l'on écrit 700:1.

Le système offrant le contraste le moins élevé est le LCD : les cellules de cristaux liquides sont en effet éclairées par transparence grâce à un panneau lumineux (surface luminescente ou tubes fluorescents blancs), de sorte que le noir n'est jamais très noir et que le blanc est forcément moins lumineux que la source de rétro-éclairage. Les fabricants d'écrans LCD annoncent des taux de contraste allant de 500:1 à 3 000:1, mais nous pensons que, dans cette technologie, un ratio supérieur à 1 500:1 est quelque peu irréaliste. En revanche, la technologie AM-OLED permet apparemment d'atteindre 10 000:1 et le SED – s'il voit finalement le jour – beaucoup plus : l'inventeur annonce sans sourcilier un contraste de 100 000:1 ; ce qui ne veut pas dire grand-chose, mais « enfoncerait » une éventuelle concurrence !

En réalité, le paramètre essentiel pour la mesure du contraste est bien celle du niveau de noir, le blanc pouvant être considéré comme une valeur fixe : pour un blanc de 350 cd/m<sup>2</sup> par exemple, l'image semble

d'autant plus brillante et contrastée que le noir est plus dense au sens photométrique du terme.

**3 Angle de vision.** Sur les premiers écrans LCD (même les petits servant de moniteur couleur sur les APN, caméscopes, téléphones, etc.) l'image n'était de qualité optimale que face à l'écran : ce qui empêchait les personnes situées obliquement par rapport à l'écran de bénéficier de conditions d'observation acceptables. Cela doit être oublié : tous les écrans actuellement commercialisés (ou intégrés aux équipements) sont « lisibles » sous toutes les incidences (170° ou plus, aussi bien en horizontal qu'en vertical).

**4 Temps de réponse d'un pixel.** C'est le temps qu'il faut à une cellule pixel pour s'allumer et s'éteindre. Ce temps de réponse était trop long (30 ms ou plus) avec les écrans LCD d'ancienne génération, ce qui provoquait de désagréables effets de rémanence (des traînées lumineuses) sur les sujets se déplaçant rapidement à travers l'écran. Maintenant que tous les téléviseurs et moniteurs sont « à écran plat », les meilleurs LCD affichent des temps de réponse compris entre 2 et 8 ms, offrant généralement une restitution agréable du mouvement. Notez toutefois que les artefacts dynamiques peuvent être provoqués par d'autres causes, en particulier par le rééchantillonnage rendu nécessaire par la différence de résolution entre le signal vidéo entrant et la résolution de l'écran.

### 19.4.6 Paramétrages d'un moniteur ou d'un téléviseur plat

Outre les classiques réglages de contraste, luminosité et couleurs avec choix entre plusieurs  $T_c$  (température de couleur) préréglées, le spécialiste des effets spéciaux aimera disposer aussi d'un contrôle du gamma, du point blanc de référence et d'un réglage de la netteté avec une mise au point fine. Sur les moniteurs haut de gamme (et de plus en plus souvent sur les téléviseurs plats), vous bénéficierez d'un logiciel (sur CD ou DVD) spécifiquement dédié au calibrage de l'écran.

Parmi les fonctions qui peuvent vous être utiles, citons l'auto-ajustement qui assure une détection automatique d'un signal analogique et une optimisation des réglages sans avoir à passer par un menu écran (OSD pour *On Screen Display*). Si un capteur de luminosité ambiante est fourni (EIZO, NEC, Sony...), il pourra même signaler au système de rétro-éclairage d'un moniteur LCD d'adapter la luminosité de l'écran à ces conditions environnementales.

**Sonde d'étalonnage écran.** L'emploi d'outils de « calibrage » des écrans moniteurs utilisés pour la gestion des couleurs en photographie numérique, création graphique, imprimerie, etc. est une nécessité. Les préréglages « usine » des téléviseurs et des écrans informatiques sont censés délivrer d'emblée des images agréables, aux couleurs vives et contrastées, et ainsi de suite. Cependant, ces réglages censés correspondre aux préférences du plus

large public ne sont généralement pas ceux qui plaisent à l'œil et à l'esprit « éduqués » de l'amoureux de la « belle image », que vous êtes sans doute. Les menus du logiciel de pilotage permettent d'optimiser les réglages : encore faut-il que l'utilisateur sache quels sont les bons !

Prenons l'exemple, parmi d'autres systèmes analogues, de la sonde d'étalonnage *Datacolor Spyder TV* : cet instrument est un *colorimètre*. Celui-ci mesure avec précision les préréglages de contraste, de luminance, de couleur, de « teinte » et de température de couleur ( $T_c$ ) de l'écran, puis il guide l'utilisateur sur les réglages qu'il faut adopter pour bénéficier de la meilleure qualité d'image. Pour ce faire, on connecte l'instrument à un ordinateur *via* le port USB et l'on applique le récepteur de la sonde sur l'écran. Puis, on lit le DVD livré avec le *Spyder TV* lequel génère les mires-test qui s'affichent successivement à l'écran. Le colorimètre mesure ces mires-test, son logiciel compare les valeurs colorimétriques mesurées avec les valeurs idéales qu'il a en mémoire, puis affiche les valeurs des réglages à effectuer grâce aux curseurs des menus-écran.

Tableau 19.1 Téléviseurs du marché 2008

Diagonale (pouces)	Diagonale (cm)	Type d'écran*	Résolution native en pixels	Compatibilité haute définition
15	38	LCD	1 024 × 768	Aucune
19	48	LCD	1 440 × 900	HD Ready
20	51	LCD	1 366 × 768	HD Ready
22	56	LCD	1 680 × 1 050	HD Ready
23	58	LCD	1 366 × 768	HD Ready
26	66	LCD	1 366 × 768	HD Ready
32	81	LCD	1 366 × 768	HD Ready
32	81	LCD	1 920 × 1 080	Full HD**
37	94	LCD	1 366 × 768	HD Ready
37	94	LCD	1 920 × 1 080	Full HD
40	102	LCD	1 366 × 768	HD Ready
40	102	LCD	1 920 × 1 080	Full HD
42	107	LCD	1 366 × 768	HD Ready
42	107	LCD	1 920 × 1 080	Full HD
46	117	LCD	1 920 × 1 080	Full HD

#### Moniteur ou téléviseur ?

- La distinction était autrefois fondamentale : le téléviseur familial PAL ou SECAM affichait les images diffusées par les chaînes TV (analogiques) avec une définition « apparente » de 720 × 576 points, soit 415 000 pixels environ. Cette définition était suffisante pour restituer correctement la vidéo enregistrée en VHS ou en 8 mm. La faible définition de la TV standard ne permettant pas de résoudre les fins détails (photo, textes en petits caractères, schémas, etc.), tous les ordinateurs étaient pourvus d'écrans

(CRT) de définition bien supérieure à celle de la télévision standard.

- Les fabricants produisent également des moniteurs de haute ou très haute résolution, répondant aux besoins professionnels (vidéo *broadcast*, infographie, PAO, photo numérique, design, etc.). Leurs performances, caractéristiques et possibilités de réglages étant bien sûr très supérieurs à ceux d'un téléviseur « grand public », ils sont aussi indispensables qu'autrefois.
- Pour nous, vidéastes d'aujourd'hui (HD, 16:9, etc.), le problème se pose autrement, car tous les téléviseurs commercialisés sont à écran plat et ils sont dotés d'entrées numériques, en particulier la HDMI. L'un de ces téléviseurs peut donc être utilisé en tant que moniteur de montage. On voit sur le tableau 19.1 que sa définition sera, soit de 1 366 × 768 pixels (ou plus) pour les TV de la classe HD Ready, soit de 1 920 × 1 080 pixels pour les TV de la classe Full HD.

## 19.5 Bien gérer son espace de montage

La création, qu'elle soit vidéographique ou autre, suppose un certain confort ! Effectuer la post-production de son film sur un rebord d'étagère ou sur la table de la cuisine est loin d'être idéal pour développer l'inspiration. Bien que généralement modeste, l'espace montage du vidéaste amateur peut utilement s'inspirer de l'ergonomie du studio professionnel : c'est ainsi que le montage reste ou devient une activité créatrice ludique, plutôt qu'une contrainte physique et morale. Voici quelques conseils pour aménager au mieux votre petit coin de paradis vidéaste.

### 19.5.1 Local

Assurez-vous d'abord de l'absence d'humidité résiduelle dans le local (ne pas installer un studio de montage dans une cave !). Veillez aussi à ce que ce local soit bien isolé thermiquement vis-à-vis de l'extérieur. L'isolation phonique est éminemment souhaitable en cas de voisinage. Dans une pièce d'habitation classique, les parois sont généralement constituées de matériaux pleins, lisses et durs avec parfois même du carrelage et de grands vitrages. Ces matériaux ont tendance à réverbérer fortement les sons, ce qui peut nuire à la bonne écoute de l'audio et à l'enregistrement de commentaire en direct. Il est donc utile de réduire le taux de réverbération, par exemple en posant un tissu épais sur les murs et un tapis sur le sol carrelé. Évitez toutefois le type de moquette qui a tendance à générer de l'électricité statique. Selon l'architecture du local, il peut être utile de poser des rideaux en tissu épais devant les portes et fenêtres.

L'installation électrique doit évidemment être conforme aux normes en vigueur dans le pays et offrir plusieurs prises murales de courant secteur. Si votre studio vidéo doit s'intégrer dans une construction neuve, profitez-en pour faire installer deux circuits électriques indépendants : d'une part le circuit domestique pour l'éclairage et le chauffage, d'autre part, le circuit dévolu à l'informatique et au montage. Les appareils vidéo et informatiques consommant peu d'énergie (et de moins en moins avec les progrès de la technologie) il n'y a généralement pas de problème de manque de puissance ni de surchauffe. Vous avez néanmoins intérêt à répartir les branchements des appareils sur plusieurs prises murales, plutôt que de trop nombreuses multiprises.

Prévoyez toujours une source de courant secteur directe à l'usage des appareils qui restent alimentés en permanence, tels que modem, téléphone, onduleur, horloge et une autre, commandée par un interrupteur général, regroupant tous les appareils à usage ponctuel : imprimante, scanner, magnétoscope, TV, table de mixage audio, etc.

Nous vous conseillons fortement de prévoir un *onduleur* servant à alimenter la plate-forme informatique, ses périphériques essentiels (enregistreurs) ainsi que le(s) moniteur(s). Cet accessoire, que les utilisateurs institutionnels et professionnels considèrent comme indispensable, assure non seulement une alimentation électrique de secours à partir de sa batterie interne en cas de coupure secteur, mais aussi un filtrage et une régulation du courant 220 V. Il faut avoir conscience que la tension du courant alternatif livré aux « abonnés » risque – selon les régions, les conditions extérieures et les réseaux – de varier entre 200 à 240 V. De même, il n'est pas rare que le courant subisse des micro-coupures, trop brèves pour être visibles à l'œil, mais auxquelles l'ordinateur (et autres équipements pourvus de microprocesseurs) est sensible. L'onduleur vous évitera ainsi certains « plantages » et erreurs d'écritures et vous garantira un certain laps de temps (de quelques dizaines de secondes à plusieurs minutes selon la puissance de l'onduleur et la consommation des équipements protégés) en cas de coupure de courant secteur. L'autonomie de l'alimentation de secours vous donne le temps de sauvegarder votre travail et d'éteindre l'ordinateur dans les conditions normales.

Un taux excessif d'humidité peut endommager les équipements, particulièrement ceux contenant des mécanismes, tels que caméscopes, magnétoscopes, etc. En hiver, évitez les radiateurs à fioul ou à gaz, au profit des radiateurs électriques ou de chauffage central dégageant une chaleur sèche. Faites attention aux risques de chocs thermiques consécutifs à une brusque variation de température ambiante. Lorsqu'il fait chaud, évitez de diriger directement le flux d'un ventilateur sur les équipements : cela concentre la poussière qui peut alors pénétrer au travers des ouïes d'aération de l'appareil et encrasser les contacts et

les mécanismes internes. La solution idéale évitant ces problèmes est d'installer à demeure un système (silencieux) de climatisation réversible été/hiver, voire un plus écologique système de pompe à chaleur géothermique.

## 19.5.2 Poste de travail

En phase de post-production (montage, sonorisation, édition, etc.) d'une importante réalisation, il est fréquent de devoir passer de nombreuses heures devant ses machines. L'espace de travail doit être le plus confortable possible. Un fauteuil à roulettes, garni de mousse assez ferme, doté d'un dossier bien droit et muni d'accoudoirs est quasi indispensable. Réglez la hauteur du plan de la table entre 64 et 74 cm du sol. Aujourd'hui, le grand moniteur plat permet des configurations plus confortables et ergonomiques que du temps des encombrants moniteurs CRT. La table doit être assez profonde (disons de 80 à 110 cm) pour que vous puissiez poser les périphériques de commande à l'avant de l'écran (clavier, souris, télécommandes, petite régie de mélange audio/vidéo, etc.) et à l'arrière – au-dessus de l'écran principal – les divers écrans de contrôle ou de mesure. L'erreur à ne pas faire est de prévoir une surface libre trop exiguë : durant le travail, celle-ci serait inévitablement et rapidement encombrée de feuilles de papier, cassettes, disques et autres petits accessoires.

Si vous n'êtes pas seul (ou seule) à œuvrer dans votre studio de « post-prod », il vous sera sans doute utile de vous renseigner sur les normes professionnelles en vigueur (consultez pour cela le très beau site de l'INRS [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)), lesquelles sont conçues pour garantir une ergonomie de poste de travail cohérente, diminuant le risque de TMS (troubles musculo-squelettiques).

Si vous souhaitez créer une station de montage vidéo légère, mobile, mobilisant peu d'équipements, optez pour un rack sur roulettes placé sur un côté du plan de travail. L'ordinateur et ses périphériques, le caméscope et les télécommandes y seront ainsi regroupés et manipulables d'un seul geste. L'accès aux connexions, le plus souvent situées à l'arrière, en sera facilité.

Dans le cas au contraire d'un studio permanent que l'on peut qualifier de « professionnel », réunissant de nombreux appareils disposés en façade sur des étagères, il est indispensable de créer un couloir technique à l'arrière. Pour une personne de corpulence normale, nous conseillons 50 cm de largeur. Cette disposition permet de modifier des branchements sans avoir à déplacer les machines, en évitant de plus d'arracher des câbles ou de faire tomber de petits objets dans des recoins difficilement accessibles.

L'idéal serait de pouvoir tout visualiser d'un seul coup d'œil et accéder à toutes les fonctions des machines sans avoir à se déplacer, ni se lever. C'est rarement le cas, surtout lorsque l'installation est complexe et impose un étalement des appareils sur les côtés et en hauteur. Il faut donc les positionner au mieux selon ses besoins et ses habitudes.

Si vous êtes de culture « occidentale » (et que vous avez par conséquent le réflexe de lire les textes et les images de gauche à droite et de haut en bas), vous trouverez sans doute plus naturel et confortable de placer le moniteur d'affichage des rushes ou de gestion des projets à gauche, le moniteur informatique principal au milieu et l'écran (téléviseur) de visionnage final à droite. L'appareil lecteur de rushes peut trouver une place idéale sur une étagère un peu en hauteur à gauche, et l'éventuel enregistreur final (magnétoscope, graveur DVD de salon, etc.) peut être installé au

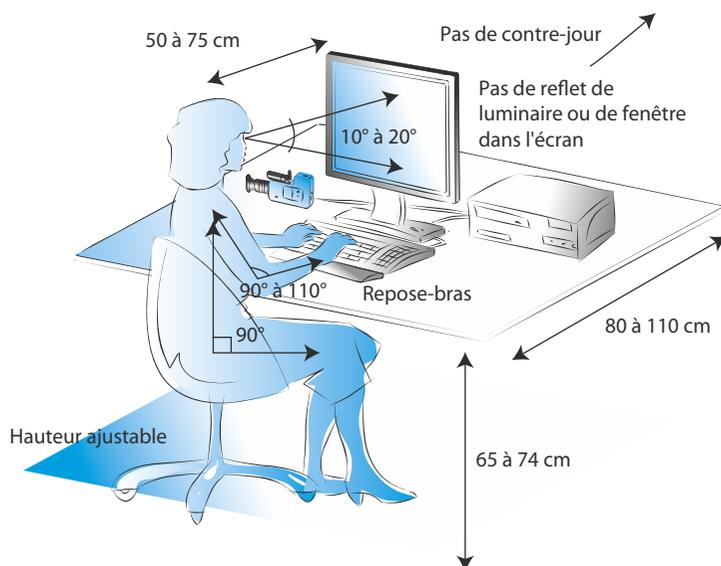


Figure 19.7 Configuration à adopter pour la meilleure ergonomie du poste de montage. D'après Gérard Galès.

niveau bas du plan de travail, de préférence à droite si vous êtes droitier (et inversement pour le gaucher).

Pour ce qui concerne le contrôle du son, il faut éviter de placer les enceintes ou haut-parleurs trop près de l'endroit où vous posez vos cassettes image et/ou son de bande magnétique (si vous en utilisez encore) : le champ magnétique des aimants qu'ils contiennent peut effacer partiellement les enregistrements, provoquer des parasites ou créer des déformations d'image.

Un conseil pratique : regroupez toutes les sorties audio de vos appareils sur un répartiteur, lui-même relié à l'entrée ligne de l'ampli audio. Ainsi pourrez-vous sélectionner, à partir d'une seule touche, quel est le son à diffuser sur les haut-parleurs principaux. Quant au pupitre ou boîtier de mixage audio, il se

place plutôt à gauche (pour un droitier) afin de laisser la main droite libre pour manipuler la souris si nécessaire.

Même si cela ne fait pas partie de vos projets immédiats, pensez que vous aurez sans doute à commenter les images d'un programme « dans les conditions du direct », ce qui impose un environnement le plus silencieux possible. L'ordinateur est souvent l'élément le plus bruyant, en raison de ses ventilateurs internes, mais ce peut être aussi le cas d'un disque dur externe mal insonorisé, voire pas du tout. Une solution, si elle est possible est d'éloigner le micro de ces équipements sources de bruits, l'autre, la seule efficace à 100 %, et de réaliser une cabine insonore d'enregistrement de commentaire, un peu semblable à une cabine téléphonique.



Figure 12.5 Différents formats numériques. La taille des rectangles est proportionnelle au nombre de pixels. **1** Vidéo numérique de définition standard : 720 × 576 pixels (PAL) ou 720 × 480 pixels (NTSC) – **2** Format HD 720p : 1 280 × 720 pixels – **3** Format dit Full HD 1080i ou 1080p : 1 920 × 1 080 pixels – **4** Cinéma électronique 2K : 2 048 × 1 536 pixels.

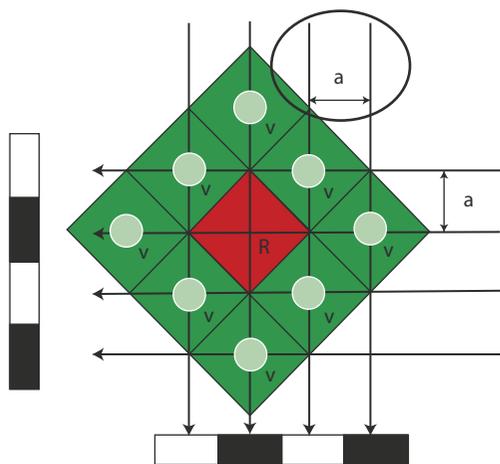
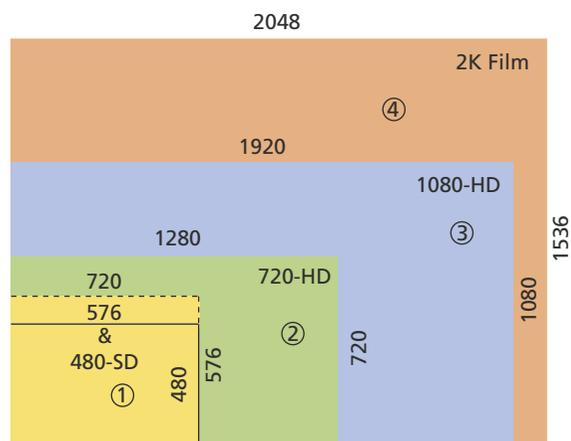


Figure 13.4 Capteur CMOS ClearVid de Sony. Outre l'orientation à 45° des pixels carrés qui améliorerait la résolution apparente de l'image de 40 % environ, l'augmentation de la sensibilité du caméscope (à taille de pixel égale) est due à ce que le filtre mosaïque compte six fois plus de pixels « verts » que de pixels « rouges » et de pixels « bleus ». Document Sony.

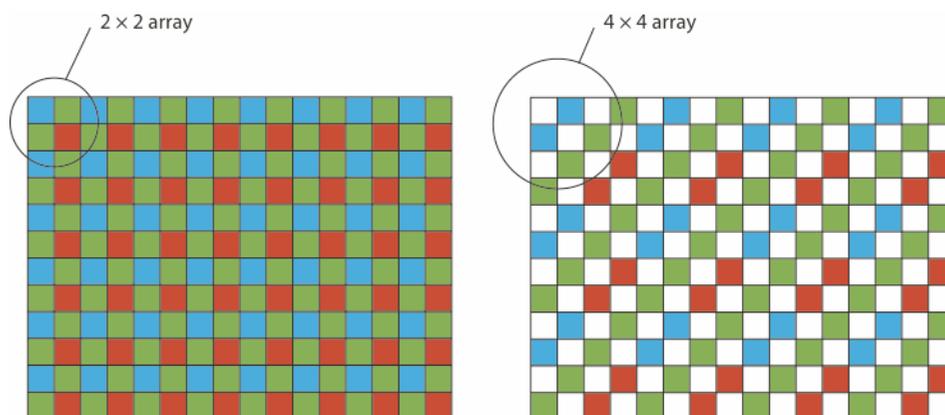


Figure 13.5 Plus de photons pour les petits pixels. Afin de conserver une sensibilité « acceptable » à un capteur dont les pixels sont trop petits, l'astuce consiste à réaliser un filtre mosaïque plus transparent. (À gauche) Filtre à structure de Bayer. Le bloc unitaire (array) de  $2 \times 2 = 4$  pixels est formé de 2 pixels verts pour 1 pixel bleu et 1 pixel rouge. (À droite) Filtre à structure Clearpixel. Le bloc unitaire de  $4 \times 4 = 16$  pixels est formé de 2 pixels rouges, 2 pixels bleus, 4 pixels verts... et 8 pixels sans filtre dits « panchromatiques », puisqu'ils sont sensibles à toutes les radiations du spectre visible. D'après un document Kodak.



Figure 21.14 Panneau de corrections colorimétriques simples par la manœuvre de curseurs, dans le logiciel de montage Grass Valley Edius. *Image Gérard Galès.*

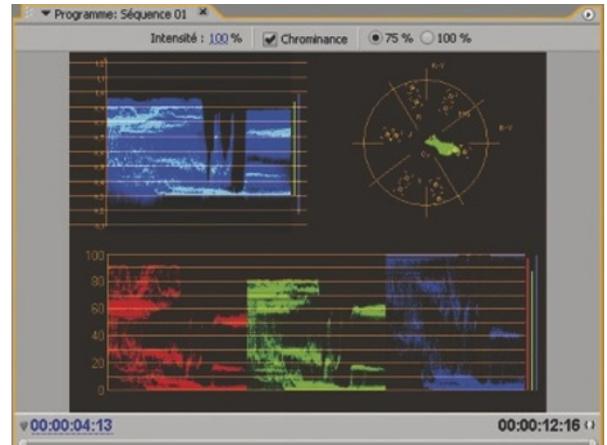


Figure 21.16 Seuls les logiciels de montage de classe professionnelle sont en mesure de présenter un ensemble complet d'instruments de contrôle des composantes du signal vidéo. Sur cet écran d'Adobe Premiere Pro on distingue : l'affichage de la forme d'onde (en haut à gauche), l'instrument vecteurscope (en haut à droite), ainsi que l'affichage des niveaux des primaires RVB (en bas). *Image Gérard Galès.*

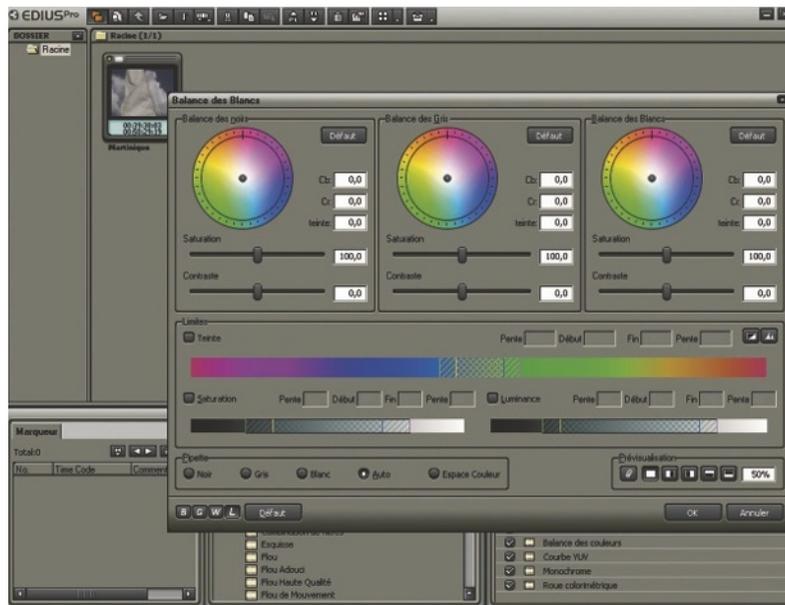


Figure 21.15 Le logiciel de montage Grass Valley Edius incorpore un correcteur de couleur et de balance des blancs très élaboré, utilisant des roues colorimétriques. *Image Gérard Galès.*



Figure 2.1 Continuité du récit. En toute logique, le plan suivant doit représenter le site désigné par la jeune fille ! Photo Gérard Galès.

Figure 3.2 À chaque fois que possible, la réalisation d'un film de qualité « professionnelle » requiert l'emploi du pied-support. Remarquez sur cette photo la présence de la bonnette « coupe-vent » sur le micro et la position de la main de l'opérateur sur la bague de mise au point de l'objectif, toujours prêt à assurer manuellement le suivi de la netteté du sujet filmé. Photo Gérard Galès.



Figure 8.5 Reportage lors d'un spectacle « historique médiéval ». Quand c'est possible, l'idéal est de filmer au cours des répétitions « en costume » : ce qui permet au cadreur, comme ici, de se déplacer librement au milieu des acteurs. Photo Gérard Galès.



Figure 2.20 Compression du temps et de l'espace. Afin d'assurer la continuité du récit avec de bons raccords de direction, la promeneuse entre toujours par la gauche du cadre et se dirige vers la droite. Notez que l'on profite du changement de plan et de décor pour varier la taille du sujet dans le cadre et, légèrement, l'orientation de son parcours. *Photos Gérard Galès.*

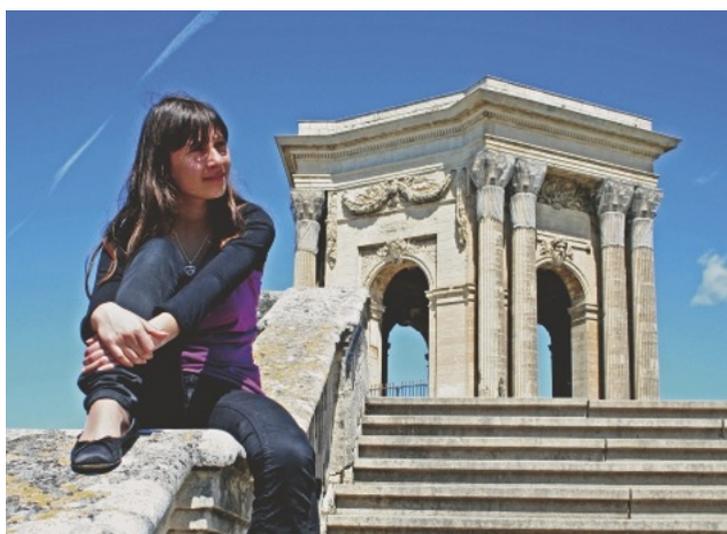


Figure 3.5 Zoom avant. Avec ce mouvement – qui fait porter l'attention sur le sujet principal au détriment du décor – la perspective ne change pas. *Photos Gérard Galès.*



Figure 3.7 Trois images « arrêtées » dans un long panoramique suivant le déplacement du personnage. Une fois encore, nous vous recommandons de laisser plus d'espace dans la direction du mouvement. Adoptez le même type de cadrage « aéré » pour un travelling latéral, par exemple. *Photos Gérard Galès.*

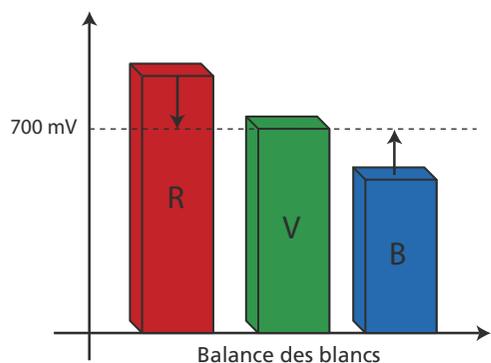


Figure 1.4 Balance des blancs (BdB). Tous les caméscopes sont dotés d'un système de *balance automatique des blancs* (BAB), lequel équilibre très rapidement les sensibilités relatives du capteur imageur selon les proportions des trois lumières primaires rouge, vert, bleu (RVB) émises par la source. Avec ce réglage « Auto », les scènes tournées sous divers éclairages (lumière du jour, projecteurs, lampes domestiques, etc.) conservent des couleurs « réalistes » d'une séquence à l'autre.

*Dessin Gérard Galès.*

Figure 4.8 Simplement fixée devant la face d'une torche à lampe halogène (3 200 K), la « gélatine » bleue en convertit l'éclairage en « lumière du jour » (5 000 K environ).

*Photo Gérard Galès.*



Figure 17.16 Éclairage d'appoint monté sur la caméra. Ce caméscope Canon Série XL est ici bien équipé pour le reportage « volant » : microphone éloigné du corps de l'appareil et torche d'appoint délivrant une puissante lumière diffuse.

*Photo Gérard Galès.*



Figure 4.10 N'opérez pas en mode d'exposition automatique quand vous filmez des feux d'artifice ou autres scènes comportant des lumières animées : pour éviter le « pompage », préréglez l'exposition à une valeur fixe en manuel. Photos Gérard Galès.



Figure 7.1 Correction d'exposition. Dans le cas d'un contre-jour aussi violent que celui-ci – et à défaut d'un éclairage d'appoint en *fill-in* –, on ne peut pas éviter de surexposer les régions directement éclairées par le soleil. Pour l'opérateur, l'essentiel était de régler manuellement l'exposition de telle sorte que le visage des enfants soit suffisamment détaillé. Photo Gérard Galès.



Figure 14.6 Correction d'exposition. (*En haut*) Exposition automatique. Face à une scène globalement sombre, le système de mesure a réglé l'exposition pour l'arrière-plan : la jeune fille est fortement surexposée (beaucoup trop claire et sans détails). (*En bas*) *Correction manuelle*. En manuel (ou en mode spot avec certains caméscopes), on bénéficie d'une image correctement exposée en appliquant une correction d'exposition « négative » de  $-1$  à  $-2$  IL. Photos Gérard Galès.



Figure 17.17 Compensation de violent contre-jour. (*En haut*) Sans correction, les zones d'ombres sont beaucoup trop denses pour être suffisamment éclaircies par augmentation de l'exposition. (*En bas*) La solution « professionnelle » au problème consiste à envoyer de la lumière d'appoint dans les ombres : soit avec une torche donnant une lumière de même  $T_c$  que la lumière du jour (5 600 K environ), soit à l'aide d'un vaste réflecteur passif. Photos Gérard Galès.

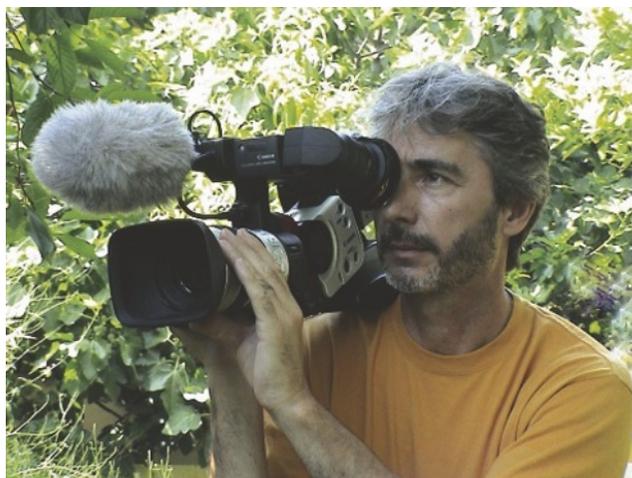


Figure 5.1 La prise de son direct. Ce caméscope Canon Série XL aux capacités « pro » est pourvu d'un excellent microphone stéréo à électret, éloigné du corps de l'appareil de manière à minimiser les bruits mécaniques et de manipulation. L'opérateur l'a de plus équipé d'une bonnette anti-vent presque toujours nécessaire pour le tournage en plein air. *Photo Gérard Galès.*

Figure 5.4 Prise de vues sur le terrain. Sous les directives de professionnels expérimentés, les jeunes stagiaires apprennent à maîtriser tous les aspects de la réalisation vidéo : aussi bien l'image que le son. Il s'agit ici du tournage d'un court-métrage de fiction lors d'une compétition « Regards Croisés » dans le cadre des 24<sup>es</sup> Semaines du cinéma méditerranéen 2008, à Lunel (34). *Photo J.-P. Peraldi.*



Figure 8.3 Une interview planifiée. Les conditions opératoires idéales sont ici réunies : éclairage naturel en « ombre découverte », microphone sur support « girafe », situé hors champ juste au-dessus des locuteurs, caméscope « pro » monté sur pied. Afin de sécuriser la prise de son et s'affranchir des perturbations dues au vent, le microphone du caméscope est pourvu d'une bonnette anti-vent en fourrure synthétique. L'enregistrement s'étant fait sur deux pistes audio séparées, la qualité sonore fut encore améliorée lors du mixage en post-production. *Par courtoisie de Thierry Philippon – Photo Gérard Galès.*

Figure 22.8 Dans la *timeline*, chaque piste audio dispose de deux lignes élastiques (de couleur variable selon le logiciel concerné) : l'une est dédiée au réglage du volume sonore, l'autre – appelée *panoramique* – au réglage de la spatialisation du son. *Image Gérard Galès.*

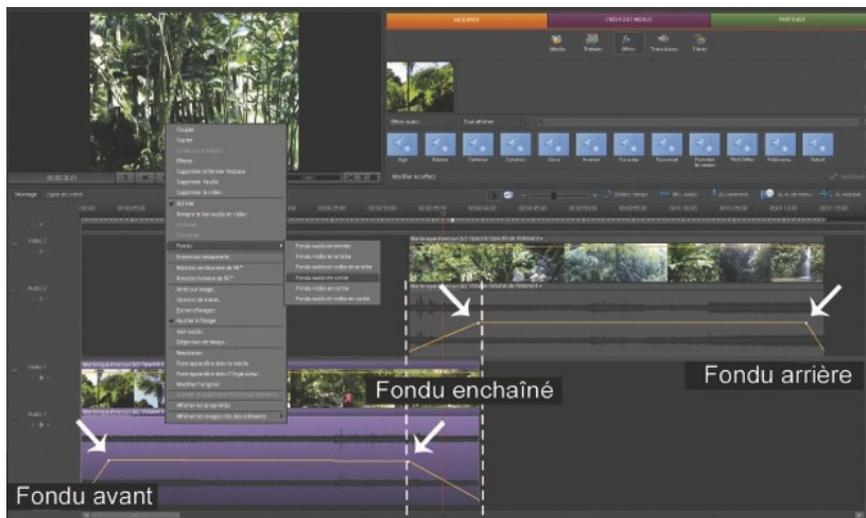
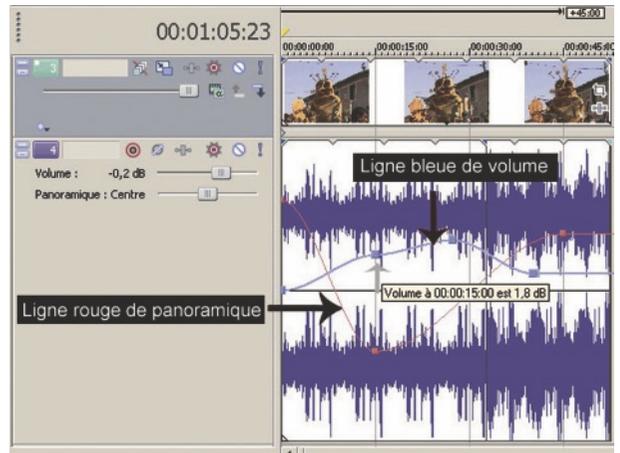


Figure 22.12 Il existe plusieurs manières de réaliser des fondus sonores. La plus classique – illustrée ici dans le logiciel Adobe Premiere Elements – passe par la création de pentes variables sur la ligne élastique de volume, articulées au moyen de divers points clés. *Image Gérard Galès.*

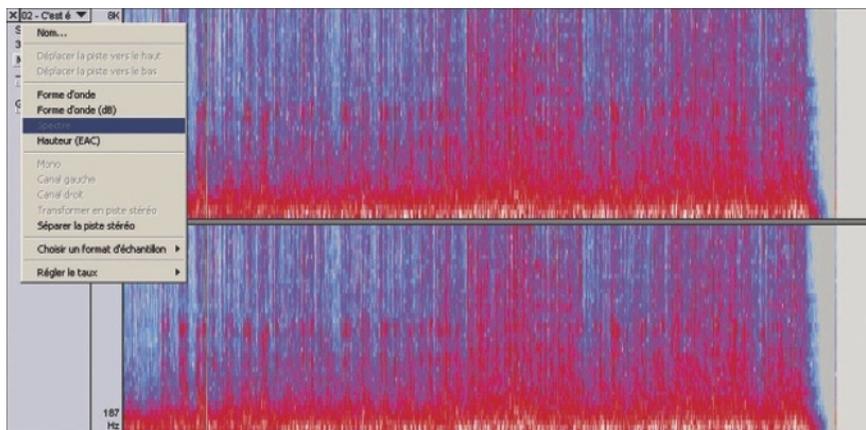


Figure 22.24 Analyseur de spectre. Une représentation spectrale fine comme celle-ci – sur deux pistes en stéréo – permet d'analyser avec une extrême précision les gammes de fréquences présentes dans le signal audio (logiciel de retouche audio Audacity, gratuit). *Image Gérard Galès.*



Figure 9.3 Comment éviter les faux raccords ? (*En haut*). Dans ce premier *strip* de montage, les raccords entre les plans 2 et 3, ainsi qu'entre les plans 3 et 4, sont « boîteux ». En effet, la règle des 180° n'ayant pas été respectée lors du tournage, l'axe de prise de vue est passé de l'autre côté de la ligne symbolique reliant les regards des deux personnages. Il en résulte ceci : dans le plan 3, le personnage en bleu semble s'être subitement retourné, alors que dans le plan 4, on dirait que le personnage en chemise jaune lui tourne le dos. On pourrait penser à supprimer cette image 3 au montage, mais on se retrouverait dans ce cas avec deux plans successifs sur le personnage en jaune, presque à la même échelle, en perdant de plus l'effet visuel et sonore de champ/contre-champ. (*En bas*). Une solution assez satisfaisante résolvant ce type de problème consiste à insérer, en lieu et place de ce plan 3, un plan de coupe (sans personnage) montrant un détail de la scène. Celui-ci permet de faire « oublier » au spectateur la position relative des deux personnages, mais en conservant la parole (*en voix off*) de l'homme en bleu. *Images Gérard Galès.*



Figure 9.6 Le fondu enchaîné est l'effet de transition le plus pratiqué depuis l'invention du cinéma. Il est toujours aussi efficace dans les nombreux cas où le passage d'un plan à l'autre doit être « adouci ». Comme ici, où les deux plans successifs sont assez semblables, il permet de suggérer la notion de temps qui s'écoule sans heurt, en faisant mieux accepter le changement de lieu par le spectateur. *Image Gérard Galès.*



Figure 9.8 Incrustation. On a ici remplacé le fond neutre, par un paysage tourné en extérieur. L'enfant se trouve ainsi transporté dans un environnement significatif et plus dynamique. On peut sélectionner toute autre image vidéo pour l'arrière-plan, en installant ainsi le sujet dans un climat psychologique ou une ambiance spécifique. Ce principe d'incrustation électronique est abondamment exploité à la télévision pour la création d'effets spéciaux en studio : notamment pour les annonces météo où les diverses cartes s'incrument derrière le présentateur. *Image Gérard Galès.*

Figure 10.6 L'ingénieur du son joue un rôle éminent dans l'équipe de montage. C'est à lui qu'il incombe de répartir harmonieusement les sons en donnant à chaque piste l'importance qu'elle mérite, de créer et d'appliquer les divers effets sonores, de réaliser le mixage final, enfin de veiller à l'exportation du message audio dans le mode de codage approprié au support et aux conditions de diffusion. Comme la plupart des spécialistes œuvrant dans le domaine de la création audiovisuelle, l'ingénieur du son doit associer les connaissances du technicien à la sensibilité de l'artiste. *Image Gérard Galès.*



Figure 20.4 Selon les divers modes d'affichage proposés par votre logiciel de montage, vous pourrez opter, soit pour une seule grande visionneuse pouvant afficher alternativement un élément source et un élément monté, soit pour une configuration de classe professionnelle à deux visionneuses. Cette dernière dispose d'écrans avec commandes séparées pour l'image *Source* et pour l'image *Séquence* : elle mobilise par conséquent une plus grande surface de l'interface. Ceci peut conduire à diminuer la taille des deux écrans, de manière à ne pas trop réduire les espaces de *Timeline* et de *Paramétrages*. *Image Gérard Galès.*

Figure 21.13 Lorsque la création des sous-titres devient plus complexe (avec traduction dans plusieurs langues, par exemple), il est souvent préférable de faire appel à un logiciel spécialisé, tel que Subtitle Workshop, lequel peut gérer de très nombreux formats de sous-titres. Celui-ci est gratuit, à télécharger sur Internet. *Image Gérard Galès.*

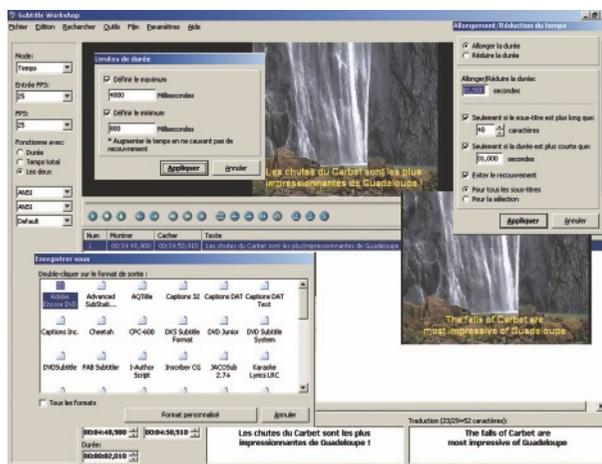


Figure 21.23 Le mode *Multicaméra* permet de commuter « à la volée » entre les séquences capturées simultanément par plusieurs caméras filmant la même scène selon différents points de vue : comme le réalisateur de télévision dans sa régie. Mais ici, le montage ne se fait pas en direct car les segments vidéo (correspondant à chaque « caméra ») sont posés sur des pistes différentes de la *timeline* ; après synchronisation, ces pistes sont lues simultanément dans la même visionneuse. En cliquant sur la vignette du plan de son choix, le monteur crée automatiquement un point de raccord qui provoque l'insertion du segment correspondant dans le montage global. Ici, la visionneuse du logiciel Avid Pinnacle Liquid, lequel peut traiter les rushes capturés par jusqu'à neuf caméras. *Image Gérard Galès.*

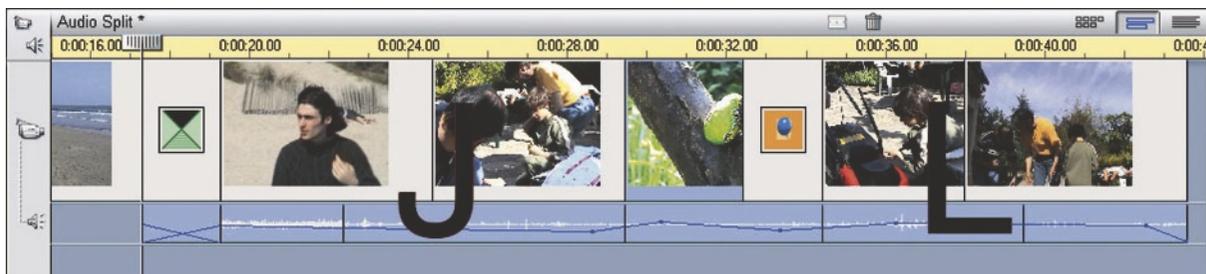


Figure 22.5 Cette séquence de montage dans Avid Pinnacle Studio combine un *split* audio en J, suivi d'un autre *split* audio en L. Image Gérard Galès.



Figure 22.6 Les deux manières de créer un *split* audio en L : soit par une action sur le segment sonore (*en haut*), soit par une action sur le segment image (*en bas*). Image Gérard Galès.



Figure 22.7 Les deux manières de créer un *split* audio en J : soit par une action sur le segment sonore (*en haut*), soit par une action sur le segment image (*en bas*). Image Gérard Galès.

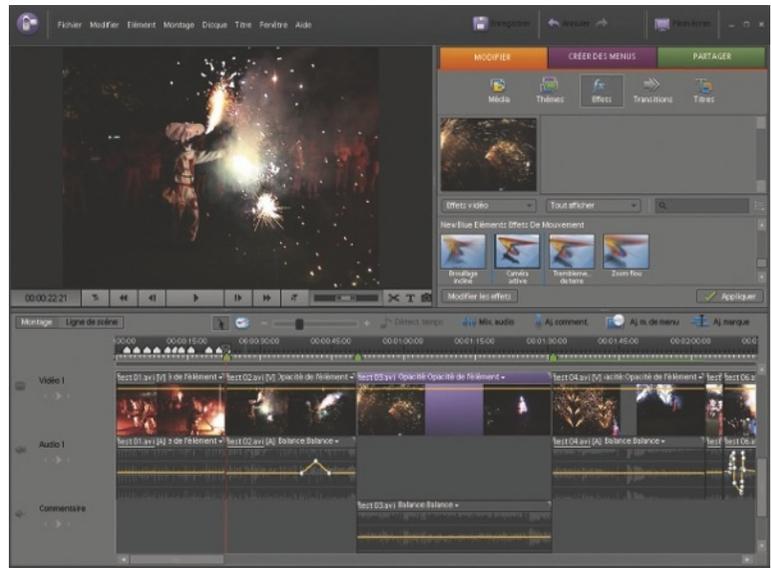


Figure 23.6 Adobe Premiere Elements.



Figure 23.12 Avid Media Composer.



Figure 23.9 Apple Final Cut.

## Les bases du montage image

Le moment est venu de vous installer à votre poste de travail, c'est-à-dire face à l'écran de votre ordinateur. Celui-ci est pourvu d'une unité de stockage des vidéos (HDD), d'un lecteur-graveur de disques DVD (voire Blu-ray) et vous y avez installé le ou les logiciels nécessaires aux travaux de montage et de post-production.

Vous disposez peut-être d'un moniteur vidéo (ou d'un téléviseur « plat ») vous permettant de visualiser en temps réel les séquences assemblées durant le montage, ainsi que d'une chaîne Hi-Fi (avec écoute au casque) pour un contrôle objectif de la qualité audio. Vous êtes probablement familiarisé avec le pilotage d'un ordinateur : le mettre en route et l'éteindre, manipuler la souris et le clavier et maîtriser son système d'exploitation (tout au moins lancer le système dans le cas d'une machine dédiée au montage). Vous avez tout ce qu'il faut pour aborder la phase créatrice et décisive du montage !

### 20.1 Lancer l'application dans de bonnes conditions

Un programme de montage s'ouvre comme n'importe quel autre programme. Il suffit de cliquer sur son icône de raccourci placée sur le bureau (le plus pratique) ou sur son nom dans la liste des programmes du menu *Démarrer*. L'application s'exécute et s'affiche à l'écran. Notez cependant que certains programmes de montage haut de gamme (*Grass Valley Edius Pro* [version 4 ou plus récente], *Avid XPress Pro*, etc.) requièrent la connexion préalable d'un *dongle* pour démarrer. Il s'agit d'une clé électronique à connecteur USB pourvue d'un programme en mémoire, lequel vérifie la validité du logiciel (en fait, que vous avez bien payé pour avoir le droit de l'utiliser) et autorise ou non sa mise en œuvre. Faute d'ouverture par la clé, le programme se commutent en mode *Démo* ou refuse absolument de se lancer.

Il est généralement requis de connecter (*via* l'interface prévue pour le transfert des fichiers : FireWire, USB) et de mettre l'appareil lecteur – caméscope ou autre – sous tension avant de lancer le logiciel de montage, de

manière à ce que cet appareil source soit, dès son ouverture, reconnu par l'ordinateur. Faute de quoi, il se peut que la fonction « capture » du programme de montage ne fonctionne pas et se comporte comme si aucun appareil source n'était connecté. Quand c'est le cas, il suffit parfois d'éteindre et de rallumer le lecteur pour résoudre le problème, mais il est plus souvent nécessaire de quitter le programme, puis de le relancer pour activer la fonction de capture. Le programme de montage fait parfois partie d'une suite logicielle étendue à d'autres applications. C'est alors un menu « lanceur » qui s'affiche à l'écran, en vous offrant la possibilité d'entrer directement dans l'application désirée de cette suite.

Lors du lancement du logiciel, il est habituellement demandé à l'utilisateur de commencer par paramétrer les réglages désirés pour le projet, ou tout au moins de valider les réglages mémorisés ou appliqués par défaut, avant d'ouvrir véritablement son interface. Le menu dédié affiche alors la liste des diverses options : résolution, fréquence (nombre d'images par seconde), ratio (16:9 ou 4:3), standard TV (PAL, SECAM, NTSC), format de codage vidéo et audio, mode audio (stéréo, mono, multicanal), etc., qui sont compatibles avec l'équipement et le logiciel concernés. Ne vous inquiétez pas de l'apparente complexité de ces paramètres, car tous les programmes logiciels offrent des séries de pré-réglages convenant d'emblée au traitement des formats courants (par exemple, DV, HDV, HD, DVD normalisé, etc.).

Vous pouvez toujours modifier « manuellement » certains réglages, et même mettre en mémoire votre configuration pour vous en resservir ultérieurement. Si le programme ne vous demande pas de valider le type de programme, c'est que ce dernier procède plutôt par identification automatique des rushes. Le projet semble se paramétrer « tout seul », alors qu'en réalité il prend en compte les caractéristiques de la vidéo capturée ou celles de la première séquence importée et posée dans la fenêtre de montage (la *timeline*).

Il faut ensuite indiquer au logiciel dans quel dossier spécifique il doit placer les fichiers de sauvegarde, les fichiers de calculs temporaires et les fichiers de compilation définitive. Si le programme offre une fonction de sauvegarde automatique du projet, il vous demandera préalablement de lui spécifier où celui-ci

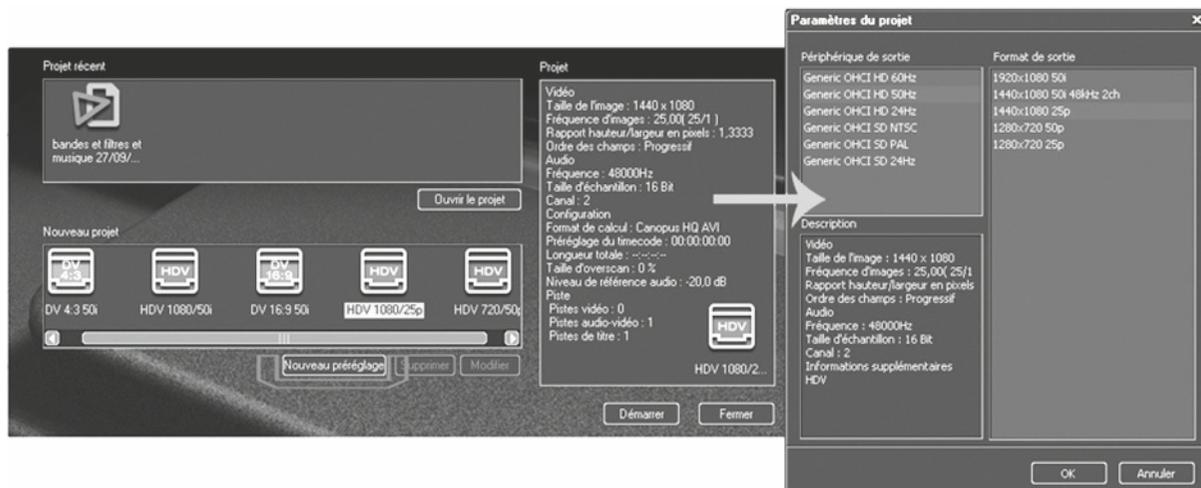


Figure 20.1 Un panneau de paramètres de projet bien conçu doit mettre à la disposition de l'utilisateur, aussi bien des pré-réglages instantanés (à gauche), qu'un accès aisé et convivial aux réglages personnalisés (à droite). Image Gérard Galès.

doit être enregistré. Sinon, c'est au moment où vous cliquez pour la première fois sur la rubrique *Sauvegarder le projet* dans le menu *Fichier* que cette question vous sera posée. Mais attention ! il ne s'agit dans ce cas que du petit fichier propriétaire (spécifique au programme et non transposable à une autre application de montage), lequel ne fait que mémoriser la configuration ou l'avancement du montage à un moment donné. Par défaut, cette sauvegarde de projet est enregistrée dans le dossier *Mes documents* du système disque.

Ainsi que nous l'avons déjà conseillé, il est de beaucoup préférable de créer son propre dossier global dans un disque dur différent du HDD système et dédié au montage, que vous nommez, par exemple « Tous montages avec logiciel machin ». Créez ensuite dans le disque un sous-dossier « Film truc » spécifique à chaque projet. Ce dernier servira également à enregistrer et à répertorier tous les fichiers temporaires générés au fur et à mesure de la progression du montage. Pour exécuter cette procédure, allez dans la rubrique *Préférences* du programme et configurez-la de façon à ce qu'elle adopte forcément ce chemin de dossier comme « disque de travail » par défaut. Cela étant fait, il vous suffira d'indiquer la destination « Film truc » à chaque fois que le programme vous le demandera.

Pour le stockage des rushes et autres éléments vidéo ou audio utiles au montage, une bonne solution consiste à créer un autre dossier indépendant, dénommé par exemple « Rushes », mais en le plaçant cette fois à la racine du disque dédié vidéo. C'est une pratique avantageuse lorsqu'on est susceptible d'utiliser les mêmes rushes dans plusieurs projets, voire avec des logiciels de montage différents. Il est ainsi plus facile de retrouver tels ou tels plans originaux, plutôt que d'être obligé de « fouiner » dans divers répertoires et sous-répertoires pour les retrouver. D'autre part, la méthode permet d'alléger le dossier « Film truc » en ne lui confiant que le stockage de fichiers de gestion

relativement légers ; ce qui permet par ailleurs de le copier rapidement pour le protéger.

Soyez extrêmement prudent si votre ordinateur n'est pas équipé d'un système HDD RAID de sécurisation des données ! Dès que les rushes et autres éléments utiles ont été transférés dans l'ordinateur, pensez à faire immédiatement une copie du dossier « Rushes » sur un disque dur différent (externe ou interne). Parce que l'on ne prend jamais assez de précautions en la matière, nous vous conseillons fortement de recopier systématiquement les éléments contenus dans le dossier « Film truc » sur un autre support informatique (disque dur externe ou interne, clé USB) ; au strict minimum, à chaque fin d'une séance de montage, mais préférablement à chaque pause. Celle ou celui qui a subi une fois l'horrible expérience du disque dur qui « crashe » en plein milieu d'un montage sait toute l'importance qu'il faut accorder à ces procédures de sauvegarde !

## 20.2 La topographie générale des interfaces

S'étant architecturés lors de leur création autour d'une ergonomie spécifique « inventée » par leurs développeurs, beaucoup de programmes de montage présentèrent, il y a quelques années, des interfaces très différentes les unes des autres, dites « propriétaires ». Cette personnalisation des programmes logiciels a permis à chaque marque de se différencier de ses concurrents et d'affirmer un style propre, en jurant que leur « produit » était bien sûr le meilleur choix pour l'utilisateur. Pour ce dernier cependant, changer de marque de logiciel impliquait – avant de maîtriser totalement le nouveau programme – de passer par une formation plus ou moins pointue et pas forcément gratuite... Dans le cas du logiciel « grand public », la formation se limitait néanmoins à une période de prise en main, de durée variable selon le degré de convivialité de celui-ci.

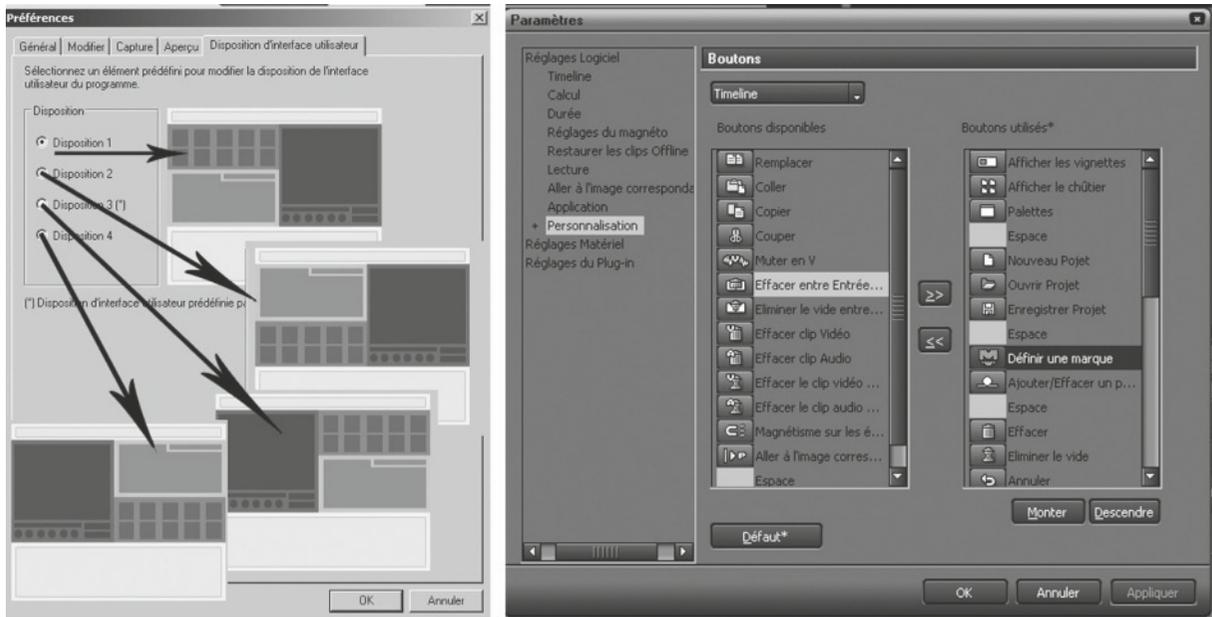


Figure 20.2 Un logiciel de montage le plus simple (à gauche) n'offre que quelques topographies d'écran préréglées, alors que l'un des plus évolués (à droite) – tel le Grass Valley Edius 4.5 – autorise une gestion personnalisée de chaque fenêtre, ainsi que de leurs icônes de fonctions. *Image Gérard Galès.*

À l'heure actuelle – excepté dans le secteur *broad-cast* où *Avid* fait cavalier seul avec une gamme de logiciels de montage très efficaces, mais d'ergonomie très particulière à la marque – la tendance est plutôt à l'uniformisation. Celle-ci est la conséquence de la sélection naturelle : d'une part, les programmes de montage peu intuitifs ou peu réactifs dans la manipulation des commandes ont été boudés à juste titre par le grand public, d'autre part, les études menées, tant par les fabricants que par les chroniqueurs spécialisés, ont mis en exergue les topographies d'interfaces qui se sont avérées les plus attrayantes et productives. Au fil des versions logicielles qui se sont succédé au cours de l'évolution des technologies vidéo et audio, les interfaces ont ainsi adopté un certain nombre de « règles » empiriques de présentation des fonctions et des outils qui « standardisent » quelque peu cette topographie.

Les fabricants s'efforcent toutefois de faire preuve d'une certaine originalité dans le style visuel adopté pour leur ligne de produits logiciels. De plus, la plupart des logiciels actuels autorisent le repositionnement des diverses fenêtres sur l'écran, sans changer leur affectation. C'est un gros avantage pour le monteur qui peut passer plus aisément d'un programme à un autre, la durée de la prise en main étant alors réduite au minimum. En studio, chaque monteur travaillant successivement sur une même machine peut personnaliser (et mémoriser) l'interface afin d'en faire un espace de travail original, qu'il reconstitue à chacune de ses interventions. C'est également un précieux gain de temps pour le débutant, car la connaissance des divers éléments qui composent l'architecture d'une interface « standard », lui permet d'être assez vite opérationnel, même

s'il ne maîtrise pas encore toutes les fonctionnalités de son logiciel de montage. Si vous voulez vous plonger très rapidement dans le « bain » du montage virtuel, le mieux est de vous imprégner des caractéristiques des « pavés visuels » que nous détaillons ci-dessous.

Fort de notre expérience dans le domaine, faisons part ici de quelques réflexions sur les divers modes d'affichages utilisés actuellement, ainsi que de leurs avantages et inconvénients réciproques. Si le fait de pouvoir manipuler indépendamment tous ces « pavés » visuels sur l'écran s'avère très utile, un affichage uniquement en mode « flottant » nécessite de les redimensionner un à un, pour éviter qu'ils ne viennent ensuite se chevaucher et gêner leur visibilité réciproque. Pour pallier cet inconvénient, beaucoup de logiciels sont pourvus d'une fonction de déplacement combiné : elle sert – à chaque fois que vous modifiez les dimensions d'un élément tel une fenêtre – à ajuster corrélativement les dimensions des autres éléments, afin qu'ils ne se chevauchent jamais sur l'écran.

Il est encore plus valorisant de disposer d'une fonction d'ancrage et de désancrage des fenêtres, laquelle combine les modes d'affichage fixe et « flottant » (cette fonction se trouve, par exemple, dans les logiciels Adobe). Pour déplacer librement une fenêtre quelconque, faites-la glisser sur l'écran avec la souris : elle se comporte alors comme une fenêtre flottante ordinaire. Mais une fois que celle-ci a été amenée à sa nouvelle place sur l'écran, le logiciel vous permet de l'y ancrer ; c'est-à-dire de l'incruster dans ce nouvel agencement d'espace, lequel devient un affichage fixe. L'opération peut être répétée autant de fois que vous le souhaitez et les programmes les plus évolués sont

même capables de mémoriser plusieurs agencements : il suffit d'appeler celui de son choix dès l'ouverture du programme. Rien ne vous empêche – outre la configuration « de base » – de préparer des « écrans » spécialisés pour une opération donnée ; spécial trucage, spécial mixage audio, spécial création de menu DVD, etc. Certains développeurs de logiciels qui prennent en compte les suggestions de leurs utilisateurs les plus compétents ont imaginé une formule assez semblable dans son principe : le menu propose non pas une seule configuration, mais un éventail de différentes configurations parmi lesquelles on sélectionne celle désirée en cliquant sur un onglet.

### 20.2.1 « Réservoir » des images et des sons

Il s'agit du « chutier » (terme emprunté au montage cinéma) où sont stockées les copies des rushes vidéo en attente de montage, ainsi que les images fixes et les sons annexes importés à partir de divers supports. C'est généralement dans ce même espace que sont « rangées » les multiples bibliothèques d'effets vidéo et audio, de transitions, de titres et de menus DVD. C'est le premier endroit que vous devez prospecter avant même de débiter le montage ; c'est aussi celui vers lequel vous reviendrez souvent pour retrouver les fichiers dont vous aurez besoin. Cet espace « stockage rushes » est presque toujours situé dans la moitié supérieure de l'écran, à côté de l'espace de visionnage. Selon le logiciel concerné, ce « réservoir » peut se trouver à droite ou à gauche de la fenêtre de prévisualisation, mais vous pouvez le placer à votre

gré d'un côté à l'autre de la visionneuse s'il est conçu sous la forme d'une fenêtre « flottante ». L'avantage de cette « flottabilité » est que vous pouvez fermer provisoirement cet espace durant une phase importante du montage, afin de récupérer de l'espace à l'écran au profit d'une autre fonction (par exemple, agrandir la fenêtre *timeline*, le menu de paramétrage, etc.).

Cet espace est parfois localisé sur le côté gauche de la fenêtre de montage elle-même (*Avid Pinnacle Liquid*, par exemple) et s'ouvre et se ferme en un clic sur son icône spécifique placée juste au-dessus, sur la barre d'outils. Avantages : disponibilité immédiate du « réservoir » qui n'est ouvert que lorsqu'on en a besoin, en libérant ainsi un maximum d'espace pour les autres fenêtres. Inconvénient : ses dimensions dépendent de celles de la *timeline*, laquelle est souvent très étroite. Il s'ensuit que les icônes d'effets et les vignettes (en-tête des rushes) étant elles-mêmes de taille microscopique, donc peu lisibles, le travail de recherche et de tri dans les diverses bibliothèques devient très fatigant pour les yeux (d'où l'avantage de disposer d'un moniteur grand écran).

### 20.2.2 Espace de visionnage

Voici un espace qui – outre son aspect attrayant (car il est « compris » par tout le monde) – est fondamental dans l'interface de montage : les écrans qu'il contient permettent en effet de juger du rendu visuel de toutes les opérations. On dispose au minimum de touches de commande analogues à celles d'un magnétoscope ou autre appareil lecteur : lecture, pause, stop, accéléré avant ou arrière, réglage du volume d'écoute sonore,

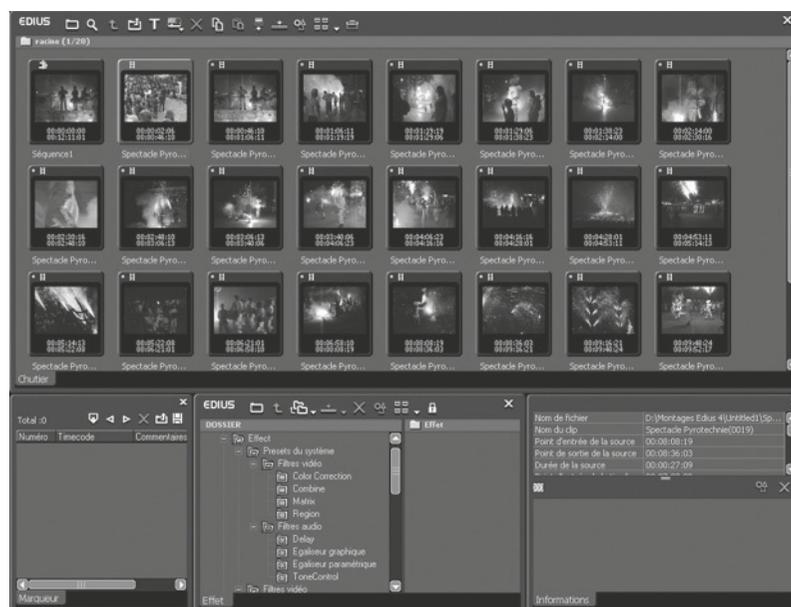


Figure 20.3 La tendance actuelle étant une certaine standardisation des interfaces de montage, il n'est pas rare de trouver, regroupés dans un même espace d'écran, le chutier avec les vignettes représentatives de chaque plan, la fenêtre de bibliothèque d'effets spéciaux, ainsi que les fenêtres annexes d'informations, d'historique et de gestion des repères et points de montage. *Image Gérard Galès.*



Figure 20.4 Selon les divers modes d'affichages proposés par votre logiciel de montage, vous pourrez opter, soit pour une seule grande visionneuse pouvant afficher alternativement un élément source et un élément monté, soit pour une configuration de classe professionnelle à deux visionneuses. Cette dernière dispose d'écrans avec commandes séparées pour l'image *Source* et pour l'image *Séquence* : elle mobilise par conséquent une plus grande surface de l'interface. Ceci peut conduire à diminuer la taille des deux écrans, de manière à ne pas trop réduire les espaces de *Timeline* et de Paramétrages. Image Gérard Galès. Voir p. 250 du cahier couleur.

ainsi parfois que de touches servant à marquer les points de montage et de sauter en lecture de l'un à l'autre. Ces écrans comportent souvent des outils de découpage des plans, doublant les outils disponibles dans la fenêtre de montage. Les logiciels de montage « basiques » n'offrent qu'un seul écran de prévisualisation, généralement de grande taille, ou que l'on peut agrandir si nécessaire en mode lecture. Selon les besoins et/ou les fonctions engagées, cet unique écran se commut automatiquement en mode lecteur *Source* (les rushes) ou en mode lecteur *Montage* ou *Programme* (de rendu final). Il sert également de visionneuse « universelle », par exemple pour incruster un titre dans une image de fond ou pour régler directement un effet visuel à la souris.

Ce principe de visionneuse multifonction est souvent disponible dans les logiciels de montage élaborés, mais ceux-ci disposent toujours en sus d'une visionneuse *Source* indépendante, permettant de comparer côte à côte l'image avant et après l'application d'un effet. Le visionnage sur double écran s'avère également très utile pour affiner les raccords de plans. Cela vous permet de visualiser la dernière image du plan amont sur l'écran de gauche et la première image du plan aval sur l'écran de droite. Ces écrans *Source* et *Montage* sont parfois exploitables en mode fenêtre flottante. Si le logiciel considéré autorise cette fonction « deux moniteurs », on peut déplacer les fenêtres par « glissé-déposé » sur l'écran du second moniteur, de manière à libérer de l'espace sur l'écran du moniteur principal.

De plus, selon le type de fichier adopté, en fonction de la puissance de l'ordinateur et grâce à une connectique adéquate, la plupart des logiciels savent gérer l'envoi en temps réel du signal vidéo de l'écran *Montage* vers un moniteur vidéo ou un téléviseur externe. Vous bénéficiez ainsi d'excellentes conditions d'observation, identiques à celles ressenties par le spectateur, c'est-à-dire bien plus réalistes et précises que celles qui sont offertes sur le petit écran interne du logiciel de montage.

### 20.2.3 Atelier de paramétrage

C'est en quelque sorte le « garage » du logiciel, là où sont hébergées un grand nombre de fonctions – notamment les effets spéciaux – lesquels peuvent bénéficier d'un réglage plus précis, d'un affinage de leur impact sur l'image ou sur le son. Les fonctions de la table de mixage audio en font également partie. En mode d'affichage standard de l'interface, cet espace « garage » est souvent caché : si c'est le cas, vous devrez l'afficher en cliquant sur la touche ou l'icône de commande spécifique. L'atelier de paramétrage se substitue alors automatiquement à une autre fenêtre affichée à l'écran, généralement le lecteur *Source* ou le *Chutier & Bibliothèque*. Un logiciel *Adobe* permet d'extraire ce panneau en mode fenêtre flottante et de l'ancrer où l'on veut, dans un espace autrement consacré à une autre fonction. Le panneau de paramétrage ne s'ouvre parfois que dans une fenêtre flottante et, quand on l'appelle, se positionne toujours en premier plan sur l'écran. Il est intéressant de savoir que ce

paramétrage, quel qu'il soit, est prioritaire sur toutes les autres fonctions : vous devez impérativement refermer cette fenêtre pour être à nouveau autorisé à utiliser les commandes normales de l'interface. Sachez aussi que ce type de fenêtre flottante « prioritaire » peut aussi servir à afficher les effets supplémentaires rattachés au logiciel principal sous la forme de module externe (dit *plugin*). Ce dernier peut avoir été rajouté au logiciel principal (hôte) par le développeur, suite à un accord commercial avec le créateur de ce module, soit « attaché » par vous-même (cf. 23.4).

C'est souvent dans ce même espace que se loge le panneau *Organiseur*. C'est dans ce super-dossier que sont gérés les fichiers vidéo, audio, photo et autres : une opération de plus en plus nécessaire avec la généralisation du numérique dans le grand public. Que ce soit en effet en photo ou en vidéo, le faible coût des supports d'enregistrement « réutilisables » incite beaucoup de filmeurs impénitents à la surproduction : ils filment tout ce qu'ils voient, en pensant qu'il suffira de choisir dans le tas pour trouver le plan idéal au moment du montage. Ce peut être aussi le cas de vidéastes experts (amateurs, institutionnels ou professionnels) qui accumulent – à juste titre cette fois – une énorme quantité de plans et de séquences qui se trouvent disséminés dans divers projets aboutis ou non, parfois sur des supports d'enregistrement différents.

Afin que chaque vidéaste soit capable de « retrouver ses petits » quand il en a besoin, les développeurs de logiciels ont créé des outils spécifiquement conçus pour le tri, la recherche et le classement (archivage) de ces éléments. On ne peut pas prévoir quels éléments seront ultérieurement utilisés dans un autre programme, mais il est pratiquement sûr que, faute de classement, ils seront bientôt introuvables !

Les programmes de montage grand public sont souvent dépourvus de la fonction organisateur. Elle est cependant intégrée dans *Adobe Premiere Elements* à partir de la version 4, ainsi que dans *Avid Pinnacle Studio* depuis la version 10. En revanche, cette fonction organisateur est toujours intégrée aux logiciels de montage haut de gamme (logiciels *Avid*, *Premiere Pro*, *Final Cut Pro*, *Sony Vegas*, etc.). Nous vous conseillons vivement de l'utiliser systématiquement, d'autant qu'elle vous permet, selon les cas, d'importer des fichiers à partir de lecteurs externes, de les mettre en forme en fonction des besoins, de créer des listes de lecture (*play lists*) et même d'exporter ces dernières grâce à un support informatique externe, tel une clé USB.

## 20.2.4 Espace de montage

C'est dans cette fenêtre appelée *timeline* (échelle temporelle) que se construit le film, par assemblage dans l'ordre chronologique (en fonction du temps) des plans image, des effets sonores, des transitions vidéo et audio, de la musique, composition des menus DVD, etc. C'est là aussi que l'on spécifie la durée de chaque plan, ses points de montage d'entrée et de sortie, en conservant toujours la possibilité de changer l'ordre des plans, de modifier leur durée, de remplacer un plan par un autre, de créer une transition, etc.

La représentation du montage dans une fenêtre peut mettre en œuvre plusieurs modes d'affichage, dont les deux principaux sont le mode *Storyboard* (ou *Ligne de scène*) et le mode *Timeline* (faute de disposer d'autres termes en français, *timeline* désigne aussi bien le mode d'affichage que la fenêtre elle-même). Il existe un troisième mode d'affichage, qui prend la forme

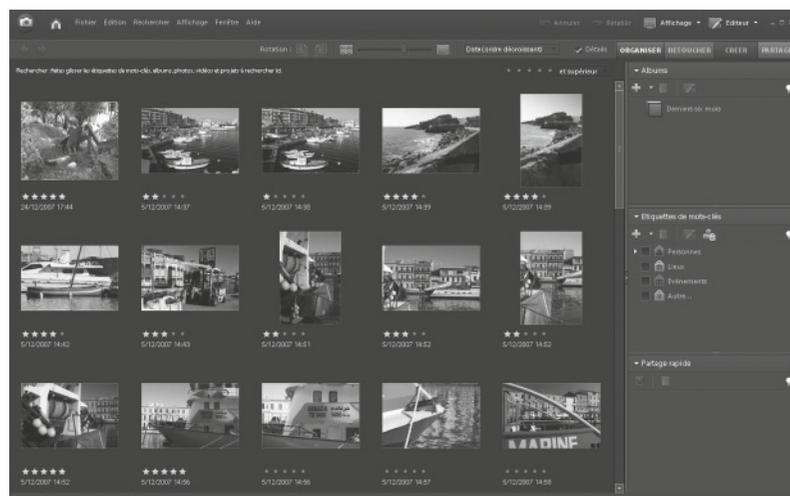


Figure 20.5 Afin de faciliter les échanges de fichiers, l'organiseur – cet outil désormais indispensable de gestion des médias – se partage avec d'autres logiciels développés par le même éditeur.

Ici, l'organiseur du logiciel de retouche photo *Adobe Photoshop Elements 6* est synchronisé avec l'organiseur du logiciel de montage vidéo *Adobe Premiere Elements 4*. Image Gérard Galès.

d'une simple liste des plans images et des séquences audio et effets sonores, tels qu'ils sont montés en fonction du temps (indiqué par le code temporel). Ce mode reste pleinement disponible sur les logiciels de montage évolués, en particulier pour effectuer le transfert d'une liste de montage d'une station à une autre. C'était, sous une forme uniquement textuelle, le seul disponible sous le nom de « liste de montage » (EDL pour *Edit Decision List*) à l'époque du montage linéaire « bande à bande » (cf. chapitre 18).

Quel que soit le mode d'affichage choisi par le monteur, ce dernier dispose toujours d'une *tête de lecture*, laquelle se trouve soit dans la *timeline* (sous forme d'une ligne verticale mobile), soit sous la visionneuse (un curseur se déplaçant sur une échelle). Le terme « tête de lecture » a été choisi par analogie à la tête de lecture matérielle d'un magnéscope à bande : il s'agit en fait d'une simple ligne verticale qui se déplace d'elle-même vers la droite quand on lance la lecture

d'un plan, ou d'une séquence, ou de tout le montage. La tête de lecture s'immobilise quand on presse les touches *Pause* ou *Stop* et le moniteur affiche alors l'image fixe sur laquelle elle est positionnée. Au cours du montage, c'est cette ligne verticale qui sert de repère précis de positionnement des images et des sons, notamment pour marquer les points d'entrée et de sortie de montage, pour synchroniser image et son, déterminer la durée et l'emplacement d'une transition ou d'un effet, placer un insert, etc.

**1 Mode d'affichage *Storyboard*.** Il s'agit d'un mode simplifié qui n'est pas proposé par tous les logiciels de montage. Il convient bien au débutant qui peut ainsi acquérir plus aisément les notions essentielles relatives à la pratique du montage. Certains professionnels (par exemple, spécialisés dans la vidéo de mariage) se servent de ce mode de montage afin de présenter très rapidement à leurs clients une « maquette » du futur vidéofilm.

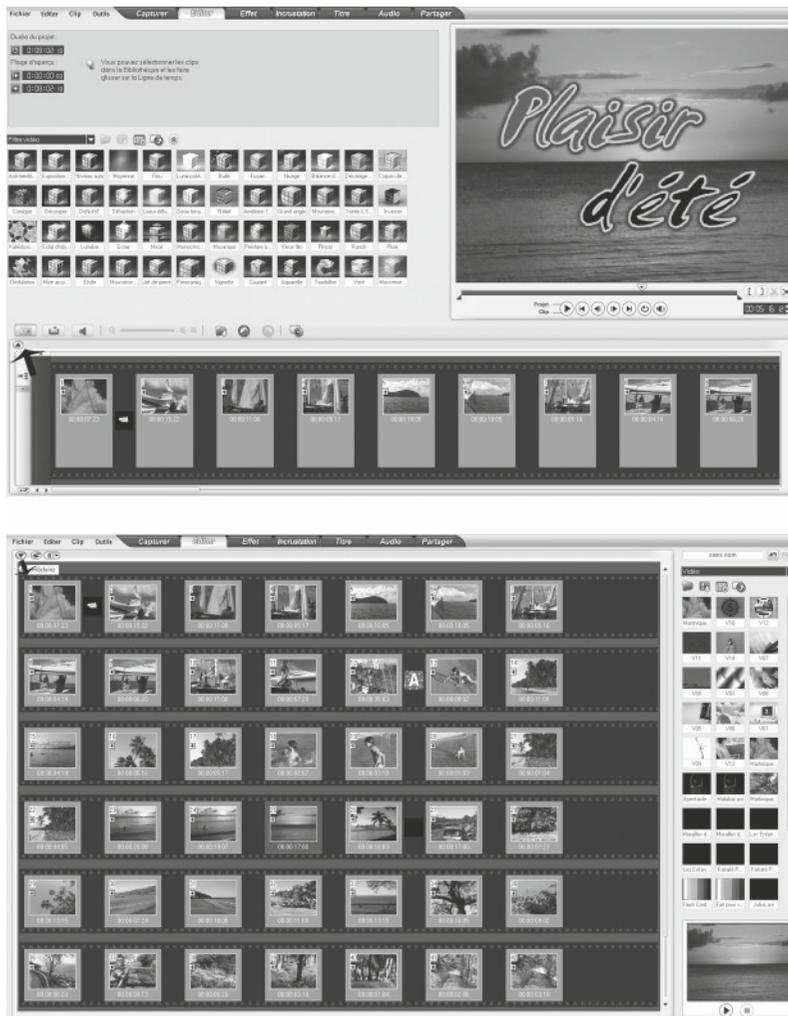


Figure 20.6 La grande vertu du mode *Storyboard* est de proposer une visualisation simple et claire des divers éléments composant le montage.

Ce type d'affichage peut même, comme ici dans Ulead VideoStudio, s'étaler à la demande sur une grande partie de l'interface afin d'offrir une vue synthétique de l'ensemble du montage. Image Gérard Galès.

Ce mode *Storyboard* se reconnaît immédiatement par le fait qu'il affiche les plans montés sous la forme de vignettes qui sont la première image de chaque plan. Les vignettes sont alignées dans l'ordre sur une bande étroite – parfois modulable en hauteur – manuellement par le monteur ou automatiquement selon la procédure de montage choisie. Ce style de présentation évoque les images successives d'un diaporama ou d'une bande dessinée : c'est ce qui justifie son appellation de « storyboard », laquelle est la version papier du même type de « scénarimage ». L'espace ménagé entre deux vignettes permet de placer les effets de transition désirés. L'ajout de filtres, titres ou tous autres effets dits « spéciaux » est signalé (et rappelé au monteur) par l'incrustation d'un pictogramme symbolique dans un coin de la vignette. De même, d'autres pictogrammes indiquent si le plan concerné est accompagné de son synchrone ou pas.

L'avantage du mode *Storyboard* est sa grande facilité et convivialité d'emploi. On peut déterminer la suite des plans à monter à la manière du brideur classant ses cartes dans sa main : en les déplaçant, en les inversant, en les réordonnant à sa guise, mais sans qu'il n'y ait jamais de « place vide » entre deux plans. Si vous décidez, par exemple, de supprimer un plan en plein milieu d'une séquence, le plan qui le suivait à sa droite va se « recoller » automatiquement vers la gauche, en comblant ainsi cet espace vide. Dans le cas où vous voudriez ajouter une transition (fondu, volet, etc.), il vous suffit de sélectionner celle de votre choix dans la bibliothèque et de la « glisser-déposer » entre les deux plans concernés. C'est aussi simple avec les filtres d'effets spéciaux que l'on pose directement sur la vignette. Le réglage des paramètres est automatique, mais vous pouvez toujours accéder au panneau de paramétrage manuel (cf. 20.2.3), afin de personnaliser les réglages de l'effet sélectionné.

Les inconvénients sont manifestes : le mode *Storyboard* n'affiche pas les diverses pistes vidéo – notamment celle(s) d'incrustation(s) – dans des couloirs parallèles séparés ; il est donc difficile de les régler finement en établissant des comparaisons. Par ailleurs, le mode n'affiche pas le son synchrone d'un plan sur une piste séparée. En revanche, on dispose parfois (chez Adobe, par exemple) de pistes audio indépendantes destinées à l'ajout d'un commentaire, d'une musique et/ou d'un bruitage.

Vous pouvez bien sûr écouter le son synchrone en lançant la lecture du plan dans la visionneuse, mais sans disposer d'une représentation graphique de celui-ci : dans de telles conditions, il est très difficile de réaliser un montage audio indépendant de la partie image, ou d'effectuer un réglage précis du volume sonore, d'un effet de panoramique, etc. À cette phase du travail de montage, il est généralement préférable de quitter le mode *Storyboard* au profit du mode *Timeline*. Avec certains logiciels de montage (*Ulead*, par exemple) le système se commute automatiquement en mode *Timeline*, dès que l'on fait appel à une fonction liée à l'audio ou aux effets spéciaux.

**2 Mode d'affichage *Timeline*.** Dans un logiciel de montage vidéo, c'est le mode à la fois plus complet, apparemment plus complexe, peut-être plus difficile à maîtriser par le novice que le mode *Storyboard*. Les vidéastes amateurs avertis, institutionnels et professionnels n'en utilisent pas d'autre (sauf pour le montage rapide de maquette). En réalité, l'architecture du mode d'affichage *Timeline* est simple à comprendre, pour qui veut s'en donner la peine. La fenêtre de montage est constituée de pistes horizontales superposées, évoquant les strates de l'ardoise ou un gâteau millefeuille vu par la tranche. Selon les logiciels et les options d'affichage sélectionnées, une piste peut être uniquement dédiée à l'image, ou à l'audio seul, ou bien accepter les deux en même temps, ou encore être réservée au titrage, par exemple. Quand vous prélevez une séquence dans le chutier et que vous la transportez en glissé-déposé sur une piste image (plus souvent appelée « piste vidéo »), cette séquence apparaît sur la piste sous la forme d'un segment rectangulaire dont la longueur est proportionnelle à sa durée de lecture en vitesse de défilement normal. La longueur du segment est donc proportionnelle à l'échelle temporelle de la règle (selon le principe du *time code*, l'échelle est graduée en heure, minute, seconde et image). Elle est en général située au-dessus des pistes : autrement dit elle ne change pas de place lorsque vous ajoutez une piste, en dessous. Il reste cependant à définir une échelle commune instaurant ce rapport de proportionnalité entre la « métrique » (la longueur du segment) et le « temporel » (la durée du plan correspondant).

Si, arbitrairement, un centimètre de la règle correspond à une seconde de lecture, cela veut dire que chaque centimètre de la longueur d'un segment situé sur n'importe quelle piste représente une durée d'une seconde. L'essentiel est de bien comprendre le lien indissoluble qui unit le métrique et le temporel ; il en résulte qu'en « zoomant » en avant ou en arrière sur la *timeline* (c'est-à-dire en allongeant ou en rétrécissant la représentation métrique d'un espace-temps), vous faites varier la longueur du segment, mais sans modifier sa durée de lecture de l'image (ou d'écoute du son). Vous pouvez déplacer librement le segment en avant ou en arrière sur sa piste : cela ne modifie nullement sa durée, ni son contenu : seulement sa position par rapport aux « événements » représentés sur les autres pistes.

La caractéristique essentielle du montage en mode *Timeline* est qu'il se construit dans les deux dimensions, dans le sens horizontal comme dans le sens vertical. Les plans sont assemblés les uns derrière les autres sur la piste horizontale, exactement comme en mode *Storyboard*. Parallèlement à cet assemblage, les pistes indépendantes de différentes natures (vidéo, audio, etc.) sont empilées, donc dans le sens vertical. Alors que le logiciel le plus basique peut n'offrir qu'une seule piste AV, les logiciels les plus élaborés permettent de créer un grand nombre de pistes : jusqu'à 99 par exemple !



Figure 20.7 L'apparente complexité du mode d'affichage *Timeline* rebute parfois le monteur débutant.

Ce type d'architecture du montage est pourtant le seul qui permette une visualisation et une manipulation précise de tous les éléments montés. Dans ce montage, réalisé avec le logiciel Grass Valley Edius, il est aisé de repérer les différentes couches d'images superposées (2V, 3V) par rapport à la piste vidéo principale (1VA) et les positions des segments audio indépendants se trouvant ici sur la piste 1A (ainsi que la piste audio synchrone des rushes, combinée à l'image, dans la piste 1VA). Image Gérard Galès.

Il y a lieu toutefois de considérer la piste vidéo (souvent appelée AV, car elle associe des plans – des rushes – dans lesquels les images sont accompagnées de son synchrone) comme principale : c'est la base du montage. Tous les éléments image ou son que l'on rajoute ensuite grâce aux pistes « secondaires » se superposent à cette base. Sauf de rares exceptions, l'empilement des pistes s'effectue du bas vers le haut de la *timeline*, de sorte que les pistes situées au-dessus de la piste principale sont « prioritaires ». Rien ne vous empêche toutefois d'extraire certaines images de base de la piste AV principale, pour les placer, par exemple, sur une piste réservée aux incrustations, en obtenant ainsi le résultat inverse.

La gestion simultanée de plusieurs pistes vidéo requiert beaucoup de ressources processeur de l'ordinateur. Si vous multipliez les superpositions ou incrustations d'images en utilisant une machine qui n'est pas assez puissante pour supporter une telle charge, vous risquez fort de ne pas pouvoir visionner votre montage en temps réel : au mieux, vous constaterez des saccades en lecture ; au pire, vous devrez attendre patiemment que les calculs d'images soient achevés avant de pouvoir lire la vidéo. Le travail de montage peut s'en trouver considérablement ralenti par manque de réactivité du logiciel.

Il en va autrement au niveau des pistes audio pour lesquelles il n'y a pas d'ordre de priorité sur la *timeline*, pour la simple raison qu'on ne « voit » pas les sons à l'écran. Vous pouvez donc placer les segments audio sur n'importe quelle piste adéquate sans que cela ne modifie l'écoute finale. L'empilement de plusieurs pistes audio n'a que peu d'influence sur les capacités globales de la machine, les fichiers audio étant par nature beaucoup plus « légers » que les fichiers image.

Comme pour l'image évidemment, la position d'un segment le long de sa piste, par rapport à la règle tem-

porelle, détermine le moment de sa lecture. Quant à la sensation de « priorité », de la présence plus ou moins forte de tel ou tel élément sonore, elle est créée lors du mixage audio définitif, en réglant les niveaux sonores de chaque piste « à l'oreille » par manipulation de potentiomètres ; voilà au moins une manière de procéder qui n'a pas changé depuis la naissance du cinéma parlant ! Aujourd'hui, la sonorisation d'une œuvre audiovisuelle est beaucoup plus facile, mais elle demande toujours autant de talent.

Intéressons-nous maintenant à la « stratégie » du montage, telle qu'elle peut être (ou devrait être) déployée au plus haut niveau. La *timeline* n'est pas forcément unique : elle peut se multiplier comme désiré, dans le dessein de fractionner le travail de montage. Cette méthode de travail, baptisée *mode multiséquence*, est apparue assez récemment dans les logiciels de montage professionnels (*Adobe Premiere Pro*, *Grass Valley Edius*, *Apple Final Cut Pro*, *Ulead MediaStudio Pro*), mais ne s'adresse pas encore au domaine de la vidéo d'amateur<sup>1</sup>. Ce mode multiséquence assure une bien meilleure qualité de visualisation de la structure du montage. Son principe est simple : créer autant de fenêtres de montage que nécessaire, en affectant à chacune d'elles la réalisation d'une séquence particulière. Quand on travaille ainsi sur un nombre limité de segments, il y a moins de risques d'erreurs et cela facilite l'application d'effets spéciaux, de corrections d'image et autres filtres numériques.

Dans ce mode, il n'est plus nécessaire d'extraire une séquence particulière de l'ensemble du montage afin

1. Il va de soi que cette fallacieuse distinction entre « pro » et « amateurs » n'est pas de notre fait : elle n'est fondée ni sur le talent, ni sur la compétence de l'utilisateur (lesquels ne dépendent pas de son statut social ou professionnel), mais sur le fait qu'un matériel ou un logiciel « pro » est plus complexe et coûte beaucoup plus cher que sa version grand public.

de la traiter indépendamment. En pratique, il suffit de rassembler dans une même *timeline* globale – que nous baptisons « master » par commodité – toutes ces séquences séparées dans le but de créer la compilation finale. Rien n'empêche de revenir, si besoin est, sur une séquence spécifique (on réouvre sa *timeline* « privée » en double-cliquant dessus). Autre avantage de ce mode : toute modification réalisée sur une séquence dans une *timeline* « privée », met automatiquement la *timeline* master à jour.

## 20.2.5 Barre de commandes et barre d'outils

Faisons d'abord la différence entre les outils et les commandes.

Les *outils* servent à appeler une fonction spécifique, à ouvrir un certain répertoire, à gérer les fichiers et l'affichage des fenêtres.

Les *commandes* ont pour fonction de gérer la lecture d'un élément vidéo, audio ou graphique.

Les commandes sont toujours présentes en dessous de chaque visionneuse activée ; elles sont parfois doublées dans la fenêtre de montage, ou également disponibles en « modèle réduit » dans les fenêtres de paramètres d'effets, afin de faciliter et d'accélérer leur prévisualisation. Les nombreux outils (ou plutôt leurs icônes) sont pour la plupart regroupés sous la forme d'une barre (étroite bande horizontale). Celle-ci est le plus souvent placée sur la ligne supérieure de la *timeline*, juste au-dessus de l'échelle temporelle. Vous constaterez fréquemment la présence de plusieurs icônes d'outils à côté des touches de commande, sous chaque visionneuse. Ces icônes sont généralement destinées à la gestion des marques et points d'entrée/sortie de montage. Bien qu'elles soient éminemment utiles, elles nuisent souvent à la bonne visibilité des autres commandes. Le chutier, les bibliothèques et les divers panneaux de paramètres disposent également de leurs propres barres d'outils, elles aussi bien fournies en icônes.

Afin de simplifier ces pléthoriques alignements d'icônes – parmi lesquelles un bon nombre de commandes ou d'outils dont on ne se sert jamais –, certains concepteurs de logiciels, tel *Grass Valley Canopus*, autorisent la personnalisation des barres d'outils et de commandes. De cette manière, chaque

utilisateur peut librement composer et organiser des barres qui ne contiennent que les icônes et les touches de commande dont il a vraiment besoin. Vous préférez peut-être que la touche de lecture soit placée à l'extrémité droite de la barre, plutôt qu'en plein milieu ? Rien de plus facile à réaliser et vous avez toujours le droit de changer d'avis. Chaque monteur se succédant sur une même machine peut ainsi, outre la disposition des fenêtres, personnaliser son espace de travail et le mettre en mémoire afin de le reconstituer à chaque nouvelle utilisation. C'est un confort que bien d'autres logiciels de montage, même professionnels, ne proposent pas encore.

Le problème lié aux icônes, c'est qu'elles ne sont pas toujours explicites, car leur graphisme n'évoque pas leur fonction. Or, la productivité en montage dépend beaucoup du caractère intuitif de l'interface et il est évident que la vitesse de « décodage » d'une icône y participe grandement. Après la période de prise en main d'un logiciel, le monteur doit être capable de cliquer instinctivement sur une icône pour appeler la fonction correspondante, sans se demander à chaque fois où elle se trouve et s'il a bien sélectionné la bonne... Les développeurs ont dû chercher comment évoquer chaque fonction sur une toute petite touche, de manière schématique, mais aussi explicite que possible. La solution adoptée pour certains logiciels fut d'augmenter la taille des icônes : ce qui laissait moins de surface libre sur l'écran pour l'affichage des autres éléments. La taille limitée de l'écran d'un moniteur à CRT posait autrefois le problème de la bonne lisibilité des informations affichées. Ce n'est plus le cas aujourd'hui où l'on peut adopter un grand écran plat de haute définition offrant une excellente lisibilité, même des plus petits détails.

Dans la plupart des logiciels, les fonctions les plus utilisées sont immédiatement accessibles grâce aux raccourcis clavier (les Ctrl + [n], par exemple, mais il y en a bien d'autres) : le débutant a parfois du mal à s'y habituer ou bien refuse de s'en servir, alors que le spécialiste (de l'informatique en général et du montage en particulier) les préfère de loin aux clics de souris.

## 20.2.6 Menus déroulants

L'originalité n'est pas toujours considérée comme une qualité, tout au moins en ce qui concerne les menus déroulants qui abondent dans tous les logiciels, de



Figure 20.8 Le logiciel de montage Grass Valley Edius offre à l'utilisateur la possibilité de moduler à sa guise le nombre et la disposition des différentes icônes d'outils et de commandes. Image Gérard Galès.

montage et autres. C'est un domaine où les éditeurs ont tenté d'imposer leurs architectures « maison » sur les versions successives de leurs produits. Mais celles-ci ne s'avéraient pas toujours très ergonomiques et elles obligeaient les monteurs professionnels (généralement prestataires de services se déplaçant de studio en studio) à maîtriser plusieurs programmes différents.

L'objectif principal étant l'amélioration de la productivité, la tendance des versions logicielles les plus récentes est à la « standardisation ». Or, les menus déroulants les plus répandus étant ceux des systèmes d'exploitation Windows et Mac OS, les logiciels de montage ont adopté l'agencement typique de l'écran imposé *de facto* par Microsoft (pour PC) ou par Apple (pour Mac). Il s'ensuit que l'utilisateur habitué à la manipulation de son PC ou de son Mac va instinctivement diriger le pointeur de sa souris vers cette zone de l'écran lorsqu'il doit ouvrir un menu déroulant.

Rappelons à celle ou celui qui débute en montage informatisé, quelle est la disposition typique des menus déroulants : tous sont placés dans une barre réservée, située en haut et à gauche de l'écran. Cette barre sert parfois de panneau d'information : elle donne alors

des indications détaillées sur une fonction, sur le chemin d'un fichier, ou affiche des messages d'alertes. À l'image des modèles Windows ou Mac OS, le menu spécifique au logiciel de montage concerné peut héberger plusieurs sous-menus. La présence de ces derniers est indiquée par un petit triangle noir, situé à droite de la ligne de texte y donnant accès.

Cependant, certains logiciels affinent cette standardisation pour ce qui concerne l'agencement des menus plus spécialisés. C'est par exemple le cas du logiciel *Grass Valley Canopus Edius* qui, à partir de sa version 4.5 dont l'interface a été totalement révisée, offre – outre la barre classique des menus décrite ci-dessus – l'accès à d'autres menus déroulants dédiés à la gestion des pistes (ces menus se trouvent dans la fenêtre de montage elle-même). Chaque monteur compétent peut avoir son avis personnel sur la question, mais il ne s'agit pas dans cet exemple de recherche d'originalité de la part du concepteur, mais d'une volonté d'optimiser la productivité. En effet, lorsque le monteur travaille sur les pistes de la *timeline*, le pointeur de la souris se trouve probablement à proximité de celles-ci : ces menus spécialisés lui évitent alors d'inutiles allers-retours vers la barre des menus du haut de l'écran.



## Les étapes du montage

Abordons maintenant le détail des opérations que vous devrez effectuer au cours de la progression de votre montage. Nous avons indiqué précédemment (chapitre 19) que le montage en mode non linéaire comprend trois grandes étapes, elles-mêmes subdivisées en un certain nombre de sous-étapes, qui sont requises ou non, selon le type de réalisation concerné.

Alors que le titrage est quasiment indispensable dans toute réalisation, même la plus modeste, l'incrustation complexe d'images en multicouche (*compositing*) ou le codage de l'audio en mode Surround 5.1, par exemple, sont au contraire réservés à des productions bien plus ambitieuses que le simple film familial. Dans le même ordre d'idée, il est évident que si l'amateur peut se contenter d'ajouter quelques effets de transition afin d'assurer la continuité de son récit, un monteur de classe professionnelle ne peut pas déployer pleinement son talent s'il ne dispose d'un large éventail d'effets spéciaux et de fonctions de trucages. Ces capacités sont assurément nécessaires à la réalisation de films tels que clip vidéo, documentaire, fiction, film industriel ou de formation.

Selon votre niveau de connaissances et vos ambitions personnelles, nous vous conseillons de concentrer votre attention sur les paragraphes traitant des sujets qui vous intéressent en priorité, en « passant » rapidement sur ceux qui – pour l'instant – vous semblent secondaires ou un peu trop complexes : vous y reviendrez lorsque vous en aurez besoin. Prenez la saine habitude de chercher à comprendre le « pourquoi » et le « comment » de telle ou telle fonction, même si vous n'en avez pas immédiatement l'usage. C'est en vous investissant chaque jour davantage dans les techniques du montage que vous progresserez le plus rapidement. Comme pour tous les moyens d'expression artistique, vous ne pourrez vous exprimer totalement qu'après avoir maîtrisé votre logiciel de montage. Lorsque vous aurez assimilé pleinement la logique des procédures que nous décrivons ci-dessous, vous vous sentirez très à l'aise pour naviguer dans les multiples fonctions du logiciel.

### 21.1 La capture des rushes dans l'ordinateur

Puisque c'est l'ordinateur qui, comme son nom l'indique, va assumer sous vos ordres l'ordonnancement du montage, il faut d'abord penser à « lui donner du grain à moudre », c'est-à-dire transférer les images et les sons capturés à la prise de vues – autrement dit les « rushes » – dans son disque dur (ou système RAID) de stockage. Cette étape préparatoire au montage ne présentera aucune difficulté si l'interface de transfert entre la « source » et la « destination » est bien adaptée et que vous respectez strictement les procédures imposées par le programme. Un ordinateur vous obéit aveuglément, à la seule condition que vous n'en fassiez qu'à sa tête.

Sachez néanmoins que ces procédures peuvent varier et nécessiter une interface ou un type de lecteur particulier, selon les caractéristiques du support source contenant les rushes à monter. C'est ainsi qu'un caméscope de format analogique ne se connecte pas à l'ordinateur (à son disque dur) de la même manière qu'un caméscope numérique. De plus, le mode de transfert diffère selon que le caméscope numérique source fonctionne en mode d'enregistrement linéaire ou non linéaire et que son support de stockage est amovible ou non.

#### 21.1.1 Acquisition vidéo à partir du support linéaire analogique

Supposons que l'appareil lecteur soit un « vieux » caméscope analogique (donc forcément « linéaire » à cassette) et que vous souhaitez transférer le contenu des cassettes enregistrées dans l'ordinateur : c'est un cas de figure encore assez courant, ne serait-ce que pour pérenniser les vidéofilms familiaux. Il peut également s'agir d'une bande vidéo d'archives, lue sur un magnétoscope analogique de salon ou professionnel.

Le signal analogique source doit être numérisé avant de pouvoir être accepté par l'ordinateur lequel ne « comprend » que le langage numérique. Le rôle de

conversion analogique/numérique (CAN en abrégé) est dévolue à la carte d'acquisition interne (elle est logée, par exemple, dans la « tour » d'un PC). Notez toutefois qu'un boîtier externe dédié, voire un magnétoscope ou un caméscope numérique pourvu d'une entrée analogique, peuvent faire office de CAN, en lieu et place d'une carte d'acquisition analogique.

Dans cette dernière configuration, l'appareil est connecté à l'ordinateur *via* son interface numérique USB ou FireWire. On voit que dans ce cas, l'opération de capture s'assimile davantage à un mode d'*acquisition vidéo* (en temps réel) à partir d'un support linéaire numérique (ci-dessous), excepté en ce qui concerne le pilotage de l'appareil convertisseur, puisque l'appareil ne contient pas de cassette. L'essentiel est de comprendre que l'appareil (boîtier externe dédié, caméscope ou magnétoscope numérique), joue seulement les rôles de convertisseur analogique/numérique (CAN) et d'interface à connectique FireWire ou USB entre le lecteur analogique et l'ordinateur.

Revenons à la carte d'acquisition. Deux cas peuvent se présenter :

- La carte d'acquisition est uniquement conçue pour la capture d'un signal analogique : elle n'est alors équipée en façade que de connecteurs analogiques.
- La carte d'acquisition est « mixte », c'est-à-dire qu'elle comporte des connecteurs numériques en plus des connecteurs analogiques. Mais attention ! Même avec une carte mixte, vous ne pouvez utiliser que sa connectique analogique pour y brancher un lecteur analogique.

À ce propos, veillez à sélectionner le type de connecteur conçu pour délivrer la meilleure qualité de vidéo. Il n'y a pas de problème si votre lecteur source (caméscope ou magnétoscope) est de format VHS (VHS-C) ou Vidéo-8 mm, car la seule solution est d'utiliser un classique connecteur pour vidéo composite Cinch, BNC ou Péritel. S'il s'agit en revanche d'un appareil exploitant les versions *high-band* du VHS ou du 8 mm, respectivement S-VHS® ou Hi8, on y trouve – en plus des connecteurs composites – un connecteur de sortie image de type Y/C (Ushiden) : c'est ce dernier qu'il

faut utiliser pour entrer dans la carte d'acquisition : à condition que cette dernière soit pourvue d'un connecteur Y/C d'entrée.

Pour ce qui est de l'audio, il transite simplement *via* les connecteurs Cinch (noir = mono, rouge et blanc = stéréo) ou mini-jack. Avant d'investir dans une carte d'acquisition, vérifiez qu'elle soit compatible avec le standard de votre lecteur. En vidéo, même d'amateur, tout se passe comme si le standard TV SECAM n'avait jamais existé. Le risque d'erreur se limite donc à la carte de standard PAL (le format européen) et le NTSC (Amérique du Nord et Japon).

L'appareil lecteur étant correctement connecté et mis sous tension, ouvrez votre logiciel de montage et cliquez sur la rubrique *Capture/Acquisition* dans le menu *Fichier* ou sur l'icône correspondante de la barre d'outils.

Avant de vous procurer le logiciel, vous aurez bien sûr vérifié qu'il est conçu pour gérer la vidéo analogique côté « source ». Certains logiciels délèguent ce travail de capture à un module (*plugin*) indépendant. N'en soyez pas inquiet, car ce principe convient tout aussi bien, d'autant que ce module a généralement la capacité d'expédier directement la vidéo capturée dans le chutier du logiciel de montage. Dès que la fenêtre de capture s'affiche sur l'écran, vérifiez que les réglages des « préférences vidéo » sont corrects (standard PAL ou NTSC, capture avec ou sans l'audio, type de connecteur activé, etc.).

Notez que – contrairement à la capture numérique qui n'accepte pas d'être modifiée – certaines caractéristiques des images analogiques peuvent être améliorées, en particulier, la luminosité, le contraste, la saturation des couleurs, la balance des blancs et le niveau du volume audio. Un logiciel de classe professionnelle dispose également d'un instrument virtuel de mesure appelé *oscillo-vecteurscope* (voir la description de cet outil au 21.2.7 [3]). Ce dernier affiche toutes les valeurs du signal vidéo sous forme « d'ondes » (selon divers modes d'affichage) ce qui permet – avant la capture – de le rectifier et de l'étalonner selon les normes.

Gérée par la carte, la numérisation du signal analogique source s'effectue en temps réel, c'est-à-dire à



Figure 21.1 Panneau d'acquisition des rushes en mode analogique.

Dans ce cas, la connexion avec la source vidéo est effectuée en mode Y/C (S-Video). On voit, à droite, que la connexion audio est assurée en monophonie. Image Gérard Galès.

la vitesse de défilement de la bande. Le signal numérisé est habituellement codé (avec un codec) en M-JPEG (taux de compression variable entre 2:1 et 150:1) et génère un fichier .AVI (sur PC) ou un fichier QuickTime .MOV (sur Mac). Mais selon le matériel d'acquisition (et sa génération, la compatibilité, etc.), d'autres codecs sont également utilisables (applications sur le Web, par exemple).

Notre conseil est celui-ci : quel que soit le codec préalablement choisi, prenez soin de vérifier tous ses paramètres, notamment en ce qui concerne la qualité d'image qu'il est capable d'assurer en final (déjà « moyenne » au départ, la qualité technique des originaux analogiques se détériore très facilement, ce qui est beaucoup moins le cas lorsque ceux-ci sont « numérisés »). N'oubliez pas non plus les réglages de qualité audio (mono ou stéréo).

Comme vous le savez, le volume du fichier enregistré sur le disque dur (HDD) est d'autant plus important que la qualité est plus élevée. D'immenses progrès ont été accomplis dans le domaine du stockage des fichiers : le coût des HDD a tellement baissé (tandis que la puissance des ordinateurs augmentait) qu'il serait déraisonnable de sacrifier définitivement la qualité des séquences capturées pour faire des économies « de bouts de chandelle ».

Vous pouvez maintenant démarrer l'opération d'acquisition. Pour cela, préparez le lecteur en positionnant la bande (en mode *Pause*) quelques secondes avant l'image de départ que vous voulez capturer. Si la connexion du lecteur avec l'ordinateur est correcte, vous devez voir l'image s'afficher dans la visionneuse de la fenêtre du programme d'acquisition. Lancez ensuite la lecture, puis sans attendre, cliquez sur la touche *Capture* du panneau informatique. L'inconvénient de la capture des séquences analogiques – tout au moins pour ce qui concerne l'acquisition des documents de format vidéo grand public – est que les fonctions de commande de défilement de la bande du lecteur (*Lecture*, *Pause*, *Stop*, *Recherche rapide*) ne sont pas pilotées par voie logique. Ces formats analogiques intègrent un code temporel (*time code*), mais dont il existe différents systèmes (LTC, VITC, etc.), ce qui impliquerait une connexion de synchronisation spécifique. Ces systèmes de synchronisation étaient exploités à l'époque avec les bancs (ou tables) de montage amateur et institutionnels, mais pas sur les cartes d'acquisition numériques qui ont été créées plus tard, au moment du lancement de la vidéo numérique. Selon toute vraisemblance, vous numériserez vos documents d'archives une fois pour toutes (car c'est leur version numérisée qui vous servira désormais d'originaux) : aussi est-il probablement inutile de chercher à automatiser l'opération.

Durant la capture, vous devez au moins disposer (sur l'écran ordinateur) d'un compteur de durée d'enregistrement. C'est un avantage supplémentaire si ce compteur signale les « sauts d'images » (responsables

de saccades en lecture) : cette éventualité peut vous amener à modifier le taux de compression (en M-JPEG). Une autre caractéristique plus intéressante est de pouvoir surveiller l'espace occupé par le fichier en cours de création sur le disque dur, ou bien l'espace libre restant sur ce disque afin d'éviter de le saturer. Une fois que tous les rushes utiles ont été copiés dans l'ordinateur, ou que la cassette arrive en bout de bande (dans ce dernier cas, l'acquisition s'arrête d'elle-même), cliquez pour arrêter la fonction d'acquisition. Chargez la cassette suivante si besoin est et poursuivez les opérations autant que nécessaire.

En final, vérifiez attentivement la qualité et la bonne fluidité de chaque fichier vidéo enregistré en le lisant en divers endroits. Si vous en disposez dans le programme de capture, sélectionnez les séquences à lire avec le curseur linéaire situé sous la visionneuse. Sinon, vous devrez lire et contrôler les enregistrements dans le logiciel de montage. Nous pensons que cela vaut la peine de contrôler systématiquement l'intégralité des copies de manière à ne pas avoir à y revenir. Si vous détectez un défaut, il vous suffit de rééditer la capture. Lorsque vous êtes sûr que tout est bon, coupez l'alimentation et débranchez l'appareil lecteur, désormais inutile pour le montage.

Dans l'état actuel de ce que nous savons sur la pérennité des supports de stockage de masse (HDD, disque optique, mémoire flash), nous vous conseillons de conserver vos cassettes originales en les archivant dans un lieu exempt de lumière, d'humidité et de champ magnétique. Personne n'étant totalement à l'abri d'un clash informatique avec perte de toutes les données, la re-capture serait alors possible. Si vous vous inquiétez – à juste titre – de la bonne conservation de ces bandes magnétiques au fil des années, pensez, lorsque vous en aurez le temps, à transférer leur contenu sur un support fiable qui fera office de double de sécurité (cf. chapitre 25).

### 21.1.2 Acquisition vidéo à partir d'un support numérique linéaire (cassette)

Vous voici exempté de la procédure de numérisation, puisque le signal délivré en sortie du lecteur est numérique. Dans le cas d'un caméscope DV ou HDV en effet, le signal enregistré sur la bande magnétique (MiniDV) est numérique et il peut donc être récupéré tel quel en sortie de l'appareil en mode lecture. Alors, à quoi peut donc bien servir la carte d'acquisition dotée de connecteurs FireWire dont vous avez peut-être équipé votre ordinateur s'il en était jusqu'alors dépourvu ? Et bien, cette carte dite « d'acquisition » ne joue en réalité que le rôle de « carte d'interfaçage », car elle ne sert qu'à transférer tel quel le signal numérique DV d'un support numérique (la cassette en lecture dans le caméscope ou le magnétoscope) vers un autre support numérique (le HDD

de l'ordinateur). C'est en raison de ce statut de simple « tuyau » de transport de toutes les données (vidéo, audio et autres signaux utilitaires) que la connectique FireWire (ou IEEE 1394 ou i.Link) est intégrée d'origine sur la plupart des ordinateurs.

Cela étant, beaucoup de programmes de montage actuels proposent, en alternative au simple transfert DV, le re-codage immédiat (mais pas toujours en temps réel) de ce signal en d'autres formats tel que le MPEG-1, 2 ou le Windows Media (WMV). Pour ce qui concerne le signal HDV (MPEG-2 haute définition), sa « gourmandise » en puissance de calcul fait que ce sont des re-codages en divers formats, dits « intermédiaires » qui sont proposés dès la capture, dans le dessein de permettre la réalisation d'un montage d'une manière plus souple qu'avec le signal HDV natif. Il s'agit dans ce cas d'un montage sous forme de maquette de plus faible résolution, avec substitution des fichiers originaux au moment de l'exportation finale du montage.

La préparation de la capture numérique s'organise sensiblement de la même manière que pour la capture analogique : tout d'abord mise sous tension du caméscope (ou du magnétoscope numérique), sa connexion à l'ordinateur, puis ouverture du programme logiciel et activation de la fonction d'acquisition dans ce dernier. Tous les logiciels de montage actuels sont à même de capturer du DV ou du HDV. La principale différence avec une source analogique se situe au niveau de la connectique, car il n'y a qu'un unique connecteur FireWire à brancher sur l'ordinateur pour faire transiter *via* son câble, à la fois l'image, le son et les protocoles de télécommande. L'appareil lecteur est alors immédiatement reconnu par l'ordinateur en tant que périphérique vidéo (apparition de la petite icône « caméscope » dans la barre d'outil du bureau). La procédure est simple si vous désirez transférer en une fois tout le contenu d'une cassette : le panneau

du logiciel de capture offre généralement une touche dédiée à cette fonction. En cliquant sur cette touche, vous activez le mode de rembobinage automatique de la cassette, suivi de celui d'enregistrement », en réalité le transfert. Si, en revanche, vous ne désirez capturer qu'une ou plusieurs grandes sections de la bande, servez-vous des fonctions classiques de télécommande : *Lecture*, *Pause*, *Stop* et *Recherche rapide* du lecteur.

Le démarrage et l'arrêt de la capture « à la volée » s'effectuent très simplement en cliquant sur la touche *Enregistrer (Record)*, puis *Stop*, tout en observant les images en direct sur l'écran de la visionneuse. Autre méthode, plus intéressante et plus précise lorsqu'il y a beaucoup de petites séquences à capturer : le mode de capture par lots (*batch*), qui utilise le code temporel (TC) normalisé des formats DV et HDV pour marquer le début et la fin de chaque séquence sélectionnée (saisie du point d'entrée *In* et du point de sortie *Out*). Vous dressez ainsi la liste des séquences qui seront fidèlement capturées lorsque vous cliquerez sur la touche *Enregistrement/Capture par lots*. Le mode *Batch* peut également se combiner avec une fonction de dérushage automatique : dans un premier temps, la cassette MiniDV de tournage est « scannée » par le logiciel, afin de dresser la liste des points *In* et *Out* de tous les plans enregistrés. Il n'y a alors aucune saisie à effectuer et il suffit de sélectionner (de cocher sur l'écran) les plans à capturer, ce qui est d'autant plus aisé que le dérushage automatique génère simultanément les vignettes représentatives de chacun d'eux.

La capture devant transiter par l'interface FireWire, pensez à vérifier la pertinence du réglage DV ou HDV dans le panneau de paramétrage. Bien que ces deux formats utilisent la même cassette MiniDV, les modes d'enregistrement DV (une forme de M-JPEG) et HDV (compressé MPEG-2 HD) sont totalement différents. Cette vérification étant faite, vous n'avez pas pour

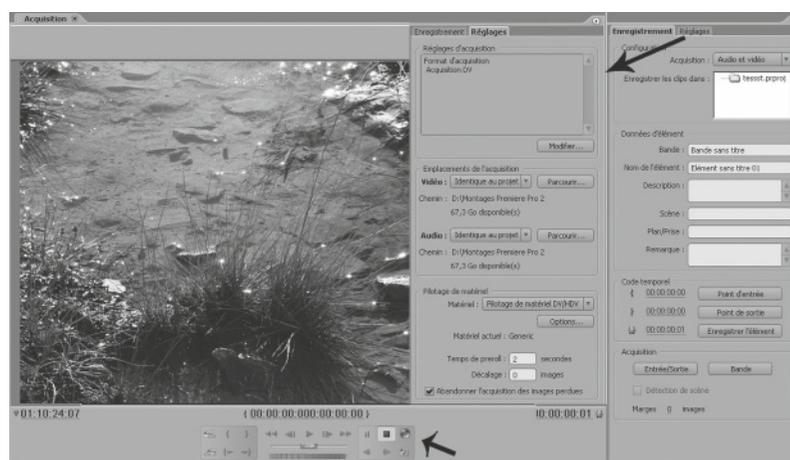


Figure 21.2 L'acquisition numérique des formats DV ou HDV *via* une liaison FireWire (IEEE-1394) assure également le pilotage de la machine source, grâce aux commandes de type magnétoscope (sous la visionneuse).

Les paramètres de capture sont pré-réglés « par défaut », mais ils peuvent être librement modifiés. Image Gérard Galès.

l'instant à vous soucier d'autres réglages : les modifications s'il y en a pourront être effectuées en cours de montage.

Rappelons toutefois que dans le cas du HDV, une conversion automatique peut parfois s'exécuter de manière transparente pour l'utilisateur, afin de générer des fichiers intermédiaires plus souples à monter que les fichiers natifs compressés en MPEG-2 HD. S'il s'agit d'une acquisition en format DV, la seule décision qui peut vous être demandée à la capture concerne le type de fichier DV à créer : *type 1* (flux unique contenant image et audio) ou *type 2* (flux image et audio séparés). Le premier, plus compact, est simple à gérer par l'ordinateur (pas de traitement particulier), alors que le second assure une meilleure compatibilité avec certains logiciels de montage évolués. Ce sera à vous de décider quel type de fichier répond mieux à vos besoins.

À cette étape de la capture, il n'y a aucun réglage à assurer (luminosité, contraste, couleurs ou volume audio). Vous ne faites que transférer le signal « à l'identique » d'un support à un autre. La clôture d'une acquisition s'effectue de la même manière et dans le même ordre que pour l'analogique : cliquez sur la touche *Stop* du logiciel, changez de cassette si nécessaire, vérifiez la qualité de lecture du fichier vidéo créé, éteignez et débranchez le lecteur (qui ne servira plus pour le projet en cours).

### 21.1.3 Transfert vidéo à partir d'un support numérique non linéaire

Ne vous inquiétez pas des termes un peu savants que nous sommes parfois obligés d'employer ! L'épithète « non linéaire » s'applique à tout autre support d'enregistrement (et de stockage) que la bande magné-

tique : HDD, MiniDVD/BD ou mémoire flash. Dans ces conditions, vos rushes sont immédiatement et directement accessibles, c'est-à-dire sans bobinage ni rembobinage de bande magnétique, ni saisie des points *In* et *Out* du plan ou de la séquence que vous voulez sélectionner. En d'autres termes, les plans que vous avez capturés avec le caméscope sont déjà enregistrés sous la forme de fichiers informatiques. Il ne vous reste qu'à les copier tels quels dans l'ordinateur. Selon le type de caméscope que vous utilisez, deux cas peuvent néanmoins se présenter :

**1 Le support d'enregistrement du caméscope est amovible.** Il s'agit d'un appareil utilisant le Mini-DVD (ou MiniBD) ou la carte mémoire. Bien qu'il soit parfois possible de « lire » les fichiers en connectant directement la sortie vidéo du caméscope au connecteur interface de l'ordinateur, la procédure la plus habituelle (et pratique) consiste à extraire ce support du caméscope et à l'introduire dans le lecteur *ad hoc* de l'ordinateur ou un lecteur de salon. Le type de support ayant été détecté par ce dernier, vous accédez ensuite à son contenu comme avec n'importe quel répertoire informatique. Il se peut qu'un format d'enregistrement récent ne soit pas (encore) reconnu et accepté par le logiciel de montage. Dans ce cas, c'est un petit programme spécifique, livré avec le caméscope (généralement sous la forme d'un CD) qui se chargera de faire apparaître, sur le bureau de votre ordinateur, tout le contenu du média de tournage. Il vous proposera peut-être de le transcoder préalablement dans un format plus facilement exploitable dans le programme de montage. Quel que soit le format des fichiers de rushes, transférez-les dans le disque dur de stockage vidéo, puis importez-le dans le chutier du logiciel de montage. Ainsi que nous en avons déjà discuté, pensez à recopier vos précieux originaux sur un deuxième HDD de sécurité. Vous remarquerez que la

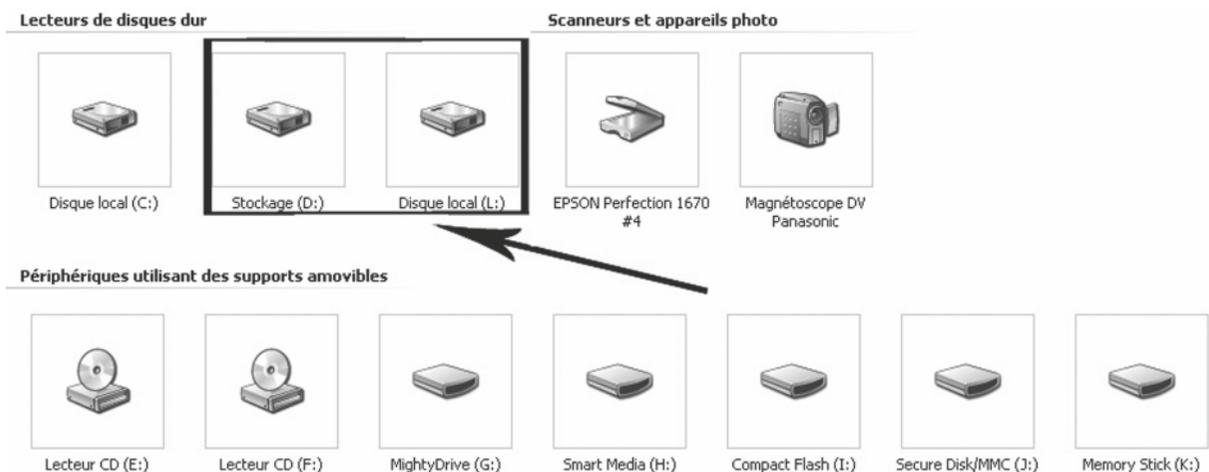


Figure 21.3 Les rushes enregistrés sur support numérique non linéaire (DVD/BD, HDD, DD, carte mémoire) par de nombreux caméscopes de récente génération se présentent sous la forme de fichiers informatiques.

Ceux-ci doivent être préalablement copiés (et parfois transcodés) vers un disque dur de stockage avant d'être importés dans le chutier du logiciel de montage. Image Gérard Galès.

procédure de transfert dans l'ordinateur est identique à celle que vous utilisez peut-être déjà pour stocker dans l'ordinateur des photos ou des musiques enregistrées sur carte mémoire ; la différence, s'il y en a une, est que les fichiers capturés par un caméscope sont considérablement plus « volumineux » que ceux que l'on enregistre avec un téléphone mobile ou autre webcam.

**2 Le support d'enregistrement du caméscope est inamovible.** Bien des caméscopes récents enregistrent les séquences sur disque dur (HDD) interne, non amovible. Il y a aussi des appareils qui sont pourvus d'une mémoire flash interne, non amovible. En bref (puisque vous avez compris), nous parlons de toutes les situations avec lesquelles vous êtes obligé ou que vous préférez connecter – grâce au câble adéquat – la sortie du signal numérique du caméscope à l'entrée compatible de l'ordinateur. La seule solution est donc de « vider » le disque dur ou la mémoire flash, de manière à libérer leur espace de stockage pour la prochaine séance de tournage.

Les rushes peuvent aussi avoir été enregistrés ou copiés sur un disque dur externe, ce qui revient au même pour ce qui concerne le branchement à l'ordinateur. Servez-vous alors du connecteur FireWire ou USB pour copier *via* ces « tuyaux » les données informatiques correspondant à vos fichiers de rushes initiaux. Le gros avantage du non-linéaire est qu'il n'est plus nécessaire de capturer les rushes en temps réel : avec la cassette, il fallait une heure pour recopier une heure de rushes. En non-linéaire, la durée de transfert dépend du débit de données assuré par l'interface FireWire (400 ou 800) ou USB (1, 2, 3), de la puissance de calcul de l'ordinateur et de la taille du fichier à copier. Le support des rushes (caméscope à disque dur, à mémoire flash, etc.) est reconnu par l'ordinateur comme un périphérique *lambda* dans lequel vous pouvez puiser les fichiers que vous souhaitez monter. Procédez ensuite comme indiqué ci-dessus (cf. 21.1.2) pour déplacer, exploiter, stocker et protéger vos fichiers.

## 21.2 L'étape créative du montage : l'édition

Nous abordons maintenant la phase décisive du montage virtuel, celle qui consiste à bâtir votre vidéofilm. Comme s'il s'agissait de construire un bâtiment, vous allez l'élever brique par brique (plan par plan), le consolider avec du mortier (transitions, corrections) et vous efforcer de l'embellir d'une manière qui reflète votre personnalité (effets, titres). Vous veillerez également à ce qu'il « sonne bien » (illustration sonore), afin que ce spectacle audiovisuel constitue un ensemble harmonieux et attrayant. Pour parvenir à ce résultat, de nombreux outils sont à votre disposition dans votre

programme logiciel de montage et il vous suffit d'un clic de souris sur une icône pour les appeler. Ce n'est évidemment pas la « gestuelle » d'accès aux outils et aux fonctions qui risque de vous poser problème, mais de savoir dans quel cas il est pertinent d'utiliser plutôt l'une que l'autre. Quoi qu'il en soit, la meilleure façon de « maîtriser » ce moyen d'expression est de tester une à une les principales fonctions dont vous aurez forcément besoin pour mener à bien votre réalisation.

Il est très encourageant de savoir que vous avez toujours le droit de vous tromper ! N'oubliez pas que vous œuvrez ici dans un monde virtuel : toute dernière action peut être annulée au moyen de la touche *Undo*, habituellement disponible dans la barre des outils de montage. Sinon, vous pouvez toujours annuler la décision précédente en allant dans le menu déroulant *Editer/Annuler* (raccourci clavier Ctrl + Z) en haut à gauche de l'interface de montage. En cliquant plusieurs fois de suite sur la touche *Undo*, vous pouvez remonter dans l'historique des actions, afin de revenir à un état du montage antérieur. Vous n'hésitez plus ? Alors : action !

### 21.2.1 Recoupage des plans (*cut*)

Le plan « brut de tournage » (le rush) est presque toujours plus long que sa « partie utile », c'est-à-dire, ce que vous en conserverez au montage. Il y a donc lieu d'éliminer (non pas physiquement, mais « virtuellement ») un segment du plan en amont de son point de montage d'entrée *In* et un segment du plan en aval de son point de sortie *Out*. Cette opération de recoupage peut être effectuée avant la capture des rushes dans l'ordinateur. La plupart des logiciels de montage évolués permettent en effet de pointer manuellement autant de points d'entrée et de sortie de portions des rushes que désiré. Les systèmes de dérushage automatique avec référence au *time code* (cf. 9.3.1 & 9.3.2) permettent parfois de modifier les points d'entrée et de sortie des plans, tels qu'ils ont été indexés automatiquement. Lorsque cette opération de « recoupage » des rushes est effectuée, les éléments capturés par le logiciel (mode *Batch*) ne sont composés que de plans déjà « rabotés ». La méthode est pratique, mais non sans inconvénient pour le monteur peu expérimenté : car, si le plan a été recoupé trop court, on ne peut récupérer les parties manquantes qu'en effectuant une nouvelle capture plus large de celui-ci. Il existe toutefois certains logiciels élaborés qui copient automatiquement (de manière transparente pour l'utilisateur) de courts segments supplémentaires en amont et en aval des points spécifiés d'entrée et de sortie.

En mode de capture intégrale des rushes, ceux-ci apparaissent dans le chutier du logiciel de montage, tels qu'ils ont été filmés. Le recoupage des plans peut alors être effectué de deux manières, lesquelles peuvent se compléter ou se substituer l'une à l'autre. La première manière de recouper un plan s'effectue avant sa dépose sur la *timeline*, à condition que le logiciel

concerné propose des  *curseurs de découpe*  sous la visionneuse  *Source* . En faisant coulisser ces curseurs avec la souris, on peut recouper le début et/ou la fin du plan considéré. Dans un tel cas, on n'envoie et l'on n'assemble sur la  *timeline*  que des plans déjà bien « dégrossis », voire ajustés à leur durée définitive. La seconde manière consiste à poser les plans « bruts » dans la  *timeline*  puis, en les sélectionnant un à un, à approcher alternativement le pointeur de la souris sur le début et sur la fin du plan. Le pointeur se transforme alors en curseur de découpe, et il n'y a plus qu'à faire glisser l'extrémité amont ou aval du plan pour l'ajuster à la longueur (ou à la durée, c'est la même chose) désirée, exactement comme on pourrait le faire avec les curseurs sous la visionneuse  *Source* . Ainsi que nous l'avons indiqué au chapitre 21 (cf. 21.2), il est toujours possible de revenir en arrière et de retrouver les images et sons qui ont été précédemment éliminés, puisqu'ils sont conservés dans le HDD de stockage des rushes.



Figure 21.4 Dans le logiciel Adobe Premiere Elements 4, l'outil Ciseaux est commodément placé à droite, sous la visionneuse.

On s'en sert pour couper instantanément en deux parties le clip placé dans la fenêtre de montage (en bas). Image Gérard Galès.

## 21.2.2 Scinder le plan (*split*) et raccorder

Ce que nous allons apprendre à faire maintenant n'est plus d'ajuster la longueur (et la durée) d'un plan, mais – grâce à l'outil conçu pour cela – le séparer en deux

parties, voire en segments plus nombreux. On peut ainsi, par exemple, supprimer la partie centrale d'un plan sans modifier son début, ni sa fin et lui substituer un nouveau plan : insert, effet de transition, etc. Il s'agit donc d'un outil très important que vous devez apprendre à maîtriser rapidement. Cela ne présente d'ailleurs aucune difficulté, car les développeurs se sont efforcés de rendre cet outil le plus intuitif et convivial possible. Pour l'utiliser, il faut abandonner les curseurs de découpe décrits dans le paragraphe précédent et rechercher dans la barre d'outil (de la  *timeline*  ou de la visionneuse) une icône portant le nom de  *Ciseaux* ,  *Cutter* ,  *Séparer* , etc. Cette touche fonctionne selon deux différentes méthodes selon le logiciel qui l'héberge :

- *Première méthode.* La fonction étant activée, le pointeur de la souris se transforme en outil tranchant que vous faites glisser le long du segment représentant le plan. Lorsque l'outil se trouve sur l'image sur laquelle vous désirez couper le plan, un clic gauche sur la souris scinde le plan en deux segments distincts, lesquels conservent leurs attributs d'origine. L'inconvénient de ce mode est que l'image n'est pas contrôlable sur la visionneuse pendant le déplacement de l'outil le long du plan, mais il est aisé de repérer le point de coupe grâce à la valeur du  *time code* . On peut d'ailleurs disposer de toute la précision voulue en alignant préalablement la tête de lecture sur la ligne de coupe, puis d'amener l'outil sur cette ligne verticale pour effectuer la scission.
- *Deuxième méthode.* Lorsqu'on active la fonction, c'est la tête de lecture elle-même qui se transforme en « fil à couper le beurre ». Le plan est sectionné automatiquement au niveau de l'image sur laquelle se trouve la tête de lecture : nul besoin de manipuler la souris. Il faut bien entendu que la ligne verticale de la tête de lecture soit préalablement positionnée sur la bonne image repère.

Quelle que soit la méthode employée, on peut sectionner le plan en autant de segments que désirés : chacun d'eux se comportant alors comme un plan individuel, sur lequel on peut appliquer les attributs souhaités.

## 21.2.3 Outil de raccord fin (*trim*)

Appelez la fonction  *Trim*  lorsque vous voulez ajuster avec la plus grande précision les raccords que vous avez créés. Celle-ci se présente sous forme d'une fenêtre spécifique qui, pendant le réglage, se substitue provisoirement à la visionneuse principale du programme logiciel. Selon le logiciel de montage concerné, plusieurs méthodes permettent d'accéder à la fonction et d'ouvrir la fenêtre spécifique : cliquer sur la touche correspondante (elle s'appelle  *Trim* ,  *Rognage* , etc.) ou, tout simplement, faire un double clic dans la  *timeline*  sur le raccord entre deux plans à ajuster. Il suffit

parfois d'activer un outil de découpe associé pour que la fonction se lance automatiquement.

Dans la visionneuse spécifique s'affichent deux vignettes côte à côte : la dernière image du plan amont (point de sortie) et la première image du plan aval (point d'entrée). Dans le cas de modes avancés, tels que le *Glissement* et le *Déroulement* (logiciel *Grass Valley Canopus Edius*, par exemple) qui permettent de travailler simultanément sur deux raccords, la fenêtre *Trim* affiche quatre vignettes (raccord amont et aval de début de plan, et raccord aval et amont de fin de plan). En mode *Glissement* ce sont seulement les images aval de début et amont de fin qui se décalent (imaginez que le plan glisse sur un tapis roulant, mais en occupant la même place dans le montage). En mode *Déroulement*, au contraire, le plan reste statique, alors que ses raccords amont de début (la fin du plan précédent) et aval de fin (le début du plan suivant) se décalent proportionnellement.

La procédure de mise en œuvre de la fonction *Trim* peut légèrement varier d'un logiciel à l'autre, mais les commandes sont globalement identiques, ce qui en facilite la prise en main. Son principal outil autorise le décalage des points de montage sortants (*Out*) et entrants (*In*) par incréments de plus (+) ou moins (-) 1, 5 ou 10 images. Pour l'exploiter, cliquez simplement sur la touche concernée, non sans avoir préalablement sélectionné l'option la plus adaptée à la nature du raccord : décaler seulement le plan amont, décaler seulement le plan aval ou bien décaler corrélativement les deux plans. Dans ce dernier cas, le nombre d'images rajoutées d'un côté correspond au nombre d'images supprimées de l'autre côté. Cette sélection s'effectue en cliquant à gauche ou à droite sur l'image de la visionneuse. Dans *Adobe Premiere Pro*, une ligne

bleue apparaît sous la vignette du plan activé. Pour décaler les deux plans simultanément, cliquez sur l'espace entre les deux vignettes. La ligne bleue s'étale alors sur les deux images, signalant ainsi que les réglages sont combinés. Ces opérations peuvent également s'effectuer par saisie directe des données numériques au clavier. Un double-clic sur n'importe quel affichage numérique le met en surbrillance et autorise alors l'écriture de nouveaux chiffres (n'oubliez pas de faire précéder la valeur du signe moins s'il s'agit d'un décalage négatif).

À droite et à gauche sous la visionneuse de *trim* sont affichés les codes temporels (TC) d'origine des plans amont et aval, ainsi que le TC de la position du raccord entre les plans sur la *timeline*. Il devient alors très facile de se repérer et de respecter, par exemple, les indications du plan de montage préalablement établi.

Disponibles dans certains logiciels, les trois « molettes virtuelles » constituent un moyen efficace de naviguer dans les images – en avant ou en arrière – avec la souris. Ces molettes permettent de décaler (en + ou en -) les points d'entrée et de sortie, beaucoup plus rapidement que par l'emploi des touches ou la saisie de valeurs numériques. Il n'est plus nécessaire de sélectionner préalablement les plans à raccorder, car il suffit de cliquer sur la molette de gauche ou de droite pour activer la manipulation du plan amont ou du plan aval. Quant à la molette centrale, elle permet en toute logique de commander les deux plans associés. Afin d'offrir une précision maximale, ces molettes ne permettent que la lecture image par image, en avant ou en arrière.

Lorsqu'on passe la souris sur les images affichées dans les visionneuses, le pointeur se transforme en poignée de découpe : c'est une autre façon de rogner



Figure 21.5 Avec le logiciel Avid Pinnacle Liquid, l'ajustage précis d'un raccord en mode *Trim* peut se réaliser de deux manières : soit par clics de souris sur des touches, ce qui incrémente automatiquement un nombre  $n$  d'images dans un sens ou dans l'autre, soit en positionnant le marqueur de la souris entre les deux images, puis en les faisant glisser (clic de gauche enfoncé) dans la direction désirée. Image Gérard Galés.

individuellement les points d'entrée ou de sortie de chaque plan ou bien les deux en même temps, cela si l'on maintient le pointeur de la souris au centre, entre les écrans des deux visionneuses. Quand on estime que le raccord est pertinent, on peut le vérifier sur-le-champ en lançant sa visualisation dans la fenêtre *Trim* – avec option de lecture en boucle –, sans avoir à revenir dans la *timeline*. Dans ce cas, l'affichage multi-écran se commute automatiquement en affichage sur un seul écran durant la lecture du raccord : on y contrôle, en temps réel, les dernières secondes du plan amont et les premières secondes du plan aval.

### Attention !

Le fait de manipuler la fonction *Trim* dans la visionneuse peut vous faire oublier que vous intervenez directement sur des plans-segments qui sont déjà montés dans la *timeline*. Dès lors, toute modification d'un plan dans la fenêtre *Trim* s'accompagne d'une modification identique du plan-segment correspondant dans la fenêtre de montage. Or, un plan-segment qui a été allongé ou raccourci n'occupe plus le même espace qu'auparavant sur sa piste. Selon le mode de synchronisation adopté au préalable, cette modification peut rester indépendante des autres éléments du montage ou bien se synchroniser avec les autres segments voisins et/ou avec les autres pistes de façon à ce que tout se déplace de manière combinée. Si vous travaillez par exemple dans *Adobe Premiere Pro* avec l'outil *Trim* sur un plan amont ou aval séparément, cela correspond au mode *Propagation*. Si, en revanche, vous utilisez ce même outil *Trim* pour manipuler simultanément les deux plans amont et aval, c'est le mode *Compensation* qui s'active. Dans le cas du mode *Propagation*, c'est tout le montage à partir du plan aval et des plans suivants qui se décale proportionnellement (ce qui change sa durée), alors que dans le cas où l'on active le mode *Compensation*, la durée du montage ne change pas.

Nous vous conseillons d'être particulièrement vigilant lorsque vous utilisez un logiciel de montage très élaboré, offrant un haut degré d'interactivité entre les segments, ainsi que différents modes de synchronisation. Si vous n'y prenez garde, toute l'architecture du montage risque d'être déséquilibrée par le glissement incontrôlé de certains plans-segments par rapport à d'autres (avec pour conséquence la désynchronisation entre l'image et le son, un effet spécial, un titre, une musique qui ne se trouve plus en bonne place, etc.). La touche d'annulation (*Undo*) permet certes de revenir en arrière sur une étape précédente, mais cela oblige à refaire les opérations qui ont précédé l'apparition de ce déséquilibre. Vous éviterez ce désagrément (et la perte de temps) en effectuant systématiquement un contrôle visuel de la *timeline* après chaque utilisation de la fonction *Trim*. Si vous avez pris la sage

précaution de poser plusieurs marques de correspondance des pistes en divers endroits du montage (dans l'échelle temporelle et dans les segments eux-mêmes), un seul coup d'œil vous permettra de vérifier que les segments des diverses pistes sont restés parfaitement alignés.

### 21.2.4 Recadrer et animer les images

Le terme général de « recadrage » appliqué à une image fixe ou à des images animées, peut aussi bien signifier un effet de *zooming* (grandissement de l'image qui reste plein cadre), qu'un effet de « dézooming » (diminution de la taille de l'image qui n'occupe donc plus tout le cadre), ou encore un effet de *bordurage* (l'image n'est pas modifiée, mais certaines de ses parties sont masquées, encadrées, etc.). La plupart des outils décrits ci-dessous sont capables d'assurer ces divers rendus. Il n'est pas rare qu'un logiciel de montage propose différentes fonctionnalités permettant toutes d'obtenir des résultats sensiblement équivalents. Dans ces conditions, nous pouvons seulement vous conseiller de choisir la fonction, le filtre ou l'outil qui vous paraît mieux adapté à l'effet que vous voulez obtenir, ou que vous maîtrisez le mieux. Vous pouvez en premier lieu exploiter les outils de *zooming* de la classique fonction *Trajectoire* – parfois nommée *Image dans l'image* (*Picture in Picture*) – laquelle est disponible dans tout logiciel de montage un peu évolué.

Vous pouvez également « recadrer » à l'aide d'une fonction spécifique généralement nommée *Pan and Zoom*, car elle gère les mouvements de *panoramique* et de *zoom* de manière combinée.

1 Traitons ici des fonctions *Trajectoire* (*Image dans l'image*) et *Pan and zoom*, lesquelles sont très semblables. Ce type d'outils se trouve dans l'espace *Atelier de paramétrage* (cf. 20.2.3). Si, dans un premier temps, vous ne souhaitez pas combiner le déplacement de l'image dans le cadre de l'écran avec un recadrage, cochez l'option *Statique* ou déterminez un unique point d'ancrage en valeur numérique, afin que l'image reste fixe. L'augmentation ou la diminution de la taille de l'image peut s'obtenir de diverses manières. Les plus habituelles consistent à faire coulisser le curseur de *zooming* avec la souris, ou à saisir directement des valeurs numériques pour régler son échelle. Néanmoins, la méthode la plus intuitive est de manipuler directement à la souris un gabarit de taille et de positionnement venant s'afficher en incrustation sur l'image dans la visionneuse. Si ce gabarit n'apparaît pas automatiquement à l'ouverture de la fonction de recadrage, activez-le en double cliquant sur l'image. Vous n'avez plus ensuite qu'à tirer avec la souris (maintien de la pression sur le bouton gauche) sur un coin de ce cadre pour agrandir ou rapetisser l'image. Selon la même méthode, vous pourrez si nécessaire déplacer l'ensemble de l'image *via* son point d'ancrage central

(croix). Une option de « bordurage » est parfois disponible : utilisez-la si vous voulez non pas agrandir ou rapetisser l'image, mais simplement lui ajouter un cadre (de la couleur ou de la valeur désirée) en périphérie de l'image.

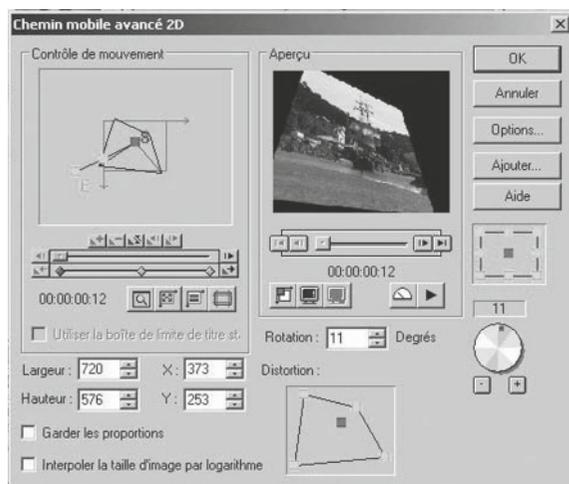


Figure 21.6 Le gestionnaire de trajectoire permet à la fois de recadrer (ou de déformer) une image et de créer une animation du cadre dans l'espace de l'écran.

Il s'agit de la fonction *Chemin mobile 2D* du logiciel de montage *Ulead MediaStudio Pro*. Image Gérard Galès.

2 Un effet de recadrage peut également être appliqué par l'emploi d'un filtre d'effet spécial adéquat. Les plus communs sont bien sûr les filtres *Zoom*, *Découpage*, *Recadrage*, dont on peut spécifier la taille et la position au moyen de curseurs, ou par la saisie de données numériques. Les filtres *Découpage* et *Recadrage* – qui rapetissent l'image – n'autorisent généralement pas d'attribuer une forme spécifique à un cache, ni de personnaliser la couleur du fond, mais ces filtres peuvent s'avérer pratiques pour poser, en haut et en bas de l'écran, les fameuses « bandes noires » simulant le cadrage « Cinémascope ». Le filtre *Vue de la caméra* dans *Adobe Premiere* est du même style, mais il offre davantage d'options de réglages. *Cercle* vous permet de créer un effet de vue réduite de type « lorgnette ». Plus sophistiqué, le filtre *Découpe Multifforme* (dans *Avid Pinnacle Studio*) sait générer un cache en diverses formes spéciales, aisément modulables en taille et en position. L'importation d'un cache est également une bonne solution pour effectuer, par exemple, un recadrage avec effet de vision à travers des « jumelles » et ainsi de suite.

La bibliothèque d'un logiciel de montage très élaboré contient des centaines de filtres différents, que l'on peut de plus paramétrer et combiner entre eux : leur nombre est en quelque sorte « infini » ; nous n'allons pas chercher à les décrire, car il faudrait un livre presque aussi gros que celui-ci pour en dresser la liste et rendre compte de leurs effets ! C'est à vous – si vous en avez le besoin ou l'envie – d'explorer les

bibliothèques d'effets de votre programme de montage personnel et de tester les différents filtres qu'elles contiennent, jusqu'à ce que vous repérez ceux qui vous semblent les plus intéressants, en fonction bien sûr de votre style d'expression personnel. Ces considérations valent pour tous les filtres d'effets spéciaux proposés par les différents logiciels... et les modules *plugins*.

3 Une méthode qui peut vous intéresser : se servir d'une simple transition dans le but de réaliser un effet de recadrage et/ou d'animation. Certaines de ces transitions s'y prêtent à merveille, à condition qu'elles soient réglables et paramétrées en conséquence. Sélectionnez de préférence une transition de type volets sur les quatre côtés, ou bien une ouverture à l'iris permettant d'afficher un fond neutre tout autour. En cherchant, vous trouverez sûrement des types de transitions qui soient capables d'agrandir ou réduire l'image.

Une fois sélectionnée, amenez cette transition en « glissé-déposé » dans la *timeline* sur le segment concerné par le recadrage. Ce type d'effet étant initialement conçu pour chevaucher le raccord entre deux segments, il faut faire coulisser le bloc graphique représentant cette transition de manière à ce qu'il ne se situe que sur le seul segment vidéo visé. Vous devez ensuite « bloquer » l'effet de transition, c'est-à-dire interdire toute modification du recadrage. Pour cela, ouvrez le panneau de paramétrage de la transition (le plus souvent en faisant un double-clic sur la transition) et réglez le pourcentage de glissement entre A (plan amont) et B (plan aval) sur 50 % de chaque côté (curseur A, puis curseur B). La transition est ainsi « gelée » au milieu de son évolution normale. S'il s'agit d'un glissement avec effet de zoom, c'est le pourcentage d'augmentation ou de réduction de la taille de l'image que vous devez spécifier, en fonction de votre image et de l'effet particulier que vous souhaitez lui appliquer. Une fois que vous l'avez choisi (en balayant avec les curseurs et en contrôlant le résultat dans les petites visionneuses du panneau de paramétrage), accordez ce même pourcentage à A et B. L'effet de grossissement ou de réduction restera alors fixé sur cette valeur précise. Rappelons que cette astuce de recadrage par transition « détournée » n'est applicable qu'avec un logiciel élaboré autorisant tous les réglages décrits ci-dessus. Pour les transitions « normales », voir ci-dessous.

### 21.2.5 Poser un effet de transition sur un raccord de plans

Pour créer une transition entre deux plans, le plus simple est de sélectionner le type de transition désiré dans la bibliothèque, de l'amener en glissé-déposé dans la *timeline*, puis de la « lâcher » au-dessus du raccord concerné. Prenant alors la forme d'un bloc (parfois d'un court segment), l'effet de transition vient



Figure 21.7 Panneau de paramétrage d'un effet de transition simple dans le logiciel de montage Avid Pinnacle Liquid.

Image Gérard Galès.

recouvrir (habiller) le raccord. Le plus souvent, l'effet se positionne « par défaut » au centre du raccord, de sorte que la durée de transition de la fin du plan amont au début du plan aval se répartisse également. Il est cependant toujours possible de faire glisser la représentation graphique de la transition d'un côté ou de l'autre du raccord, de façon à ce qu'elle s'applique davantage sur les images du plan amont ou bien sur les images du plan aval.

Comme pour n'importe quel segment vidéo, vous pouvez allonger ou raccourcir ses extrémités afin de modifier sa durée. Cela est réalisable directement dans la fenêtre de montage en mode *Timeline* (pas en mode *Storyboard*), ou bien dans le panneau de l'atelier de paramétrage (il s'ouvre par un double-clic sur le pictogramme de la transition concernée). On peut parfois spécifier la durée de la transition par saisie directe d'une valeur numérique ou bien au moyen des curseurs. Pour annuler une transition déjà programmée, le plus simple est de sélectionner son pictogramme, puis de presser la touche *Suppr* (suppression) du clavier : le raccord reprend alors sa forme initiale sur la *timeline*.

En simplifiant, on peut classer les effets de transition en trois grandes familles :

**1 Les volets 2D**, avec lesquels l'image B recouvre progressivement l'image A. Il en existe une multitude de variantes et de formes. Dans la famille 2D, outre les volets, il faut surtout distinguer la catégorie extrêmement importante des *fondus*, dont le plus célèbre représentant est le *fondus enchaînés*. Bien que très classique, ce dernier est toujours aussi exploité (c'est d'ailleurs le mode de transition par défaut de la plupart des logiciels). Ce succès est notamment dû à ce qu'il crée de manière efficace et discrète un effet d'ellipse temporelle (cf. 9.4.3), qui est un élément essentiel du langage vidéographique.

**2 Les effets 2D fondés sur l'emploi d'une couche alpha** (zone de transparence variable dans une image), ce qui permet de créer des recouvrements plus sélectifs et subtils. Citons parmi eux l'effet de *dissolution* d'une image dans une autre. Pour ce qui est du rendu, ce type de transition est proche de l'effet d'incrustation/superposition par chrominance (valeur de couleur transparente) ou luminance (valeur de luminosité transparente). Nous y revenons plus en détail au 21.2.11.

**3 Les effets 3D** qui plaquent l'image A sur une forme géométrique simple ou sur la forme d'un objet déterminé. Située en premier plan, cette forme exécute une trajectoire qui la fait disparaître au profit de l'apparition de l'image B. La transition peut également prendre pour base de départ un objet 3D quelconque venant s'incruster dans l'image A qu'elle efface plus ou moins rapidement au profit de l'image B. Notez que des effets de transitions 3D très spectaculaires font partie d'un *pack* créé par un éditeur indépendant (telle la série *Hollywood FX*), que l'on rajoute à la bibliothèque d'origine du logiciel de montage sous la forme de module annexe (dit *plugin*). Ces transitions bénéficient alors de paramétrages plus complexes, exploitables dans une interface propriétaire dédiée qui s'ouvre automatiquement à l'appel de la fonction d'édition (double clic sur le pictogramme de la transition ou sur la touche *Editer*).

Attention, les transitions peuvent agir sur les images amont et aval du raccord de deux différentes manières : avec ou sans modification de la durée du montage.

**1 Durée raccourcie.** La plupart des logiciels de montage basiques exploitent ce premier mode. L'élaboration de l'effet de transition se fait alors par « croisement » des dernières images du plan amont et des premières images du plan aval. Imaginez, par exemple, une transition d'une durée de 2 secondes. Dans ce cas, le plan aval est en quelque sorte « tiré »



Figure 21.8 Panneau de paramétrage d'un effet de transition 3D, élaboré dans le module logiciel indépendant Hollywood FX.  
Image Gérard Galès.

vers l'arrière de façon à venir chevaucher le plan amont de 2 secondes. C'est dans cet espace de « double couche » que se déroule l'effet de transition : l'image amont commence à disparaître, tandis que l'image aval apparaît. L'avantage de ce mode est qu'il n'est pas nécessaire de préparer le raccord (comme il faut le faire avec le second mode). Son inconvénient est que la durée de la transition diminue d'autant la durée du montage. Il faut donc en tenir compte si la durée du montage final doit être respectée. Par principe de base, le programme logiciel de montage applique simultanément cette réduction de durée sur l'ensemble des pistes, ce qui devrait *a priori* éviter tout décalage ou perte de synchronisation entre la piste contenant les transitions et les autres pistes vidéo et/ou audio de la *timeline*. Cependant, si l'une des pistes a été volontairement « verrouillée » avec la fonction *cadenas* (afin qu'elle ne soit pas modifiée par erreur), la durée de cette piste reste inchangée : ce qui la désynchronise relativement à la piste contenant une ou plusieurs transitions. La précaution élémentaire est donc de vérifier qu'aucune piste n'est verrouillée avant d'appliquer une ou plusieurs transitions dans ce mode.

**2 Durée inchangée.** C'est le mode évolué par excellence, adopté par la majorité des logiciels haut de gamme. Afin de procéder au mélange des images au cours de la transition, le logiciel croise les plans amont et aval, sans déplacer la position initiale du raccord *cut*, en évitant ainsi tout risque de décalage de pistes. Au lieu de « tirer » le plan aval vers l'arrière, le logiciel utilise les images « hors raccord », c'est-à-dire celles – invisibles avec le raccord *cut* – qui suivent la dernière image de A et les images qui précèdent la première image de B. Une transition de deux secondes nécessite donc une

seconde d'images supplémentaire après le point de coupe du plan amont et avant le point de coupe du plan aval. Il faut par conséquent que ces images soient disponibles dans les rushes originaux des deux plans.

L'inconvénient de ce mode est qu'il implique d'avoir préalablement éliminé « virtuellement » la fin du plan amont et le début du plan aval. Puisqu'elles sont invisibles avec le raccord en *cut*, assurez-vous que ces images offrent la qualité nécessaire ; sinon, vous pouvez être conduit (en « rabotant » un segment du plan A, ou du plan B ou des deux) à déplacer la position du raccord *cut* de manière à ce que le mélange s'effectue « en douceur » sur des images bien appropriées et les éventuels sons synchrones associés.

Il y a cependant des cas où il n'est pas possible ni souhaitable de recouper l'extrémité des plans amont et aval, tout simplement parce qu'il n'y a pas de « matériau » disponible au niveau du raccord *cut* (point milieu de la transition). Si l'on ne veut pas avoir recours au premier mode « réducteur de durée », le logiciel offre souvent une solution de remplacement, laquelle consiste à dupliquer la dernière image de A et la première image de B : ce qui permet d'effectuer la transition sur des images fixes. Le « trucage » passe généralement inaperçu, à condition que la transition soit assez rapide.

## 21.2.6 Génériques, titres et sous-titres

Qu'il soit d'un graphisme simple ou sophistiqué, statique, déroulant ou virevoltant, en 2D ou en 3D, le titrage est un élément majeur de toute réalisation vidéo digne de ce nom. Le rôle du générique, des titres

et des sous-titres est de confirmer et – si nécessaire – de clarifier le « message » du programme, d'apporter des informations complémentaires, ou, tout simplement, de traduire le dialogue de la VO dans la langue du pays. C'est une grave erreur de ne pas leur accorder l'importance qu'ils méritent. Disons que ces textes doivent avoir bon « fond » et bon « caractère ». Tout logiciel de montage intègre la fonction de générateur de titres : les meilleurs font pratiquement jeu égal avec les logiciels indépendants ou les modules pour ce qui concerne la diversité des effets et certains savent même gérer le titrage en 3D. Le titreur indépendant est essentiellement utilisé en post-production *broad-cast*. Il se démarque du module de titrage intégré au logiciel de montage par de plus nombreuses options de paramétrage et des bibliothèques de polices et d'effets d'animation plus riches et plus sophistiqués.

**1 Titrer.** Pour activer la fonction de titrage, cliquez sur son icône. Si vous avez prévu une piste de la *timeline* spécifiquement dédiée au titrage, il vous suffit de double-cliquer sur celle-ci pour que le panneau de paramétrage s'ouvre dans l'espace atelier. Simultanément, la visionneuse *Montage* se transforme en panneau de traitement de texte. Dans ce cas cependant, le traditionnel fond blanc est remplacé par l'image vidéo sur laquelle la tête de lecture est positionnée à cet instant. Ceci vous permet d'apprécier l'aspect du titre tel qu'il sera incrusté en transparence sur l'image de fond. Si vous le désirez, rien n'est plus facile que de remplacer l'image vidéo par un fond de couleur unie ou dégradé, par une texture, ou encore par une image fixe importée, par exemple, à partir d'un dossier « Images ».

Choisissez ensuite le mode de déplacement du titre sur l'écran : *Fixe*, *Déroulant* (du bas vers le haut), ou bien *Défilant* (de la droite vers la gauche) : sens de lecture « occidental » oblige. C'est en effet ce qui détermine la manière de composer le texte sur l'écran de la visionneuse. À l'appel de la fonction, le mode *Fixe* s'active par défaut ; laissez-le ainsi qu'il s'agisse d'un texte simple ou que vous vouliez lui appliquer un effet d'animation préréglé (dont la sélection désactive les modes *Déroulant* ou *Défilant*). Le mode *Déroulant* sert le plus souvent à la création d'un long générique de fin, tandis que le mode *Défilant* peut convenir au générique d'un vidéogramme de style reportage.

Puis travaillez sur l'écran de la visionneuse comme vous le faites avec un traitement de texte ordinaire. Vous y retrouverez la plupart des outils disponibles avec ce type de programme. Une autre manière très « créative » de procéder est de pré-composer les titres grâce à un logiciel de traitement de texte classique ou élaboré, puis de les importer dans le module de titrage du logiciel de montage (en mode copié-collé, grâce à la fonction *Importer texte...*). Ce texte apparaît alors instantanément dans la visionneuse. Si vous préférez créer directement le titre dans le programme de montage, un curseur clignotant vous indiquera l'endroit où vous devez commencer à taper le texte. Vous pouvez

dès lors déplacer ce curseur dans le cadre de l'écran avec un simple clic de souris ou bien taper le texte à l'endroit où il se trouve, avant de le placer comme désiré dans l'écran à l'aide des poignées de positionnement.

Si rien n'a été spécifié, le texte affiché par défaut est « basique » : blanc uni, police simple de type bâton, aucun effet d'ombrage, relief ou autre. Vous avez le choix, soit de spécifier les attributs du texte avant de le composer, soit de le faire une fois composé (mise en surbrillance). *A priori*, n'importe quelle police de caractères disponible dans le répertoire de l'ordinateur est exploitable par le titreur ; mais au moment de sélectionner une police, vérifiez qu'elle comprend bien les lettres accentuées et/ou divers symboles dont vous pensez avoir besoin.

On accède aux polices grâce à un menu déroulant, lequel n'est pas toujours capable d'afficher le style de chaque police sous la forme d'un petit texte : la méthode est pratique, car elle vous permet de vous faire rapidement une idée du style de caractères qui conviendra le mieux à vos besoins. Si la liste des polices ne contient pas celle que vous souhaitez utiliser, vous pouvez probablement la trouver gratuitement sur Internet. Bon nombre de logiciels de montage rajoutent leurs propres polices à votre répertoire *Police* (ou *Font*) au moment de l'installation.

Comme le sait déjà celle ou celui qui a une certaine expérience dans le domaine (ce qui n'est pas forcément votre cas), chaque caractère (lettre, chiffre, symbole) de n'importe quelle police est constitué d'un *corps*, déterminé par sa *taille* et sa *couleur de remplissage* et d'un éventuel *contour* sous forme de liseré, paramétrable en terme d'épaisseur, de transparence, de choix de couleur et de dégradé. Outre les trois attributs optionnels classiques (*Gras*, *Italique* et *Souligné*), un effet d'ombre portée – plus ou moins nette et différemment orientée – peut y être ajouté.



Figure 21.9 Titre simple en 2D, composé avec l'outil de titrage intégré d'Adobe Premiere Elements. *Image Gérard Galès.*

Veillez particulièrement aux couleurs que vous allez sélectionner, aussi bien pour le corps du texte que pour un éventuel bordurage des caractères. Il faut en effet que ces couleurs contrastent agréablement avec la couleur dominante et la densité de l'image vidéo (ou du fond graphique de remplacement) dans laquelle elles vont s'incruster ou se superposer.

Plutôt que de prétendre vous conseiller sur le choix du style et des couleurs (dont selon l'adage « il ne faut pas discuter »), nous nous contenterons de mettre l'accent sur quelques principes pouvant être utiles au débutant : sur ce point, tout infographiste en sait plus que nous !

- Évitez de multiplier les changements de couleur dans un même titre et d'adopter des teintes trop criardes. Minimisez ces mélanges, ou créez-les par petites touches successives en observant fréquemment le rendu réel sur l'écran du moniteur.
- Méfiez-vous de ces fioritures qui, mal maîtrisées, risquent de donner au spectateur le sentiment d'un manque d'unité, si ce n'est « de n'importe quoi ».
- Pensez que ce type d'effet multipliant les variations de teintes ne sera lisible que sur un fond contrastant suffisamment avec la palette des couleurs du titre (ce qui rend l'emploi de dégradés particulièrement délicats).

Rappelez-vous que le mélange final des couleurs à l'écran induit un effet de contraste simultané, créé par la relation visuelle entre la couleur dominante du titre, de la couleur secondaire de son « bordurage » s'il y a lieu, avec le fond sur lequel ce titre est superposé (transparence) ou incrusté. Il s'agit de la célèbre illusion du contraste simultané : une couleur claire fait paraître sa voisine plus sombre et inversement. L'apparence d'une couleur se modifie également selon la densité du fond devant laquelle elle est placée : elle semble plus claire sur fond sombre, et plus dense sur fond clair, plus bleuâtre sur fond « chaud » et plus jaunâtre sur fond « froid », etc. En pratique, un titre bien lisible sur fond neutre et uni dans la fenêtre du titreur risque de ne plus l'être une fois « plaqué » dans l'image vidéo.

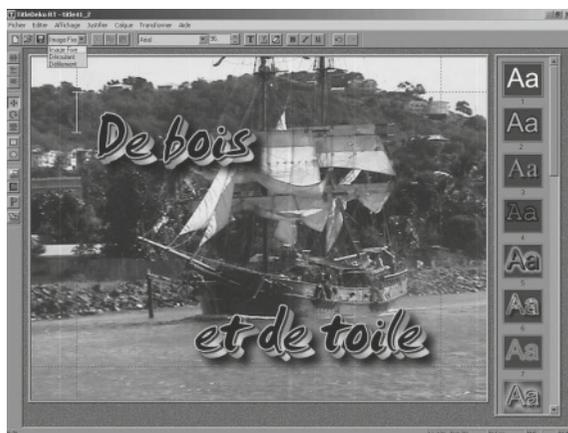


Figure 21.10 Pour la gestion de titrages sophistiqués en 2D ou en 3D, certains logiciels de montage font appel à un module *plugin* spécialisé. C'est par exemple le cas de TitleDeko qui s'associe aux logiciels Avid Pinnacle.  
Image Gérard Galès.

Ne considérez pas l'ombrage comme une simple fioriture : en accentuant la sensation de relief, ou en mettant, par exemple, l'accent sur un effet d'éclairage, il assure une meilleure lisibilité du texte sur le fond d'image. Il en va de même de l'ombre simple, c'est-à-dire au contour net qui se découpe nettement sur le fond. Soyez également attentif à la direction de l'ombre par rapport au titre. Habiller un titre d'un effet d'ombre implique – subjectivement chez le spectateur – que cette ombre soit projetée par une source de lumière (soleil ou source artificielle). Si la position de cette source est clairement perceptible dans l'image de fond, vous avez tout intérêt à ce que l'ombre du titre semble provenir de la même direction.

Rappelons que toutes les notions esthétiques relatives à l'éclairage ont été étudiées dans le chapitre 4 : elles s'appliquent aussi bien aux scènes réelles qu'aux objets virtuels que sont les titres créés à l'ordinateur ; vous pouvez donc vous y reporter.

Les options de réglage des ombres sont souvent très nombreuses. Un module de titrage élaboré peut mettre les outils suivants à votre disposition :

- **Couleur d'ombre.** Comme une vraie, l'ombre virtuelle est généralement traitée en noir ou en gris, mais vous pouvez la teinter, dans l'idée, par exemple, de l'harmoniser avec la couleur dominante de l'image de fond. Vous pouvez ainsi créer, en association avec l'option *Diffusion* par exemple, un effet de brume ou de vapeur colorée autour du titre.
- **Opacité et transparence.** Question de vocabulaire : l'*opacité* est la valeur de densité de l'ombre exprimée en pourcentage de noir, alors que la *transparence* est exactement la même chose, mais exprimée en pourcentage de blanc. Quoi qu'il en soit, cette valeur est indépendante de la netteté, de la bordure et de la couleur. Afin que les caractères se détachent bien, il faut que la densité de l'ombre soit appropriée à la densité moyenne de l'image de fond.
- **Angle.** Il s'agit de régler la position de la source de lumière virtuelle par rapport à « l'objet » titre. Nous en avons discuté ci-dessus.
- **Distance.** Ce terme exprime le décalage de l'ombre du titre par rapport au fond. En décollant plus ou moins les lettres, vous pouvez donner l'illusion d'ombre portée à une certaine distance sur l'image de fond.
- **Taille.** Vous pouvez régler la taille de l'ombre, indépendamment du corps du caractère censé la projeter sur le fond. Cela permet, par exemple, de simuler l'éclairage solaire très oblique de début ou de fin de journée qui allonge démesurément les ombres.
- **Diffusion.** Voici une option plus intéressante, car elle a pour effet de « vaporiser » l'ombre tout autour de la lettre, en adoucissant et en élargissant ses contours.

Afin de faciliter (et accélérer) le travail, la plupart des titreurs disposent d'une palette de titres préréglés dans

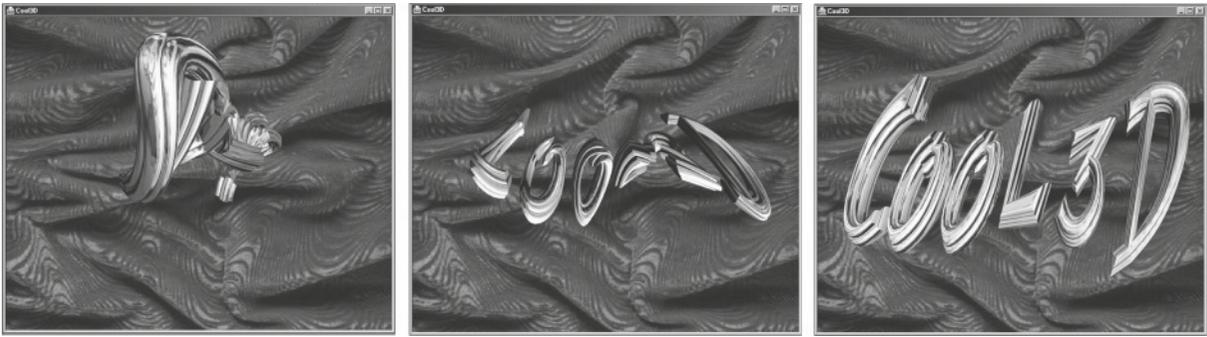


Figure 21.11 Trois phases d'animation d'un titre en 3D réalisé avec le logiciel spécialisé Ulead Cool 3D. Image Gérard Galès.

un style particulier. Si, par exemple, vous avez besoin d'un effet « néon » pour le titre d'une séquence, tapez d'abord votre texte « brut », mettez-le en surbrillance, puis double-cliquez sur « effet néon » dans la bibliothèque. Le texte s'enrichit alors des attributs caractéristiques de cet effet (couleur, diffusion des contours, ombre, etc.). Même procédure pour les animations de titres (« trajectoires ») éventuellement proposées en bibliothèque. Après la création, une touche de prévisualisation vous permet de juger du résultat.

Le titrage dit « en 3D » requiert une procédure spécifique : chaque caractère du titre (y compris les signes de ponctuation) est un objet virtuel à trois dimensions (largeur, hauteur et profondeur) que l'on peut manipuler séparément. On peut ainsi le présenter sous toutes ses faces, le faire pivoter librement sous tous les angles, soit isolément, soit par groupe (un mot, par exemple) dans un espace lui-même tridimensionnel. L'intérêt de ce type d'objet en 3D est qu'il est construit par l'ordinateur sous la forme d'un « squelette en fil de fer » que l'on peut habiller d'une « peau » offrant une texture et d'une couleur définie. On peut y ajouter des effets d'éclairage, des reflets, etc. L'animation d'un titre en 3D (ou de tout autre objet virtuel d'ailleurs) requiert une grande puissance de calcul. Si votre ordinateur n'en dispose pas, vous pouvez toujours faire appel au mode de prévisualisation *Fil de fer*, qui vous permettra d'animer le titre en temps réel.

**2 Sous-titrer.** Nous traitons ici du sous-titrage d'un vidéofilm (fiction, documentaire, reportage, etc.) dans lequel le ou les personnages s'expriment dans une autre langue que celle des spectateurs, autrement dit un film totalement ou partiellement « en VO ». La première phase de l'opération est celle de la « détection ». Elle consiste à visionner le film (par exemple dans la visionneuse du logiciel de montage) en notant les TC de début et de fin de chaque séquence à sous-titrer. Il s'agit bien entendu du TC en continu de l'ensemble du vidéofilm. Ce travail est un peu fastidieux, mais il permet de déterminer quelle est la longueur de chaque phrase, exprimée en nombre d'images, ou, ce qui revient au même, en secondes (25 images = 1 seconde). Notez que la durée des plans n'a rien à voir avec celle des sous-titres : un seul plan peut conte-

nir tout le dialogue (cas d'une interview en plan fixe par exemple) et, inversement, une phrase unique peut se prolonger sur plusieurs plans.

La lecture des sous-titres doit être un réflexe et prendre le moins de temps que possible, de manière à ce qu'ils n'accaparent pas l'attention des spectateurs au détriment des images et de l'illustration sonore. Il faut donc résumer les dialogues – après les avoir traduits ou fait traduire –, en veillant à ne pas dénaturer le sens : ce qui demande d'ailleurs un certain talent. Un bon moyen d'y réussir est de commencer par souligner les mots les plus importants de chaque phrase à accompagner d'un sous-titre. Rédigez ensuite une phrase plus courte à partir de ces seuls mots clés. Si, par exemple, la phrase parlée était (une fois traduite mot à mot) : « La savane africaine représente une telle diversité de flore et de faune, que sa protection est la priorité nationale d'aujourd'hui », vous pouvez – sans dénaturer sa signification – la réduire au sous-titre suivant : « Protéger l'exceptionnelle flore et faune de la savane africaine est une priorité nationale »

Une manière de gagner du temps lorsqu'on se retrouve face au titre du logiciel de montage (ou autre programme spécialisé en sous-titrage) est de composer le texte des sous-titres dans le traitement de texte d'un ordinateur quelconque. Vous bénéficiez ainsi – sans mobiliser le système de montage – de tous les avantages liés au traitement de texte : correcteur d'orthographe et de grammaire, dictionnaire des synonymes, etc. Sélectionnez de préférence une police simple et courante, par exemple *Arial* en corps 12 ou 14. En français, ne commettez surtout pas l'erreur de tout taper en lettres capitales, lesquelles faussent la signification, si elles ne sont pas accentuées comme nécessaire. Ces critères n'ont aucune incidence sur le style et la taille de police que vous choisirez ultérieurement dans le titre, mais ils vous permettent de disposer du texte clair de tous les sous-titres, dépourvu de toute ornementation. Une fois ce petit fichier texte sauvegardé (par exemple dans une clé USB) vous n'aurez plus qu'à le copier-coller dans le dossier du titre.

Le répertoire des polices de votre logiciel de montage contient peut-être une impressionnante provision de polices exotiques. Ces caractères fantaisie sont dif-

ficiles à décrypter : fuyez-les comme la peste. Les sous-titres ne sont pas un exercice de style : leur fonction purement utilitaire est de se laisser lire le plus aisément possible par le spectateur. Une police simple de type bâton, comme *Arial*, *Verdana* ou autre conviendra très bien. Ne mettez pas le texte en *Italique* ni en *Souligné*, car cela risque de nuire à sa lisibilité. La taille des lettres doit être assez réduite pour ne pas trop empiéter sur l'image, mais il faut néanmoins que le texte soit lisible à au moins deux mètres de l'écran : une raison de plus d'apprécier les grands écrans HD d'aujourd'hui.



Figure 21.12 Les textes (titres ou sous-titres) peuvent être composés dans un programme de traitement de texte classique, avant d'être importés dans le titreur du logiciel de montage par simple copié-collé. *Image Gérard Galès.*

Si vous n'en avez pas l'expérience, nous vous conseillons de réaliser un test de sous-titrage « en vraie grandeur ». S'il est positif, conservez cette taille

et cette police, ainsi qu'une unique couleur pour tous vos sous-titres. Le texte transparent blanc convient généralement avec les images sombres, inversement, les textes noirs dans des images plutôt claires. Il y a toutefois deux méthodes permettant de créer des sous-titres toujours bien lisibles : soit incruster les textes en blanc dans le bord noir inférieur d'une image de format panoramique, mais cadrée au ratio 4:3, soit installer le sous-titre à l'intérieur d'un cadre de préférence semi-transparent, son degré de lisibilité ne dépendant plus alors de la densité, ni de la dominante colorée de l'image vidéo.

Quelle que soit la solution adoptée, pensez aux réactions du spectateur qui doit d'abord identifier et interpréter l'image avec son décor, son sujet, son éclairage et son accompagnement sonore (dialogue, musique et bruits), avant qu'il ne lise le sous-titre correspondant : ce qui – en une fraction de seconde – lui apporte les informations complémentaires sur ce que l'image et le son lui permettent d'appréhender.

Compte tenu du sens de lecture « occidental » qui nous incite à lire un texte de gauche à droite et de haut en bas, il est logique de positionner le sous-titre en bas de l'écran. Il faut justifier le texte par le centre, en ménageant de l'espace à gauche et à droite du texte, de manière à ce qu'il ne risque pas d'être malencontreusement amputé par les bords d'un cadre trop étroit. Il est enfin conseillé de placer toujours la première ligne du sous-titre à la même hauteur par rapport au cadre : de cette manière, les textes ne sautent pas lors du passage d'un sous-titre à un autre.

La durée de présence d'un sous-titre à l'écran dépend en principe de la longueur du texte. Elle est

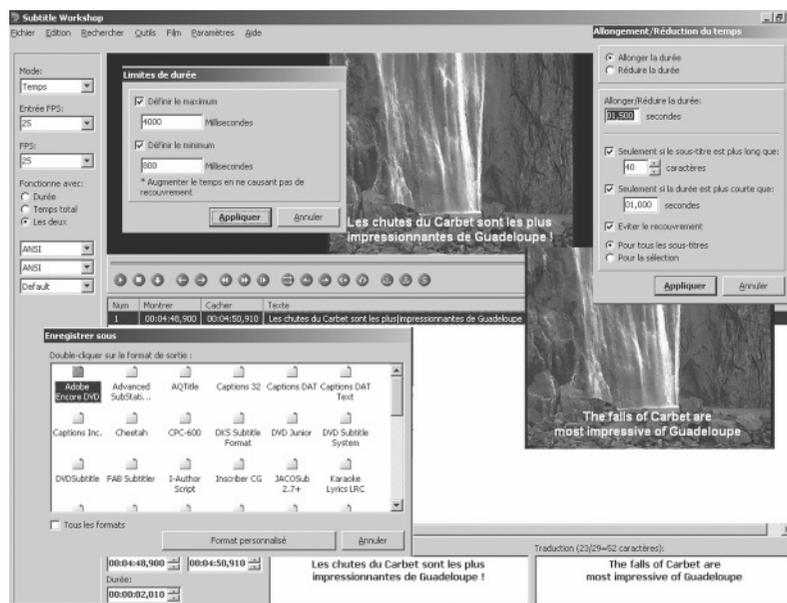


Figure 21.13 Lorsque la création des sous-titres devient plus complexe (avec traduction dans plusieurs langues, par exemple), il est souvent préférable de faire appel à un logiciel spécialisé, tel que Subtitle Workshop, lequel peut gérer de très nombreux formats de sous-titres. Celui-ci est gratuit, à télécharger sur Internet. *Image Gérard Galès.* Voir p. 250 du cahier couleur.

de 2 à 3 secondes en moyenne, ce qui suppose que les spectateurs ont l'habitude et le réflexe de lire rapidement : ce qui n'est probablement pas le cas d'une bonne proportion d'entre eux (mais aucun ne s'en plaindra...).

### 21.2.7 Correction des couleurs, des densités et du contraste des images

Dans un monde idéal, les rushes capturés lors du tournage n'auraient pas besoin d'être corrigés pour s'intégrer dans le montage définitif : c'est loin d'être le cas en pratique. En dépit de toute l'attention apportée à la technique lors des prises de vues, tout film cinéma ou vidéo de qualité professionnelle nécessite un « étalonnage », c'est-à-dire un équilibrage des couleurs, des contrastes et des densités, dans le dessein d'assurer la « continuité colorimétrique », à la fois entre les plans de chaque scène, entre les scènes et pour l'ensemble de l'œuvre.

Selon le degré d'élaboration du logiciel de montage utilisé, on dispose d'un ou de plusieurs « niveaux » d'outils de correction des images. Le niveau de base, souvent le seul disponible dans un logiciel grand public, permet des corrections élémentaires à l'aide de simples curseurs. Faciles et rapides d'emploi, mais peu précis, ces curseurs autorisent généralement les réglages de la teinte, de la saturation (couleurs claires ou foncées), de la luminosité et du contraste.

Le deuxième niveau dispose d'outils réglables, tels des roues colorimétriques ou des graphiques de tracés de courbes, lesquels autorisent des corrections beaucoup plus précises. Il est ainsi possible d'agir finement sur des attributs de l'image, tels que le gamma, le gain, cela sur chacune des couleurs primaires (RVB) et même sur des régions spécifiques de l'image.

Enfin, les logiciels les plus élaborés sont pourvus d'outils graphiques inspirés des instruments de mesure et de contrôle équipant tout studio professionnel, tels que l'oscilloscope et le vecteurscope. Grâce à leurs divers modes d'affichage, ils permettent d'analyser (et le plus souvent de corriger) les principales caractéristiques du signal vidéo.

La correction des couleurs est tout d'abord fondée sur un principe dont nous avons déjà largement traité : assurer l'équilibre entre la température de couleur ( $T_c$ ) de la lumière éclairant la scène (*l'illuminant*) et le réglage de la *balance des blancs* (BdB) au niveau de la caméra vidéo. Ainsi, tous les logiciels offrent-ils la possibilité d'ajuster la BdB des images à monter. Il est de plus très souhaitable de disposer d'un système de correction individuelle des couleurs primaires RVB (rouge, vert, bleu) et de leurs complémentaires CMJ (cyan, magenta, jaune) dont la combinaison deux par deux permet – comme vous le savez – de reproduire toutes les couleurs existant ou pas dans la nature. Ces

réglages colorimétriques permettent aussi bien d'agir simultanément sur l'ensemble de l'image (correction de BdB ou suppression d'une dominante colorée indésirable), que de « repeindre » un élément particulier de l'image, sans modifier la teinte des autres éléments qu'elle contient.

#### 1 Corrections élémentaires par curseurs

(a) *Teinte et saturation*. Lorsqu'une séquence a été tournée sous une lumière anormalement colorée, ou bien que la balance des blancs a été mal réglée à la caméra, l'ensemble des images enregistrées sont affectées d'une dominante colorée plus ou moins marquée. Cette erreur de BdB se corrige très simplement en agissant sur les réglages élémentaires de teinte et de saturation. Dans un tel cas, les valeurs des composantes primaires RVB se modifient proportionnellement. Le curseur *Teinte* vous permet de sélectionner la couleur complémentaire à la dominante affectant l'image : ce qui a pour effet de « neutraliser » toutes les couleurs de l'image, autrement dit, de rétablir la balance des blancs. Si cela est nécessaire et selon l'aspect de l'image, agissez ensuite sur le curseur *Saturation*, soit pour exalter les couleurs, soit au contraire pour les assourdir. Ce réglage de saturation consiste en effet à doser la quantité de blanc contenue dans une couleur. Par exemple, la même teinte est rouge vif si elle contient 5 % de blanc et rose clair si elle contient 95 % de blanc.

(b) *Luminosité et contraste*. Le réglage de luminosité (on devrait dire « de luminance ») permet d'éclaircir ou d'assombrir l'ensemble de l'image, théoriquement sans modifier ses couleurs. Ce réglage vous permet essentiellement de corriger une image surexposée (trop claire) ou sous-exposée (trop dense). Dans un tel cas, toutes les valeurs allant du noir au blanc en passant par toutes les valeurs de gris, se modifient en même temps. Il en résulte habituellement que les régions les plus denses de l'image (les « noirs ») deviennent grisâtres ou au contraire trop sombres et « charbonneuses ». Le curseur *Contraste* vous permet alors de régler la différence entre les régions les plus claires et les régions les plus sombres de l'image.

En matière de correction colorimétrique, il n'y a pas de « règles » que l'on puisse appliquer systématiquement : ce n'est sans doute que par tâtonnements successifs et en comparant côte à côte l'image avant et après correction que l'on parvient aux meilleurs résultats. La possibilité de diviser l'écran en deux parties (verticalement ou horizontalement) est pour cela un gros avantage qui n'est offert que par les logiciels de montage relativement évolués.

#### 2 Curseurs de précision et roues colorimétriques

(a) *Gain, Gamma et Noir*. Le curseur *Gain* affecte plus particulièrement les régions les plus lumineuses de l'image (reflets, zones très claires). Il permet (dans une certaine mesure) de corriger la surexposition ou la sous-exposition de ces parties de l'image. Le curseur *Gamma* agit surtout sur les régions de demi-teintes



Figure 21.14 Panneau de corrections colorimétriques simples par la manœuvre de curseurs, dans le logiciel de montage Grass Valley Edius. Image Gérard Galès. Voir p. 248 du cahier couleur.

dont il vous permet de modifier la luminosité en plus ou en moins. Enfin, le curseur *Niveau de noir* s'utilise spécifiquement pour assombrir ou éclaircir les régions les plus sombres (les noirs) de l'image. Selon les options disponibles et le degré de perfectionnement du correcteur colorimétrique, ces trois curseurs peuvent agir, au choix, sur la composante de luminance Y ou sur chaque couleur primaire RVB.

(b) *Roue colorimétrique*. Son concept est proche de celui du vecteurscope (ci-dessous). Les couleurs primaires (RVB) et leurs complémentaires (CMJ) sont réparties par secteurs d'un cercle (d'où le terme évocateur de « roue »). Ce type de représentation a l'avantage d'afficher les nuances intermédiaires entre ces couleurs, ainsi que leurs niveaux de saturation. Cet outil est pratique

d'emploi, car il permet de corriger très rapidement une erreur de balance des blancs ou de créer un effet coloré particulier. Au centre d'une roue colorimétrique se trouve une petite plage circulaire, laquelle représente la valeur du signal vidéo entrant ; si vous déplacez cette plage à l'intérieur du cercle chromatique avec la souris (touche gauche enfoncée) vous verrez les couleurs de la vidéo se modifier en fonction de sa position. Selon une méthode définie depuis longtemps par les concepteurs de logiciels graphiques, on dispose habituellement de trois roues colorimétriques qui sont respectivement consacrées aux interventions sur les « tons clairs », les « tons moyens » et les « tons foncés ». Par commutation, il est généralement possible d'appliquer les mêmes genres de correction sur les images monochromes (le

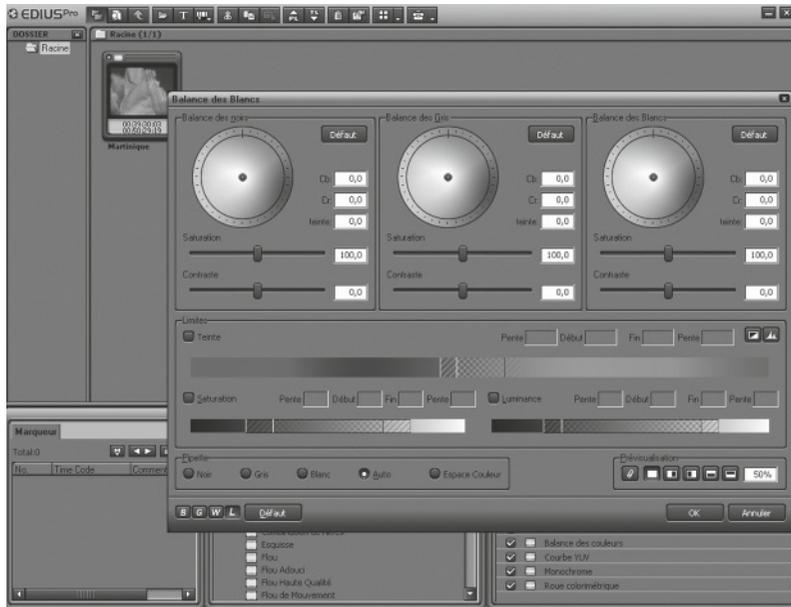


Figure 21.15 Le logiciel de montage Grass Valley Edius incorpore un correcteur de couleur et de balance des blancs très élaboré, utilisant des roues colorimétriques. Image Gérard Galès. Voir p. 238 du cahier couleur.

N&B étant le plus courant), ainsi que sur les éléments de l'image qui sont d'une couleur donnée (laquelle est définie par la valeur angulaire – de  $0^\circ$  à  $360^\circ$  du vecteur sur le cercle chromatique).

### 3 Vecteurscope et forme d'onde

(a) La représentation du signal sous la forme de vecteurscope est habituelle dans ce type d'instrument « virtuel » de mesure, car elle permet à la fois d'analy-

ser, de contrôler et de régler les composantes couleur du signal vidéo entrant. Son cercle chromatique ressemble à la roue colorimétrique ci-dessus et il offre des possibilités de réglages extrêmement fins. Comme son nom l'indique le vecteurscope affiche les composantes couleur différentielles sous la forme de vecteurs : la composante (B-Y) sur l'axe horizontal (des abscisses) et la composante (R-Y) sur l'axe vertical (des ordonnées). Des secteurs divisent ce « camembert »

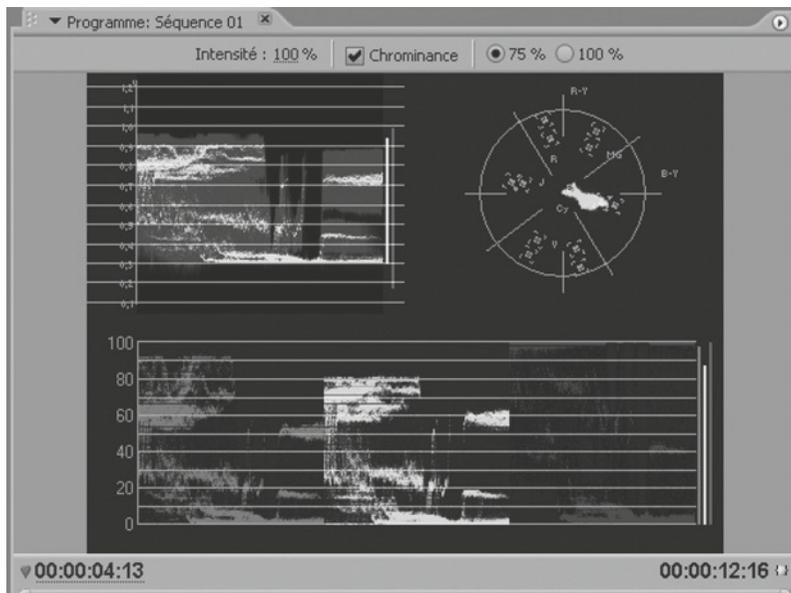


Figure 21.16 Seuls les logiciels de montage de classe professionnelle sont en mesure de présenter un ensemble complet d'instruments de contrôle des composantes du signal vidéo. Voir p. 238 du cahier couleur.

Sur cet écran d'Adobe Premiere Pro on distingue : l'affichage de la forme d'onde (en haut à gauche), l'instrument vecteurscope (en haut à droite), ainsi que l'affichage des niveaux des primaires RVB (en bas). Image Gérard Galès.

en portions de couleurs primaires (RVB) et de couleurs complémentaires (CMJ). Une forme d'onde orientée (on dit « anglée ») vers un secteur particulier indique que l'image analysée présente une dominante de cette couleur (la « teinte » dans le langage de la colorimétrie). Il suffit de faire tourner la représentation graphique du signal dans un sens ou dans l'autre pour modifier la teinte dominante, tandis que son taux de saturation augmente du centre du cercle (saturation 0 % : image N&B) vers la périphérie (saturation maximale 100 %).

(b) La représentation en forme d'onde sur oscilloscope est une variante d'affichage accompagnant ou se substituant au vecteurscope. La forme d'onde YC est utilisée – depuis que la télévision existe – pour représenter les valeurs de luminance (Y) entre 0 et 100 %, c'est-à-dire allant du bas vers le haut de 0 (noir absolu) à 100 (niveau de blanc maximum toléré). L'observation de l'oscillogramme (doté d'une échelle marquant en particulier le niveau de « gris moyen ») permet de juger d'un coup d'œil si l'image dans sa globalité est correctement exposée, sous-exposée ou surexposée. La forme d'onde peut généralement être commutée pour afficher la chrominance globale (C). L'oscillogramme en « forme d'onde » est un instrument de mesure et de contrôle (dont il faut savoir interpréter les indications), mais il n'offre pas de commandes de réglages.

(c) La représentation en histogramme n'est « lisible » que sur des images fixes (photo) ou gelées (vidéo). Sur l'axe horizontal, l'histogramme affiche les niveaux croissants de luminosité des pixels (du noir 0 à gauche au blanc 255 à droite) et, sur l'axe vertical, le pourcentage de pixels de l'image qui sont de même niveau. L'affichage peut concerner l'image globale (Y+C), ou la luminance

seule (Y), ou encore chacune des composantes couleur (R, V, B). Il n'y a pas de relation spatiale entre une image et son histogramme : ce dernier est un outil de mesure statistique, qui autorise, grâce à des curseurs réglables, toutes les corrections de « niveaux ».

## 21.2.8 Application d'un filtre d'effet

De la manière la plus simple, un filtre d'effet modifie l'aspect de toute une séquence, d'une image fixe, d'un titre, etc., en bref de tout élément vidéo qui soit contenu dans la *timeline*, c'est-à-dire sur la totalité d'un segment délimité par ses points d'entrée (amont) et de sortie (aval). Si vous désirez que l'effet ne s'applique qu'à une portion seulement de ce segment, il vous suffit de le re-segmenter (outil *Ciseaux* ou *Cutter*) afin de créer de nouveaux points de raccords la délimitant avec précision.

L'effet désiré ayant été sélectionné dans la bibliothèque du logiciel, il vous suffit de l'amener en mode glissé-déposé sur la piste de la *timeline* et de le « lâcher » en plein milieu du segment concerné. La manœuvre fait généralement apparaître le panneau de paramétrage correspondant. Si ce n'est pas le cas, cliquez sur l'icône ou l'intitulé correspondant à cet effet. Celui-ci s'applique directement au segment spécifié, à moins qu'il ne se trouve dans le gestionnaire des effets (un panneau nommé selon les logiciels : *Effets*, *Informations*, *Options*, *Paramétrages*, *Réglages*...). C'est généralement la visionneuse principale qui affiche instantanément le segment vidéo « habillé » de l'effet, mais l'on dispose souvent de deux petits écrans affichant côte à côte l'image source et la même image avec effet.

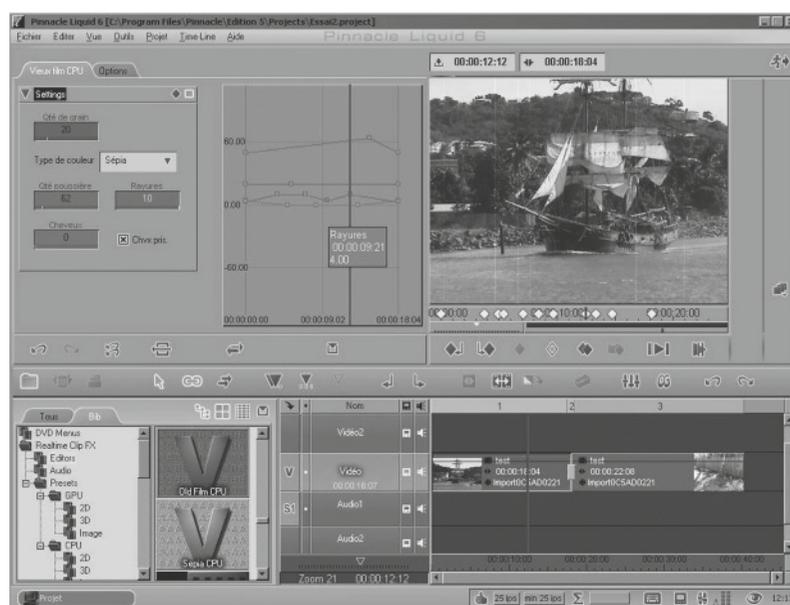


Figure 21.17 Programmation – grâce à l'affichage de données numériques et pose de points clés – du filtre d'effet « vieux film » intégré au logiciel Avid Pinnacle Liquid. Image Gérard Galès.



Figure 21.18 Les opérations de pose et de réglage des points clés sont grandement facilitées lorsqu'on dispose, comme ici, d'une mini-timeline de repérage dans le panneau de paramétrage des effets. *Image Gérard Galès.*

Chaque filtre étant accompagné de son propre panneau de paramètres, les configurations étant différentes selon les logiciels (parfois dans la même marque) nous ne pouvons pas aller plus loin dans la description des manipulations.

Ainsi que nous l'avons évoqué au chapitre 9 (cf. 9.6.4), on peut classer les filtres « numériques » en trois grandes catégories : ceux qui agissent sur la « surface » de l'image, ceux qui modifient sa structure, enfin ceux qui y ajoutent un élément spécifique. Dans la plupart des logiciels, les filtres d'effets sont classés par style de rendu. Donnons quelques exemples de catalogues de filtres appartenant à des logiciels de montage parmi les plus connus :

- *Adobe Premiere Pro* : le répertoire *Effets vidéo* comporte des sous-répertoires tels que *Bruit*, *Déformation*, *Esthétiques*, *Netteté*, *Perspective*, *Pixellisation*, *Transformations*, etc.
- *Grass Valley Canopus Edius* : le répertoire général appelé *Filtres vidéo* ouvre des sous-répertoires appelés *Bruit*, *Esquisse*, *Flou*, *Loop* (boucle), *Matrice*, *Mosaïque*, etc.
- *Sony Vegas* : les sous-répertoires ouverts par l'onglet principal *Effets vidéo* s'appellent *Bosse*, *Couleurs dégradées*, *Emporte-pièce*, *Grain film*, *Halo*, *Lueur*, *Noyau de convolution*, *Sphère*, etc.
- *Avid Liquid* : la « filtrothèque » est organisée en deux types de répertoires *Realtime* (rendu en temps réel) et *Classic* (avec calcul obligatoire). Dans chacun d'eux se trouvent les sous-répertoires *Editors*, *Audio* et *Presets* (effets préréglés), ce dernier étant lui-même divisé en deux familles d'effets : GPU (exploitant les capacités de la carte graphique), CPU (exploitant les capacités de traitement en 2D ou en 3D), etc. Il est difficile de sélectionner les quelques filtres dont on a besoin dans une aussi vaste bibliothèque, d'autant que plusieurs modules d'effets annexes créés par des développeurs partenaires peuvent s'y ajouter.

Ces pléthoriques bibliothèques étant de plus en plus difficiles à gérer, elles sont souvent accompagnées de catalogues illustrés de vignettes animées en boucle qui permettent de se faire une bonne idée du résultat pouvant être obtenu. Il est possible de combiner les effets de plusieurs filtres sur un même clip, mais il

faut avoir conscience que le logiciel et l'équipement informatique (en particulier la carte graphique) ne sont pas forcément capables de restituer les effets les plus complexes en temps réel et sans saccades. Nous sommes quant à nous persuadés qu'il est préférable de limiter les effets spéciaux à ceux qui sont, d'une part réalisables avec l'équipement dont on dispose, d'autre part véritablement bénéfiques à la conduite du récit.

## 21.2.9 Moduler les effets spéciaux grâce à des points clés

Nous avons vu qu'il est facile d'appliquer tel quel un effet spécial à une séquence vidéo : on prélève le symbole ou l'intitulé du filtre désiré dans la bibliothèque, puis on le dépose sur le segment concerné de la *timeline*. Si l'on veut de plus faire évoluer cet effet en cours de lecture – par exemple, faire passer l'image de la couleur au N&B, ou inversement – il faut avoir préalablement spécifié les variations d'état souhaitées en « posant » des *points clés* (parfois appelés *images clés*) sur la piste concernée au fur et à mesure des besoins. Très facile d'emploi, le *gestionnaire de points clés* est le complément idéal de la boîte à outils de montage. Tous les logiciels pros en étaient pourvus, mais il est désormais intégré aux logiciels grand public évolués comme par exemple : *Avid Pinnacle Studio*, *Ulead VideoStudio*, *Magix Video deluxe*, *Adobe Premiere Elements*.

Le panneau dédié aux points clés se présente sous la forme d'une mini-*timeline* ou d'une simple ligne horizontale qui représente toute la durée du clip : à l'affichage, celle-ci comporte déjà les deux points clés de début et de fin d'effet. Réglez le premier effet tel qu'il doit apparaître en début de lecture ; puis, faites avancer la tête de lecture (ou le curseur) jusqu'à l'emplacement de la première variation. Sur cette position, spécifiez un nouveau point clé, en modifiant les paramètres de réglage comme désiré. Vous procéderez de même si vous désirez prescrire d'autres variations de l'effet. Spécifiez enfin les paramètres du point clé final. Grâce à l'interpolation logicielle entre tous ces points clés, les variations de l'effet deviennent progressives

en lecture. La même procédure de « pose » de points clés permet de moduler une grande diversité d'effets, tels que trajectoire, animation d'images ou de titres, recadrage, incrustation, accéléré ou ralenti, etc. Le même principe s'utilise avec les pistes « élastiques » de réglage du volume sonore, afin de créer des variations d'intensités très précises, ou bien des effets de « panoramique » et de spatialisation de type Surround au sein d'un segment audio.

### 21.2.10 Créer un ralenti ou un accéléré

Au cinéma autrefois, les effets d'accéléré ou de ralenti s'obtenaient en modifiant la cadence de prise de vues de la caméra. La cadence de restitution normale du mouvement étant de 24 im/s, une cadence de 48 im/s ralentit le mouvement de deux fois ; inversement, la cadence de 12 im/s l'accélère de deux fois. En vidéo, ces effets se réalisent en post-production, compte tenu du fait que dans tous les cas, la fréquence de lecture est invariable dans un système donné (25 im/s en Europe). Il est facile de comprendre que l'effet de ralenti s'obtient en interpolant des images supplémentaires entre les images de l'original, tandis que l'effet d'accéléré résulte de la suppression d'images. Remarquons simplement que le véritable ralenti, c'est-à-dire permettant l'analyse du mouvement en continu sans aucune saccade, ne peut se réaliser qu'en adoptant une cadence plus élevée à la prise de vue. Il existe des caméras vidéo « haute vitesse » à usage scientifique filmant à 10 000 im/s, par exemple. Dans un tel cas, une seconde de tournage en temps réel dure environ 7 minutes sur l'écran !

La plupart des logiciels de montage offrent ces fonctions de ralenti et d'accéléré, lesquelles s'activent généralement *via* une icône spécifique de la barre d'outils de la *timeline* ou dans le menu déroulant des outils. Le système de réglage de loin le plus pratique est constitué d'un curseur linéaire que l'on fait coulisser vers la gauche pour ralentir la lecture et vers la droite pour l'accélérer. Un indicateur en pourcentage affiche le facteur de ralentissement ou d'accélération spécifié. Il ne faut pas oublier que modifier la vitesse de lecture d'un clip, change corrélativement sa durée ; sur la *timeline*, le segment correspondant s'allonge ou se raccourcit proportionnellement. Si vous devez préciser la durée de l'effet, le panneau de réglage vous permet de spécifier manuellement les valeurs désirées.

En toute logique, la tonalité (la fréquence) du son est modifiée lors d'un ralenti ou d'un accéléré, la piste sonore pouvant devenir inaudible ou caricaturale. Cependant, le logiciel offre parfois l'option *Conserver la hauteur du son*, préservant un rendu audio plus naturel.

Par ailleurs, la création d'un ralenti peut provoquer l'apparition de scintillements, lesquels sont dus à des erreurs de gestion des trames lors de l'interpolation par le logiciel de montage. Ce défaut se corrige par le désentrelacement préalable des images.

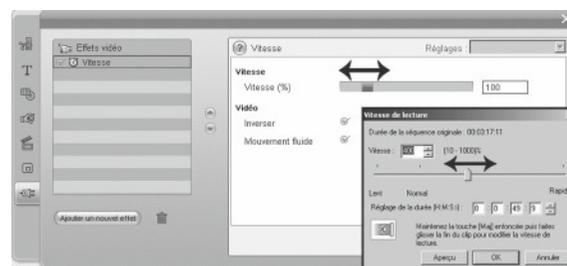


Figure 21.19 Pris en exemple, les logiciels de montage Avid Pinnacle Studio (à gauche) et Ulead VideoStudio (à droite) offrent tous deux un système très ergonomique de réglage de la vitesse de lecture (accéléré et ralenti) par curseur coulissant, accompagné de diverses options. *Image Gérard Galès.*

Le panneau de réglage de ralenti/accéléré offre souvent une fonction dénommée *Vidéo inversée*. Quand on l'active, la séquence vidéo est lue à l'envers, c'est-à-dire à partir de sa fin (sans le son dans ce cas). Un personnage filmé en train de monter un escalier, le descend à reculons. L'inversion de lecture produit facilement des effets amusants qui furent abondamment utilisés au temps lointain du cinéma muet. Nous sommes persuadés que les petits enfants d'aujourd'hui riraient d'aussi bon cœur que leurs arrière-grands-parents s'ils pouvaient voir « La Course aux potirons » (Émile Cohl, 1907), film dans lequel les cucurbitacées remontaient la rue en pente à toute vitesse, puis sautaient avant de se ranger sagement à l'arrière d'un fardier !

Un logiciel de montage élaboré propose, outre le curseur ci-dessus, un outil « ligne élastique » permettant, grâce à la pose de points clés, de faire varier les effets d'accéléré ou de ralenti. Par exemple, démarrer la lecture de la séquence à vitesse normale, puis l'accélérer progressivement.

### 21.2.11 Image composite électronique : *chroma key* et *luma key*

Les trucages d'*incrustation* ou de *superposition* appliqués aux films et vidéofilms de fiction, aux spots publicitaires, aux clips musicaux, aux journaux télévisés et aux bulletins météo sont si couramment pratiqués aujourd'hui qu'il n'est pas nécessaire d'en souligner l'utilité. Le fait que ces effets – si difficiles à créer au cinéma – soient maintenant à la portée de tous les vidéastes constitue un extraordinaire progrès.

Le trucage consiste à créer une scène « composite » en installant des objets réels au premier plan (par exemple des personnages et les accessoires), dans un décor filmé séparément (le fond ou arrière-plan). La séparation des éléments réels et du fond – en vue de leur incrustation finale – est obtenue par les méthodes du cache/contre-cache et la différenciation de couleur (*chroma key*) ou de valeur de luminosité (*luma key*). Voyons d'abord la méthode classique utilisée dans les applications les plus exi-



Figure 21.20 La « pipette » est un outil très pratique de sélection et de mémorisation d'une couleur à rendre transparente en vue d'une incrustation. *Image Gérard Galès.*

geantes : par exemple, faire voler Spiderman à travers les gratte-ciel de la mégapole.

La scène réelle se « joue » devant un fond bleu très uniformément éclairé (on utilise parfois un fond vert), cette couleur « de commutation électronique » étant absolument exclue de la palette des couleurs utilisées pour le sujet réel. Le générateur d'effets spéciaux de la régie, ou l'algorithme de calcul du logiciel de montage, est réglé de telle manière (ajustement du signal de *clipping*) qu'il se commute automatiquement sur une autre source d'image, dès qu'il reçoit le signal vidéo « de découpe » de même couleur que le fond. Ceci constitue donc un « masque électronique » dans laquelle s'injecte l'image de l'arrière-plan provenant de l'autre source.

La fonction incrustation fait désormais partie de la liste des effets disponibles dans les logiciels de montage, même grand public (par exemple *Avid Pinnacle Studio*, *Ulead VideoStudio*, *Magix Video deluxe*, *Adobe Premiere Elements*...). N'hésitez pas à l'exploiter afin d'enrichir vos créations audiovisuelles, d'autant que sa mise en œuvre n'est pas particulièrement difficile.

La manière la plus rapide de créer l'un de ces « trous » (le contre-cache) dans l'image du fond est de sélectionner une couleur ou une luminosité quelconque contenue dans l'image grâce à la fonction *Pipette* (le pointeur de la souris se transforme en identificateur de pixel – pour sa couleur ou sa luminosité – lorsqu'on clique sur l'icône *Pipette*). Vous indiquez ainsi au programme que vous voulez rendre cette couleur ou cette luminosité virtuellement transparente, ce qui a pour conséquence de rendre visible la portion d'image placée en dessous. Comme vous l'avez compris, cela ne fonctionne idéalement que si la couleur choisie est bien unie et bien saturée. C'est pour cela que diverses variantes de modes d'incrustation vous sont généralement proposées, lesquelles n'agissent pas sur les mêmes composantes de l'image. Ainsi, telle incrustation par différence RVB (les couleurs primaires) peut

s'avérer très médiocre avec tel sujet, ou au contraire excellente en incrustation filtre bleu ou filtre vert. En pratique, si la scène à incruster dans le fond n'a pas été filmée dans les conditions idéales c'est-à-dire devant un fond uni, il faut habituellement procéder à des essais avec différents modes avant de découvrir la meilleure solution ; il faut presque toujours « peaufiner » les réglages à l'aide d'un curseur de tolérance afin d'affiner les contours, mais l'on ne peut généralement pas éviter totalement les « contours baveux » sur les détails les plus fins (cheveux, poils, etc.).

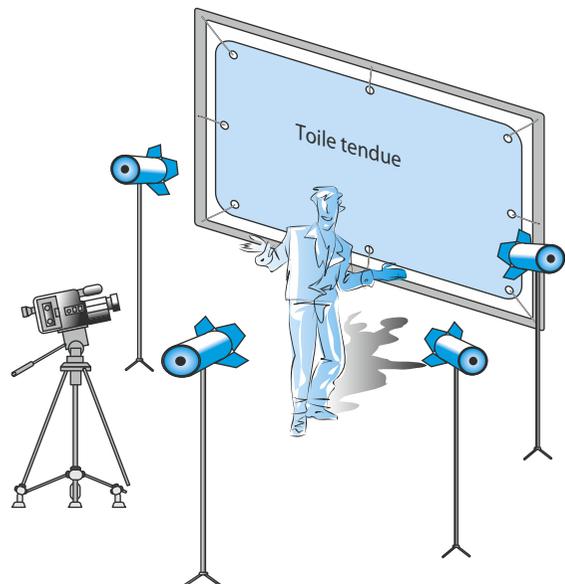


Figure 21.21 Pour qu'une incrustation par chrominance soit pleinement réussie, il faut la préparer soigneusement à la prise de vues.

*Il faut veiller à l'éclairage du sujet, en évitant de projeter les ombres portées sur la toile de fond, laquelle doit être bien tendue, de couleur unie et éclairée très uniformément. D'après Gérard Galès.*

En résumé, le seul moyen de créer une incrustation parfaite (ce qui veut dire que le trucage ne se voit pas) est de la prévoir au tournage, en filmant la scène réelle devant un fond uni et mat, lequel peut être constitué d'une toile tendue, de papier coloré ou d'un mur peint. Toute couleur pure pourrait théoriquement convenir, mais – en pratique – on n'utilise que le bleu ou le vert. Pourquoi ? Parce que ces couleurs « froides » sont les moins représentées dans le corps humain : on peut changer de couleur de vêtements, mais pas de couleur de peau !

### 21.2.12 Automatiser son montage

En dépit de son appellation, la fonction *Montage automatique* ne découpe pas les plans « à la bonne longueur » : elle ne fait que les adapter, en rythme et en durée, à un certain style. La fonction s'apparente davantage à un « habillage automatique ». En revanche, la fonction de « dérushage automatique » (que l'on peut lancer avant ou après la capture) s'assimile à une sorte de montage automatique, car il réalise un découpage (virtuel bien sûr) des rushes plan par plan en se fondant, soit sur les ruptures de code temporel, soit sur la brusque modification de leur contenu vidéo (changements de luminosité, de couleur dominante, d'ambiance sonore). Dans ce mode, les rushes sont, soit automatiquement expédiés dans le chutier, soit déposés directement dans la *timeline*, mais sans avoir été triés, ni « nettoyés ». Tous les plans s'y retrouvent, les bons comme les mauvais. Le tri manuel des plans est donc nécessaire, qu'il soit effectué dans le chutier, au moment de l'assemblage dans la fenêtre de montage, ou lors de l'acquisition (mode *Batch* ou par lots). Ce n'est qu'après cette opération liminaire qu'il convient de passer à l'habillage des plans en leur ajoutant divers effets et titrages. C'est également à cette étape que la fonction d'habillage – improprement appelée « montage automatique » – devient intéressante, car elle peut vous faire gagner du temps. Avec certains logiciels la fonction peut s'activer immédiatement après l'acquisition et réunir les outils de tri et d'assemblage des plans dans sa fenêtre spécifique, sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir l'interface de montage classique.

Les styles de montage proposés manquent pour le moins d'originalité : fantaisie, dynamique, rétro, romantique, etc. Comme c'est toujours le cas des programmes « prédigérés », ils sont imaginés en fonction de statistiques globales basées sur les thèmes que le vidéaste « moyen » est censé traiter le plus souvent : vacances, souvenirs de voyages, spectacles, fêtes familiales et amicales, etc. À partir de la liste des thèmes, vous devez dans un premier temps supputer quel est le « style » pouvant convenir à votre montage, puis repérer le thème le plus approchant dans le menu.

La procédure à appliquer pour lancer le montage automatique est toujours très simple, la finalité de la

manœuvre étant de délivrer un « produit » standard. Avant de lancer le montage, vérifiez que les rushes ont bien été triés (manuellement ou automatiquement), de manière à ce que les seuls « bons » plans soient assemblés dans la fenêtre de montage. L'appel de la fonction de « montage automatisé » a pour conséquence d'ouvrir le panneau des paramètres correspondant au style que vous avez choisi. Celui-ci offre la possibilité de spécifier la manière d'appliquer les effets : il s'agit des filtres modificateurs à vocation esthétique (y compris les incrustations de textes, objet, graphismes, etc.), ainsi que les effets de transition entre deux plans.

Si vous ne désirez pas aller plus loin, vous pouvez ignorer ces préréglages en vous contentant de remplir les cases « Titrage » avec vos textes de titre de début et de générique de fin. Lancez ensuite l'habillage du montage d'un clic de souris : vous n'avez plus qu'à attendre que l'opération soit terminée pour visionner le programme.

Ce mode automatisé peut guider les premiers pas du débutant ou bien répondre à un cas d'extrême urgence : nous dirons que « c'est mieux que rien » et que l'efficacité de la fonction dépend pour beaucoup de la nature des images, certaines se prêtant plus que d'autres à différents types d'effets. Si toutefois le résultat ne vous satisfait pas, vous avez toujours la possibilité de revenir dans le panneau de paramétrage, par exemple pour supprimer certains effets que vous jugeriez inopportuns ou inutiles.

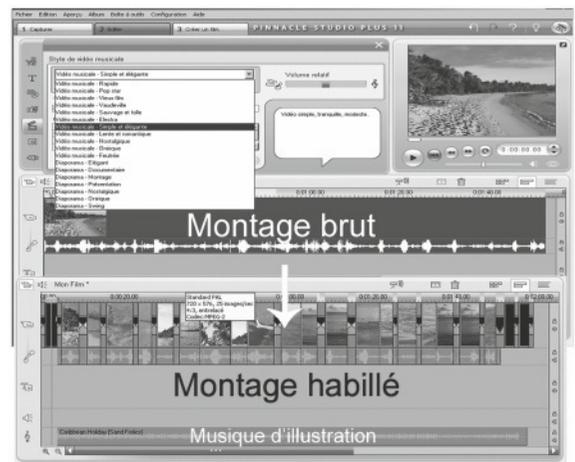


Figure 21.22 La fonction « montage automatique » d'un logiciel a un aspect « magique » qui peut séduire le monteur novice.

*Les vidéastes avertis s'en méfient, car cet « habillage » des plans n'est pas toujours des plus heureux.* Image Gérard Galès.

Maintenant que l'étape « montage image » (plus son direct) est assurée, vous vous demandez peut-être quel genre de musique sélectionner pour l'illustration sonore ? Où la trouver ? Est-elle libre de droits ou non ? Pas de problème : la fonction de « montage automatisé » vous décharge également de toute responsabilité



Figure 21.23 Le mode *Multicaméra* permet de commuter « à la volée » entre les séquences capturées simultanément par plusieurs caméras filmant la même scène selon différents points de vue : comme le réalisateur de télévision dans sa régie. Voir p. 250 du cahier couleur.

*Mais ici, le montage ne se fait pas en direct car les segments vidéo (correspondant à chaque « caméra ») sont posés sur des pistes différentes de la timeline ; après synchronisation, ces pistes sont lues simultanément dans la même visionneuse. En cliquant sur la vignette du plan de son choix, le monteur crée automatiquement un point de raccord qui provoque l'insertion du segment correspondant dans le montage global. Ici, la visionneuse du logiciel Avid Pinnacle Liquid, lequel peut traiter les rushes capturés par jusqu'à neuf caméras. Image Gérard Galés.*

dans le domaine. En effet, le style de la musique associée à chaque « thème » est en principe bien adapté et elle est de plus libre de droits. Vous avez sûrement deviné le problème : il s'agit le plus souvent de musiques « de fond » manquant singulièrement d'originalité, telle qu'on en diffuse dans les supermarchés.

C'est pour cette raison que le menu de préérilage propose toujours l'option « pas de musique » qu'il est souvent sage de cocher. Signalons toutefois que quelques rares logiciels de montage donnent accès à un module indépendant de « création musicale automatisée » grâce auquel on peut (si on a le talent) composer la musique *ad hoc* à partir de partitions instrumentales prédéfinies et modulables : par exemple, le module *ScoreFitter* dans *Avid Pinnacle Studio* (à ce sujet, cf. 22.9).

Pour aborder sérieusement le problème de l'illustration musicale, rappelons que tous les logiciels offrent la possibilité de choisir un nouvel extrait musical dans une bibliothèque thématique, ou bien d'importer son propre fichier sonore depuis le disque dur. Parmi les outils indispensables, vous ne négligerez pas le (ou les) curseur(s) permettant d'assurer le bon mélange entre le son direct la musique, ainsi que des transitions harmonieuses d'une musique à la suivante.

Cette fonction de « montage automatique » ne se trouve que dans les logiciels grand public. Cet ouvrage s'adressant à un vidéaste « expert » (ou voulant le devenir), nous n'avons pas besoin de souligner le fait que nulle « machine » n'a la capacité de se substituer à un artiste créateur. Cependant, si vous n'utilisez cette fonction qu'à titre d'assistante, pouvant assumer à votre place des tâches répétitives et/ou fastidieuses

dans le but de bâtir la structure d'un « terrain stylé », alors elle peut véritablement vous rendre service.

### 21.2.13 Montage multicaméra

Il s'agit ici d'associer dans le montage les images d'une même scène prises simultanément de différents points de vue (appelés « angles ») par plusieurs caméras : toutes les émissions de télévision réalisées en studio sont tournées de cette manière. Ce mode de montage offert par le logiciel facilite considérablement la tâche du monteur chargé de créer un spectacle associant judicieusement les plans issus du tournage multicaméra. C'est dire que vous ne pouvez pas vous dispenser de cette fonction logicielle dans le cas où vos réalisations concerneraient les domaines du spectacle, de la musique, etc.

La mise en œuvre de la fonction est simple, mais elle doit être conduite avec une certaine rigueur. La première chose à faire est de placer dans la fenêtre de montage (sur une même *timeline*) les rushes de chaque caméra sur des pistes indépendantes (caméra 1, caméra 2, etc.). Il faut ensuite aligner rigoureusement les images de départ (« Start », « Clap », ou chiffre de TC) de chaque piste afin qu'elles soient parfaitement synchronisées. À l'appel de ce mode, le programme de montage acquiert la capacité de lire simultanément toutes les pistes. La visionneuse prend alors une configuration spécifique qui permet – par simple sélection des plans retenus à l'aide de la souris – d'effectuer un montage « dans les conditions du direct », comme on le fait dans une régie de télévision. Les plans sélectionnés

sont copiés sur une seule nouvelle piste (baptisée Master ou Compil) : on peut alors la travailler, comme avec un montage classique.

## 21.3 L'étape finale du montage : l'exportation

Au cours de ces dernières années, les supports de « mastérisation » se sont diversifiés (disque dur, DVD/BD, carte mémoire), tandis que sont apparus de multiples formats d'enregistrements conçus sur mesure pour les appareils nomades, tels que le téléphone mobile, la PSP (*Play Station Portable*), l'iPod, sans oublier les fichiers compressés « légers » consacrés à la diffusion sur le Web.

Lors de l'exportation, il n'est pas évident de sélectionner dans la longue liste des formats proposés par le programme, la configuration qui est la mieux adaptée aux besoins spécifiques de la diffusion du vidéo-gramme concerné. C'est cependant un point sur lequel les logiciels grand public actuels – citons *Avid Pinnacle Studio*, *Ulead VideoStudio*, *Adobe Premiere Elements* – se révèlent très performants. Le développeur du logiciel sait bien que l'utilisateur moyen apprécie grandement tout ce qui peut simplifier l'opération.

Les logiciels proposent donc des fonctions préréglées pour les principales configurations d'exportation, selon le support choisi. Une rangée d'onglets ou des icônes dirigent l'utilisateur sur la procédure qu'il a choisi, puis ce dernier est invité à cliquer sur une unique touche pour lancer automatiquement l'opération d'exportation. Pour plus de détails, rendez-vous au chapitre 25.



Figure 21.24 La procédure d'exportation du montage sur cassette MiniDV (également adoptée en format HDV) est l'une des plus simples qui soit.

*Un seul clic permet en effet de lancer la synchronisation automatisée de la lecture de la timeline et le pilotage de la machine enregistreuse (le plus souvent le caméscope DV/HDV lui-même). Image Gérard Galès.*

Pour conclure provisoirement sur ce thème de l'exportation, précisons que, bien que l'automatisme soit la règle – il est toujours possible de modifier certains paramètres en accédant à des panneaux de réglages pour chaque type de format proposé. Selon les cas, ils permettent de modifier la résolution, le ratio, le codec (et ses réglages spécifiques), le standard vidéo, le mode d'affichage entrelacé ou progressif, etc. Les logiciels professionnels offrent des modes d'exportation plus élaborés que leurs homologues grand public.

## Les bases du montage audio

Si vous avez suivi nos conseils et mis en pratique les techniques de montage présentées dans les chapitres précédents, vous avez fait connaissance avec la plupart des outils de traitement de l'image. Dans le même esprit, abordons maintenant le domaine de l'audio, en allant de la capture du son à l'exportation, en passant par la gestion des principaux outils spécialisés, ainsi qu'à l'exploration des différentes méthodes.

Il faut avant tout remarquer que l'exécution des tâches telles que la gestion des fichiers, le découpage, l'ajustage et autres interventions sur les segments audio, requiert exactement les mêmes types d'outils que pour l'image. On trouve la même similitude, par exemple, dans la procédure d'application d'un filtre à effet. Quant au dosage du volume sonore, il exploite l'excellent principe de la « ligne élastique » utilisée conjointement à divers réglages d'image.

En pratique, la bonne gestion de la partie sonore d'un programme est parfois compliquée par le fait que – selon les applications, les générations d'équipements, etc. – l'audio fait appel à différents formats d'enregistrement, que nous détaillons ci-dessous. Le choix du format audio n'est jamais anodin, que ce soit à la capture (quand plusieurs sont proposés) ou à l'exportation, car bien des problèmes de compatibilité en lecture au moment de la diffusion (notamment sur lecteur DVD de salon) sont la conséquence d'un format audio mal ou pas reconnu par le lecteur. Sur la *timeline*, l'audio dispose d'une piste spécifique toujours située au-dessous de la piste image. On dispose si nécessaire de plusieurs pistes audio, les programmes les plus évolués permettant même d'en créer un nombre illimité.

Notez cependant qu'en configuration de base, l'audio synchrone d'un rush vidéo est intimement lié à la piste image ; mais il est toujours possible d'exploiter le son indépendamment de l'image, comme s'il s'agissait d'un segment audio isolé sur une piste indépendante. Contrairement à l'image qu'il suffit d'afficher dans la visionneuse ou de symboliser par une vignette sur la piste, le son doit être « rendu visible » : on utilise pour cela sa forme d'onde (sa modulation en fonction du temps), d'ailleurs pleine d'enseignements pour le spé-

cialiste. Dans ce chapitre, nous aurons l'occasion d'évoquer d'autres fonctions spécifiques à l'audio : création d'un commentaire en direct depuis la *timeline* (*Voice Over*), le mélange sonore à l'aide du mélangeur logiciel (ou d'une table de mixage matérielle), enfin, les corrections de tonalités et de fréquences rendues possibles par l'outil *égaliseur* graphique ou paramétrique.

### 22.1 La capture de l'audio seul

Toute séquence vidéo tournée avec un caméscope contient forcément une ou plusieurs pistes audio qui se sont enregistrées « toutes seules » en synchronisme avec les images. Si vous ne voulez garder que le son en mode lecture du caméscope, il vous suffit de régler votre module d'acquisition pour qu'il n'enregistre pas l'image. Les deux modes de capture audio que vous pouvez avoir à gérer spécialement sont :

- Les enregistrements effectués sur une machine ne sortant l'audio qu'en mode analogique.
- La copie d'une musique extraite d'un CD audio du commerce.

**1 Capture à partir de l'audio numérique ou analogique.** Ainsi que nous en avons discuté précédemment (*cf.* 19.1), il n'est pas possible de modifier les caractéristiques audio ou vidéo d'un enregistrement numérique lors de sa copie dans l'ordinateur. En effet, il ne s'agit alors que du transfert « bit par bit » des données numériques. En revanche, toutes les modifications éventuellement nécessaires ou souhaitées peuvent se faire dans le programme logiciel de montage dans lequel les rushes (vidéo et/ou audio) ont été importés. La procédure d'acquisition est identique à celle d'une capture vidéo numérique normale, sauf qu'il faut cocher l'option *Audio seul* (au lieu de vidéo) dans le panneau d'acquisition. Si votre programme de montage n'autorise pas l'acquisition séparée des données vidéo et audio, substituez-lui un petit logiciel indépendant, lequel s'acquittera fort bien de cette tâche. On trouve bon nombre de ces logiciels sur Internet, dont la plupart sont téléchargeables gratuitement.

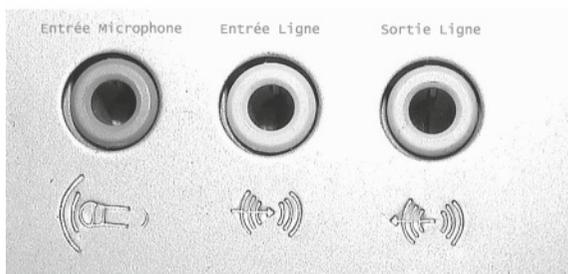


Figure 22.1 De la manière la plus simple, la capture audio analogique s'effectue par connexion directe de la source aux prises d'entrée mini-jack de l'ordinateur.

Mais si l'on désire traiter et optimiser le signal avant sa capture, il faut le faire préalablement transiter par un boîtier externe connecté à l'ordinateur par liaison USB.

Vous pouvez également avoir affaire à un rush numérique uniquement audio. C'est par exemple le cas des enregistrements sonores réalisés avec un magnétophone à cassette de type DAT ou bien avec un enregistreur audio sur support amovible de type Minidisc ou carte mémoire. Bien que les magnétophones DAT et les enregistreurs Minidisc ne soient plus fabriqués (l'avènement des formats MP3 et iPod a accéléré leur disparition), ces enregistreurs sont encore très utilisés, d'autant que l'on trouve facilement des cassettes DAT ou des Minidisc vierges dans le commerce.

Si la source audio est un magnétophone DAT grand public en mode lecture, il faut assurer l'acquisition comme avec un camescope à cassette, à la différence près que le logiciel n'assure pas la télécommande du lecteur. La capture peut s'exécuter en mode numérique, à travers une liaison audio numérique optique de type S/PDIF, à condition que le DAT et l'ordinateur sachent gérer ce type d'entrée/sortie. Avec les enregistreurs audio actuels, à disque dur ou à carte mémoire, le transfert dans l'ordinateur s'exécute très facilement grâce à un port USB, de la même manière que pour une vidéo ou une photo. Chacun d'entre nous sait comment charger ou télécharger ses musiques favorites dans un baladeur MP3 ou iPod : nous n'avons pas besoin d'en dire davantage.

Si l'équipement utilisé ne possède pas d'entrée/sortie numérique, l'acquisition s'effectue forcément en mode analogique. Cette dernière méthode est d'ailleurs la seule possible lorsque vous voudrez utiliser comme lecteur source un équipement analogique – datant du siècle dernier – tel qu'un magnétophone à cassette ou un tourne-disque « vinyle ». Vous utiliserez alors le connecteur d'entrée de type *Ligne* de la carte son de l'ordinateur. Cependant, l'audiophile exigeant que vous êtes peut-être, peut doter son ordinateur d'un boîtier de capture audio de haute qualité, disposant de robustes prises XLR et/ou de jacks Ø3,5 mm, ainsi que de fonctions de réglages. Un tel boîtier se connecte à l'ordinateur sur un port USB.

**2 Comment « ripper » un CD audio ?** Si vous examinez, à l'aide d'un gestionnaire de fichiers (un explorateur) le contenu d'un CD audio inséré dans un lecteur,

vous faites apparaître une liste du genre : track01.cda, track02.cda, track03.cda et ainsi de suite. Si vous essayez de copier l'un de ces fichiers sur le disque dur, vous n'obtenez qu'un minuscule fichier de 1 Ko qui ne contient évidemment pas le morceau de musique correspondant. Ce qu'il faut, c'est récupérer le fichier wave (suffixe .wav) associé à track01.cda. L'opération consistant à extraire la piste du CD audio s'effectue à l'aide d'un logiciel « extracteur », plus communément appelé *ripper* (un mot qu'il vaut mieux ne pas traduire, car il signifie « l'éventreur » : *Jack the Ripper*).

Supposez que la musique illustrant idéalement telle partie de votre montage se trouve sur un CD audio du commerce. Ne revenons pas sur le problème majeur des droits d'utilisation des œuvres musicales : nous l'avons traité « à fond » (cf. 10.6). En toute légalité, vous décidez d'insérer un extrait de la musique désirée sur une piste audio libre de la *timeline*. Notons que la fonction « rippage de CD » est encore assez rare dans les programmes de montage actuels, même les plus élaborés. Par exemple, le grand éditeur de logiciels *Adobe* – peut-être soucieux de ne pas favoriser le piratage dont il protège si bien ses propres logiciels – ne l'a pas intégré à *Premiere Pro*, mais il suggère d'effectuer cette opération à l'aide de son logiciel spécialisé audio *Audition*.

Il existe cependant une grande diversité de petits logiciels spécialisés dans cette tâche, que l'on peut télécharger sur Internet, gratuitement pour certains. La fonction d'un logiciel de ce type est de convertir (de transcoder) chaque piste du CD audio en un fichier de format audio normalisé Wav ou MP3 (décrits ci-dessous) : des fichiers stockés dans le disque dur ou autre support que vous importerez dans la *timeline* du logiciel de montage en fonction de vos besoins.

Dans la plupart des programmes assurant cette fonction, la procédure de « rippage » est la suivante :

- Lancement de la fonction *via* le menu d'importation (il ne s'agit pas ici « d'acquisition »), ou en cliquant sur une icône dédiée.
- Sélection du lecteur de CD dans lequel se trouve le disque à importer.

- Dès que le contenu du CD a été listé et affiché, sélection des titres à importer (cocher les cases correspondantes).
- Paramétrage du répertoire cible (disque et dossier de stockage), de la qualité d'enregistrement (autant conserver le format CD standard : 44,1 kHz, 16-bit, stéréo) et, si nécessaire, choix du format de fichier (Wav en général).

Il suffit ensuite de lancer l'extraction des morceaux sélectionnés, puis de les importer manuellement dans le chutier du projet de montage, si toutefois cette opération n'a pas été automatisée.

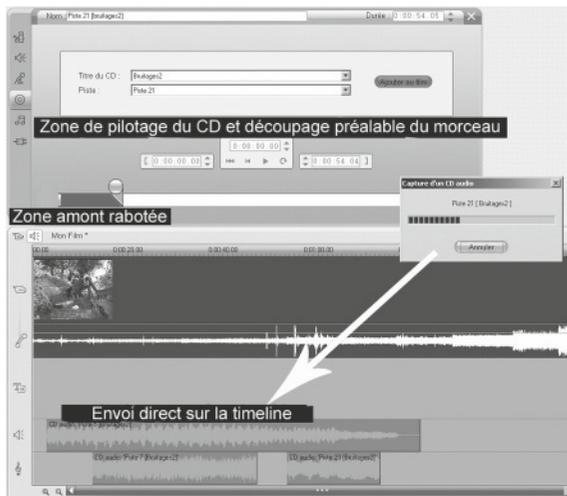


Figure 22.2 Bien qu'il soit catégorisé « grand public », Avid Pinnacle Studio est l'un des rares logiciels à offrir une fonction de « rippage » de CD audio évoluée. Il est doté d'outils de découpage d'un extrait sonore, qu'il est capable d'envoyer directement sur la *timeline*. Image Gérard Galès.

Avid Pinnacle Studio est l'un de ces rares logiciels de montage actuels (le seul dans la catégorie grand public), à intégrer un module « rippeur » sophistiqué. Celui-ci dispose en effet de commandes de pilotage du lecteur, avec affichage des TC et des curseurs linéaires permettant de retailler l'extrait musical en amont et en aval, avant même de l'extraire (figure 22.2). Ce module est de plus capable de déposer directement l'extrait « rippé » sur une piste audio libre de la *timeline*. Dans ce logiciel, les paramétrages nécessaires (répertoire, qualité, etc.) s'effectuent préalablement dans le panneau de configuration général du logiciel.

### 22.1.1 Formats audio au montage

Quand vous définissez les paramètres de votre projet dans le programme de montage, vous avez le choix entre les préréglages audio/vidéo automatiques (solution généralement adoptée par le débutant), ou bien de personnaliser les réglages audio/vidéo, en fonction des possibilités offertes par le logiciel utilisé, ainsi que par le format vidéo choisi pour le montage. En

matière d'audio, les formats vidéo normalisés n'acceptent qu'un petit nombre de codages audio différents (voire le seul audio PCM dans le cas du DV), alors que d'autres sont plus accueillants, à l'instar du DivX qui peut héberger la quasi-totalité des formats audio.

C'est en analysant le menu des options audio du format vidéo prévu dans votre projet que vous pouvez juger de son niveau de compatibilité (en fonction du système utilisé pour la diffusion de votre vidéogramme) et changer de format audio s'il y a lieu. Il est par exemple possible d'exporter la composante audio du montage indépendamment de l'image, éventuellement avec un codage audio différent de celui d'origine.

Dans l'immédiat, les formats vidéo « incontournables » sont encore le WAV sur PC Windows et l'AIFF sur Mac. Cependant, la suprématie de ces grands classiques est largement contestée par des formats plus performants (ou d'emploi spécifique) qui s'installent dans nos ordinateurs et autres équipements nomades. Nous vous présentons ci-dessous les formats audio qu'il peut être utile de connaître (et d'identifier, grâce à leur suffixe d'extension) :

**1 WAV (WAVEform Audio Format) [.wav].** Développé par Microsoft et IBM, ce format conçu comme un conteneur ne correspond en réalité à aucun codeur spécifique ; mais c'est le PCM qui y est le plus souvent associé. Comme ce dernier est non compressé, on pense souvent à tort que l'extension .wav veut dire : « fichier sans perte ». Le CD audio adopte ce format numérique dans sa qualité normalisée : 16-bit, 44,1 kHz, stéréo. Son grand avantage est d'être reconnu par tous les types de lecteurs. Néanmoins, sa conception ancienne, ses limites techniques et le volume excessif de ses fichiers en font un format dépassé, car peu adapté à la haute définition audio.

**2 AIFF & AIFC (Audio Interchange Format Compressed) [.aif & .aifc].** Développé par Apple, c'est l'équivalent du WAV pour le Mac. Les données sont également codées en PCM sans compression. La variante appelée AIFC a la capacité de compresser les données avec un taux maximal de 1:6. Ayant prouvé sa fiabilité, ce format est bien accepté par les PC. Pour les mêmes raisons que le WAV, ces formats sont également en fin de carrière.

**3 MP3 (MPEG-1 Layer III) [.mp3].** Ce format bénéficie au contraire d'un énorme succès populaire, en raison de son adoption par les baladeurs audio associés aux procédures de téléchargement sur Internet. Son codec adapté aux faibles débits permet d'atteindre un taux de compression élevé de 1:10, c'est-à-dire un volume de fichier bien moindre qu'avec les WAV ou AIFF. La compression est en revanche assez destructive, avec dégradation dans les aigus. En résumé, nous n'en recommandons pas l'usage pour la réalisation de programmes audio/vidéo de qualité. Quant au format MP3 Pro (propriétaire de Thomson), lequel atteint effectivement une excellente qualité, il aura disparu avant d'avoir pu occuper une place significative sur le marché.



Figure 22.3 Principaux formats audio. Image Gérard Galès.

**4 AAC (Advanced Audio Coding) [.aac].** C'est le successeur du MP3. Conçu au départ en tant qu'extension du MPEG-2, il a ensuite été amélioré sur la base du MPEG-4 (version 2 et 3). Les extensions possibles sont .aac, .mp4 et .m4a. Son codage est destructif, mais beaucoup moins qu'en MP3. De plus, il supporte l'audio multicanal Surround 5.1. Apple l'a rapidement intégré à son iPod et à son logiciel iTunes. Il est désormais aussi le format audio standard du disque haute définition Blu-ray (BD). Étant maintenant pris en charge (en version HE-AAC, *High Efficiency AAC*) par le format Flash 9 (propriété d'Adobe), il semble promis à un bel avenir, tant pour les ordinateurs que dans les logiciels de montage vidéo. Enfin, la vieille guerre PC versus MAC (et inversement) semble devoir cesser : le *Flash Player 9* est en effet un *plug-in* gratuit compatible avec les deux plates-formes. Il permet de lire les vidéos et autres animations, notamment sur les sites Internet qui l'utilisent désormais en routine. Sa version HD-AAC (haute qualité 24-bit) tend à devenir le nouveau format standard du CD audio.

**5 WMA (Windows Media Audio) [.wma].** Un format propriétaire développé par Microsoft pour *Windows Media Player* et qui s'est ensuite largement répandu sur Internet dans sa version standard. La version Pro, censée être de qualité supérieure n'est que rarement utilisée. Les deux versions savent coder le flux vidéo en débit constant (CBR) ou variable (VBR). Les diverses extensions sont : .wma7.1, .wma9 et .wma pro. Outre un codage moins destructif que celui du MP3, son grand intérêt est d'intégrer un système codé de gestion numérique des droits (GDN en français, ou DRM en anglais). Il s'agit en réalité d'un système protecteur contre la copie illicite, mais qui rend souvent les fichiers illisibles sur lecteur nomade.

**6 Ogg (Ogg Vorbis) [.ogg].** Produit par la fondation *Xiph.Org*, ce format est libre de tout droit. Il s'agit en fait d'un « fichier conteneur » pouvant aussi

bien héberger de l'audio, que de la vidéo ou du texte. En flux audio, le codec utilisé est le « Vorbis » (débit variable = VBR). Plus performant que le MP3 dans les bas débits, il se caractérise par son algorithme qui segmente l'audio en paquets successifs indépendants, le rendant ainsi idéal pour le *streaming* sur le Web. Il est, lui aussi, assez destructif, long à coder et pas toujours reconnu par les logiciels de montage.

## 22.2 La gestion des pistes audio

Dans l'interface de montage en mode *timeline*, la piste audio est toujours située en dessous de la (ou des) piste(s) image. Sa structure est très semblable à celle d'une piste image (des segments coulissants, posés sur un ruban, parallèlement à l'échelle graduée en unités de temps) et elle bénéficie des mêmes options générales (taille, zoom, menu déroulant accessible par clic droit, etc.).

Ce sont évidemment les méthodes d'affichage qui diffèrent. La piste audio peut afficher ou non la forme d'onde du segment audio qui est posé dessus ; elle peut cacher la « ligne élastique » (de volume sonore ou de panoramique) lorsqu'elle n'est pas utilisée et offrir la possibilité de « muter » la piste en lecture, en coupant le son sur le haut-parleur de montage, afin de permettre l'écoute d'une autre piste sonore. Selon le logiciel considéré, le système a la capacité d'importer différents formats audio (mono, stéréo, multicanal 5.1, etc.), ou ne peut accepter au contraire qu'un seul format audio. Néanmoins, un logiciel évolué comme *Adobe Premiere Pro* a la capacité de créer une piste audio dont l'affectation se conforme automatiquement au type de fichier audio que l'on est en train d'importer dans la *timeline*.

Dans la plupart des logiciels de montage grand public, un fichier audio stéréo s'affiche avec ses deux voies (de droite et de gauche) combinées sur une seule piste. On dispose parfois (*Sony Vegas*, par exemple) d'une option autorisant la visualisation séparée des formes d'onde des deux canaux dans cette même piste : ce qui ne permet pas pour autant de les régler indépendamment. Pour le faire, il faut « éclater » le signal stéréo en deux signaux mono, puis déposer chacun d'eux (plus exactement le segment qui le représente) sur une piste audio indépendante dédiée au mono. Dans le cas contraire où l'on veut exploiter en stéréo un fichier audio monophonique, la solution est de dupliquer le segment audio mono sur une seconde piste audio, puis de déplacer leurs valeurs respectives de panoramique : tout à droite pour la voie de droite, tout à gauche pour la voie de gauche.

Il est parfois possible (dans *Adobe Premiere Pro*, par exemple) de faire gérer le fichier du signal mono comme s'il s'agissait d'un signal stéréo, dès son stockage dans le chutier. Il ne s'agit dans les deux cas que de « pseudo-stéréo », puisque les voies stéréo gauche



Figure 22.4 Gestion des pistes audio monophonique ou stéréophonique (Adobe Premiere Pro).

*Piste stéréo (en haut) : dans ce mode d'affichage, il n'y a qu'une seule ligne élastique commune aux deux voies droite et gauche.*

*Pistes mono (en bas) : les deux voies du signal stéréo occupent ici une piste mono différente : chacune dispose d'une ligne élastique et l'on peut les modifier indépendamment.* Image Gérard Galès.

et droite sont issues au départ du même signal mono. Le trucage consiste à retravailler les voies séparément, en jouant sur leurs niveaux de volume et de panoramique, de leur appliquer des filtres différents, etc.

**1 Pistes audio et vidéo combinées.** La composante audio d'un rush (qu'il s'agisse de son mono ou stéréo) est gérée par défaut dans la fenêtre de montage en même temps que la composante image : ce rush est donc déposé sur une piste unique dite *AV* ou *vidéo*. Il s'ensuit que tout changement de durée du segment image modifie identiquement la durée de l'audio. Avec cette méthode, on ne risque jamais la désynchronisation entre l'image et le son. Rien ne vous empêche de régler la qualité et le rendu sonores en ajustant les niveaux de volume, la balance d'effet panoramique, en appliquant des filtres audio, etc.

Si vous souhaitez cependant travailler l'audio indépendamment du segment image + son – par exemple pour le transporter sur une piste audio séparée, le supprimer, le remplacer par un autre segment ou encore réaliser un *split* audio (voir ci-dessous) –, vous devez obligatoirement le « désolidariser » de la partie image : ce que permet tout logiciel de montage un peu évolué.

Cette opération se réalise par l'intermédiaire d'un menu déroulant dans lequel il suffit de valider l'option adéquate (qui selon le programme s'appelle *Séparer*, *Dégrouper*, *Déliar*, etc.). Une autre façon de procéder à la séparation consiste à « bloquer » la partie image sur la piste des rushes (c'est-à-dire en interdisant toute modification), cela en activant l'icône « cadenas » correspondante. Notez que la manœuvre inverse est possible : c'est-à-dire « verrouiller » la partie audio si l'on ne veut intervenir que sur la partie image.

La séparation du son et de l'image est une opération délicate, car on risque la perte de synchronisation. La référence absolue de bonne synchronisation est la correspondance entre le mouvement des lèvres d'un « locuteur » et le son de sa voix (le « lip sync » du

cinéma), mais, l'on peut également se référer au code temporel (TC) ou – comme au bon vieux temps – au « clap » de début de plan.

Lorsque vous avez travaillé la bande son indépendamment de l'image, pensez d'abord à restaurer la synchro image et son ; rien de plus facile avec le logiciel de montage. Il suffit en effet de sélectionner simultanément (en maintenant la pression sur la touche Ctrl du clavier) les parties audio et image du clip, puis de revenir dans le menu déroulant afin d'y cocher l'option inverse de « séparer » (qui, selon le logiciel, s'appelle *Lier*, *Réunir*, *Grouper*, etc.). Dès lors, les segments image et audio sont à nouveau synchronisés et ils ne peuvent plus réagir que conjointement à toute modification.

La plupart des programmes de montage ont la capacité de signaler toute désynchronisation entre image et son, grâce à un message d'alerte (en rouge le plus souvent), lequel indique l'amplitude du décalage constaté. Dans un tel cas, vous devez « déverrouiller » à nouveau les deux segments, puis les réaligner correctement l'un par rapport à l'autre. Une autre manière de procéder est de faire appel à la fonction d'annulation (*Undo*, Ctrl+Z) et de revenir en arrière dans les actions de montage, jusqu'à celle qui a précédé l'action ayant provoqué la désynchronisation. Cette dernière solution est évidemment plus simple, mais elle a le grave inconvénient d'annuler toutes les actions postérieures à celle incriminée : s'il y a un problème, le mieux est de s'en apercevoir et de le corriger le plus tôt possible !

**2 Piste audio indépendante.** Tout logiciel de montage dispose au strict minimum de trois pistes audio que l'on peut gérer indépendamment : la première piste audio des rushes (avec « séparation » image et son, comme on l'a vu ci-dessus), une deuxième piste réservée à d'éventuels commentaires en voix off, aux bruitages et aux doublages sonores, enfin une troisième piste, particulièrement consacrée à l'illustration musicale. Cependant, les logiciels plus évolués

et professionnels permettent de créer de nombreuses pistes audio indépendantes, voire en nombre illimité.

Ces pistes audio étant strictement identiques, vous pouvez y déposer n'importe quel type de fichier sonore (voix, dialogue, musique, bruitage), lequel sera alors représenté par un segment ayant des propriétés équivalentes à celles de son homologue « image ». Il va de soi qu'aucun fichier image n'est enregistrable sur une piste audio.

Sur une piste audio, un segment audio se « manipule » de la même manière qu'un segment image : déplacement, réduction ou ré-allongement, « rabotage », scission, ajout de filtres, réglages du volume et d'un effet panoramique, etc. La multiplication des pistes audio indépendantes augmente les possibilités d'enrichissement de la « bande sonore » du vidéofilm. Chacune des pistes (par exemple, Son synchrone caméra – Commentaire – Bruit – Musique A – Musique B) est mélangée aux autres pistes audio afin de constituer la bande sonore composite définitive, dont il reste à préciser la nature « physique » (mono, stéréo, multicanal Surround 5.1, etc.).

## 22.3 La technique du *split* audio

Cette technique – spécifique au montage audio – consiste à décaler les points d'entrée et/ou de sortie de la piste sonore, mais en conservant la synchronisation avec l'image. Il est ainsi possible de laisser entendre la bande sonore du vidéofilm avant que l'image correspondante n'apparaisse à l'écran ou, au contraire, prolonger l'audio, alors que les images qu'il accompagne ne sont plus présentes à l'écran. Donnons l'exemple typique d'une séquence d'interview qui débute par la voix off de la personne interviewée, accompagnée d'images « illustratives » (des plans de coupe, par exemple) ; toujours dans la continuité de l'interview, on voit ensuite le visage de l'interviewé (l'image synchrone), la séquence se termine par d'autres plans se superposant à la voix off.

Ces deux façons de démarrer l'audio en amont ou en aval de la section d'image synchrone sont – dans le jargon du métier – respectivement appelées *split audio en L* et *split audio en J*, par analogie avec la forme de ces lettres. En effet, le L ayant sa barre horizontale tournée vers la droite et le J vers la gauche, elles symbolisent visuellement les positions relatives des segments audio et image sur la *timeline*.

La réalisation d'un *split* audio ne demande donc pas de déplacer les segments image et son l'un par rapport à l'autre : ils restent toujours synchrones. L'opération consiste simplement à raccourcir ou allonger un segment image ou son. Il s'agit d'un segment audio dans le cas où la durée image doit rester fixe, ou d'un segment image si c'est la durée de l'audio qui ne change pas. Cependant, l'opération n'est possible que si l'on dispose de suffisamment de « marge » d'image et/ou de son sur les segments que l'on souhaite manipuler. Cela semble évident, mais quand on est devant son poste de montage, on oublie trop souvent qu'il est impossible de dépasser la durée totale d'un plan vidéo capturé, aussi bien en amont qu'en aval : on ne peut pas monter de l'image ou du son qui n'existe pas dans le rush capturé. Aussi, avant d'incriminer votre logiciel qui refuse obstinément de vous laisser modifier les points d'entrée et/ou de sortie d'un plan, vérifiez sur le plan original concerné (non monté) qu'il comporte effectivement la longueur supplémentaire dont vous avez besoin. Si le rush capturé s'avère trop court pour autoriser le *split* audio désiré, effectuez une nouvelle capture en veillant à lui accorder la marge nécessaire en amont et en aval.

**1 Montage en L.** Comme on l'a vu ci-dessus, le but de l'opération est de laisser le son synchrone déborder d'un plan sur le plan suivant. Quand le plan image est assemblé et qu'il ne sera pas modifié, verrouillez la piste image ou déliez la synchronisation. Afin de mieux contrôler la manœuvre, positionnez exactement la tête de lecture sur le raccord entre les deux plans concernés. Puis, allongez la piste sonore du plan amont en « tirant » vers la droite sur son point de sortie avec l'outil de découpe. En conséquence, le point d'entrée du plan audio aval sera raccourci d'autant (avec certains logiciels, il est requis d'éliminer préalablement cette portion de piste sonore).

Quand c'est la durée du son qui ne doit pas être modifiée – s'il s'agit par exemple de la fin d'une phrase – vous devez en revanche agir sur le segment image pour obtenir le même effet. Dans le cas d'un logiciel utilisant le principe de verrouillage des pistes par « cadenas », c'est la piste audio qu'il faut verrouiller. Raccourcissez alors le segment image amont (en tirant vers la gauche sur son point de sortie). Selon le mode d'assemblage choisi (et autorisé) par votre logiciel, le plan aval va « suivre » automatiquement en se décalant lui aussi vers la gauche ; sinon, vous devrez le faire manuellement de manière à ce qu'il comble le « trou » ainsi créé



Figure 22.5 Cette séquence de montage dans Avid Pinnacle Studio combine un *split* audio en J, suivi d'un autre *split* audio en L. Image Gérard Galès. Voir p. 251 du cahier couleur.



Figure 22.6 Les deux manières de créer un *split audio en L* : soit par une action sur le segment sonore (*en haut*), soit par une action sur le segment image (*en bas*). Image Gérard Galès. Voir p. 251 du cahier couleur.

et se retrouve à cheval sur le raccord sonore. Une autre solution de « remplissage » possible serait de combler cet espace vide avec un plan de coupe sélectionné dans le chutier.

**2 Montage en J.** À l'opposé du montage en L, le montage en J a pour objet de prolonger la durée du plan image, alors qu'il n'est plus accompagné d'un son synchrone. Comme précédemment, positionnez la tête de lecture sur le raccord et déliez la synchronisation si ce n'est déjà fait. Avec un système à « cadenas », préservez l'image en bloquant sa piste. Raccourcissez alors la piste audio amont (son point de sortie est « tiré » vers la gauche) de manière à créer un « trou » dans la piste sonore. Selon le cas, cette interruption du son peut être comblée au moyen d'un segment audio « venu d'ailleurs », ou bien par allongement vers la gauche du segment sonore du plan aval (point d'entrée tiré vers la gauche). Attention ! Dans ce dernier cas, cela n'est possible que si ce plan aval avait été antérieurement raccourci par son début.

Quand c'est l'audio qui est prioritaire, bloquez la piste audio (dans le cas d'un « cadenas ») et allon-

gez le plan image vers la droite (à condition que vous disposiez de la « marge » nécessaire). Selon le mode de montage adopté, le plan aval peut « suivre le mouvement » et se réduire automatiquement ou bien bloquer l'opération. Essayez alors un autre mode de montage, par exemple de type *Propagation* ou *Compensation*. S'il refuse obstinément dans tous les modes de montage disponibles, cela signifie, comme pour le montage en L, qu'il faut supprimer au préalable cette portion image afin de laisser la place à la portion image « débordante » du plan amont.

## 22.4 Régler le niveau du volume et/ou du panoramique (audio stéréo, ou multicanal 5.1)

La « ligne élastique » est l'une des plus remarquables inventions du montage virtuel. Tout logiciel de

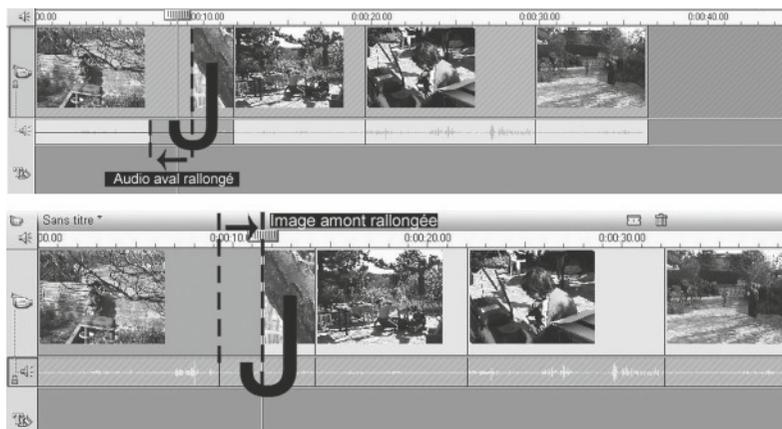


Figure 22.7 Les deux manières de créer un *split audio en J* : soit par une action sur le segment sonore (*en haut*), soit par une action sur le segment image (*en bas*). Image Gérard Galès. Voir p. 251 du cahier couleur.

montage digne de ce nom doit en être pourvu. La fonction s'avère tout aussi pratique pour le réglage du volume audio, du mode panoramique sonore, que pour modifier la densité (transparence) d'une image, ou encore contrôler les variations d'un effet spécial (par exemple, accéléré ou ralenti). Comme l'évoque son épithète, la ligne élastique a la faculté de « s'étirer » vers le haut ou vers le bas quand vous déplacez avec la souris un point clé que vous avez créé. Vous pouvez créer autant de points clés (parfois nommés « poignées ») que désiré, de manière à composer une ligne graphique brisée complexe, représentant de multiples variations des valeurs du paramètre considéré. Lorsque vous supprimez un point clé, la ligne reprend instantanément sa position standard ou moyenne entre les deux points clés les plus proches.

Une fois que vous aurez maîtrisé la fonction, utilisez la ligne élastique sans modération, car c'est un superbe modèle d'interactivité. En audio, par exemple, la ligne montante indique que le son s'amplifie et, inversement, qu'il s'affaiblit quand elle descend. Une échelle de référence (graduée en dB dans le cas de l'audio) en fait un véritable instrument de mesure.

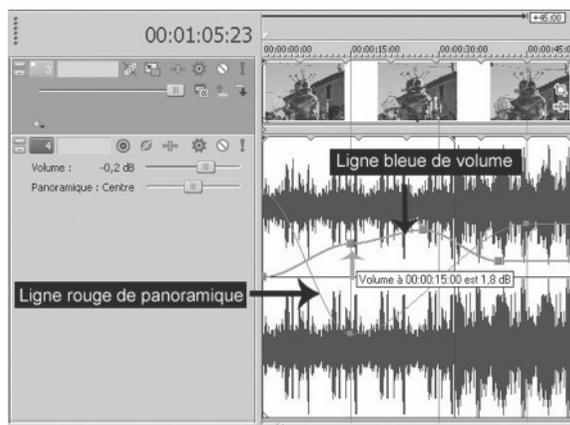


Figure 22.8 Dans la *timeline*, chaque piste audio dispose de deux lignes élastiques (de couleur variable selon le logiciel concerné) : l'une est dédiée au réglage du volume sonore, l'autre – appelée *panoramique* – au réglage de la spatialisation du son. *Image Gérard Galès. Voir p. 248 du cahier couleur.*

Jouer sur les effets de panoramique sonore vous permet de « spatialiser » le son lors de sa diffusion, soit très classiquement en mode stéréo, soit – dans le cas d'une présentation à partir d'un DVD ou d'un BD – en mode multicanal Surround 5.1, à condition bien sûr que votre logiciel soit capable de gérer ce dernier et de le coder au format *Dolby Digital* au moment de l'exportation (cf. 16.9 & 16.10, ainsi que l'encadré suivant). Ce mode Surround permet de partager la diffusion de la bande sonore sur cinq enceintes réparties dans le volume de la salle de projection, auxquelles s'ajoute un caisson de basses (le 1 de 5.1).

La ligne élastique de panoramique s'avère très efficace, même en simple stéréophonie. Elle permet (à l'aide de curseurs ou d'un bouton rotatif selon les programmes) de conforter l'effet visuel de déplacement d'un mobile à l'écran, en déplaçant corrélativement le point de l'espace d'où semble émaner le bruit émis par le sujet. Prenons l'exemple d'une automobile qui se déplace de droite à gauche en traversant l'écran.

Pour créer l'effet audio panoramique, allez dans le segment audio concerné. Puis, sur la ligne élastique dédiée au réglage de panoramique, créez un premier point clé au départ et un autre au moment où se termine le déplacement visuel (servez-vous de la ligne verticale de la tête de lecture pour vous caler). Tirez ensuite le premier point clé du côté correspondant (tout à droite dans notre exemple d'automobile) et l'autre tout à gauche vers le côté opposé. À l'écoute du son stéréo, le bruit du véhicule semblera lui aussi traverser l'écran de droite à gauche.

Si l'on veut – dans un logiciel compatible – créer une bande sonore en mode multicanal de type Surround 5.1, il faut disposer de cinq pistes audio séparées, sur lesquelles on importe les segments sonores correspondant à chaque voie. C'est ensuite en jouant sur la position de la ligne élastique (ou du bouton rotatif) de chaque piste que l'on localise dans l'espace chaque élément qu'elle contient. C'est ainsi que l'on va, par exemple, évoquer le défilement de l'automobile avec les haut-parleurs avant droite et gauche, faire provenir la voix d'un personnage hors champ du haut-parleur arrière gauche et les bruits et/ou la musique des (quatre) haut-parleurs situés à gauche et à droite relativement au spectateur. Quant au caisson de basses, il ne fait qu'émettre les plus basses fréquences extraites des autres pistes et sa localisation dans la salle de projection ne modifie guère ses effets.

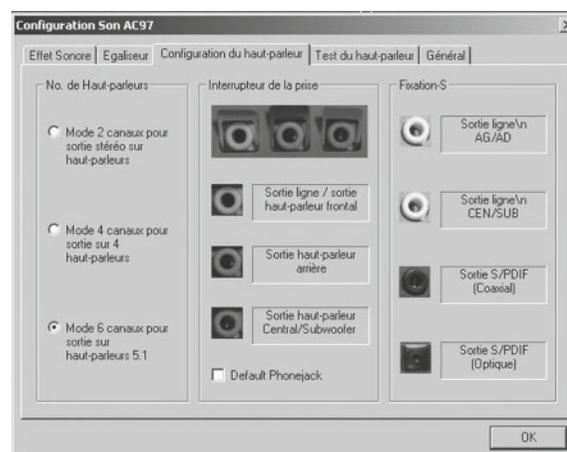


Figure 22.9 Sur une carte audio d'ordinateur, répartition du signal audio multicanal Surround 5.1 sur les prises mini-jack de sortie vers les haut-parleurs. *Image Gérard Galès.*

### La saga du Dolby Digital avec effet Surround

- Le *Dolby Digital* est le système de codage audio le plus couramment adopté jusqu'à l'avènement de la haute définition, en particulier sur les DVD-film (48 kHz/16-bit, 6 canaux, avec un débit maximal de 480 kbit/s). Pour en bénéficier, il faut que la source audio soit numérique et que le codeur soit spécifiquement Dolby Digital. Le système existe sous deux principaux types de codages : le *Dolby Digital 2 canaux* (donc stéréo) et le *Dolby Digital 5.1 canaux*. Dans le premier cas, la bande sonore Surround est « compacte », de sorte que la restitution de l'effet spatial dit « Surround » nécessite l'emploi d'un décodeur *Pro Logic*. Sinon, on a une restitution stéréo « normale ». Dans le cas du codage *Dolby Digital 5.1*, chaque piste audio est numérisée en valeurs discrètes (cf. 28.5). Ce système est également exploité par le DTS (*Digital Theater System*) son principal concurrent (44,1 kHz/20-bit).
- L'écoute d'une bande sonore codée en Dolby Digital 5.1 exige un système de haut-parleurs compatible (pouvant se trouver intégré à un lecteur DVD, à un écran TV ou un ampli de chaîne Hi-Fi). Pour le Blu-ray (BD), lequel va rapidement remplacer le DVD dans les prochaines années, c'est le format audio AAC (cf. 22.1.1) qui a été choisi en standard.
- Dans la multitude des autres formats audio signés Dolby, ne retenons que les deux formats haute définition apparus récemment : le *Dolby True HD* (dérivé du format MLP Lossless du DVD Audio) et le *DTS HD Master Audio*. Tous les deux bénéficient d'une qualité sonore digne de celle que l'on obtient dans un studio d'enregistrement professionnel (96 kHz/24-bit, avec gestion d'effet Surround en 7.1). Ces formats sont optionnels en Blu-ray, c'est-à-dire que tous les lecteurs de BD ne seront pas forcément capables de les décoder.

## 22.5 Exploiter les données d'une forme d'onde

Dans le domaine de l'audio, la grande innovation du montage virtuel est d'offrir la possibilité de « voir » le son à l'écran, plus exactement sa représentation graphique sous la forme d'une onde se déroulant en ruban dans la *timeline*. Il ne s'agit certes pas d'un gadget visuel dont le rôle serait de « faire joli » et d'impressionner la galerie : accompagnée d'excellentes conditions d'écoute, la forme d'onde audio constitue un incomparable instrument d'analyse et de contrôle du message sonore. Savoir interpréter et exploiter rationnellement les informations délivrées par la forme d'onde permet au monteur expérimenté de conférer une qualité optimale à la bande sonore et, au débutant, d'éviter les erreurs les plus grossières.

**1 Interpréter les données.** Grâce à la forme d'onde, il est possible d'apprécier l'intensité (le volume) d'un son et sa hauteur (la répartition de ses fréquences graves ou aiguës). Comme sur une piste vidéo, un outil de zoom est habituellement disponible sur la *timeline*, qui permet d'observer la forme d'onde plus en détail. Sous un grossissement relativement important, on s'aperçoit qu'elle est constituée en réalité d'une seule ligne continue qui « zigzague » en permanence de haut en bas. L'intensité s'y traduit visuellement par des crêtes et des creux de plus ou moins grande amplitude (petite amplitude = son faible, grande amplitude = son fort). Quant à la fréquence, elle se caractérise par le nombre d'oscillations (crêtes et creux) qui s'affichent par seconde. Les oscillations rapprochées correspondent aux fréquences élevées (aux sons aigus) et les oscillations espacées aux basses fréquences audio (aux sons graves). À noter qu'un fichier audio constitué de plusieurs canaux audio peut être visualisé sur la *timeline* de certains logiciels de montage sous la forme d'une seule onde faisant la moyenne de l'intensité de tous ses canaux.

**2 Caler l'image avec le son.** L'un des principaux avantages de cette représentation graphique de la modulation sonore est d'apporter de précieux repères de correspondance entre l'image et le son, ainsi qu'entre sons identiques. La chose est particulièrement utile dans le cas du tournage multicaméra. Par exemple, un repère de synchronisation en début de séquence marqué par un « clap » fort (audio) et net (image) est facile à recalculer au montage avec une plus grande précision que juste « à l'oreille ». Il suffit de faire correspondre – en s'aidant de l'échelle et de la tête de lecture – la fermeture du « clap » sur l'image avec la crête bien nette qu'il a provoqué sur la piste audio. Il est en somme assez facile de resynchroniser les séquences issues des différentes caméras : les sons enregistrés au même instant par les différentes caméras présentent sensiblement la même forme d'onde. Il suffit donc d'aligner les clips les uns au-dessus des autres sur les pistes de montage, puis de faire correspondre précisément leurs formes d'ondes, en s'aidant – à défaut d'un clap de départ commun à toutes les caméras – des modulations les plus significatives des formes d'onde.

**3 Mesurer l'étendue dynamique.** La forme d'onde apporte aussi des informations pertinentes sur l'*étendue dynamique*. Cette dernière exprime par des chiffres (généralement en dB), la différence d'intensité entre le son le plus fort et le son le plus faible restitués par le système audio (cf. 16.2). Par exemple, une bande sonore alternant cris et murmures a une étendue dynamique élevée, alors qu'un commentaire lu sans grandes variations d'intensité de la voix offre une faible dynamique. Ainsi est-il possible, en mesurant ou en observant l'étendue dynamique sur la forme d'onde d'un clip vidéo, de s'assurer qu'elle est normalement acceptée par les spécifications du système audio.



Figure 22.10 Aspect d'une forme d'onde sonore selon le niveau de zoom (le facteur de grossissement) qui lui est appliqué.

Sur la vue « zoomée », on remarque que cette forme d'onde (ici, d'une musique) est en réalité constituée d'une seule ligne brisée de forme irrégulière. Image Gérard Galès.

#### 4 Observer les variations d'intensité du son.

Avant de régler le volume d'une piste audio, prenez le temps d'observer sa forme d'onde. Entraînez-vous dans un premier temps à faire la distinction entre les crêtes du signal audio et son intensité moyenne. Il ne faut pas régler l'intensité sonore en ne se fiant qu'aux crêtes, lesquelles représentent les intensités maximales atteintes un très bref instant : il est acceptable qu'elles dépassent quelque peu l'intensité moyenne du clip audio. Cette dernière, qui détermine le volume global réel, est en conséquence située légèrement en dessous et correspond aux zones les plus denses et les plus foncées qui se trouvent près du milieu de l'onde.

5 Vérifier que le son n'est pas saturé. Il se peut que le son ait été enregistré à un niveau trop élevé à la prise de vues : mauvais réglage manuel ou non-fonctionnement du système *limiteur automatique* dans le cas où l'intensité du son a brusquement augmenté. Cela provoque la saturation du système enregistreur, accompagné de grésillements et de distorsions qui affectent plus ou moins considérablement la qualité

du son. La forme d'onde reproduit ce phénomène de saturation de manière très caractéristique. Comme vous pouvez l'observer sur la figure 22.11, l'onde atteint son niveau maximal et ne présente plus aucune crête. Il s'agit, dans le domaine sonore, du même phénomène de saturation provoqué par la surexposition massive des images. Il n'y a plus de modulation dans le corps du signal : la seule solution étant alors de refaire l'enregistrement, si cela est possible !

## 22.6 Création de fondus et de fondus enchaînés

Il y a *fondu à la fermeture* quand l'intensité sonore diminue graduellement, de manière qu'elle soit égale à zéro (silence) quand la tête de lecture atteint la fin du segment audio. Inversement, réaliser un *fondu à l'ouverture* consiste à augmenter le niveau sonore, de zéro au début du segment audio, jusqu'à son niveau

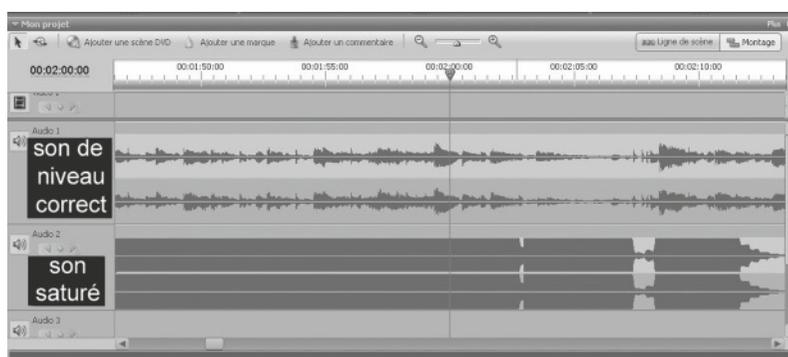


Figure 22.11 La saturation d'un son génère dans la piste audio une forme d'onde très caractéristique qui se détecte immédiatement. Dans un tel cas, il est indispensable de refaire l'enregistrement avec des réglages « valides ». Image Gérard Galès.



Figure 22.12 Il existe plusieurs manières de réaliser des fondus sonores. La plus classique – illustrée ici dans le logiciel Adobe Premiere Elements – passe par la création de pentes variables sur la ligne élastique de volume, articulées au moyen de divers points clés. *Image Gérard Galès.* Voir p. 248 du cahier couleur.

normal. On parle de *fondu enchaîné* quand le fondu à la fermeture du segment audio de la piste A est combiné avec un fondu à l'ouverture de même durée appliqué au segment audio de la piste B.

Votre logiciel de montage dispose d'un ou de plusieurs différents outils de création de fondus énumérés ci-dessous :

- Dans la barre d'outils ou dans le panneau des paramètres audio : une icône de fondu à l'ouverture et une icône de fondu à la fermeture. Après avoir sélectionné le segment audio concerné, il suffit de cliquer sur l'icône *ad hoc* avec la souris pour que le fondu se crée automatiquement.
- Dans la bibliothèque des effets de transitions : vous appliquez celui appelé « fondu », sur le début ou la fin du segment audio concerné. Pour réaliser un « fondu enchaîné », il faut créer un fondu sur chacun des deux segments superposés sur des pistes voisines (la fin du segment A et le début du segment B).
- Dans le segment audio lui-même, se trouvent des outils permettant de créer manuellement autant de fondus que désiré, cela en exploitant la ligne élastique et les points clés. Pour ce faire, créez un point clé sur la ligne élastique au début ou à la fin de l'endroit où vous voulez que commence ou que se termine la lecture du son à niveau normal. Ce point clé constitue une sorte « d'axe central » (et coulissant si besoin est), une « charnière » pour la ligne élastique. Avec la souris, saisissez ensuite le point clé de début ou de fin (automatiquement généré par le segment) et abaissez-le au niveau le plus bas. La ligne élastique suit alors cette pente. Voici une variante proposée par certains logiciels : quand on approche le pointeur de la souris d'une extrémité de segment audio, celui-ci se transforme

en outil de fondu. Il suffit dans ce cas de « tirer » l'outil vers l'intérieur du segment pour créer automatiquement un fondu, la ligne élastique adoptant d'elle-même la courbe adéquate.

- Enfin, une table (logicielle) de mixage audio peut générer automatiquement des points clés correspondant aux déplacements de chaque curseur linéaire contrôlant une piste. Cette dernière méthode « fonctionne » de la même manière qu'une table de mixage matérielle, une console d'éclairage, etc.

## 22.7 Filtrer l'audio

Le principe d'application d'un filtre audio est semblable à celui d'un filtre vidéo : sélectionné dans la bibliothèque, le filtre désiré est amené sur le segment audio (glissé-déposé à la souris). On va ensuite dans le panneau de paramètres pour configurer l'espace de réglage, afin de disposer de la place suffisante pour manœuvrer confortablement les curseurs linéaires de réglage. Procéder de même quand le filtre se présente sous la forme d'une façade avec des fenêtres spécialisées : son architecture rappelle furieusement celle des pupitres matériels d'autrefois, avec profusion de boutons et autres organes de réglage dont la mise en œuvre requiert une bonne compréhension du domaine sonore. C'est dire que bien des « amateurs » peuvent s'y exercer avec bonheur.

Cela étant, il est fréquent que l'un de ces modules externes d'effets audio s'affiche automatiquement dans des fenêtres flottantes. *Adobe Premiere Pro*, par exemple, propose au choix l'affichage des réglages du *plugin* au cœur de son mélangeur audio ou bien, grâce à un double-clic sur son nom, son ouverture dans une fenêtre indépendante. Quand le logiciel ou le



Figure 22.13 Voici l'interface d'Adobe Premiere Pro, spécialement configurée pour l'emploi et le paramétrage des filtres d'effets spéciaux audio. Image Gérard Galès.

module offre de plus une mini-timeline, n'hésitez pas à l'agrandir, afin de faciliter la pose des divers points clés utiles.

À l'instar des effets vidéo, il est le plus souvent possible d'appliquer simultanément plusieurs effets à un même segment sonore. Cependant, la bibliothèque de filtres d'effets audio fournie d'origine avec le logiciel est généralement moins fournie que son homologue dédié à l'image. Cependant, beaucoup de logiciels de montage sont désormais compatibles avec des modules indépendants (*plugins*), développés par des éditeurs de logiciels indépendants, passionnés d'audio. Chaque module est généralement dédié à une seule correction audio spécifique. Si tel est votre bon plaisir – nous ne donnerons pas d'avis sur la question – vous pouvez télécharger sur Internet ceux qui vous intéressent, d'autant qu'ils sont pour la plupart gratuits.

Vérifiez au préalable (vous trouverez ce type de renseignements sur les sites et forums) que votre programme logiciel de montage est effectivement compatible avec les modules les plus courants, tels que *VST* (*Virtual Studio Technology*) – développé par Steinberg

(versions pour PC ou pour MAC) – et *DirectX* (développé par Microsoft, donc pour PC). Il existe bien d'autres *plugins* pour filtres d'effets audio et générateurs d'instruments virtuels de musique, mais nous ne pouvons aller plus loin dans leur description.

Le(s) *plugin*(s) étant installé(s), revenez dans l'interface de montage afin de vérifier si votre programme reconnaît automatiquement ou non les modules que vous venez d'installer. Si tout va bien, les *plugins* doivent apparaître dans la bibliothèque d'effets audio. Sinon, allez dans le panneau de configuration afin de lui indiquer quel est le chemin à suivre pour les retrouver et les reconnaître comme actifs. Nous en donnons un exemple figure 22.15 : le chemin à suivre est C:\Program files\Avid\Avid Liquid 7\Plugins\VST. Pour faciliter cette intégration (faute de système automatique), certains programmes proposent parfois un bouton dédié du genre « *Recherche plugins audio* » : si on le clique, le système va de lui-même visiter le répertoire des modules externes et repère automatiquement les divers effets qu'il contient.

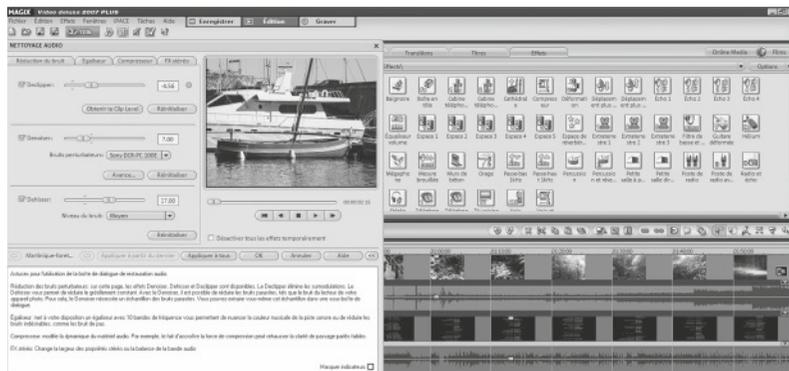


Figure 22.14 Galerie de filtres d'effets spéciaux sonores dans la bibliothèque du logiciel Magix Video deluxe et curseurs de réglages (à gauche). Image Gérard Galès.



Figure 22.15 Méthode de configuration à adopter afin que les *plug-ins* audio d'origine VST (Virtual Studio Technology) soient reconnus dans le logiciel Avid Liquid.

Image Gérard Galès.

## 22.8 Enregistrer un commentaire en voix off au stade du montage

L'ajout d'un commentaire en voix off (ce qui veut dire que le locuteur n'apparaît pas à l'écran) est pratiquement la règle avec les films du genre documentaire, scientifique, industriel, etc., pour lesquels il est indispensable de donner toutes sortes d'informations complémentaires à l'image. Cette opération – qui se nomme *Voice Over* en anglais – consiste à enregistrer la voix du commentateur pendant qu'il visionne le vidéofilm correspondant. Ce son est ensuite déposé sur une piste audio libre de la *timeline*. Comme pour pratiquement toutes les phases d'une réalisation vidéo, la création d'un commentaire doit être envisagée sous plusieurs aspects :

- Rédaction du commentaire.
- Matériel.
- Préparation du poste de commentateur.
- Enregistrement.

**1 Rédaction du commentaire.** Dans le chapitre 6 (cf. 6.7) dans lequel ces aspects « littéraires » sont traités en profondeur.

**2 Matériel.** Les matériels nécessaires sont un excellent microphone avec son câble-allonge et un casque de contrôle. Le microphone intégré au camescope est loin d'être idéal, mais il est à la rigueur utilisable à condition qu'il ne soit pas trop sensible, et ne capte pas « automatiquement » les bruits parasites ambiants : ce qui est pour ainsi dire inévitable avec un camescope *lambda* qui n'autorise pas le débrayage du gain automatique.

Dans cette configuration, vous pouvez exploiter la sortie audio analogique du camescope « enregistreur » que vous connectez à l'entrée audio de type « ligne » de l'ordinateur. La solution clairement plus « professionnelle » requiert l'emploi d'un micro indépendant sur pied de type dynamique ou électrostatique directif (hypercardioïde par exemple). Sur ces points, référez-vous au chapitre 16

Dans le cas d'emploi d'un micro externe, le connecteur mâle du câble-allonge micro se branche directement dans l'entrée de type « micro » de la carte audio de l'ordinateur. Le connecteur se repère facilement grâce à sa couleur rose ou rouge (sur la carte, les connecteurs bleu et vert sont respectivement réservés à l'entrée et à la sortie ligne). Dans le logiciel de montage, deux organes de réglage et contrôle sont habituellement disponibles : un  *curseur linéaire de réglage du niveau d'enregistrement*  et, lorsque ce dernier est géré par la carte audio de l'ordinateur, un  *bargraph coloré*  signalant les conditions de sous-modulation ou de surmodulation (la zone de saturation est indiquée en rouge).

Assurez-vous que la qualité d'enregistrement et de numérisation du fichier de commentaire soit correcte et de préférence identique à celle du projet en cours de réalisation. En effet, les paramètres peuvent avoir été modifiés lors d'un montage précédent, mais ne se sont pas forcément réinitialisés avec le nouveau projet.

**3 Préparation du poste de commentateur.** Une réalisation de grande qualité technique et artistique requiert d'enregistrer le commentaire dans les meilleures conditions. Pour nous, cela veut dire que le commentateur se trouve dans une « cabine » phoniquement isolée, confortablement assis devant son microphone, son texte bien éclairé sous les yeux et qu'il dispose enfin d'un écran moniteur sur lequel se projette le film monté.

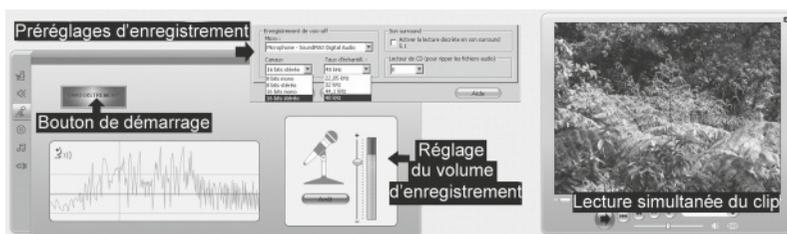


Figure 22.16 Enregistrement d'un commentaire.

Après avoir spécifié la qualité d'enregistrement (en haut) et réglé le niveau du volume de celui-ci (au centre), le commentateur clique sur la touche de démarrage (à gauche) et parle dans le microphone, tout en observant les images sur la visionneuse (à droite). Image Gérard Galès.

Dans une approche « professionnelle » le commentateur interprète doit disposer du texte définitif, imprimé en double interligne en caractère assez gros, en recto seulement de feuillets A4. Chaque départ de phrase est repéré par son code temporel (TC) (cf. 6.7.2). Ce même TC (en continu cette fois) se superpose ou s'incruste dans les images du moniteur.

**4 Conseils d'enregistrement.** Profitez des répétitions pour régler précisément le niveau d'enregistrement avec le curseur. Dans l'idéal, ce niveau doit être proche de 0 dB, en ne le dépassant brièvement que sur les pics d'intensités (éclat de voix, cri, etc.). La micro sur support doit se trouver à environ 15-20 cm de la bouche du locuteur. La distance optimale étant déterminée par les essais, il ne faut plus en changer en cours d'enregistrement. Lorsque le microphone du commentateur se trouve à proximité du poste de montage, veillez particulièrement à le protéger des bruits parasites : ventilateur de l'ordinateur, personnes présentes, manipulation des pages de texte, etc. Pendant l'enregistrement, il est essentiel de couper les haut-parleurs de l'ordinateur et/ou du moniteur ; sinon, gare à l'effet Larsen ! Dans beaucoup de configurations matériel, le fait de brancher un casque d'écoute désactive les haut-parleurs.

Selon les préférences du réalisateur, la manière dont le travail a été préparé, mais surtout les qualités de « récitant » du commentateur, on procède à l'enregistrement du commentaire par séquences plus ou moins longues : cela peut aller du « phrase par phrase » à la durée totale du film. En relecture, le début de la parole s'aligne sur le point précis où se trouvait la tête de lecture au départ de l'enregistrement. Il est très facile de manipuler les segments audio et de les remonter comme désiré car, contrairement aux images et à la musique qui sont « continues », il y a forcément des silences entre les phrases et entre les mots ce qui facilite considérablement la mise en place de la parole par rapport aux images.

Chaque monteur (ou réalisateur ou ingénieur du son) a sa manière de travailler. Pour notre part, nous préférons finaliser indépendamment la « bande » parole complète : ce qui permet d'effectuer le mélange final (avec la bande « son international », cf. 22.10) en une seule « passe ».

## 22.9 Exploiter un générateur de musique

Il existe un grand nombre de petits logiciels générateurs de musique que l'on peut télécharger gratuitement sur le Net. À vrai dire, ces derniers sont plutôt « basiques » et conviennent mal à l'illustration musicale des films. Pour cette raison, de plus en plus de logiciels de montage incorporent leur propre générateur de musique, proposant différents genres musicaux classiques ou modernes et fonctionnant en parfaite symbiose avec le logiciel de montage « hôte ». Le générateur dispose d'une bibliothèque (extensible par packs payants) de thèmes musicaux classés par genre. Dans chaque thème, l'utilisateur peut choisir divers morceaux et, dans chacun de ces derniers, il a encore le choix de plusieurs variantes instrumentales. Cette musique est, bien entendu, totalement libre de droits.

Le module spécialisé – un *plugin* – n'est « supporté » que par un logiciel de montage compatible. Selon le logiciel « hôte », il peut être acheté séparément ou bien livré d'origine dans une solution de montage : dans ce cas, son installation s'exécute automatiquement, conjointement à celle du logiciel principal. Le générateur *SmartSound*, par exemple, peut être hébergé – grâce à des versions spécifiques – par *Adobe Premiere Pro*, *Premiere Elements*, *Ulead VideoStudio*, *MediaStudio Pro*, *Cyberlink Power Director*, *Avid Pinnacle Studio*. Notons que ce dernier incorpore d'origine un autre générateur de musique appelé *Scorefitter*.

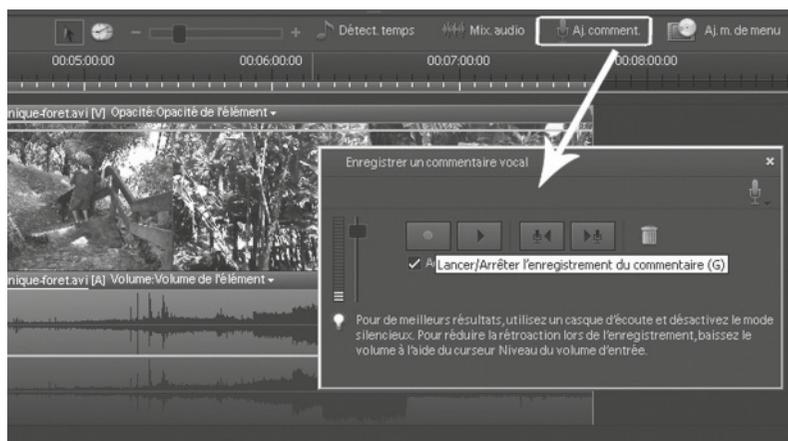


Figure 22.17 Méthode d'enregistrement de commentaire en direct dans le logiciel Adobe Premiere Elements. Image Gérard Galès.



Figure 22.18 Bibliothèque des thèmes musicaux et de leurs variations instrumentales dans le panneau du générateur de musique Scorefitter. Image Gérard Galès.

Le principe de fonctionnement est très simple et il est analogue quel que soit le module : vous sélectionnez la musique « qui va bien », vous définissez l'instant où la musique doit commencer (en plaçant la tête de lecture en bonne place sur une piste audio libre), puis vous lancez la création du segment audio. Le générateur arrête de lui-même la musique à la fin du montage ou de la séquence, en s'arrangeant de plus pour le faire sans coupure brutale de la ligne mélodique.

## 22.10 Réalisation du mélange définitif avec un mélangeur virtuel

Largement inspiré de la console de mélange « matérielle » qui est toujours privilégiée dans les studios d'enregistrement, le mélangeur virtuel (« mixeur » ou « mixer », en français) a représenté un immense progrès dans le secteur de la post-production audio. Comme dans un studio audio professionnel et avec pratiquement autant de moyens de contrôle et de réglage, il permet de réaliser la bande audio finale appelée *Master*, *Principal* ou *Globale* : celle que le spectateur entendra en regardant le film.

Dans la plupart des logiciels, le panneau du mélangeur virtuel est à « géométrie variable ». En effet, il prend automatiquement en compte le nombre de pistes utilisées dans la *timeline*, chaque piste étant représentée sous la forme d'une bande verticale. Il est donc normal que la taille de la fenêtre varie selon le projet en cours. Comme le montre la figure 22.19, la partie supérieure de chaque piste comporte le nom ou le numéro de la piste audio qui lui correspond sur la *timeline*. En bas du panneau mélangeur, chaque piste est flanquée d'un curseur linéaire se déplaçant devant une échelle graduée en dB. La valeur 0 dB est celle du niveau moyen, affichée ici par défaut. Par principe, les valeurs (négatives) de niveau du signal inférieures à 0 dB indiquent la sous-modulation (son faible) et les valeurs supérieures à 0 dB à une surmodulation pouvant provoquer une distorsion du son par saturation. Lorsque chaque curseur est accompagné d'un Vu-mètre de type bargraph (figures 22.19 & 22.20), la surmodulation est signalée par un segment qui s'illumine en rouge en haut du bargraph. Rappelons que de brèves incursions du niveau dans la zone rouge – qui correspondent à des crêtes du signal – sont tout à fait normales : le risque de distorsion sonore est en revanche certain quand « l'allumage » en rouge reste constant.

Le mélangeur offre également un réglage *Panoramique* de chaque piste. Si celui-ci se commande



Figure 22.19 Panneau de mélange audio du logiciel Ulead MediaStudio Pro.

Chaque piste (avec son curseur et ses cinq bargraphs) est surmontée de la représentation d'espace d'écoute destinée au réglage de la spatialisation du son (mode multicanal Surround 5.1). Image Gérard Galès.

avec un bouton rotatif, il suffit de le faire tourner vers la droite ou vers la gauche avec le pointeur de la souris pour que le signal audio de la piste concernée soit aiguillé sur le haut-parleur du côté correspondant.

Le panoramique affiche parfois un graphique représentant l'espace d'écoute, sur lequel chaque haut-parleur correspondant à une piste est représenté par un point. En déplaçant ces points un à un avec la souris, vous pouvez simuler l'espace sonore qui sera restitué dans la configuration choisie. Ce type de réglage permet de créer l'illusion de déplacement des sources sonores dans l'espace, soit en mode « panoramique simple » (deux voies stéréo), soit de mouvement complexe en mode Surround (haut-parleurs multiples, Multicanal 5.1, par exemple).

Outre les commandes destinées à rendre une piste muette (*Mute*) ou, au contraire, qu'elle soit seule activée (*Solo*), un mélangeur évolué doit offrir plusieurs modes d'exploitation en lecture et enregistrement afin de répondre aux besoins du monteur ou de l'ingénieur du son. Voici les modes les plus fréquemment disponibles dans les logiciels de montage ou audio actuels ; à vous de voir comment y accéder dans le logiciel que vous utilisez :

- **Mode Lecture.** Il permet de lire le tracé de ligne élastique précédemment enregistré. Dans ce cas, le curseur se déplace en suivant les variations de ce tracé, mais vous pouvez déplacer le curseur comme désiré, ce qui a pour effet de modifier l'écoute du son sur les haut-parleurs, mais n'affecte en rien le tracé de la piste audio concernée. Dès que vous relâchez le curseur, celui-ci revient automatiquement se placer au niveau correspondant à la lecture du tracé actuel. Ce mode est très utile pour écouter immédiatement le mixage que l'on vient d'effectuer, ainsi que pour « se faire la main » ou tester les niveaux, sans modifier les réglages de la ligne élastique.
- **Mode Écriture.** Il autorise l'enregistrement d'un nouveau tracé de ligne élastique, en fonction de la position du curseur à l'instant précis où on lance la lecture de la séquence. Ce mode annule donc les précédents ajustements. Dans ce cas, le tracé de ligne élastique est une ligne horizontale du début à la fin de la lecture ; cependant toute variation de niveau du curseur crée automatiquement un point clé, de sorte que le tracé affiche par une ligne brisée les nouvelles variations de niveau sonore.
- **Mode « au toucher ».** Simple variante du mode *Écriture* ci-dessus, à la différence près que l'enregistrement d'un nouveau tracé de ligne élastique ne s'active que si l'utilisateur « touche » effectivement le curseur. Lorsqu'on relâche le curseur, celui revient – comme en mode *Lecture* – se placer automatiquement au niveau de lecture du tracé précédemment enregistré.

- **Mode Verrou (ou Verrouillage).** C'est le mode « au toucher », mais sans retour du curseur à la valeur de lecture de la ligne élastique précédemment enregistrée : le curseur reste fixe sur la dernière position de « toucher ».

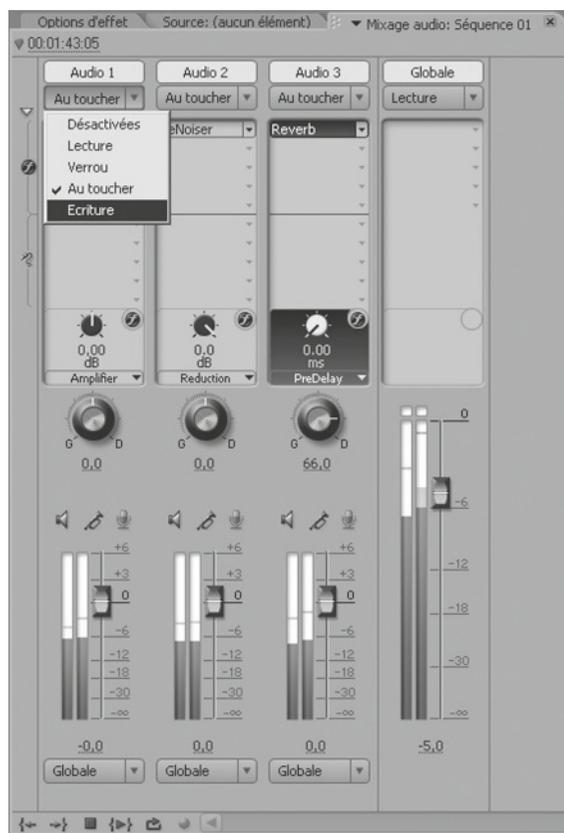


Figure 22.20 Panneau de mélange audio du logiciel Adobe Premiere Pro. On voit que chaque piste dispose d'une représentation graphique des commandes de réglage d'un filtre spécifique. *Image Gérard Galès.*

Après que les ajustements désirés aient été effectués sur chaque piste, il reste à déterminer le niveau général de sortie de la piste de mélange dit « master ». Cette dernière est habituellement plus large que les pistes audio individuelles ; elle est contrôlée par un curseur à plus longue course, souvent double afin de permettre – en stéréo – le réglage indépendant des niveaux des voies de droite et de gauche. Ce double curseur « de sortie » est flanqué d'autant de Vu-mètres bargraph qu'il y a de voies utilisées en restitution : 2 en stéréo, jusqu'à 5 ou 6 en mode de diffusion audio multicanal.

Il va sans dire que cette étape du mélange final est fondamentale : c'est l'écoute attentive dans les conditions réelles de présentation du spectacle que l'on peut prendre conscience des erreurs de niveau au mélange des divers éléments sonores. Par exemple, la superposition d'une musique avec un bruit augmente l'intensité du son sonore à un niveau

de la saturation. Ce genre de problème se corrige très aisément par un réenregistrement de la partie sonore concernée.

### 22.10.1 Stratégie de mélange sonore final

Dans la bande sonore d'un « film », quelle que soit sa nature, il faut d'abord faire la différence entre les informations fondamentales (pour le spectateur) véhiculées par la « parole » (il s'agit des dialogues en synchro image et/ou de commentaires *off*) et l'ambiance, le climat psychologique évoqués par les bruits de l'environnement, les effets sonores et l'illustration musicale, s'il y a lieu. En pratique, il est essentiel de donner la priorité à la compréhension optimale de la parole, c'est-à-dire que celle-ci reste tout le long du montage à son niveau optimal, ce qui implique que le niveau de la composante sonore « musique + bruit » (« fond sonore » pour simplifier) s'atténue à chaque fois qu'il y a parole. Afin de permettre le meilleur contrôle du mélange final, on a tout intérêt à le pratiquer à partir de deux pistes sonores seulement : d'une part, la « bande parole » établie à son niveau définitif, d'autre part la « bande fond sonore », elle aussi de niveau optimal, résultant d'un premier mélange harmonieux entre les éléments sonores concernés (par exemple, le murmure du ruisseau ne doit pas être « couvert » par la musique).

De cette manière, le « mixage » final ne demande qu'à baisser en douceur le niveau du « fond sonore » à chaque fois qu'il y a parole (et le ramener au niveau souhaitable lorsqu'elle cesse) : en d'autres termes, il faut la voir arriver avec quelques secondes d'avance, ce qui est permis par l'observation – sur l'interface écran du logiciel et selon le mode d'affichage choisi – des modulations de la forme d'onde ou le brusque relèvement de la ligne élastique de la piste concernée.

### 22.10.2 Notion de bande audio internationale

Ce qui n'est qu'une suggestion ci-dessus (piste parole d'un côté, piste fond sonore de l'autre) devient une obligation absolue lorsqu'un vidéofilm doit être doublé ou commenté dans une autre langue. Prenons l'exemple universel du film qui est distribué à travers le monde, dans les salles et/ou en DVD, doublé dans diverses langues. Pour préparer la version doublée, les artistes et techniciens de studio ont absolument besoin d'une « bande » (ou d'un fichier audio) du « fond sonore » original, lequel sera mélangé aux nouvelles paroles. Voilà pourquoi cette composante est appelée « bande internationale ». Le problème est exactement le même à une échelle plus modeste dans le cas d'un documentaire ou autre qui doit être commenté en diverses langues.

## 22.11 Le routage audio à l'exportation

Au moment de l'exportation, les voies stéréo gauche et droite de la bande sonore du montage restent affectées aux mêmes voies gauche et droite de sortie. Dans le cas de l'audio multicanal Surround 5.1, les différentes voies sont, par défaut, réparties de manière symétrique et équilibrée sur les deux voies de sortie stéréo.

Cependant, lorsque le logiciel de montage ou spécifique audio dispose d'une fonction de routage, parfois appelée *mappage* ou *audio mapping*, vous avez la possibilité de rediriger chaque voie audio (mono, stéréo ou 5.1) vers une voie de sortie finale de votre choix. Pour faciliter cette opération et organiser plus rapidement ces affectations, les logiciels les plus élaborés proposent un très pratique tableau des pistes sous forme graphique. Dans celui-ci et en fonction des options d'exportation audio offertes, il suffit de valider les voies – en les cochant – par lesquelles on désire diffuser la bande sonore du programme. Il est ainsi très aisé de permuter les canaux, d'affecter tout l'audio du montage à un seul canal droit ou gauche ou, si nécessaire, de sortir chaque voie (gauche OU droite) sur les deux voies (gauche ET droite) en même temps.

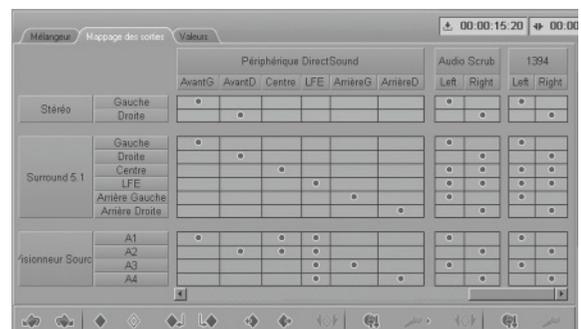


Figure 22.21 Ainsi présenté sous la forme d'un tableau graphique très explicite, le réglage du routage des pistes audio multicanal est à la portée du monteur « ingénieur du son » débutant. *Image Gérard Galès.*

## 22.12 Quelques outils audio plus spécialisés

Les logiciels de post-production audio ou leurs *plugins* disposent d'outils de réglage très précis qui agissent sur certains aspects spécifiques du signal audio et ne répondent qu'à des besoins très particuliers. Il existe cependant d'autres outils qui, bien qu'ils soient encore peu intégrés en post-production vidéo, s'avèrent très utiles dans bon nombre de productions sonores nécessitant des réajustements. C'est, par exemple, le cas de l'égaliseur graphique ou paramétrique et de l'analyseur

de spectre que nous présentons ci-dessous. Peut-être aurez-vous l'occasion de les utiliser avec votre logiciel de montage, si celui-ci est assez évolué.

### 22.12.1 Égalisation graphique et paramétrique

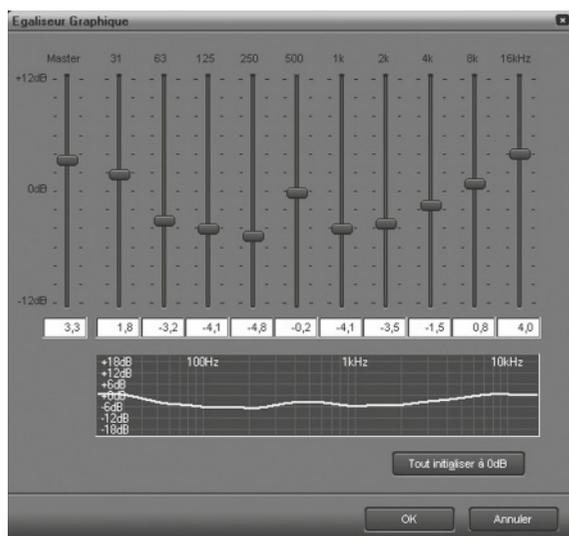


Figure 22.22 Le superbe égaliseur graphique à « dix bandes » du logiciel de montage Grass Valley Edius, permet d'agir sur des bandes de fréquences prédéterminées assez étroites. *Image Gérard Galès.*

**1 Égaliseur graphique (ou à bandes).** Celui-ci n'est autre que l'équivalent informatique d'un instrument d'emploi courant en audio analogique. Il permet de « colorer » un son ou, au contraire, d'éliminer une composante gênante, produite par exemple par la réverbération sur le lieu de tournage. L'égaliseur graphique est composé d'un alignement de curseurs linéaires (des potentiomètres) dont chacun contrôle – dans toute l'étendue du spectre des sons audibles – une bande de fréquence de largeur déterminée. Le réglage est d'autant plus précis que le nombre de curseurs est élevé. On trouve donc des égaliseurs plus ou moins évolués, offrant, par exemple 10, 15 ou 30 bandes. Le minimum que l'on trouve sur les équipements grand public est l'égaliseur trois bandes, permettant de jouer très grossièrement sur une large bande de basses, moyennes ou hautes fréquences sonores. Les logiciels de montage actuels disposent le plus souvent d'un égaliseur graphique à 10 bandes. Dans un tel cas, l'égaliseur contrôle les fréquences comprises entre 16 Hz (fréquence de coupure) et 16 kHz. Les fréquences centrales de chaque bande sont : 32, 63, 125, 250, 500 (Hz), 1, 2, 4, 8, 16 (kHz). Grâce aux curseurs linéaires, on visualise d'un coup d'œil le niveau d'amplification ou d'atténuation d'une fréquence et l'on peut se faire une idée de l'ensemble des corrections dessinant habituellement une courbe, parfois retranscrite sur un écran graphique annexe. Chaque potentiomètre

fonctionne comme un filtre passe-bande permettant de régler le gain de  $\pm 6$  dB ou  $\pm 12$  dB.

La fonction d'égalisation permet d'améliorer un fichier audio comportant par exemple un bruit gênant, de renforcer les harmoniques d'un instrument ou de clarifier une voix (voir « bosse de présence » en 16.8). Une telle correction conduit souvent à créer une courbe formée par la position des curseurs sur le panneau. Pour l'utilisateur novice, trouver les meilleurs réglages d'égalisation requiert certainement des tâtonnements, mais il est très facile de multiplier les essais en contrôlant les résultats au casque ou dans un environnement « home cinéma ».

**2 Égaliseur paramétrique.** Cette autre configuration de l'égaliseur est censée permettre des réglages plus subtils que l'égaliseur graphique, à condition sans doute d'être passé maître dans l'art de juger les sons. Contrairement à l'égaliseur graphique, l'aspect de l'égaliseur paramétrique varie selon le logiciel qui l'héberge. La série des curseurs verticaux est, selon le cas, remplacée par quelques petits curseurs horizontaux, voire un unique bouton rotatif à usage multiple dont l'affectation dépend de l'option sélectionnée dans le menu déroulant associé. En résumé, la correction ne s'applique plus à une bande de fréquence fixe, mais à une fréquence centrale, choisie librement, de largeur variable autour d'elle. En théorie donc, un seul bouton de commande permet de couvrir toute la gamme des fréquences audibles.

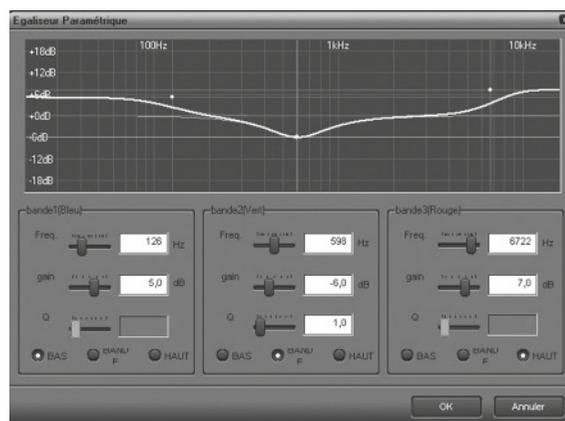


Figure 22.23 L'égaliseur paramétrique de précision du logiciel de montage Grass Valley Edius, permet d'agir finement sur n'importe quelle fréquence sonore, manuellement sélectionnée par l'utilisateur. *Image Gérard Galès.*

Le débutant préférera peut-être utiliser l'affichage « multibande » de l'égaliseur graphique, de manière à répartir plus facilement les réglages par grandes « familles » de fréquences, par exemple les graves, les médiums et les aiguës. Les réglages d'un égaliseur paramétrique sont plus précis que ceux d'un égaliseur graphique à 10 bandes, par exemple, mais ils sont en revanche plus délicats. De plus, lorsqu'il se réduit visuellement à un simple bouton rotatif (dans Adobe

*Premiere Pro* par exemple), il devient difficile d'apprécier la correction en l'absence de courbe d'enveloppe graphique. Néanmoins, les égaliseurs paramétriques évolués opérant sur plusieurs bandes (*Grass Valley Canopus Edius*, *Magix Video Deluxe...*) disposent d'un « écran » supplémentaire sur lequel les modifications sont figurées par des courbes. Ces dernières sont référencées par rapport aux coordonnées d'une grille représentant la gamme des fréquences audio sur l'axe horizontal et le niveau du signal (le gain en dB) sur l'axe vertical. On y retrouve ainsi le « confort visuel » offert par un égaliseur graphique.

### 22.12.2 Analyseur de spectre

Cet instrument particulier de représentation de la forme d'onde ne se trouve que dans certains logiciels, particulièrement ceux dédiés au montage sonore. Nous trouvons que c'est dommage car l'analyseur de spectre

permet de mesurer l'amplitude du signal par rapport à une échelle verticale affichant les fréquences spécifiques (déterminées par le taux d'échantillonnage considéré) et non plus – comme dans la forme d'onde classique – par rapport au temps (échelle horizontale). Il permet donc de visualiser et d'afficher les moyennes de fréquences les plus utilisées dans le clip audio analysé, ainsi que leurs intensités réciproques. Cet instrument d'analyse permet, par exemple, de repérer une fréquence prédominante ou parasite gênante : il est ensuite possible de l'atténuer, voire de la supprimer, avec l'égaliseur paramétrique précisément réglé sur cette fréquence.

La représentation des modulations sonores sous la forme de bargraphs verticaux – que l'on trouve par exemple dans le lecteur *Windows Media* sur PC, dans beaucoup de *plugins* audio, ou sur les écrans LCD de nombreuses mini-chaînes Hi-Fi – est un analyseur spectral ultra-simplifié : il est surtout là pour « faire joli », mais sans donner des indications significatives sur la qualité du son.

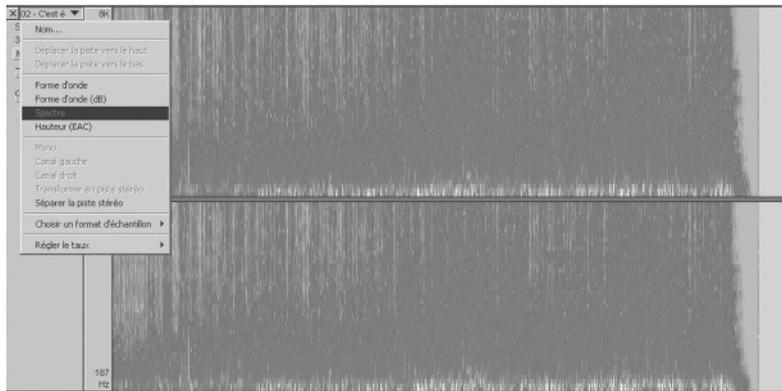


Figure 22.24 Analyseur de spectre. Voir p. 248 du cahier couleur.

Une représentation spectrale fine comme celle-ci – sur deux pistes en stéréo – permet d'analyser avec une extrême précision les gammes de fréquences présentes dans le signal audio (logiciel de retouche audio *Audacity*, gratuit). Image Gérard Galès.



## Les principaux logiciels de montage et modules annexes

Dans ce chapitre, nous passons en revue les produits logiciels liés au montage vidéo qui méritent de retenir l'attention des vidéastes avertis. Une sélection « naturelle » s'étant opérée au fil des années, ne restent désormais en lice que les programmes les plus ergonomiques, les plus performants, les plus riches en effets et les plus « pro ». Nous avouons une certaine prédilection pour les logiciels qui associent plusieurs de ces qualités dans un même environnement.

Deux facteurs majeurs, l'évolution technologique galopante et la concurrence acharnée qui caractérise le domaine de l'audiovisuel, ont incité les développeurs à faire « feu de tout bois » en s'adaptant aussi rapidement que possible aux nouveaux équipements accompagnés d'un bon nombre de normes et de standards « émergents ». Alors que les caméscopes enregistrent désormais sur des supports très divers, les vidéastes souhaitent pouvoir mélanger tous les « matériaux » dans un même projet de montage, sans nuire au bon fonctionnement du logiciel, ni ralentir excessivement les opérations. La polyvalence dans la compatibilité des formats, tant au stade de la capture, que de l'édition et de l'exportation, devient ainsi la qualité la plus recherchée parmi ces nouveaux logiciels.

Une autre évolution importante des programmes de montage vidéo est la mise à disposition du vidéaste amateur d'un « outillage » dédié à l'audio toujours plus performant : en particulier, la possibilité de créer et d'exporter la bande sonore du vidéogramme avec la superbe qualité sonore permise par le codage « home cinéma » de type *Surround Dolby Digital 5.1*.

### 23.1 Les programmes de montage les plus simples

Bien que peu expérimenté en montage vidéo, vous désirez réaliser deux ou trois documents familiaux par an, en y ajoutant seulement quelques effets spéciaux. Dans l'immediat, vous voulez éviter les manipulations compliquées et les réglages délicats. Vous appréciez donc les fonctions

automatiques qui simplifient la tâche et font gagner du temps. Enfin, vous souhaitez pouvoir copier sans problème votre vidéofilm sur le support de votre choix. En résumé, vous avez besoin d'un programme simple, économique et fiable du genre « je l'ouvre et ça marche ».

**1 Microsoft Movie Maker** (pour PC). Logiciel gratuit, intégré au système d'exploitation *Windows Vista*. Le mot « simplicité » définit ce petit programme de montage sans prétention. Il est en effet extrêmement rapide à prendre en main, même par le tout débutant, tout en s'avérant fiable et stable. Son interface a été remodelée dans le style de *Neo Vista* et Microsoft en a profité pour lui ajouter quelques effets et transitions supplémentaires. Vous apprécierez sa large visionneuse avec prévisualisation des effets en temps réel, son dérushage automatique, son titre rustique, cependant capable de gérer des animations simples, ainsi que sa fonction d'enregistrement de commentaire en direct (*Voice Over*). En revanche, vous vous sentirez vite limité par la piste vidéo unique, l'absence de gestion d'incrustation, de correction colorimétrique et de paramétrages des rares effets disponibles. Bien que le seul format d'exportation soit le WMV (*Windows Media Video*) propriétaire, Movie Maker autorise fort heureusement la copie du montage en format DV *via* la classique connectique *FireWire*. Il est donc possible de capturer, monter et exporter en DV.

Pour ce qui concerne la compatibilité avec les formats haute définition, on ne dispose encore (au moment où nous écrivons ces lignes) que de la version anglaise (*Movie Maker 6*), distribuée avec *Windows Vista Ultimate* et *Familiale Premium*. Le format HDV (utilisant la cassette MiniDV) est accepté en capture, alors que l'export est limité au WMV HD 720p, 1080p et WMV HD pour *Xbox*. La version française, pour l'instant non HD, est livrée d'origine avec *Windows Vista Business* et *Windows Vista Familiale* basique.

Ses **avantages** : gratuité, stabilité, réactivité, maniement à la portée de tous, interface agréable, outils pratiques et fiables, titres animés et enregistrement commentaire.

Ses **inconvenients** : une seule piste vidéo, peu d'effets spéciaux, lesquels ne sont pas paramétrables, pas de fonction d'incrustation ni de correction colorimétrique, compatibilité HD limitée (pour l'instant).

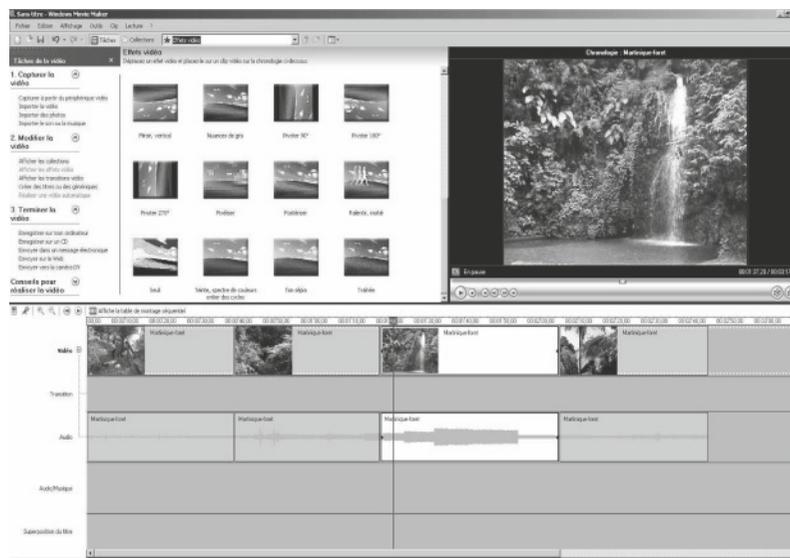


Figure 23.1 Microsoft Movie Maker. Image Gérard Galès.

**2 Avid Pinnacle Videospin (PC).** Un programme gratuit, accessible par téléchargement sur le site [www.videospin.com](http://www.videospin.com). Directement inspiré du programme de montage *Studio* du même éditeur, ce produit s'adresse au monteur néophyte ou à l'utilisateur occasionnel. L'interface, calquée sur celle de son aîné, en reprend les fonctions et les outils basiques pour raboter, découper, assembler les plans dans une fenêtre de montage, uniquement en affichage de type *timeline*. Videospin ne possède pas de module de capture intégré, ce qui n'est pas un problème, car il est toujours possible d'effectuer la capture avec le programme de Windows ou par l'un

des nombreux petits logiciels de capture gratuits disponibles sur Internet. En importation, Videospin accepte les formats de fichiers vidéo standard (SD) les plus courants (AVI, MPEG, WMV), alors que la HD n'est pas encore à l'ordre du jour de cette première version du soft. Dans cette version gratuite, les bibliothèques d'effets de transitions, de titres et d'effets sonores sont évidemment très limitées. Il existe en réalité un grand nombre d'autres effets plus sophistiqués mais, comme dans *Studio*, ceux-ci sont uniquement visualisés en mode démo (image filigranée, bip sonore). Si vous êtes intéressé par l'un de ces effets, vous devez acheter le

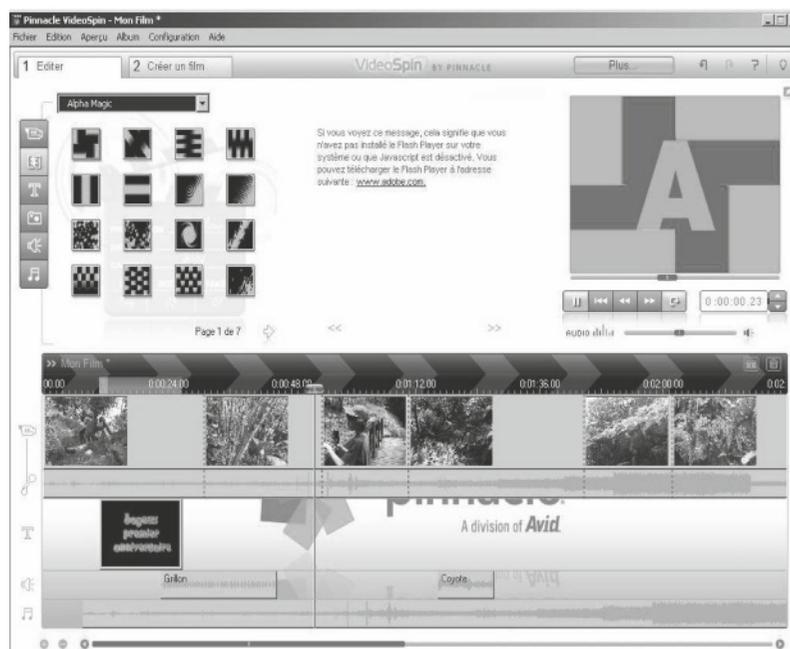


Figure 23.2 Avid Pinnacle Videospin. Image Gérard Galès.



Figure 23.3 Apple iMovie.

pack dont il fait partie : *Pinnacle* vous livre alors un numéro-code d'activation. Le même principe s'applique également à un pack de codecs.

C'est en revanche le désert pour ce qui concerne les fonctions de traitement d'image et de son. Vous devrez vous passer de tout filtre d'effet spécial, de correcteur colorimétrique, de gestionnaire d'image clé, de fonction d'incrustation, de trajectoire et de recadrage, d'accélééré-ralenti, de commentaire en direct (*voice over*), de mixeur audio, de générateur de musique ou du montage automatisé. Par contre, *Videospin* intègre un titreur assez performant (*Title Deko*) également décliné de celui de Studio. À l'exportation, vous avez le choix de créer un fichier dans le disque dur (réglages très simplifiés, dans un format compatible avec le codec installé), ou bien d'adresser votre création vidéo sur un site Web – tel que *Yahoo! Video* ou *YouTube* – sur lequel vous aurez ouvert un compte, de manière totalement automatique, mais sans devoir vous soucier des paramètres d'image et de son.

Ses **avantages** : gratuité, interface simple, claire et ergonomique inspirée de celle de *Studio*, trois pistes audio (y compris celle des rushes, non séparable de l'image), titreur de qualité, facilité d'exportation sur le Web.

Ses **inconvénients** : une seule piste vidéo, gamme d'outils très réduite, absence de toute fonction de traitement d'image et de son, pas de compatibilité HD.

**3 Apple iMovie (Mac)** – Inclus dans la suite *Apple iLife*. Le seul logiciel de montage grand public dédié au Mac – dont le noyau informatique a été complètement réécrit – s'avère très bien adapté aux besoins du vidéaste amateur : capture plus facile, ergonomie conviviale, outils intuitifs, visionneuse de taille confortable, bonne réactivité et nombreuses options d'exportation. Sa stabilité, auparavant imparfaite, s'est considérablement améliorée avec les mises à jour successives. Depuis la version 6, il est compatible avec la HD et le HDV (720p et 1080i) en codage MPEG-2/MPEG-4. Dans iMovie, vous apprécierez la révisualisation

en temps réel de la plupart des effets spéciaux et des titrages, ainsi que les nombreux effets audio, dont un réducteur de bruit très efficace. La productivité est optimisée, grâce au rendu en tâche de fond et à la possibilité d'ouverture simultanée de plusieurs projets.

À partir de sa version 8, il bénéficie en outre d'un lifting en profondeur et d'outils encore plus ergonomiques, de nouvelles bibliothèques, de l'export vers Apple TV et l'iPhone, d'une compatibilité élargie avec le codage AVCHD. En revanche, on n'y trouve plus certaines fonctions pros qui faisaient, dans les précédentes versions, le bonheur des vidéastes équipés Apple : la *timeline* (seul le mode *Storyboard* est exploité), les réglages de l'audio, le chapitrage des menus DVD, l'export sur cassette, etc. Ne comptez pas sur la version 8 pour relire d'anciens projets, réalisés, par exemple, sous iMovie 06. Mettons cependant à son crédit une excellente interopérabilité avec les autres programmes de la suite iLife, ce qui facilite la création de podcasts sur le Web (iWeb), de menus DVD originaux avec iDVD et de compositions musicales (podcasts) en liaison avec *GarageBand*.

Ses **avantages** : interface claire, conviviale et très ergonomique. Large compatibilité de formats, dont les HD/HDV. Collaboration optimisée avec les autres programmes de la suite iLife.

Ses **inconvénients** : fonctions de traitement d'image et de son assez basiques. Incompatibilité avec les versions antérieures. Ne fonctionne que sur ordinateur puissant (Mac G5 obligatoire).

## 23.2 Programmes grand public évolués

Vous pratiquez assez couramment le montage, bien que ce ne soit pas votre métier. Vous réalisez plusieurs documents familiaux par an et/ou des films plus

ambitieux présentés dans des festivals ou diffusés sur le Web. Vous attachez beaucoup d'importance à la simplicité de mise en œuvre et à l'ergonomie, mais sans abandonner les possibilités de parachever le montage grâce aux outils de découpage, de gestion, aux effets spéciaux et de mixage audio élaboré. Vous voulez pouvoir choisir parmi les différents modes et supports d'exportation, mais en évitant les paramètres trop complexes.

**1 Avid Pinnacle Studio (PC).** Depuis sa version 10, ce programme de montage très apprécié des amateurs experts s'est doté d'un nouveau noyau informatique, décliné de celui de *Liquid*, le logiciel de montage haut de gamme de la marque. Ses points forts : d'une part, l'intégration de tous les outils nécessaires à chaque niveau de production et, d'autre part, une interface dotée d'une ergonomie très conviviale. Tous les outils de traitement d'image et/ou de son dont vous pourriez avoir besoin s'y trouvent. *Studio*, qui s'affirme comme un logiciel à la pointe de la technologie, fut l'un des premiers à assurer la compatibilité avec le HDV, puis avec l'AVCHD. Très bien pourvu en transitions et en effets spéciaux (mais dont la plupart sont inclus dans des packs payants), *Studio* incorpore également les outils avancés nécessaires à la création de menus de gestion DVD sophistiqués. Cette grande richesse fonctionnelle a pour conséquence une excessive « gourmandise » en ressources processeur, nécessitant une plate-forme informatique ultra-puissante ; sinon, le montage « rame » dès que le projet fait appel à des effets spéciaux complexes, allant jusqu'à mettre en péril sa stabilité.

On peut regretter le nombre limité de pistes audio/vidéo, alors que la concurrence (très active sur ce secteur) en offre désormais près d'une centaine. Depuis sa version 11, *Studio* bénéficie de nouvelles fonctions audio Hi-Fi, dont le générateur de musique *Scorefitter*

aux performances améliorées (installation et exportation de fichiers en moyenne deux fois plus rapide qu'auparavant) et d'une interface révisée et plus élaborée. En effet, cette dernière sait s'adapter aux ratios et aux résolutions des grands écrans, grâce à un curseur d'ajustement des fenêtres, ce qui améliore en même temps l'accessibilité aux outils. C'est également à partir de la version 11 (en attendant les prochaines !) que l'on peut exploiter son mode de publication automatique sur le Web en mode privé ou public. Le programme se décline en trois versions : *Standard*, *Plus* et *Ultimate*. La version *Plus* gère les formats HDV et AVCHD en natif. Quant à la version *Ultimate*, elle incorpore de plus, outre une toile de fond vert pour réaliser des incrustations en mode *Chroma key*, plusieurs modules utiles : *BIAS SoundSoap* (réduction des bruits audio indésirables), *proDAD VitaScene* (effets supplémentaires : flous, rayons lumineux, etc.) et *Stage Tools Moving Picture* (création d'effets de panoramiques et de zooms en haute résolution).

Ses **avantages** : interface dépouillée, intuitive et très complète. Outils nombreux et puissants. Compatible avec de nombreux formats. Rendu en tâche de fond. Système efficace de sauvegarde du projet, en cas de « plantage » informatique.

Ses **inconvénients** : nombre limité de pistes audio/vidéo. Beaucoup d'effets optionnels sont payants. Obligation d'utiliser un ordinateur ultra-puissant. Stabilité encore perfectible (bien que très améliorée avec les plus récentes mises à jour).

**2 Corel Ulead VideoStudio (Plus) (PC).** Voici un redoutable concurrent de *Studio*, notamment en termes de convivialité, d'ergonomie et de richesse fonctionnelle. Vous y apprécierez l'interface particulièrement bien conçue avec sa très grande visionneuse et ses diverses options permettant de l'adapter aux besoins de chacun. Par exemple, la *timeline* est



Figure 23.4 Avid Pinnacle Studio. Image Gérard Galès.

extensible afin de dégager l'espace de visualisation de toutes les pistes dont dispose la version *Plus* (6 pistes d'incrustation en plus de la piste vidéo de base, alors que la version standard ne dispose que d'une piste d'incrustation en plus de la piste vidéo). Sa fonction intégrée de création de menus DVD est aussi conviviale et élaborée que celle de Studio, tandis que sa table de mélange audio permet un réglage précis de la spatialisation sonore en mode Surround 5.1, sur un graphique représentant l'espace d'écoute. *VideoStudio* est livré avec une petite suite logicielle : le premier module, *Assistant Film*, automatise l'exécution du montage selon des thèmes prédéfinis : il est fort utile lorsqu'on doit présenter un vidéofilm en urgence. L'autre assistant *DV-to-DVD Wizard* est quant à lui dédié au transfert ultra-rapide d'un tournage complet (en deux étapes seulement !) sur DVD, avec menus, titres, transitions et musique, sans effectuer de capture préalable. La gestion des médias est facilitée par l'organiseur *MediaOne Plus*. Alors que le tournage en HD se démocratise rapidement, il est intéressant de savoir que *VideoStudio Plus* est pleinement compatible HDV (linéaire) et AVCHD (non linéaire). Grâce à l'exploitation de fichiers proxy (de substitution en basse résolution) sur la *timeline*, on peut réaliser un montage en HD, même sur un ordinateur de moyenne puissance. *VideoStudio* supporte également le MPEG-4, avec des procédures d'exportation vers *iPod*, *PSP* (*PlayStation Portable*), *SmartPhone*, *PDA* (*Personal Digital Assistant*) et autres équipements nomades. Véritablement à la pointe de la technologie, ce logiciel autorise la gravure des disques Blu-ray et offre le téléchargement direct vers *YouTube*.

Ses **avantages** : interface modulable et conviviale. Bonne compatibilité avec de nombreux formats.

Outils vidéo assez nombreux et paramétrages d'effets évolués. Stable et peu gourmand en ressources processeur.

Ses **inconvénients** : trop peu de pistes audio/vidéo. Outils basiques de traitement audio. Effets spéciaux limités. Réactivité encore un peu lente. Pas de rendu en tâche de fond.

**3 Adobe Premiere Elements (PC).** Ce logiciel reprend à son compte une bonne partie des excellents outils qui équipent *Premiere Pro*, mais cela n'en fait pas le parent pauvre. *Premiere Elements* est un programme à part entière, doté d'une interface et d'une ergonomie spécifiques. Il a été conçu pour répondre aux attentes des amateurs experts. De coût raisonnable, ce logiciel séduit par la présence de fonctions de classe professionnelle, mais qui restent « manipulables » sans devoir s'aventurer dans les méandres de paramètres trop sophistiqués. La gestion des médias y est particulièrement à l'honneur : organisateur identique à celui du célèbre logiciel de traitement photographique *Photoshop* de la marque, centre de partage, exportation directe sur *YouTube*. *Premiere Elements* sait aussi – en quelques clics – transférer les rushes du caméscope sur un DVD, créer des menus et des chapitres directement sur la *timeline*, faire de la capture image par image afin d'animer des objets et automatiser le montage si besoin est. Il pilote la gravure des disques Blu-ray, sait gérer l'édition du HDV et supporte le MPEG-4, ainsi que les formats des équipements nomades. Aussi stable et souple d'utilisation que son aîné, il optimise les ressources processeur afin d'accélérer les processus de montage et les phases de rendus d'effets. Avec ses 99 pistes audio (autant que de pistes image) et des outils de gestion du son pointus, *Premiere Elements* ravira également les audiophiles exigeants. Ce soft est vendu



Figure 23.5 Corel Ulead Videostudio. Image Gérard Galès.



Figure 23.6 Adobe Premiere Elements. Image Gérard Galès. Voir p. 252 du cahier couleur.

seul ou en coffret incluant Adobe Photoshop Elements 6, son équivalent pour ce qui est de la retouche d'image fixe, avec lequel il collabore « main dans la main » de manière totalement interactive.

Ses **avantages** : interface très ergonomique et modulable. 99 pistes audio/vidéo. Fonctions puissantes dignes des programmes professionnels. Paramétrages nombreux et évolués. Bonne stabilité et excellente réactivité.

Ses **inconvénients** : aspect un peu touffu de certains panneaux de paramétrages. Pas de rendu en tâche de fond. Compatibilité de formats assez limitée. Pas de mise en mémoire de l'agencement personnalisé de l'interface.

**4 Magix Video deluxe (Classic et Plus) (PC).** Bien que peu onéreux (tout au moins en version *Classic*), ce

logiciel offre une pléthore de fonctionnalités de classe professionnelle. Par exemple, l'import direct de vidéo depuis un caméscope MiniDVD ou un enregistreur DVD, la capture de la TV numérique DVB-T/S ou analogique, la création automatique de musique d'ambiance, un mixeur audio avec automatisation en temps réel. L'audiophile appréciera également l'outil de suppression des surmodulations et distorsions gênantes. Depuis sa version 2008, le programme bénéficie de performances très améliorées, grâce à l'optimisation des ressources du processeur de type double cœur et des cartes graphiques PCI-Express, ainsi que de l'intégration de nouveaux codecs améliorant la fluidité en lecture HDV et MPEG-2, enfin le rendu des effets spéciaux en temps réel. *Video deluxe* met également à la disposition de l'utilisateur

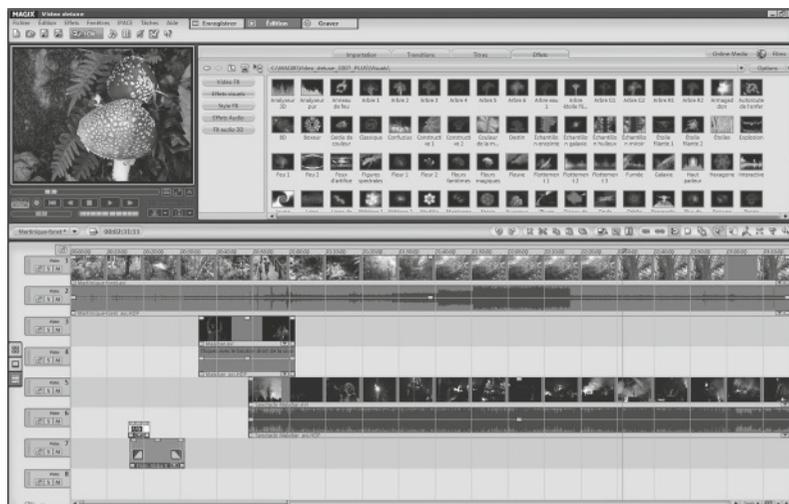


Figure 23.7 Magix Video deluxe. Image Gérard Galès.

une fonction de création automatique de menus DVD, assortie de nombreux thèmes et modèles de menus, une exportation directe de l'audio en format MP3, de transmission de la vidéo en format de fichier Flash sur site HTML et d'export vers les appareils nomades de type iPod, PSP, téléphone portable et autres. L'ergonomie et la convivialité d'emploi de ce programme ne sont certes pas parmi les meilleures, mais il a le mérite de proposer des outils performants et fluides, ainsi que des automatismes bien pratiques. Comme pour les versions antérieures, Magix propose ce *soft* en deux versions : *Classic* et *Plus*. Cette dernière offre jusqu'à 99 pistes multimédia (contre 32 en version *Classic*), la prise en charge des caméscopes HD, enfin la compatibilité avec le format HDV et la gravure Blu-ray. Notons aussi sa fonction d'automatisation des effets (*Keyframe Animator*), ses fonctions étendues de création DVD (*Long play* jusqu'à 12 h, enregistrement HD sur DVD standard) et la suppression des spots publicitaires. Dans la famille, citons également les logiciels *Magix Photo Clinic 5* (création d'arrière-plans, de menus, retouche photo) et *Magix Print Studio 3.5* (impression automatique de jaquettes).

Ses **avantages** : excellent rapport qualité-prix. Grande richesse fonctionnelle et paramètres évolués de qualité pro. Bonne compatibilité avec de nombreux formats.

Ses **inconvenients** : interface surchargée et peu intuitive. Complexité du paramétrage de certains outils. Les gestions du HDV et du Blu-ray ne sont disponibles qu'avec la version *Plus* (environ deux fois plus chère que la version *Classic*).

## 23.3 Les logiciels professionnels élaborés

Vous êtes un passionné de la réalisation et du montage vidéo, que vous pratiquez en artiste et/ou en

professionnel. Vous créez régulièrement des documents vidéo de natures très diverses, mais qui ont en commun la qualité *broadcast*, car ils sont susceptibles d'être diffusés par une chaîne de télévision ou d'être projetés sur grand écran lors de manifestations de relations publiques, publicitaires ou de même nature très exigeante. C'est dire que vous devez disposer d'un programme de montage puissant et stable, doté des outils les plus productifs du moment, mais qui soit néanmoins doté d'une interface relativement intuitive. Afin d'autoriser un maximum d'applications dans les meilleures conditions, ce logiciel très élaboré doit favoriser les fonctions de création de DVD (et de Blu-ray si possible) et permettre de diffuser les œuvres et documents vidéo dans tous les formats SD et HD, y compris les plus évolués.

**1 Adobe Premiere Pro** (PC ou Mac) inclus dans *Creative Suite*. Si vous êtes professionnel, utilisateur institutionnel, formateur ou enseignant, vous faites probablement partie de ceux qui affectionnent ce programme de montage réputé. À juste titre, il est également apprécié par les amateurs expérimentés, pour sa stabilité et ses performances, pour son interface bien conçue et intuitive, ainsi que pour sa gamme d'outils efficaces et de qualité « pro ». Son interopérabilité avec d'autres grands logiciels Adobe, tels que *Photoshop* ou *After Effects* contribue également à son succès. *Premiere Pro* sait gérer la vidéo HDV en natif et – complété par des *plugins* – il supporte la majorité des formats vidéo *broadcast* : *DVCPRO SD* et *HD*, *XDCam SD* et *HD*, *IMX*, *Varicam*, *P2*, *HDCam*, ainsi que les formats *SD/HD non compressés*. Il prend également en charge les quantifications 10-bit & 16-bit. Avec *Premiere Pro*, on dispose des modes multiséquence et multicaméra, d'un système de correction colorimétrique élaboré, de riches bibliothèques d'effets et de transitions, de gestionnaires précis d'incrustations et de trajectoires, ainsi que de multiples réglages audio. Il est aisé d'exporter les documents sur

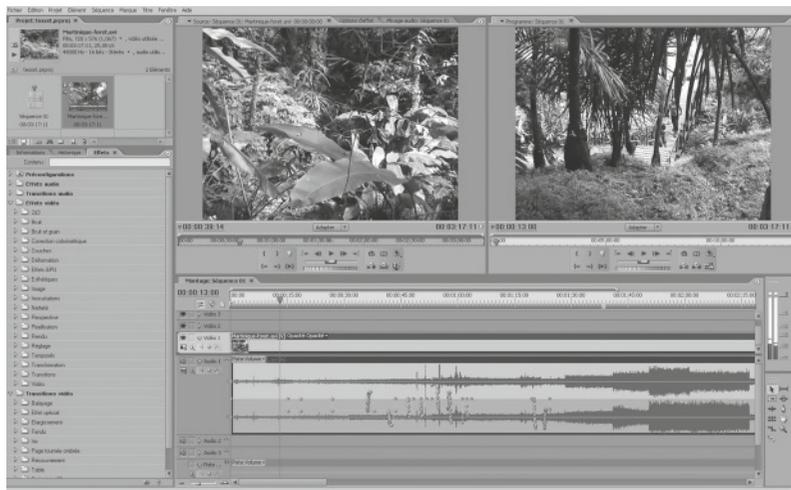


Figure 23.8 Adobe Premiere Pro. Image Gérard Galès.



Figure 23.9 Apple Final Cut Pro. Voir p. 252 du cahier couleur.

les équipements nomades, ou bien de transférer un projet en fichier de format Flash sur le Web. Depuis le lancement de sa version 3, *Premiere Pro* est à nouveau compatible avec les ordinateurs Mac (modèles pourvus d'un processeur Intel), dans le dessein non dissimulé de concurrencer le *Final Cut Pro* d'Apple avec lequel les similitudes sont nombreuses ; il s'intègre alors dans la suite logicielle *Creative Suite* (CS3), laquelle incorpore également *Encore CS3* (logiciel d'authoring DVD, gravure en Blu-ray) et *OnLocation CS3*. Ce dernier programme permet la capture directe des vidéos SD et HD sur disque dur et offre de plus une fonction de monitoring plateau pour le tournage studio. Celle-ci reproduit le fonctionnement des instruments « matériels » normalement utilisés pour l'étalonnage de la caméra, la mesure et le contrôle des signaux image et son. C'est également avec la version CS3 que le logiciel s'est doté d'un nouvel outil de gestion des accélérés et des ralentis (dit « remappage temporel ») avec une grande précision de réglages.

Ses **avantages** : compatibilité avec les formats *broadcast* (ajout d'un module spécifique pour certains). Grande stabilité et productivité. Outils et fonctions de classe très professionnelle. Performant mode multicaméra.

Ses **inconvénients** : pour l'instant, *Premiere Pro* n'est pas compatible AVCHD ; compte tenu du nombre toujours croissant de caméscopes de ce format, cette situation ne peut être que très provisoire !

**2 Apple Final Cut Pro** (Mac) inclus dans la suite *Final Cut Studio 2*. Si vous êtes à la fois un incondicional du Mac et un monteur averti, *Final Cut Pro* (FCP pour les intimes) est fait pour vous. Ce programme de montage vidéo s'est taillé une réputation « en béton » grâce à une ergonomie pro sans faille, des modes de configurations simplifiés et des fonctionnalités puissantes, ainsi que de nombreuses tâches automatisées. La fonction *SmoothCam*, par exemple, permet grâce à une technologie très complexe d'analyse de l'image par flux optique et de puissants algorithmes de calcul, de stabiliser les plans « bougés » à

la prise de vues en tâche de fond, tout en préservant la fluidité des mouvements de caméra, tels que travelling, panoramique et zoom. FCP est également apprécié pour son œcuménisme vis-à-vis de la diversité des formats SD et HD acceptés et pour sa gestion souple du HDV. Il est effectivement compatible avec les formats DV, HDV, XDCAM HD, DVCPRO HD et HD non compressée, IMX et vidéo SD non compressée et il supporte le 720p/25 et 720p/24 en natif. De plus, grâce au nouveau format Apple de post-production *ProRes 422*, FCP peut délivrer une qualité HD non compressée avec des tailles de fichiers SD. En l'adoptant on bénéficie, parmi d'autres outils productifs, d'un module de correction colorimétrique de précision, de gestionnaires d'effets spéciaux très complets, d'un mode multicaméra et d'un mode multiséquence sur la *timeline*, ainsi que de fonctions de découpage et d'ajustage de raccord (*trimming*) particulièrement intuitives et rapides. Les audiophiles apprécieront aussi ses capacités de gestion audio évoluées, la prise en charge d'une qualité audio pouvant aller jusqu'à 24 canaux en 24-bit/96 kHz et ses possibilités d'interfaçage avec des matériels audio externes. L'interaction de FCP avec les autres programmes de la suite *Final Cut Studio* dont il dépend est évidemment optimisée. Cette suite regroupe *Motion 3*, *Soundtrack Pro 2* et *Compressor 3*. Notez enfin qu'Apple met à disposition de ses clients une application serveur (*Final Cut Server*) lequel prend en charge plus d'une centaine de formats de fichiers : ce qui permet de gérer les médias sans problème avec des outils avancés de recherche, d'automation et d'ajouts de descriptions.

Ses **avantages** : stable, très professionnel et ergonomique. Large compatibilité de formats SD et HD. Nombreux effets spéciaux et paramétrages avancés. Mode multicaméra très performant. Gestion de médias évoluée.

Ses **inconvénients** : la compatibilité de FCP avec le format AVCHD n'est assurée qu'avec la version 6.0.1 et un ordinateur « Mac/Intel », l'audio multicanal 5.1 s'il y a lieu est converti en simple audio stéréo. Pas

d'autouring intégré (mais gravure avec *DVD Studio Pro* dans le coffret *Final Cut Studio 2*).

**3 Grass Valley Edius Pro (Broadcast) (PC).** Bien qu'il n'ait rejoint le cercle étroit du montage *broadcast* que récemment, le petit dernier de *Canopus* y occupe sa place en grignotant des parts de marché à la concurrence. Appartenant désormais au groupe *Thomson Grass Valley*, *Edius* ambitionne de devenir LA référence du montage professionnel sur PC. Il est très bien armé pour cela : mode multiséquence et multicaméra (8 angles), outils performants et gestion évoluée des points clés. À l'usage, *Edius* s'avère réactif, souple et rapide d'utilisation notamment grâce à la technologie de pointe *Canopus* (*Speed Encoder* inclus). Il permet de gérer et de mélanger les différents formats actuels sur sa *timeline* (DV, HD, HDV MPEG-2 et SD non compressé) ainsi que – si l'on opte pour la version *broadcast* – les formats purement professionnels (DVCPRO 50, HD et P2, Varicam, XDCAM). La compatibilité avec l'AVCHD est d'ores et déjà assurée, *via* un module de conversion. *Edius* a la capacité d'effectuer le montage et la conversion en temps réel des différents ratios (4:3 et 16:9), des différentes fréquences (50i, 60i et 24p) ainsi que des différentes résolutions (1 440 × 1080, 1 280 × 720 et 720 × 480). Une fonction bien pratique est l'exportation directe – en quelques clics de souris – du contenu de la *timeline* vers un DVD. La version 4 a représenté une évolution majeure, qui a hissé ce programme de montage au niveau des meilleurs de sa catégorie. Depuis la version 4.5, il bénéficie de plus d'une interface au *look* revisité, plus claire et plus intuitive. C'est également à partir de cette version qu'*Edius* intègre un module d'autouring DVD (directement accessible depuis la *timeline*) et que les formats suivants sont pris en charge : *AVC-intra* du *P2 Panasonic* (*via* un *plugin* spécifique), *JPEG 2000 Infinity*, *DVCPRO HD 720p* ainsi que l'import/export AAF, VMF/GXF (sur *Edius Broadcast* seulement), le format HDV 720 50/60p de certains caméscopes *JVC* (GY-HD250, par exemple), enfin l'export de l'audio en Dolby Digital AC3 (5.1).

Ses **avantages** : grande fiabilité et stabilité. Compatibilité étendue à la plupart des formats SD et HD. Mode multicaméra performant. Authoring DVD intégré.

Ses **inconvénients** : gamme d'outils audio un peu limitée et bibliothèques d'effets moins riches que chez la concurrence. Gestion des médias peu évoluée.

**4 Sony Vegas Pro (PC).** Plutôt conçu à l'origine pour le traitement de l'audio, ce programme de montage se distingue par son interface de composition complexe (écran de prévisualisation unique, très nombreuses fenêtres imbriquées, etc.) qui risque d'inquiéter les novices et ceux qui ne prisent guère les affichages de style « informatique ». *Vegas* a cependant séduit une large confrérie d'aficionados qui se délectent à juste titre de ses puissants outils et de ses capacités d'extensions fonctionnelles. *Vegas* accepte en effet le *scripting* qui permet aux férus d'informatique de programmer à volonté de nombreuses fonctions supplémentaires que l'on peut, par exemple, recueillir sur le Web où elles foisonnent. Si vous vous laissez séduire à votre tour par ce soft, vous bénéficierez en même temps de 190 effets personnalisables et de 175 types de transitions, ainsi que des fonctions de correction colorimétrique, de composition 3D et de gestion de points clés très évoluées. Vous saurez apprécier sa gestion souple du HDV en natif ou en fichiers proxy, sa capacité de traitement de l'AVCHD, ainsi que les formats pro « maison » tels que les *XDCAM*, *XDCAM-HD*, *XDCAM-EX* (accepté, mais avec conversion au format *mxif*) et les formats « studio » *SDI/HD-SDI*. Selon une ancienne tradition de guerre commerciale qui se prolonge stupidement depuis des décennies, le *Vegas* (de *Sony*) ignore superbement le format *P2* (de *Matsushita/Panasonic*). Sa *timeline* accepte, avec une grande souplesse, de mélanger divers formats, différentes résolutions et fréquences de trame. Son mode multicaméra accepte jusqu'à seize différentes sources. Il est par contre étonnant que ce logiciel ne dispose toujours pas (dans sa version 8) du mode multiséquence, alors que tous les concurrents le proposent désormais. Il en va de même de l'autouring



Figure 23.10 Grass Valley Edius. Image Gérard Galès.

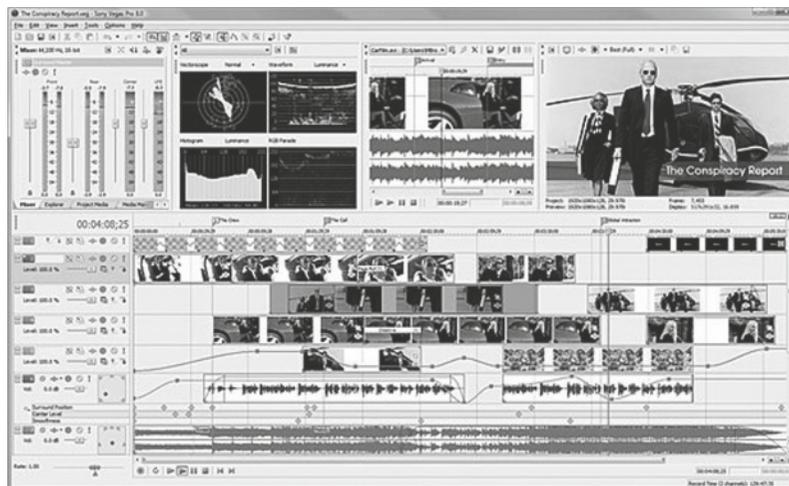


Figure 23.11 Sony Vegas Pro.

DVD, encore absent de son interface : même pour la simple gestion des marques de chapitres, il est toujours obligatoire d'exporter son projet DVD dans le programme annexe *DVD Architect 4* (néanmoins fourni). Cette désaffection pour le DVD se justifie sans doute par sa capacité insuffisante de stockage des films en HD et autres jeux vidéo 3D. C'est pourquoi *Sony* – le plus fervent promoteur du Blu-ray (abrégé en BD) – a doté *Vegas* de la capacité de graver le disque BD directement depuis sa *timeline*. L'exportation est possible sur *iPod*, *PSP* et autres équipements nomades. Pour ce qui concerne le traitement audio qui reste sa grande spécialité, *Vegas* a tout ce qu'il faut pour répondre aux attentes des audiophiles les plus exigeants : riches outils audio avec mixeur très élaboré, compatibilité avec les

*plugins VST* et avec le *Dolby Digital AC3* intégré, gérant l'audio multicanal Surround 5.1.

Ses **avantages** : nombreuses fonctions de classe professionnelle. Excellente réactivité, même lorsqu'on mélange divers formats sur sa *timeline*. Mode multicamera très performant. Fonction éditeur de Blu-ray. Outils audio très évolués.

Ses **inconvenients** : interface complexe qu'il faut vraiment apprendre à maîtriser. Refuse certains formats (en particulier issus de caméscopes Panasonic). Pas de mode multiséquence, ni d'autoring DVD direct (mais possible par programme annexe fourni).

**5 Avid Media Composer (PC-Mac)**. Pour beaucoup de monteurs professionnels expérimentés, *Media*



Figure 23.12 Avid Media Composer. Voir p. 248 du cahier couleur.

*Composer* reste le logiciel incontournable de la post-production film et vidéo. Autrefois réservé aux seuls systèmes de montage signés et distribués par *Avid*, ce programme « culte » accepte dorénavant d'autres associations plus écuméniques et il peut s'installer aussi bien sur PC que sur Mac équipé du processeur Intel. Il bénéficie de la panoplie complète des outils qui se trouvent sur les stations de la marque *Media Composer* permet de gérer et de mélanger sur sa *timeline* la plupart des formats *broadcast* ou non (HD, SD, DV et film), dont, bien entendu, le HDV. Il intègre un mode multicaméra élaboré, ainsi que de nombreuses et puissantes fonctions, comme par exemple le très efficace stabilisateur d'image *SteadyGlide*. La version *Adrenaline* assure de plus une compatibilité totale avec le *XDCAM* (Sony) et le *P2* (Panasonic), une prise en charge du 720/50p, le défilement (*scrolling*) sur la *timeline* et une amélioration générale de la stabilité.

*Media Composer* reste fidèle à l'ergonomie typique des produits *Avid*. Si vous adoptez et investissez dans ce programme très haut de gamme, vous n'en tirerez le meilleur parti qu'en suivant une formation spécifique (par exemple, des stages proposés par *Avid*). Les méthodes de montage spécifiques qui en découlent, déroutantes au premier abord pour les monteurs habitués aux programmes « classiques » sur PC ou Mac, s'avèrent cependant d'une excellente productivité. À noter que même si *Media Composer* est désormais capable de s'accorder avec des machines PC ou Mac ordinaires, ce sont les combinaisons proposées par *Avid* avec divers systèmes matériels tels que *Mojo SDI*, *Adrenaline* (SDI) et *Avid DNxcel* (production HD optimisée) qui restent les plus performantes pour améliorer sa productivité.

Ses **avantages** : référence en montage *broadcast*. Outils nombreux et puissants. Bonne interactivité avec autres produits *Avid*. Productivité accrue avec les solutions *Avid*. Aussi bien Mac que PC.

Ses **inconvénients** : ergonomie propriétaire et interface complexe nécessitant un apprentissage préalable. Pas de gestion du format AVCHD ni de gravure HD hors *Avid DVD*. *Authoring* non intégré. Prix élevé.

## 23.4 Les modules d'extension d'effets et de fonctions complémentaires

Vous en rencontrerez probablement un grand nombre sur votre route de monteur vidéo. Un *plugin* (« plugiciel » en français, mais le terme « module d'extension » est d'emploi plus courant), est en effet un petit programme annexe dont le but est d'interagir avec le logiciel principal (dit « hôte ») en lui conférant ainsi de nouvelles fonctionnalités. Les propriétés générales d'un module logiciel est qu'il ne peut pas fonctionner tout seul et qu'il est le plus souvent développé par un petit éditeur indépendant. Sa compatibilité avec un programme de montage dépend de « l'ouverture » de ce dernier, c'est-à-dire de sa capacité à échanger des informations avec des programmes externes. Les éditeurs de logiciels de montage ont tout intérêt à favoriser l'existence de ces modules, car cela leur permet de greffer des fonctions complémentaires ou qui font défaut à leur produit, sans être obligé de reprogrammer le noyau informatique du programme principal. Ce principe de « satellisation » permet à l'utilisateur de choisir librement les fonctions annexes qui lui sont les plus utiles.

Il est ainsi de plus en plus fréquent de voir des programmes de montage accompagnés, dès leur lancement sur le marché, de packs de *plugins* voués à la création d'effets spéciaux, au filtrage d'image ou

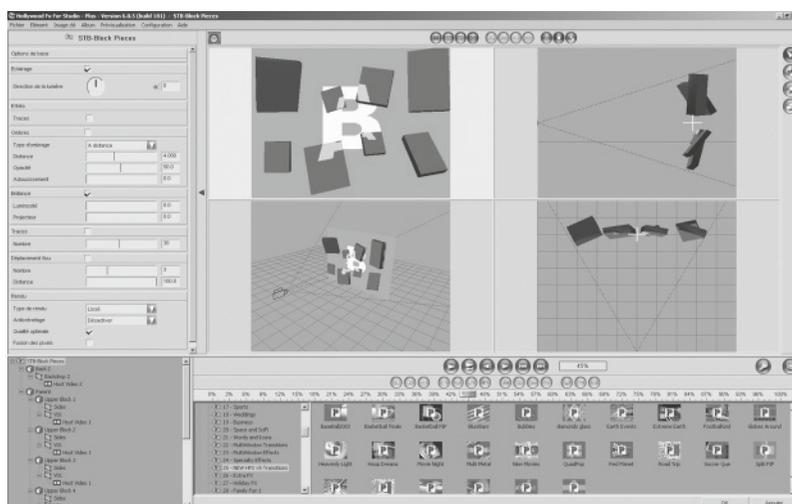


Figure 23.13 Plugin Hollywood FX for Studio. Image Gérard Galès.

de son, ou encore à des fonctions plus « utilitaires » de codage ou de conversion de formats. De la même manière, il n'est pas rare que ces *plugins* « valsent » au gré des versions successives du programme principal (et des accords commerciaux !), qu'ils disparaissent ou réapparaissent sous une nouvelle forme, à moins qu'ils ne soient tout bonnement remplacés par d'autres, sans que cela n'affecte les fonctions principales du logiciel de montage.

Parmi les *plugins* les plus connus, citons à titre d'exemple : *Adobe flash*, *Divx*, *Apple Quick Time* pour les supports de formats complémentaires ; *Cineform* ou *MainConcept* pour le montage HDV ; *FireCoder* ou *ProCoder* pour la conversion de formats ; *Adorage*, *Boris FX* ou *Hollywood FX* pour les effets spéciaux.

Certains sont payants, mais vous pourrez aussi en trouver un grand nombre de gratuits sur Internet. Veillez particulièrement à bien vérifier que le *plugin* « exotique » d'un éditeur inconnu que vous voulez greffer sur votre logiciel principal est totalement compatible avec lui. Une bonne façon de s'en assurer est de consulter les sites et les forums spécialisés du Web : il y a très probablement dans le monde un bon nombre de vidéastes internautes qui ont déjà expérimenté la combinaison concernée et qui sont en mesure de donner une opinion digne de confiance sur la question. Mais si le module d'extension ne fonctionne pas comme vous l'espérez avec votre système logiciel, il vous suffira probablement de le désinstaller illico pour que tout rentre dans l'ordre.

## Les logiciels de création de menus interactifs DVD et BD (authoring)

Avec le tournant du siècle, le DVD a relégué le vénérable magnétoscope VHS de salon et ses cassettes au rang des oubliettes. La généralisation du DVD en tant que support de films et de programmes audiovisuels très divers a fait de la création des menus interactifs – autrement dit l'authoring – une fonction indispensable de la post-production vidéo. Cependant, la généralisation de la télévision et de la vidéo haute définition aura pour conséquence le remplacement progressif de la célèbre « galette » DVD par le disque Blu-ray (BD), dont la capacité de stockage des données est plus de cinq fois supérieure.

La tendance actuelle de beaucoup de logiciels de montage est d'offrir l'accès direct aux outils de « chapitrage » et de création de menus interactifs dans la *timeline*. Cela facilite et accélère grandement la réalisation de disques DVD ou BD normalisés (c'est-à-dire pouvant se lire sur n'importe quel lecteur de salon). Mais avec d'autres programmes – généralement de classe professionnelle – ces délicates opérations sont confiées à un logiciel externe, spécifiquement conçu pour la production des disques : celui-ci est habituellement plus élaboré que le module « embarqué » dans l'interface d'un programme de montage grand public.

Cela dit, ne vous inquiétez pas des procédures de création de menu interactif à appliquer : que vous exploitiez le plus ordinaire ou le plus sophistiqué de ces programmes, la logique de production est toujours la même, car elle est fondée sur les étapes successives décrites dans le chapitre 11. Nous vous présentons ci-dessous les principaux programmes d'authoring disponibles au moment de la rédaction. Vous les trouverez parfois en accompagnement logiciel « gratuit » (*bundle*) de votre logiciel de montage, si vous avez opté pour l'achat d'une suite logicielle spécifique ou d'un pack promotionnel. Il y a également la possibilité d'acquérir un programme d'authoring indépendant, dans le cas par exemple où vous posséderiez déjà un programme de montage et que vous ne souhaitez pas en changer. Veillez alors particulièrement à la compatibilité entre ces deux programmes : renseignez-vous avant d'acheter !

### 24.1 Logiciels d'authoring grand public

Vous ne réalisez que quelques DVD par an, le plus souvent à destination de votre famille ou de vos amis. Ou bien, vous utilisez le support DVD pour faire une présentation publique de vos réalisations de vidéaste, dans le cadre de l'entreprise, d'une association, d'un club, d'un festival, etc. Vous êtes intéressé par un programme d'authoring dont les fonctions soient automatisées au maximum, qui vous décharge ainsi des problèmes de codage ou de compatibilité du DVD/BD avec l'équipement utilisé pour la présentation publique. Dans ces conditions, l'abondance des effets spéciaux ne vous intéresse pas particulièrement (s'il y en a, ils sont déjà inclus dans votre montage) : il s'agit en fait d'une simple copie de votre réalisation vidéo sur son support d'exploitation, laquelle ne requiert pas autre chose que des menus « standard » et relativement dépouillés. Autrement dit, un logiciel simple, ergonomique et convivial vous conviendra parfaitement.

**1 Apple iDVD** (Mac) incorporé dans la suite *Apple iLife*. Ce soft d'authoring qui s'intègre dans la suite *iLife* (avec *iMovie*) fait preuve d'une ergonomie conviviale. Il est doté d'une bonne réactivité et de performances optimisées qui permettent de passer aisément et rapidement d'un thème de menu à un autre (plus de 150 sont prévus, dont certains en mode panoramique 16:9) : des menus qui peuvent être largement personnalisés. Ces derniers disposent même de guides d'alignement dynamiques qui s'affichent automatiquement, afin de faciliter la mise en page des divers éléments. Plutôt basiques dans les premières versions d'iDVD, les bibliothèques de menus, fonds et « boutons » sont maintenant assez richement pourvues pour s'accorder aux styles de projets les plus courants. Avec iDVD, on peut créer des diaporamas comportant des images fixes de résolution élevée et même associer librement clips vidéo et photos. *iDVD* dispose par ailleurs d'un « Plan », lequel assure la visibilité immédiate de la structure du projet DVD avec les divers liens créés entre les différents éléments. Fonction intéressante pour le monteur pressé : l'outil *Magic iDVD* qui permet de créer un DVD finalisé en



Figure 24.1 Interface Apple iDVD 6.

quelques clics. Avec ce soft, on bénéficie également de la prévisualisation du projet en lecture fluide, avant de le graver. Notons que *iDVD* exploite une technologie de codage avancée assurant une belle qualité de rendu final. Le format AVCHD, est accepté en importation *via* un codec intermédiaire.

Ses **avantages** : simplicité et fiabilité. Ergonomie intuitive. Thèmes nombreux et originaux. Excellente qualité du rendu.

Ses **inconvénients** : réglages basiques. Compatibilité limitée avec les différents formats. Pas de gestion de gravure HD. N'est pas vendu séparément de la suite iLife.

**2 Corel Ulead Movie Factory (Plus) (PC).** Ce logiciel d'autoring (créé par l'éditeur *Intervideo*, absorbé ensuite par *Corel*, lui-même fusionné depuis avec *Ulead*) joue à fond la carte de la vidéo haute définition ; la preuve en est que la gravure du Blu-ray est possible

depuis la version 6. Cette dernière a d'ailleurs la capacité d'effectuer la capture directe depuis un caméscope HDV ou une source TVHD. On y trouve également une véritable *timeline* facilitant le montage des clips. L'utilisateur appréciera ses outils avancés d'édition et de découpage, sa capacité à supporter de nombreux formats dont l'AVCHD et le DivX, la compatibilité avec les pistes de sous-titrages, enfin la gestion de l'audio multicanal Dolby Digital 5.1. Parmi les fonctions utiles, signalons *Quick-Drop* pour glisser-déposer directement un fichier ou un dossier sur le disque ; *Direct-to-disc* permettant de transférer les rushes sur le disque, sans passer par le disque dur ; *Ad-zapper* supprimant automatiquement les annonces publicitaires. « Cerise sur le gâteau », *Movie Factory* est de plus livré avec une petite suite logicielle comprenant : *Intervideo DVD Copy* pour faciliter la gravure ; une version complète d'*Intervideo WinDVD Player* optimisant la lecture des DVD créés ;



Figure 24.2 Interface Corel Ulead Movie Factory Plus. Image Gérard Galès.

*CD Plus* permettant d'ajouter des fichiers de données à des CD audio. *Movie Factory* se caractérise par une très grande souplesse d'utilisation, une convivialité héritée des produits *Ulead* et de performants outils de montage et de sécurisation. Ses fonctionnalités en matière de gravure HD et son prix très abordable devraient en faire l'un des programmes favoris de nombreux amateurs.

Ses **avantages** : gestion de la gravure HD Blu-ray et AVCHD. Grande compatibilité formats. Outils nombreux. Excellent rapport qualité prix.

Ses **inconvénients** : bibliothèque de thèmes prédéfinis assez pauvre. Possibilités de paramétrages limités. La gestion de la vidéo HD requiert un puissant ordinateur PC.

**3 Nero DVD (PC)** incorporé dans la suite *Nero Multimédia*. *Nero Vision* est un produit stable et productif qui dispose d'un grand nombre de fonctions pros. En dépit de l'aspect assez rustique de son interface qui peut laisser croire qu'il s'agit d'un logiciel d'authoring élémentaire, le programme fait preuve d'une bonne productivité. Il bénéficie par ailleurs d'une excellente interopérabilité avec les autres programmes de la suite Premium dont il dépend. Ce logiciel assure la capture depuis un caméscope DV, HDV ou DVDCam, il est doté d'effets très évolués (détection des bords, mise en relief, correction gamma, etc.) et s'avère même capable de créer automatiquement des scènes animées de menu 3D. Il gère également le format AVCHD, ainsi que l'audio Dolby Digital 5.1. En mode « diaporama », il peut héberger jusqu'à 2 000 photos. Pour ce qui concerne l'exportation, *Nero Vision* prend en charge les différents formats de disques DVD (y compris le double couche) ; il dispose des fonctions de diffusion pour consoles de jeu *Xbox 360 (Microsoft)* et *PlayStation (Sony)*, il s'avère surtout capable d'enregistrer sur disque Blu-ray. De coût modéré, cette attrayante suite logicielle réunit de plus une bonne quantité d'autres petits programmes utiles (vidéo, audio, photo).



Figure 24.3 Interface Nero Vision DVD. Image Gérard Galès.

Ses **avantages** : bibliothèques de menus et de commandes assez riches. Certaines fonctions de qua-

lité pro. Gestion de la gravure HD en Blu-ray et en AVCHD. Suite logicielle très complète.

Ses **inconvénients** : interface de conception peu ergonomique et « dépassée » par rapport à la concurrence. Les outils de montage vidéo sont basiques. Les modules d'extension sont « payants ». Il n'est pas vendu indépendamment de la suite Multimédia.

## 24.2 Logiciels d'authoring évolués et de classe professionnelle

Vous êtes un professionnel du montage vidéo ou bien un amateur expert désireux de produire des DVD de qualité, c'est-à-dire pouvant être distribués dans le commerce, ou bien présentés à un public dans un but de communication ou de formation. L'authoring est une opération que vous pratiquez couramment, à l'instar de toutes les autres fonctions de montage. Vous voulez donc disposer de paramétrages de réglages évolués et de bibliothèques d'effets bien garnies. Soucieux de productivité, vous souhaitez cependant bénéficier d'une interface ergonomique et aussi conviviale que possible, ainsi que d'automatismes débrayables. Pour répondre à ce cahier des charges, vous avez absolument besoin d'un logiciel élaboré, compatible avec de nombreux formats vidéo, y compris les plus récents, évidemment capable de graver en haute définition.

**1 Adobe Encore (Mac-PC)** intégré à *Creative Suite*. Grâce à une parfaite interdépendance avec les programmes *Adobe Photoshop*, *Adobe After Effects* et *Adobe Premiere Pro*, *Adobe Encore* est en mesure d'offrir un flux de production optimisé et performant pour la création de DVD, aussi bien en définition standard (SD) qu'en haute définition (sur disque Blu-ray). Les outils de montage de clips sont, par exemple, réunis dans une fenêtre spécifique qui adopte l'ergonomie et la présentation unifiée, que l'on retrouve avec les autres programmes de la marque. Il est possible d'importer des fichiers *Photoshop* ou de créer des menus de ce format, cette technologie étant intégrée à *Encore DVD*. On peut de même transférer un menu dans *Adobe After Effects* afin de créer une animation par exemple. Les commandes (les « boutons »), les textes et les images sont stockés sous la forme de calques et de jeux de calques, modifiables dans *Adobe Photoshop*. Modèle du genre, son éditeur de diaporama autorise, au choix, une lecture dirigée ou automatique, avec ou sans voix off et musique. Il permet aussi de définir la durée d'affichage de chaque vue et d'ajouter des effets de transitions, panoramiques et zooms. À partir de la version CS3 (en accompagnement de *Premiere Pro* dans *Creative Suite*), *Encore* a la capacité de créer des disques Blu-ray, ainsi que des versions SWF (*ShockWave Flash*) de projets DVD ou Blu-ray pour le Web.



Figure 24.4 Interface Adobe Encore DVD.

Ses **avantages** : interface intuitive. Bonne fiabilité et productivité. Interaction optimisée avec les autres produits de la gamme *Adobe Creative Suite*. Gestion de la gravure HD en Blu-ray.

Ses **inconvénients** : complexité de certains outils et des panneaux de paramétrages. Pas (encore) de gestion du format AVCHD. Il n'est pas vendu indépendamment de *Creative Suite*.

**2 Apple DVD Studio Pro (Mac)** dans la suite *Final Cut Studio*. Conçu dans le même esprit que le programme *Adobe Encore* (pour PC), le programme *DVD Studio Pro* est résident de la suite logicielle *Final Cut Studio* (pour Mac) et il bénéficie d'une interopérabilité efficace avec les différents logiciels qui la composent. Ses outils sont puissants et nombreux. Il dispose, par exemple, d'un éditeur de sous-titres qui peut gérer jusqu'à 32 sous-titrages par piste, ou des outils de script permettant de créer des éléments interactifs, tels que jeux ou quiz. Résolument conçu pour un usage pro, ce programme sait gérer le HDV et l'AVCHD (alias MPEG-4/H.264) et assure même la prévisualisation HD en temps réel. *DVD Studio Pro* dispose de fonctions et d'outils très avancés, avec de nombreuses fonctions automatisées qui optimisent et accélèrent la création de menus et le codage

Sa *timeline* supporte jusqu'à 9 angles vidéo (9 caméras), 8 flux audio et 32 flux de sous-titre par piste (sous-titreur intégré). Depuis sa version 4.2, *DVD Studio Pro* dispose de plusieurs nouvelles fonctionnalités, dont, entre autres, la prise en charge de projets de fichiers audio *Soundtrack Pro* et de formats HD supplémentaires (720p à 23,98 et 29,97 im/s), ainsi que la gravure sur disque Blu-ray. À noter que *DVD Studio Pro* bénéficie également d'un codeur *Dolby Digital Pro* intégré.

Ses **avantages** : codeurs intégrés puissants et rapides. Stabilité et fiabilité. Nombreux outils de qualité pro avec paramétrages évolués. Gestion souple du HDV et possibilité de graver en HD sur disque Blu-ray.

Ses **inconvénients** : moins convivial et plus complexe que son petit frère grand public *Apple iDVD*. Pas de vente séparée en dehors de la suite *Final Cut Studio*.



Fig. 24.5 Interface Apple DVD Studio Pro sur Mac G5.

**3 Roxio Sonic DVDIt Pro (HD) (PC)**. Ce produit conçu à l'origine par *Sonic Solutions* (le pionnier de l'autoring DVD) ayant été racheté par l'éditeur *Roxio*, se décline dorénavant en version Pro et en version Pro HD. Cette dernière supporte les résolutions en 1080p, 1080i et 720p, qu'elle peut graver sur disque Blu-ray. Elle permet la création de menus en résolution full HD, via l'outil intégré *HD Menu Compositor* ou importés depuis *Adobe Photoshop* et autorise la modification de ses modèles de menus HD prédéfinis. Elle sait gérer jusqu'à 8 pistes audio et 32 pistes de sous-titrage. *DVDIt* assure la visualisation d'images en haute résolution et la création de diaporamas de qualité HD contenant jusqu'à 999 images par la méthode du glissé-déposé. On bénéficie de fonctions de gravure de niveau professionnel dans les deux versions. Il est par exemple possible d'ajouter des liens dans les boutons de menus, de générer

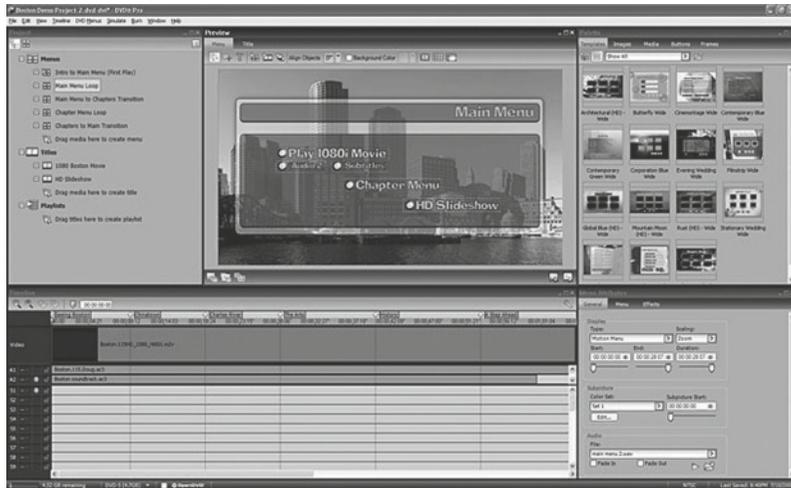


Figure 24.6 Interface Roxio Sonic DVDit Pro HD.

des titres de DVD complexes en plusieurs langues, ou de lancer des pages Web. Son interface, personnalisable, prend en charge les configurations double-écran et autorise l'import de fichiers AVI, DV, DivX, DVR-MS, MPEG-1 et 2, MPEG-4, QuickTime et WMV. *DVDit 6* supporte le standard *OpenDVD*, le *Dolby Digital* et le disque DVD double couche. Transcodage VBR (à débit variable) sorties DVD, DVD-9 avec codage zone et protection contre la copie font également parties de ses attributs. Ce logiciel s'avère parfait pour réaliser des présentations d'entreprise.

Ses **avantages** : fonctions puissantes et nombreuses de qualité pro. Interdépendance et compatibilité avec *Adobe Photoshop*. Gestion évoluée de la gravure HD en Blu-ray. Outils de protection copie.

Ses **inconvénients** : interface à l'aspect « informatique » un peu austère. Absence de gestion du format AVCHD. Pas de version francisée.

## 24.3 Logiciel annexe pour la création de sous-titres

Vous souhaitez créer un DVD sous-titré en plusieurs langues, ces dernières étant affichées à volonté comme dans un DVD du commerce ? Pour ce faire, vous devez créer un fichier spécifique indépendant, que vous logerez ensuite dans le répertoire du DVD hébergeant déjà

la vidéo. Pour gérer au mieux cette opération, vous pouvez bien sûr utiliser le générateur de sous-titres intégré au programme d'authoring, si celui que vous exploitez en possède un. Mais si ce n'est pas le cas, la solution est de faire appel à un logiciel spécifique, tel que *Subtitle Workshop*. Ce programme en version française, ergonomique et convivial, est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante : [www.urusoft.net/downloads/](http://www.urusoft.net/downloads/). Il dispose de nombreux réglages relatifs à la durée d'affichage des sous-titres et à la composition des lignes. Il est même possible de poser des points de synchronisation avec la vidéo et d'échanger l'affichage d'un sous-titre positionné par sa traduction. *Subtitle Workshop* ne disposant pas de fonction de traduction, le texte des sous-titres doit être préalablement traduit dans la langue concernée. Si votre maîtrise de la langue est insuffisante, faites appel à un traducteur émérite, car nous ne pouvons pas sérieusement vous conseiller le système de traduction automatique (de type Google ou autre) à moins que la langue « cible » ne soit la vôtre : ce qui vous permettrait alors de corriger les contresens et les âneries. Réimportez ensuite cette traduction en copié-collé dans la ligne de sous-titrage correspondante. Ce programme est en revanche assez primitif pour ce qui concerne les attributs de style du texte lui-même (contour, ombrage, arrière-plan, etc.). Vous pouvez l'exporter dans pratiquement tous les formats de fichiers compatibles avec les principaux logiciels d'authoring existant sur le marché.



## Master vidéo et diffusion du vidéofilm terminé

On appelle « master » le document vidéo finalisé, tel qu'il va être recopié sur un support afin d'être présenté à son public. La « mastérisation » est une opération fondamentale, puisque c'est d'elle que dépendent à la fois la pérennité de l'œuvre et le niveau maximal de qualité technique qu'elle peut atteindre.

Sur le plan pratique, le premier problème posé concerne le choix du support qui sera le mieux adapté au mode de diffusion envisagé. Cela se discute, mais il n'est pas nécessaire *a priori* de « mastériser » dans un format très « pro », un vidéogramme qui ne doit être présenté que dans le cercle restreint de la famille ou des amis. Il serait en revanche illogique (pour ne pas dire « stupide ») de sauvegarder un vidéofilm tourné et monté en format HD – qui a donc tout ce qu'il faut pour durer – sur un DVD ou une cassette en format standard (SD).

Face à ces arguments, vous vous dites peut-être : « Ce n'est pas grave : je vais laisser mon vidéofilm tel quel dans l'ordinateur, ce qui me permettra de rééditer à volonté un autre master, de tirer des copies de diffusion au fur et à mesure de mes besoins, ou encore d'expédier mon montage directement sur un site de diffusion vidéo Internet. » Cessez de rêver à un monde idéal ! Notre intime conviction est que ce raisonnement à court terme accumule un maximum de risques. La réalisation en question sera fatalement perdue, la seule inconnue étant la date de sa disparition (dans un mois, dans un an, dans une décennie...).

Vous en connaissez déjà les nombreuses causes potentielles. À tout moment et sans que vous n'y puissiez rien, le disque dur peut se « crasher » et refuser à tout jamais de restituer son précieux contenu. Il n'est pas rare (nous pensons même qu'il est inévitable) qu'un logiciel de montage fonctionnant parfaitement aujourd'hui, s'avère, un peu plus tard, incapable de relire un montage, voire refuse tout service. Il y a probablement eu entre-temps diverses installations ou désinstallations de logiciels (même s'ils n'ont rien à voir avec le montage vidéo) qui l'ont perturbé ou qui ont « mangé » à leur profit les ressources processeur ou de mémoire dont votre « ancien » montage avait besoin. La compatibilité descendante – c'est-à-dire la faculté de « faire tourner » un

programme ancien – n'est pas forcément assurée par la plus récente version d'un même logiciel (il n'existe peut-être pas de solution de dépannage : l'ancienne version du logiciel est introuvable, l'éditeur du programme a disparu, vous avez changé d'ordinateur, etc.).

Face à ce pronostic catastrophique, la prudence élémentaire vous impose de produire et de stocker une copie du master de votre montage sur un support externe (donc indépendant de l'ordinateur hôte), cela même si vous avez parallèlement réalisé une compilation de celui-ci sur un disque dur (interne ou externe), sous forme de fichier unique ou de dossier de projet DVD.

Cette copie de sauvegarde sera établie directement à partir de la lecture de la *timeline* et doit bien évidemment être archivée avec le plus grand soin, exactement comme s'il s'agissait de l'exemplaire unique de l'œuvre. Ne vous en servez jamais pour tirer des copies. Faites plutôt un double de ce « servant d'original », lequel sera utilisé sans contrainte pour tirer des copies. À condition évidemment que vous disposiez d'un appareil compatible capable de le lire dans de bonnes conditions et dans sa qualité maximale. Ainsi que nous l'avons déjà évoqué, il est toujours possible de tirer des copies de diffusion sur des supports divers et en différents formats, directement depuis l'ordinateur de montage, en répétant l'opération d'exportation à partir de la *timeline*. Internet étant définitivement devenu le média planétaire incontournable, rien n'est plus facile que de diffuser parallèlement son œuvre en ligne, de manière totalement immatérielle. La « volatilité » d'un vidéogramme diffusé sur le Web est une raison de plus de toujours disposer d'une copie externe de sauvegarde. Beaucoup de programmes de montage offrent en effet l'option d'exporter le montage (d'un seul clic de souris) sous la forme d'un fichier unique compatible, vers le ou les sites d'hébergement vidéo avec lesquels ils collaborent.

### 25.1 Mastérisation matérielle

Si vous avez choisi d'exporter votre réalisation vidéo sur un support matériel, il ne vous reste qu'à déterminer quel est celui qui conviendra le mieux à la manière

dont vous souhaitez la diffuser (ou à la présenter), puis l'archiver. Chaque type de support présente des avantages et des inconvénients en termes de coût, de fiabilité mécanique et électronique, de durabilité, etc. Alors que la qualité technique de la vidéo (et de l'audio) s'est continuellement améliorée au cours des années, le problème de la conservation des vidéogrammes à long terme n'est toujours pas résolu de manière satisfaisante.

### 25.1.1 Bande magnétique

Dans le domaine grand public, tant dans ses formats analogiques (VHS/S-VHS, 8 mm/Hi8) que numériques (DV, D8, HDV), la cassette de bande magnétique est un support de diffusion très économique, mais ce n'est plus aujourd'hui le plus utilisé. Le magnétoscope VHS et ses cassettes – qui régnaient autrefois sans partage dans les foyers – ont été remplacés par le lecteur et les disques DVD et/ou le disque dur multimédia. Pour les échanges de programmes, la participation à des festivals vidéo, etc., on vous demandera de plus en plus souvent une copie du film sur DVD, plutôt qu'une cassette MiniDV.

En résumé, le DVD est actuellement le support de diffusion le plus populaire dans tous les domaines de diffusion vidéo grand public. Il n'a cependant pas la capacité qui serait nécessaire pour sauvegarder avec le plus haut niveau de qualité un montage réalisé en DV, encore moins en haute définition, qu'il s'agisse de réalisations personnelles ou – ce qui est le moteur de l'industrie cinématographique mondiale – de la diffusion des films « Movie ».

En attendant les quelques petites années encore nécessaires pour que le lecteur/enregistreur et le disque HD Blu-ray remplacent le DVD « standard » chez les particuliers, ainsi que dans les applications techniques ou commerciales, la « mastérisation » du montage sur un support à bande magnétique reste une bonne solution de sauvegarde. Nous pensons toutefois qu'il faut parallèlement réaliser une ou plusieurs

copies de l'œuvre sur d'autres supports, censément plus fiables que la bande magnétique, mais surtout bien mieux adaptés aux équipements qui seront utilisés pour la présentation : remarquons qu'un ordinateur portable, par exemple, est pourvu d'un lecteur de disque optique, d'un lecteur de carte mémoire et d'interfaces d'entrée de sources externes (FireWire, USB, etc.), mais pas de lecteur pour cassette MiniDV !

Pour une mastérisation sur bande magnétique numérique, l'exportation *via* la connectique FireWire (IEEE-1394) est la méthode la plus simple, mise au point pas des années de pratique courante. Le point important est qu'elle est dans ce cas réservée aux seuls formats DV et HDV. Alors, il n'y a pas à se soucier de régler le codec audio/vidéo, le débit binaire, la résolution ou autre paramètre. En revanche, un montage comportant des fichiers de format(s) différent(s) impose une opération préalable de transcodage (conversion), généralement réalisée automatiquement par le logiciel.

Les formats DV et HDV étant normalisés (ils n'évolueront plus), vous n'avez ensuite qu'à connecter et préparer l'appareil enregistreur (caméscope ou magnétoscope numérique de ces formats), exactement comme pour l'acquisition : insérer une cassette vierge dans le logement, puis cliquer sur la touche *Enregistrer* (ou *Record*). Le logiciel pilote alors la machine et se synchronise avec elle pour lancer conjointement la lecture du montage sur la *timeline* et son enregistrement sur la bande.

Cet ouvrage ne traite pas que des formats et équipements les plus récents : quelles qu'en soient les raisons, vous souhaitez peut-être copier votre montage directement sur une bande de format analogique grand public (VHS, S-VHS, 8 mm, Hi8), voire de format plus « pro » comme le BVU ou le Betacam : ce qui implique inéluctablement que vous disposiez des équipements de ce format en bon état de fonctionnement (bien qu'ils ne soient plus fabriqués depuis longtemps). Sachez également que votre ordinateur doit être équipé d'une carte d'acquisition spécifique, ou tout au moins d'une carte graphique évoluée (équipée d'un convertisseur numérique/analogique), pour-



Figure 25.1 Magnétoscope JVC BR-HD50, enregistreur et lecteur de format HDV et DV sur bande magnétique.

vue de la connectique adéquate. Il s'agit selon les cas, d'un connecteur de type BNC ou Cinch (RCA) par lequel transite le signal composite PAL/NTSC ou – en format S-VHS ou Hi8 – d'une prise Ushiden (S-Vidéo) délivrant le signal vidéo Y/C. L'audio s'exporte quant à lui *via* des connecteurs de type jack, mini-jack, Cinch ou XLR, en sortie de carte d'acquisition, de périphérique audio externe connecté à l'ordinateur ou, faute de mieux, directement en sortie de la carte son. Avec cette configuration d'exportation, il est rarement possible de piloter la machine d'enregistrement.

Vous connectez simplement l'enregistreur en vidéo et en audio. Puis vous lancez simultanément la lecture sur l'ordinateur et l'enregistrement sur le magnétoscope (ou camescope). Il faut répéter l'opération autant de fois que de copies désirées.



Figure 25.2 Afin de permettre à l'utilisateur grand public de passer « en douceur » de la cassette magnétique analogique au disque optique numérique, les constructeurs ont créé, à l'époque, des appareils de salon hybrides combinant un magnétoscope (VHS/S-VHS) et un lecteur-enregistreur (DVD) (Philips DVDR-3320V).

S'il s'agit d'exportation sur bande de l'un des formats numériques institutionnels ou professionnels (tels les DVCam, DVCPRO, Digital Betacam, etc.), le plus souvent destinée à la diffusion sur une chaîne de télévision, la connectique vidéo/audio est habituellement SDI (HD/SDI) en numérique ou YUV en analogique. Un magnétoscope de classe professionnelle peut toujours être piloté par le logiciel de montage, grâce un connecteur multibroche de type RS-422 ou RS-232. Il faut évidemment que la station de montage soit compatible et équipée d'une carte d'acquisition « pro » pourvue de la connectique *ad hoc*. Nous ne pouvons nous étendre sur ce thème qui n'est plus tellement d'actualité : qu'il nous suffise de rappeler que vous pouvez louer un magnétoscope enregistrant dans l'un de ces formats pour un prix des plus raisonnables : le temps de réaliser les copies dont vous avez besoin.

S'il s'agit d'un document fourni à une chaîne de télévision, sachez que dans la plupart des cas et quel que soit le format vidéo accepté, on vous demandera de fournir une copie prête à diffuser (dite PAD) conforme aux spécifications techniques vidéo déterminées par la chaîne concernée : avant de réaliser la copie PAD, il est sage de consulter les services techniques de la chaîne.

La solution, plus sûre mais aussi plus coûteuse, est de faire appel à une société spécialisée dans la duplication qui saura réaliser une copie PAD de qualité optimale à partir de « l'original » de votre œuvre.



Figure 25.3 Alors que le support bande magnétique en cassette est en voie de rapide disparition dans le domaine de la vidéo grand public, il reste encore très présent dans le monde de la vidéo *broadcast*, aussi bien pour la prise de vues, que pour la post-production et la diffusion.

## 25.1.2 Disque DVD vidéo

Pour le vidéaste amateur et institutionnel, le support DVD constitue actuellement la solution d'exportation la plus courante, mais pas forcément la mieux adaptée. Si l'on compare en effet un disque DVD vierge simple à la bande magnétique DV (une heure de vidéo), on constate que le DVD permet (avec la qualité maximale) un peu plus de 90 minutes de vidéo MPEG-2 plein format ; mais le MPEG-2 est un format « destination » (de diffusion) et non un format d'archivage, tel le DV, par exemple. Le disque DVD double couche (capacité 8,5 Go) est arrivé trop tard sur le marché : nécessitant un graveur compatible, il n'a pas eu le succès escompté auprès du public. Il faut bien dire que le « DVD-Movie » a jusqu'à présent superbement joué son rôle de remplaçant moderne de l'antique VHS.

Le moment est maintenant venu où le disque optique Blu-ray (BD) et son lecteur/enregistreur sont en mesure de se substituer au DVD standard. Mais il faut surtout considérer que ce remplacement se fera tout en douceur : la platine BD est en effet rétrocompatible DVD et CD, de telle manière que les disques de ces formats se lisent sans problème (tout au moins en principe) sur la nouvelle machine. Si vous êtes déjà équipé DVD, nous vous conseillons d'attendre quelques mois avant de passer au BD : les prix ne peuvent que baisser, tandis que les machines seront débarrassées des inévitables « bogues » accompagnant les débuts d'une nouvelle technologie.

Le disque simple couche inscriptible (BD-R) et réinscriptible (BD-RE) dispose d'une capacité de stockage de 25 Go, plus de cinq fois supérieure à celle d'un DVD normal. Il permet d'enregistrer environ 2 heures 15 minutes de vidéo à 24 Mbit/s, ou 10 heures 30 minutes

à 5 Mbit/s. Les supports de nouvelle génération acceptent une vitesse de 2×, soit un débit binaire de 72 Mbit/s (9 Mo/s), ce qui rend ces disques parfaitement adaptés à l'enregistrement vidéo, au stockage de données et à la sauvegarde de fichiers (pour plus de détails, cf. 31.4).



Figure 25.4 Le disque optique haute définition au format Blu-ray va progressivement s'imposer dans les années à venir, en particulier sur les lecteurs de salon (qui restent compatibles en lecture avec les disques CD et DVD).

L'étape d'exportation du vidéogramme sur disque DVD/BD est toujours plus longue que la copie sur bande magnétique. En effet, l'avènement de l'interactivité avec ce type de support vidéo implique *ipso facto* l'obligation pour le monteur de créer et d'organiser tous les éléments nécessaires au bon fonctionnement de cette interactivité. En clair, cela veut dire qu'il faut faire appel à un logiciel d'authoring afin de créer un ou plusieurs menus situés à la racine du disque (voir aussi le chapitre 24). Même en réduisant la phase d'authoring au minimum – au détriment de l'interactivité bien sûr – l'opération requiert inévitablement un « certain temps » préalable à la gravure du disque. Cette opération finale est en revanche très simple et très rapide à conduire. Il faut évidemment que la plate-forme informatique soit pourvue d'un graveur interne ou externe de DVD ou de BD. Insérez d'abord un disque vierge dans le graveur (DVD-R+/- ou RW ou BD-R ou BD-RE), de façon à ce qu'il soit reconnu par le logiciel de montage et que ce dernier puisse ainsi vérifier que l'espace libre sur le disque est suffisant. Si ce n'est pas le cas, le logiciel est généralement capable de vous proposer diverses options (réduction de débit binaire, ou la simplification de l'audio) afin de pouvoir caser votre vidéo dans l'espace disque disponible.

Pour gagner davantage d'espace disque, vous pouvez choisir un format « alternatif » plus compressé comme le *DivX*, désormais accepté par la plupart des platines de salon : il permet de créer des menus d'introduction et du sous-titrage. Le *DivX* est compatible avec les trois

systèmes de disques optiques CD, DVD et BD et il offre de nombreuses options de paramétrages, en particulier du débit binaire. Fort heureusement, il n'est plus question aujourd'hui – parce qu'il n'y avait rien d'autre autrefois – de faire tenir tout un film de long-métrage sur un ou deux disques CD de capacité 700 Mo !

Une fois que ces éventuels problèmes de système et de capacité du média sont résolus, l'opération de gravure se résume à cliquer sur la touche *Graver* ou bien, si vous voulez remettre l'opération de gravure finale à plus tard, à cliquer sur la rubrique *Créer une image disque sur le disque dur*. Tous les éléments nécessaires à la structure du DVD Vidéo viendront se regrouper dans un dossier informatique provisoire que vous n'aurez qu'à réouvrir dans le panneau d'exportation de votre programme de montage (ou autre logiciel de gravure indépendant) quand vous en aurez besoin. Cette opération de « brûlage » du disque peut – selon la puissance de l'ordinateur, les capacités du logiciel de gravure et les caractéristiques techniques de la vidéo à exporter sur le disque – durer de quelques minutes à plusieurs heures. En principe, le logiciel de pilotage de la gravure aura estimé cette durée pour vous.

### 25.1.3 Support informatique générique



Figure 25.5 Le disque dur externe dit « multimédia » est pourvu de fonctions et de télécommandes qui permettent de l'exploiter en liaison directe avec le téléviseur, à la manière d'un véritable « magnétoscope » numérique.

L'opération de sauvegarde d'une vidéo sous la forme d'un fichier informatique ne se limite plus au disque dur interne de l'ordinateur. On dispose aujourd'hui d'un large choix de types de sup-

ports informatiques permettant de diffuser les vidéogrammes. Il y a tout d'abord le disque dur lui-même (HDD) sous sa forme externe et nomade, simplement relié à l'ordinateur par une connectique USB, Firewire, eSATA, voire sans fil grâce au système de transmission radio WiFi. En version parfois rebaptisée « multi-média » et disposant d'un boîtier de télécommande, l'enregistreur HDD remplace avantageusement l'ancien magnétoscope VHS.

Le disque dur indépendant représente donc un moyen très pratique de diffusion d'une œuvre vidéo. Pour les adeptes du nomade ultra léger, la solution de diffusion peut même passer par un support de type carte mémoire flash (SD, CF, MS) voire une simple « clé » USB qui coûte de moins en moins cher, alors que sa capacité atteint couramment plusieurs gigaoctets. Il est d'ores et déjà possible (et bientôt banal) d'avoir toujours ses réalisations vidéo, photos, etc. dans sa poche ou portée en médaillon, afin de pouvoir les présenter à la demande sur divers ordinateurs hôtes et autres appareils lecteurs compatibles.



Figure 25.6 Interface du logiciel de gravure CD/DVD Sonic RecordNow !

Vous pouvez utiliser le disque DVD comme n'importe quel autre support de données informatiques et y copier votre montage. La solution est intéressante lorsqu'on veut s'affranchir de tout « emballage » interactif et/ou gagner du temps en supprimant l'étape authoring. Dans un tel cas, le montage vidéo est sauvegardé sous la forme d'un fichier unique de données. Pour cela, il faut avoir compilé le montage réalisé sur la *timeline* de l'interface de montage en un seul fichier vidéo et l'avoir stocké provisoirement dans le disque dur. L'opération de gravure peut suivre immédiatement puisque, dans cette formule d'exportation, le disque DVD ne constitue qu'un simple support de données informatiques parmi d'autres. Cette vidéo compilée pourra ensuite être relue à partir du disque, soit dans le programme de montage lui-même, soit dans un quelconque programme

lecteur multimédia compatible (*Windows Media Player*, *VLC Media Player*...). La lecture d'un tel fichier « brut » peut s'avérer problématique sur un lecteur de salon « d'entrée de gamme » : il n'est pas rare que la machine soit incapable de le reconnaître, affichant alors le cruel message : *No Disk*. Pour savoir si la lecture du fichier se fera correctement sur la platine considérée, nous vous conseillons de faire préalablement un essai sur disque réinscriptible (DVD-RW ou BD-RE) et de vérifier sa bonne compatibilité avec le ou les lecteurs qui seront utilisés, cela avant de vous lancer dans l'exportation définitive sur disque inscriptible (DVD-R+/- ou BD-R).

### 25.1.4 Supports informatiques spécifiques

Après la musique baladeuse et son phénoménal succès, la vidéo est devenue « nomade » à son tour : on peut l'emporter avec soi partout dans le monde, sans connexion filaire et la lire dans le creux de la main. Tous les engins du multimédia nomade ont la capacité d'héberger dans leur mémoire interne (et/ou amovible) – *via* un connecteur d'entrée USB, par exemple – un fichier vidéo issu d'un support informatique quelconque ; ce qui nécessite le plus souvent une conversion (recodage) à leur propre format (MPEG-4 par exemple).

Dans le cas de l'exportation d'un vidéogramme, l'interface du logiciel de montage propose de plus en plus fréquemment un mode d'exportation conçu pour la création du fichier techniquement compatible avec le type d'appareil qui sera utilisé. Parmi ces derniers, citons à titre d'exemple le « baladeur » *Apple iPod* qui accepte l'importation et assure la lecture de fichiers images codés en *MPEG-4 (H-264)* et de fichiers audio codés en MP3, AAC, AIFF et WAV. Ce même format *MPEG-4* a été adopté par *Sony* pour sa console de jeu *PlayStation (PSP)* : laquelle utilise « en routine » le disque Blu-ray en tant que mémoire de masse.

Nous traitons ici d'un domaine en perpétuelle évolution, davantage régi par la féroce concurrence entre les quelques grandes marques présentes sur le marché mondial, que par l'intérêt suprême des utilisateurs. Aussi, nous vous conseillons, le moment venu, d'y aller voir de plus près, afin de ne pas risquer d'investir dans un nouvel engin qui ne serait pas idéalement conçu pour accepter vos propres documents vidéos. Comme chacun peut le constater dans les vitrines des magasins et les pages d'Internet, une incroyable quantité de modèles de baladeurs multimédias sont commercialisés (pendant 6 mois avant d'être remplacés par d'autres à peu près identiques). Certains sont spécifiquement dédiés à la vidéo et à l'audio, alors que beaucoup d'autres se combinent avec un téléphone cellulaire (également appareil photo et caméscope), à moins que ces fonctions ne soient intégrées à un véritable mini-ordinateur de poche, dit « organisateur », ou plus communément PDA (*Personal Digital Assistant*).

Grâce aux fantastiques progrès de la microélectronique – et à la création de « puces » sur mesure – ces appareils sont de plus en plus « œcuméniques » quant aux formats qu'ils acceptent en importation. Pour la vidéo le *MPEG-4*, les fichiers *DivX*, *WMA* ; parfois *MOV* (*QuickTime*), *MPEG-2* et même *VOD* (*DVD*). En ce qui concerne l'audio, les formats supportés sont généralement MP3, le WAV et le WMA.

S'il ne fait aucun doute que ces appareils soient pratiques et ludiques d'emploi, qu'il nous soit permis de dire à titre personnel que le visionnage de films sur un minuscule écran de quelques centimètres de diagonale n'est pas l'idéal en terme de confort visuel. Nous ne pensons pas non plus que cela puisse mettre en valeur la création vidéographique que nous tentons de privilégier dans cet ouvrage. Notons toutefois que vous bénéficierez de la qualité numérique en sortant le signal sur un grand écran TV : le connecteur HDMI a été inventé pour cela.



Figure 25.7 Console de jeux, téléphone mobile et baladeur multimédia font désormais office de lecteur vidéo d'excellente qualité sur leur petit écran « nomade ».

## 25.2 La diffusion directe en ligne

L'ogre Internet est un média incontournable de communication et de diffusion au service de tous les passionnés de l'image et du son. Chacune ou chacun peut très aisément y transférer sa production dans des sites publics ou privés, spécialisés dans l'hébergement et la diffusion de vidéos, ainsi bien sûr que sur son site personnel ou son blog. Qu'il s'agisse d'un infâme breddouillage capturé à la va-vite au caméscope, à la webcam, au téléphone imageur, ou bien d'un véritable chef-d'œu-

vre (heureusement il y en a !) le « produit » peut être regardé par n'importe quel habitant de la planète.

La Toile s'impose donc comme le partenaire privilégié du logiciel de montage ; ce dernier propose à l'utilisateur – disposant d'une connexion Internet – d'exporter directement son montage vers un site d'hébergement partenaire. La messagerie électronique étant un moyen de communication très populaire, rien n'est plus facile aujourd'hui que de diffuser ses vidéos chez des correspondants « ciblés », sous la forme de simples fichiers informatiques ; à condition qu'ils soient expédiés dans un format très compressé.

La messagerie peut également faire office de « ticket d'entrée » pour le visionnage d'une vidéo grâce à un lien hypertexte que l'expéditeur a préalablement intégré au message, cela en recopiant sur le site le code HTML relatif à cette vidéo. Il suffit au destinataire de cliquer sur ce lien pour se trouver immédiatement dans l'interface de lecture de la vidéo hébergée. De nos jours, Internet est le moyen de diffusion privilégié de la vidéo de création, alors que les chaînes de télévision ne lui ont jamais concédé le temps d'antenne qu'elle méritait.

### 25.2.1 Pinnacleshare

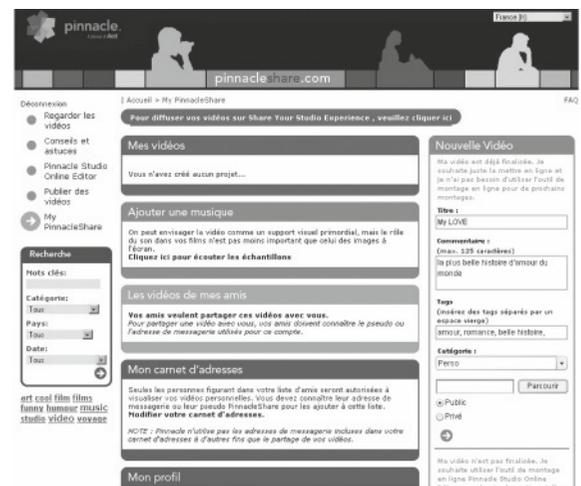


Figure 25.8 Interface du site de partage vidéo Pinnacleshare, avec ses options d'envoi de vidéo en ligne. *Image Gérard Galès.*

Ce site de partage vidéo ([www.pinnacleshare.com](http://www.pinnacleshare.com)), créé par le grand éditeur de logiciels Pinnacle (du groupe Avid) est ouvert à tous. Mais son originalité est d'y proposer le montage direct de rushes vidéo, grâce à son logiciel maison *Studio Online Editor*, lequel est parmi les plus évolués du genre. *Pinnacleshare* offre deux possibilités d'accès : public ou privé. Dans le premier cas, votre vidéofilm est visible par tout visiteur du site. Dans le second cas, seules les personnes « invitées » que vous avez choisies et dont vous avez

ajouté le nom au carnet d'adresse seront autorisées à visionner cette vidéo.

Le principe d'usage de ce site est simple : le vidéaste qui dispose déjà d'une vidéo finalisée n'a besoin que de créer un compte, puis de sélectionner sur son disque dur l'œuvre à envoyer sur le site de diffusion. Il doit préalablement indiquer le genre de la vidéo (à choisir dans une liste) et lui associer un ou plusieurs mots clés (des *tags*) tels que : fiction, nature, musique, voyage, etc. Cette dernière opération est importante car elle permet aux visiteurs de trouver plus rapidement la vidéo qu'il recherche. Si, la prestation est une parodie de western, on choisit ces deux mots clés en tant que marqueurs. Quand l'internaute compose ensuite « parodie » ou « western » au clavier, il obtient la liste de toutes les vidéos associées à ce mot-clé. Le fichier à envoyer sur le site ne doit pas dépasser 30 Mo et/ou 2 minutes de durée. Le site accepte de nombreux formats vidéo/audio et « photo » mais Pinnacle conseille de mettre en ligne un fichier vidéo codé en MPEG-4, ou en DivX.

Une fois déposé sur le site, le fichier est automatiquement ré-encodé de deux manières : en version légère, afin qu'il soit lisible par le visiteur ne disposant que d'une connexion à bas débit et, parallèlement, en version à large bande passante pour l'utilisateur possédant une connexion ADSL ou en réseau câblé. Tous les « abonnés » de *PinnacleShare* se voient attribuer gratuitement un numéro d'identification donnant accès au site, ainsi qu'aux différents outils de diffusion (carnet d'adresse, calendrier, agenda, gestionnaire de fichiers vidéo, etc.).

## 25.5.2 YouTube et Dailymotion

Les sites publics de partage vidéo abondent sur la Toile. *YouTube* et *Dailymotion* ([www.fr.youtube.com](http://www.fr.youtube.com) et [www.dailymotion.com](http://www.dailymotion.com)) sont actuellement les plus populaires, mais vous pouvez tout aussi bien porter votre choix sur d'autres sites analogues tels que *Yahoo! Vidéo*, *Google Vidéo*, *Vimeo*, *Megaupload*, *Media Max*, *Crackle*, *CastPost*, *Ourmedia*, etc. Le principe de fonctionnement est quasi identique pour tous et ne diffère guère de celui du site de partage *PinnacleShare* décrit ci-dessus : inscription pour ouverture de compte, codage dans un format compatible, transfert, détermination des « tags » et du mode d'accès. Ce sont surtout les tailles et durées acceptables de fichiers qui varient selon les cas. Dans *YouTube*, par exemple, ces limites sont actuellement fixées à 100 Mo et 10 minutes de vidéo, mais elles peuvent être dépassées dans certains cas. Pour sa part, *Dailymotion* accepte un fichier vidéo de 150 Mo maximum et de 20 minutes de durée, mais bien davantage pour certains utilisateurs privilégiés du site. Bien que bon nombre de formats de compression soient acceptés, le *DivX* est souvent recommandé comme format « d'entrée ». Le serveur du site se charge ensuite de réaliser la conversion du

fichier vidéo au format par défaut exploité pour la diffusion, le plus couramment de type Flash (.flv).



Figure 25.9 Interface du site de partage vidéo YouTube, avec ses options d'envoi de vidéo en ligne. Image Gérard Galès.

*YouTube* est très apprécié pour sa rapidité d'exécution et son grand choix de vidéos. *Dailymotion* est une plate-forme de partage d'origine française, en deuxième position au niveau mondial. Son interface est également très conviviale et très simple d'usage. Dans l'un ou l'autre site, le vidéaste n'a qu'à se laisser guider et suivre la procédure indiquée pour y placer sa vidéo. Toutes les vidéos proposées en diffusion publique sont classées par catégories (vidéos les plus récentes, les plus vues, les mieux notées), ainsi que par mots-clés. *YouTube* et *Dailymotion* proposent des fonctions très pratiques, telles que la possibilité d'exporter une vidéo ou un groupe de vidéos sur son blog personnel, ou de la joindre à une communauté ou un groupe quelconque, par l'intermédiaire d'un lien automatique. Ils offrent également un intéressant retour de lecture au vidéaste qui expose ainsi sa production. En effet, tout internaute inscrit a le droit de poster ses commentaires et d'attribuer une note à la vidéo concernée.

En raison peut-être de ses origines, *Dailymotion* est plus facile d'emploi pour l'internaute francophone dont il comprend mieux la langue. Parmi les « plus », notons l'affichage de la durée estimée et du temps écoulé d'une vidéo donnée, ainsi que la possibilité de choisir le format (petit, moyen, grand) d'une vidéo que l'on souhaite exporter du site. Si vous proposez des vidéos originales, vous pouvez y devenir l'utilisateur privilégié d'un programme appelé *MotionMaker* et bénéficier ainsi de chargements de fichiers plus importants et de présentations personnalisées sur la page d'accueil du site.

Jusqu'à ces dernières années, on reprochait la qualité plutôt médiocre des images diffusées sur ces sites. Mais des progrès énormes sont réalisés dans le domaine et l'on peut être sûr que la vidéo HD va

rapidement s'imposer. L'envoi de contenu vidéo de qualité supérieure (1 280 × 720p soit HD Ready) est déjà possible sur *Dailymotion*, bien qu'elle soit provisoirement réservée à certaines catégories d'utilisateurs. Au train où vont les choses, tous les autres sites vont bientôt offrir à la communauté des vidéastes la possibilité de diffuser leurs productions en résolution HD. Une possibilité qu'ils ne pourront exercer que s'ils disposent d'une connexion à haut débit : pour cela, les propositions ne manquent pas !

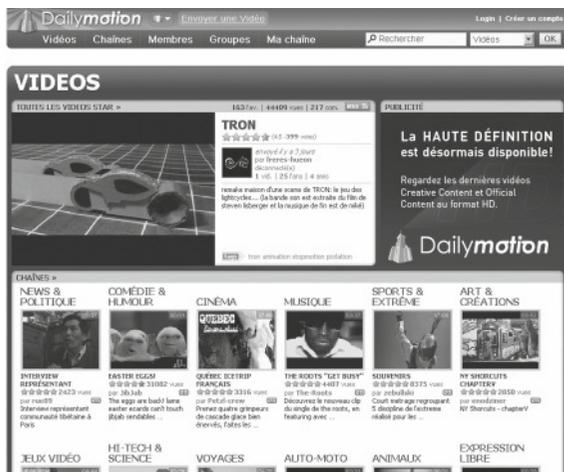


Figure 25.10 Les sites de partage vidéo en ligne les plus connus, tel que Dailymotion en France, s'ouvrent assez rapidement à des contenus vidéo en haute définition, ce qui permet au vidéaste créatif de faire connaître ses réalisations au monde entier.

### 25.2.3 Diffuser sur sa chaîne TV Internet personnelle

Créé à l'initiative de *Free* – fournisseur français d'accès à Internet haut débit – ce nouveau concept reste assez proche de la diffusion sur un site de partage Internet. La différence est que la « TV Perso » est diffusée comme une émission TV, en plein écran sur le téléviseur et sans l'aide d'un ordinateur, aussi bien pour « l'émetteur » de la vidéo qui la transfère sur le serveur réseau, que pour le « récepteur » qui la visionne. L'idée est de permettre à chaque utilisateur de s'improviser producteur et éditeur d'émission TV, voire de créer sa propre chaîne de télévision. Ici, pas de thème imposé, pas de durée, ni de taille de fichier, ni d'horaire de diffusion à respecter. Mais comme l'impose la juridiction internationale, les vidéos à contenu « adulte » sont interdites aux mineurs et ne sont accessibles qu'à travers un mot de passe.

Pour en rester à notre communauté de vidéastes amateurs et institutionnels, la télévision personnelle constitue aussi un bon moyen de montrer sa production vidéo « à la télé » et dans une qualité de restitution qui peut être digne de la télévision *broadcast*. Ce

mode de diffusion est – au moment de la rédaction – réservé aux seuls utilisateurs du boîtier modem *Freebox HD*, aussi bien en émission qu'en réception. Mais nous ne voyons pas ce qui pourrait empêcher les fournisseurs d'accès concurrents de proposer leur propre version...



Figure 25.11 Tous les genres sont représentés sur TV Perso, la chaîne de télévision « à faire soi-même » lancée par le fournisseur d'accès Internet Free. Selon ce principe, l'abonné peut diffuser ses vidéos directement depuis son domicile.

Voici « comment ça marche » pour l'instant (car ce qui est vrai aujourd'hui ne le sera plus totalement demain). Le principe d'exploitation est très simple : si votre montage a été exporté sur un support matériel quelconque (bande, DVD, carte mémoire, clé USB, etc.), il vous suffit de le lire sur son lecteur et de relier ce dernier par ses connecteurs de sortie audio/vidéo analogiques au boîtier *Freebox HD*, lequel se trouve forcément à proximité du téléviseur. On peut également réaliser une émission TV en « live », grâce à un caméscope connecté à ce même boîtier en l'enregistrant simultanément sur le serveur *Free*, afin de le sauvegarder en vue d'une éventuelle diffusion « en différé ». C'est le boîtier *Freebox HD* qui assure la conversion analogique/numérique de la vidéo en (quasi) temps réel, et l'envoi sur le réseau en vue de retransmission *via* le canal 13 (*Canal 13 TV perso Freebox*).

La diffusion peut commencer lorsque vous êtes enregistré sur le serveur *Free* sous un pseudonyme : votre vidéo est alors proposée parmi d'autres sur le portail dédié, accessible grâce à la télécommande de la *Freebox HD*. Comme on l'a vu à propos des sites de partage Internet, vous pouvez opter, soit pour une diffusion publique, soit pour une présentation limitée à un cercle « d'invités ». Ceux-ci reçoivent directement votre message audiovisuel dans une « boîte de réception » personnelle, ou bien ils accèdent à la lecture de celui-ci grâce à un code que vous leur aurez préalablement communiqué.

### 25.2.4 Diffuser *via* sa messagerie électronique

Bien que ce soit un mode marginal de diffusion de la vidéo, citons la messagerie électronique qui permet de joindre un fichier informatique quelconque à son courriel (*e-mail*). C'est ainsi qu'un fichier vidéo peut être envoyé en une seule opération, soit à un correspondant unique, soit vers un grand nombre de destinataires (*mailing list*). Il n'y a pas, dans un tel cas, d'inscription préalable de l'utilisateur, ni de format vidéo imposé pour l'expédition : il faut bien entendu que l'ordinateur du destinataire soit pourvu du logiciel permettant de lire ce fichier. Tout cela est largement prévu par le logiciel d'exploitation de l'ordinateur.

L'inconvénient de ce mode de diffusion est que la taille du fichier est limitée par la capacité (par exemple 10 Mo par défaut) de la boîte de réception, ainsi que par le débit numérique permis par le type de connexion du destinataire. Cela veut dire que, faute d'une connexion rapide de type ADSL, votre correspondant risque de passer beaucoup de temps à attendre le téléchargement de la vidéo en pièce jointe dans son logiciel de gestion de messagerie. En pratique, les capacités du système sont limitées à la transmission

d'un petit fichier basse résolution, qu'il vaudra mieux compresser (zipper) pour en réduire le volume au minimum.

Compte tenu du volume important d'un fichier vidéo surtout s'il est « HD », vous ne pouvez guère utiliser cette méthode que pour diffuser rapidement une sorte de courte « bande-annonce » de votre vidéofilm, donnant envie à vos destinataires d'aller voir et entendre votre œuvre dans sa totalité et en qualité optimale sur l'un des autres médias que nous avons passé en revue dans ce chapitre (site Internet, TV perso, envoi de cassette ou de disque, etc.).

Évoquons enfin une autre solution alternative de partage de vidéos (et autres documents) : le *P2P* (pair à pair ou *peer to peer*) qui consiste à créer un mini-réseau Internet privé (*via* un logiciel dédié), permettant à des utilisateurs dûment identifiés et autorisés, d'échanger des dossiers et fichiers entre leurs ordinateurs respectifs. Ce système est en fait une variante du classique réseau Internet FTP (*File Transfer Protocol*), lequel fonctionne sur le modèle unique client-serveur. Le « client » envoie des requêtes auxquelles réagit le serveur en affichant une arborescence de fichiers qui deviennent exploitables (lecture, ajout, suppression, modification...), mais seulement pour le correspondant agréé.



# Montage en ligne et banques d'images

Le vidéaste d'aujourd'hui peut déjà se passer de logiciel de montage sur son ordinateur pour la post-production d'une œuvre ou autre message audiovisuel qu'il désire diffuser sur le Web. Pour cela, il n'a besoin que d'une liaison Internet rapide et de s'inscrire sur un site spécialisé assurant le partage vidéo (cf. 25.2).

Dans de telles conditions, l'ordinateur personnel n'est plus qu'un « terminal » informatique connecté à un serveur, auquel le « monteur-internaute » envoie simplement ses « ordres » pour agir sur ses rushes préalablement téléchargés. Le master du montage est ensuite systématiquement stocké et diffusé sur le site.

Vous manque-t-il des images pour peaufiner votre montage ? Ce n'est pas un problème car Internet est prêt à pallier cette carence : depuis quelques années, en effet, des banques proposant toutes sortes d'images à la vente fleurissent sur le Web. Il peut s'agir d'images fixes ou de séquences vidéo, issues d'archives historiques ou spécialement réalisées pour s'accorder à tous les styles de montage. Mais ici – contrairement aux éléments audio de type bruitages ou boucles musicales que l'on trouve gratuitement en « fouinant » sur le Web –, le téléchargement d'une séquence vidéo est toujours payant. Selon les cas (longue durée, document rare, etc.), le coût peut même être élevé. C'est néanmoins une solution possible pour le réalisateur qui manque d'un « matériau » essentiel.

## 26.1 Le montage en ligne sur Internet

Le plus souvent associés à des sites de partage vidéo, les logiciels de montage en ligne abondent sur la Toile. Leurs fonctions de montage sont généralement « basiques », mais suffisantes pour effectuer un « nettoyage » léger d'un clip vidéo avant qu'il ne soit mis en ligne. Ces programmes en ligne sont trop limités pour la réalisation d'un montage véritablement élaboré. D'autres programmes, plutôt conçus pour la création de diaporamas animés (par exemple *Animato* – animato.

com), permettent d'inclure des effets spéciaux visuels et des musiques typées sur des images fixes. Dans l'offre actuelle, nous sélectionnerons deux programmes de montage vidéo en ligne : *YouTube Remixer* et *Studio Online Editor*. Plus riches en fonctionnalités de montage que leurs concurrents, ils méritent que nous en détaillions ici leurs fonctions, d'autant qu'ils s'associent à deux sites de partage vidéo que nous avons cités dans le chapitre 25 *YouTube* et *Pinnacleshare*. Ils sont de plus inspirés de logiciels de montage parmi les plus réputés : *YouTube Remixer* est une version légère dérivée d'*Adobe Premiere Express*, tandis que *Studio Online Editor* est pour sa part une déclinaison simplifiée du célèbre *Pinnacle Studio*.

1 Le principe d'importation des rushes est partout identique. Vous téléchargez (*upload*) votre fichier vidéo sur le site (un à un s'il y en a plusieurs), selon les mêmes contraintes techniques que pour une diffusion directe en ligne. Attention : tous les rushes nécessaires doivent être réunis avant de commencer le montage, car il n'est pas possible d'en ajouter à partir de l'interface du programme utilisateur. *YouTube Remixer* n'étant pas doté de fonction de sauvegarde, ajouter un ou plusieurs plans imposerait de recommencer le montage à zéro.

Une fois le transfert effectué et validé – ce qui peut être assez long – vous accédez à l'interface de montage. Vous y retrouverez vos fichiers téléchargés sagement rangés dans le chutier. Ce programme *YouTube Remixer* (qui n'était qu'en version *bêta* au moment de la rédaction) doit autoriser le téléchargement séparé de fichiers audio permettant d'ajouter une musique ou un bruitage en superposition au son direct des rushes. La même fonction est déjà active dans *Studio Online Editor*.

2 L'interface de *YouTube Remixer* offre une grande et confortable visionneuse, affichant la durée du clip. Elle intègre les fonctions de lecture et de découpage. Le volume sonore est réglable à la souris grâce à un bargraph situé à droite de la visionneuse. Sous cette dernière se trouve le storyboard (mode unique) avec ses classiques vignettes représentatives de clips et de transitions (*cut* ou effet). Tout en bas sont placées les trois touches utiles : *Preview* pour visualiser à volonté le montage achevé, *Publish* pour l'envoyer en

publication définitive et un classique *Undo* (annuler) pour revenir en arrière sur une action de montage. Il eut été préférable que la touche *Publish* soit bien séparée de ses voisines, afin de ne pas risquer de la confondre durant le montage, notamment avec touche *Preview*. Néanmoins, tous les outils de lecture et de découpage tombent bien sous la main. La moitié droite de l'interface écran est consacrée au chutier et aux diverses bibliothèques. En bas à droite de l'écran, un bandeau rappelle que *YouTube* utilise la technologie logicielle *Adobe*.



Figure 26.1 Interface du logiciel de montage en ligne YouTube Remixer. Image Gérard Galès.

L'interface écran de *Studio Online Editor* reprend logiquement la disposition du logiciel *Pinnacle Studio*. Elle s'articule en trois principales étapes (Télécharger, Éditer, Publier) et adopte le principe cher à *Studio* des onglets multiples d'accès aux diverses bibliothèques. La visionneuse (et écran de *preview*) est pauvrement accompagnée d'une unique touche de lecture et elle est dépourvue d'affichage de la durée du clip (pourtant très utile au cours du montage). On apprécie en revanche la fenêtre de montage de travail « pro » avec un affichage de type *timeline*. Cette dernière propose en effet, hormis sa piste image, plusieurs autres pistes : titrage, filtre, transition, son additionnel (icône *Haut-parleur*) et musique (icône *Clé de sol*). On peut donc disposer de deux pistes audio indépendantes. La dernière piste son a la spécificité de permettre la lecture en boucle du segment audio qu'elle contient. On peut donc répéter automatiquement une musique ou un bruit de fond afin de l'ajuster à la durée du montage (ou de la scène).

3 Dans *YouTube Remixer*, se trouve, sous la visionneuse, une barre horizontale gris foncé dans laquelle des taquets de réglages permettent d'ajuster la longueur du clip à ses deux extrémités. Le segment actif est signalé en rouge. Une icône *Ciseaux* permet de couper très aisément le clip en deux parties, autant de fois que désiré. Cependant, malgré la présence d'un compteur de repérage, la précision n'est pas toujours assurée. Les segments qui en résultent sont automatiquement posés l'un derrière l'autre dans le storyboard.

Il est très facile de modifier l'ordre des clips en les déplaçant à la souris et d'insérer dans le montage un nouveau clip ou une photo. Le storyboard s'adapte instantanément à toutes les modifications.

Dans *Studio Online Editor* l'ajustage des clips ne peut se faire dans la *timeline* qu'à l'aide de poignées de découpage à la souris. Pas de *Cutter* pour couper un clip en deux. La seule manière de procéder est de poser le clip entier sur la *timeline* autant de fois que de segments désirés, puis de réajuster séparément leurs durées pour n'en conserver que les parties utiles. Ici, pas le moindre compteur permettant de se repérer pour le découpage... Seule, la règle graduée de la *timeline* autorise un placement très approximatif. Le système étant dépourvu de fonction zoom sur la *timeline*, on peut parler à son propos de « montage à la louche », d'autant que la manipulation des poignées de découpage n'est pas très ergonomique. Par contre, on bénéficie du magnétisme entre les clips. Autre erreur, Pinnacle a curieusement fait l'impasse sur tout outil de réglage audio : lequel fait cruellement défaut. Songez que le monteur ne dispose même pas d'un curseur de réglage de niveau sonore !

4 Les outils d'habillage du montage sont ce qu'il y a de plus rustique. Le fait qu'il n'y ait – dans ces deux logiciels *online* – qu'une unique piste vidéo implique que la superposition de deux images « réelles » soit impossible. Dans *YouTube Remixer*, il est cependant envisageable de superposer divers objets graphiques et une vingtaine de bordures à la vidéo. La fonction de titrage propose une quinzaine de polices et quelques effets (non modifiables) de textes animés. Ces outils sont assez conviviaux et la manipulation des titres dans la visionneuse est aisée : rotation, ajustement de la taille et de la position des titres dans le cadre. La bibliothèque des transitions est rachitique : cinq effets, pas plus. Pas le moindre filtre de correction, ni d'effet spécial.

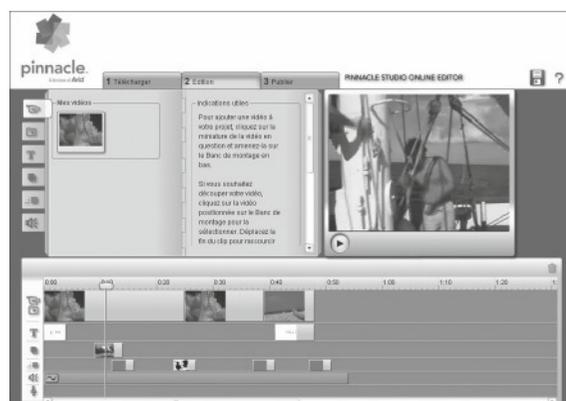


Figure 26.2 Interface du logiciel de montage en ligne Studio Online. Image Gérard Galès.

*Studio Online Editor* est mieux loti sur ce point, car il offre un éditeur de filtre (limité aux réglages de la luminosité, du contraste, de la saturation et de la

teinte), mais qui permet de créer, par exemple, des effets « psychédéliques » ou bien de teinter les images en sépia, en monochrome, etc. Chaque « variante filtre » est sauvegardée automatiquement et listée dans la bibliothèque. L'offre en transitions est spartiate, avec quatre effets seulement, sans aucune possibilité de superposition de bordure, ni de graphisme. Même avarice du côté titrage : trois polices, six positions prédéfinies du texte et de simples touches +/- pour agrandir ou rapetisser le titre dans une faible amplitude. L'éditeur de texte dispose néanmoins d'une bibliothèque de polices avec effets prédéfinis qui enrichit notablement les possibilités de titrage.

5 Il faut dire que *Studio Online Editor* présente un gros avantage pratique sur *YouTube Remixer* : on peut sauvegarder le projet à tout moment et le récupérer tel quel à volonté. Ce logiciel réutilise sa visionneuse pour la lecture de *preview* du montage, de sorte que sa seule fonction après montage est la lecture de la totalité du vidéogramme. La visionneuse de *YouTube Remixer* n'est ni plus grande, ni plus sélective, mais elle s'avère mieux équipée, avec touche de rembobinage, barre horizontale avec défilement de la tête de lecture, schématisation des différents *cuts* effectués, indication de durée et bargraphs de réglage audio.

Lors de nos essais de *YouTube Remixer* (à l'époque, en version *bêta*), nous avons constaté de fréquents bogues en lecture (saccades, mauvais rendu des effets, voire des pertes d'affichage), probablement imputables à la non-finalisation du logiciel. La version définitive a sans doute résolu depuis ces problèmes. La lecture dans la visionneuse de *Studio Online Editor* est au contraire très stable et bien fluide.

Soyez conscient qu'il est impossible de modifier ultérieurement le document vidéo dans le logiciel de montage. Le montage étant achevé, il ne reste qu'à publier l'œuvre définitive. Donnez un titre « significatif » à votre document et affectez-lui un ou plusieurs tags. Ces marqueurs, basés sur des mots clés, facilitent le classement et la recherche ultérieure de votre œuvre dans les méandres du site. Vous avez enfin, comme pour tout document vidéo publié sur le Web, la possibilité de choisir entre la diffusion publique ouverte à tous, ou limitée à des correspondants nommément désignés.

## 26.2 Achat de séquences vidéo sur Internet

Avez-vous besoin de compléter votre montage avec une vue aérienne sur les canyons du Colorado, d'un gros plan de requin menaçant le plongeur ou d'une explosion atomique en plan large ? Tout cela se trouve sur Internet, en diffusion plus ou moins libre de droits selon le type de licence qui couvre la séquence concernée. Aucun document vidéo de qualité (susceptible d'être intégré dans un vidéofilm digne de ce nom) n'est gratuit.

### 26.2.1 Principes d'usage

Il n'est pas toujours facile de découvrir exactement la séquence vidéo dont on a besoin en consultant les catalogues des éditeurs d'images animées ou fixes qui abondent sur le Web. Une solution rapide et efficace est de faire appel à une banque d'images regroupant les fonds de plusieurs éditeurs. Grâce à une simple recherche thématique ou par mots clés, on peut accéder directement à tous les documents s'y rapportant chez tous les éditeurs référencés. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, les images proposées à la vente ne sont pas uniquement les plus rares ou les plus spectaculaires. Des vidéos qui traitent des sujets apparemment banals (scènes de la vie familiale ou amicale, paysages, vie citadine, etc.) y sont également proposées et ce ne sont pas forcément les moins chères. Il est facile d'en comprendre la raison : ces sites web spécialisés touchent une clientèle potentielle internationale ; or, ce qui est très facile à filmer en un lieu géographique donné (le désert, la banquise, la forêt équatoriale et ainsi de suite) n'est pas directement accessible à l'utilisateur habitant une autre région du globe.

Les conditions d'utilisation diffèrent selon les dispositions contractuelles spécifiques à chaque éditeur. Vous pouvez donc avoir affaire à des vidéos sous « licence libre de droits » ou « à droits gérés ». Attention : « libre de droits » ne veut pas dire gratuit ! La mise à disposition d'une telle séquence vidéo est le plus souvent payante, mais – après achat – celle-ci peut être utilisée plusieurs fois et pour divers usages (voir cependant les conditions de cession propres à chaque organisme vendeur). Le prix à payer pour une vidéo libre de droits est uniquement fondé sur la taille et le format de livraison et non sur son utilisation, laquelle ne peut pas justifier de prix supplémentaire.

Quand une vidéo est au contraire définie comme étant soumise à des « droits gérés », cela signifie que sa licence dépend de l'usage qui en sera fait. Son prix est alors calculé en fonction de différents critères, tels que sa taille et sa durée, mais aussi le type de diffusion et le lieu géographique d'utilisation. Une vidéo à « droits gérés » est donc cédée pour un usage spécifique et ne peut être utilisée dans aucun autre but que celui mentionné dans le contrat.

Le prix d'une séquence vidéo est très variable et se situe dans une large fourchette allant de moins de 20 € (il y en a peu à si bas prix), jusqu'à plus de 300 € pour quelques secondes d'images. On est en droit de se demander ce qui justifie de tels écarts : difficulté de tournage, rareté du sujet ou simplement *royalties* à payer au producteur de la vidéo ? Un pack à télécharger ou un CD/DVD thématique est en toute logique financièrement plus intéressant qu'une séquence seule de même thème, car les prix oscillent alors entre 200 et 800 € pour 25 à 30 séquences en moyenne. Cela peut paraître onéreux au premier abord, notamment pour une séquence dont on se dit « après tout, j'aurais pu filmer ça moi-même ». Mais si l'on prend en compte

la préparation, l'organisation et la mise en place d'un tournage qui peut s'avérer compliqué voire dangereux, la perte de temps qui en découle et l'inévitable coût de production qui peut être très élevé, l'achat d'une séquence toute faite est une solution rationnelle, rapide et efficace si elle est bien ciblée. Il faut également considérer qu'un vidéaste amateur peut toujours modifier son scénario, de manière à se passer des images qu'il ne peut pas se procurer gratuitement, alors que l'institutionnel ou le professionnel dispose du budget nécessaire à leur achat.

## 26.2.2 Quelques exemples de banques vidéo Internet

**1 FotoSearch** ([www.fotosearch.fr](http://www.fotosearch.fr)). C'est l'une des banques d'images la plus complète et la plus intéressante en matière de regroupement d'éditeurs internationaux d'images photographiques, d'animations, de vidéos, ainsi que de musiques et de bruits. La recherche par thème et par mot clé est très simple et très rapide. En ce qui concerne la vidéo, les séquences sont livrées en standard PAL ou en NTSC, au format QuickTime (QT). Elles sont vendues individuellement ou regroupées par CD thématique d'une vingtaine de séquences. Les prix sont indiqués en regard de chaque titre. On peut établir une recherche portant uniquement sur des vidéos liées à un type de licence particulier (libre de droits ou à droits gérés). Il est également possible, après enregistrement sur le site, de disposer d'une visionneuse virtuelle permettant d'observer les images en pleine définition, avant l'achat qui peut se faire en ligne.

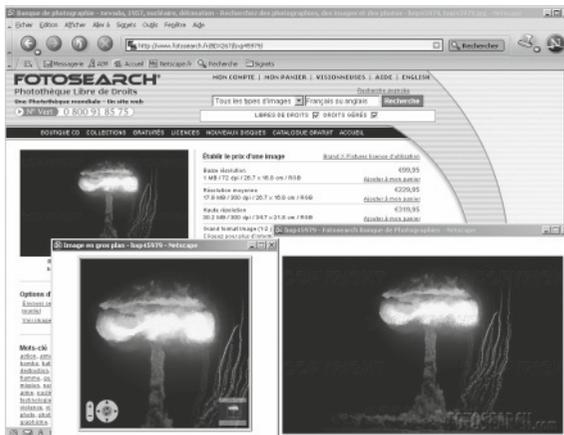


Figure 26.3 Interface du site de banque d'images FotoSearch.

**2 Matton Images** ([www.matton.fr/video](http://www.matton.fr/video)). Cette importante banque d'images libres de droits regroupe plus de 46 éditeurs du monde entier, des plus connus jusqu'aux petits créateurs talentueux. On apprécie d'y trouver, outre la recherche par thème ou mot clé avec vignettes, un filtre de prix qui permet de cerner rapidement les images correspondant à son budget. Plusieurs

visionneuses virtuelles en pleine résolution peuvent être créées. Matton assure que la plupart des images fournies ont été tournées en HDCam, cinéma 35 mm et 16 mm ou générées par ordinateur. À ce jour les séquences sont vendues regroupées (de 20 à 30 environ) sur des CD thématiques livrés par courrier ou en ligne.

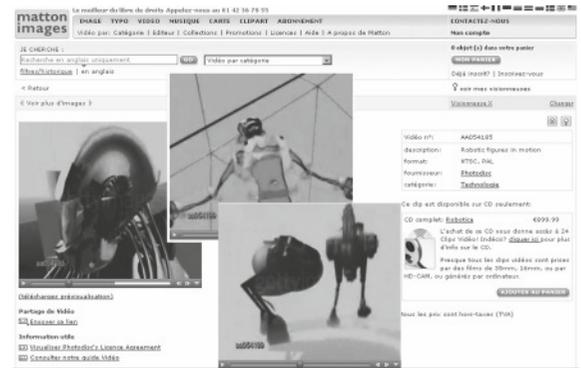


Figure 26.4 Interface du site de banque d'images Matton Images.

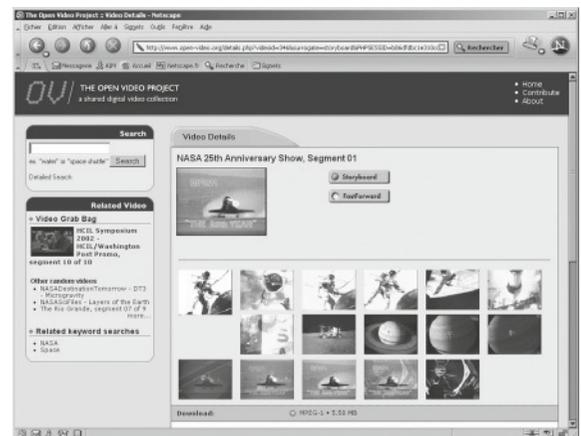


Figure 26.5 Interface du site de banque d'images Open Video.

**3 Open Video project** ([www.open-video.org](http://www.open-video.org)). Ce site ouvre un accès gratuit à toutes sortes d'archives vidéo. On y trouve par exemple des films historiques américains de type documentaire, éducatif, événementiel, historique, de service public et en particulier les archives noir et blanc et couleur de la NASA. Cette dernière, à l'occasion de son 25<sup>e</sup> anniversaire, les met gratuitement à la disposition du grand public. Les amateurs du genre pourront y trouver quelques « incunables », tel un documentaire (N&B) sur les premiers essais de la bombe atomique dans le désert du Nevada. L'inconvénient est que certaines séquences ne sont téléchargeables qu'en MPEG-1 dans une petite fenêtre (QT) et donc assez peu exploitables dans un montage. Mais elles sont aussi parfois disponibles en MPEG-2 ou 4 et Real. La présentation de chaque séquence se fait en mode *Storyboard* avec une suite

de photos représentatives ou sous forme de montage accéléré lisible dans une vignette QuickTime. La diffusion, reproduction et modification de ces vidéos auprès du public est libre à condition qu'il n'y ait pas d'utilisation commerciale, que le nom de l'auteur original soit cité et que toutes ces conditions soient respectées, même dans le cas où la diffusion aurait lieu après modification, transformation ou adaptation.

**4 Thought Equity Motion** ([www.thoughtequity.com](http://www.thoughtequity.com)). Ce site se définit comme une véritable agence de contenus filmés, capable de gérer pour vous la recherche de l'image rare ou l'archive dont vous avez spécialement besoin, au travers d'un réseau étendu de fournisseurs. Un certain nombre des clips proposés sont sous licence libre de droits, mais pour d'autres, il faut veiller aux restrictions d'usage. Bien lire les informations détaillées propres à chaque clip choisi. Il est à noter que la collection de vidéos libres de droits du célèbre *National Geographic* se trouve sur ce site.

Il n'est pas requis de s'inscrire préalablement pour visionner les extraits de clips dans une assez grande fenêtre. L'interface est claire et agréable, avec des panneaux qui précisent pour chaque clip ses caractéristiques techniques, les options de livraison physique éventuelle (type de cassette désiré ou DVD) et les prix selon la résolution et le format (PAL ou NTSC). L'achat en ligne est possible. Des packs thématiques sont proposés, contenant en moyenne une vingtaine de clips en pleine résolution de qualité *broadcast*, à des prix avoisinant les 500 €. Les résolutions inférieures (DV, PowerPoint, formats Web...) sont proposées à prix réduit. Il est également possible d'acquérir une seule séquence de quelques secondes dans divers formats, y compris en HD, cela dans une fourchette de prix allant de 70 € en basse résolution à 500 € en HD. Pour les séquences plus longues, les prix sont calculés et fournis à la demande et peuvent faire l'objet de conditions d'utilisation particulières.





# **COMPLÉMENT TECHNIQUE**



« La culture, c'est ce qui reste quand on a tout oublié » a écrit *Édouard Herriot* (en citant un moraliste oriental non identifié). Cet ouvrage n'a pas la prétention d'être « culturel », mais nous avons des raisons de croire qu'à notre époque de rapide mutation technologique, les chapitres suivants sont susceptibles de retenir l'attention de certains de nos lecteurs.

## **Les chapitres de la partie 4**

**27 • Télévision et vidéo**

**28 • À la recherche des formats perdus**

**29 • Les principes de la vidéo numérique**

**30 • Les formats de vidéo numérique**

**31 • Supports d'enregistrement**

**32 • Connectique et branchements**

## Télévision et vidéo

Le formidable développement des technologies numériques dans les dernières années du xx<sup>e</sup> siècle a conféré à la télévision et à la vidéo de nouvelles performances, tant sur le plan de la qualité image et son : formats DV et dérivés, vidéo haute définition (HDV), « cinéma chez-soi » (home cinéma), cinéma numérique, vidéo mobile, etc., que sur celui de la distribution des programmes ou de la transmission de messages audiovisuels aux usagers : disques DVD et Blu-ray, télévision numérique terrestre (TNT), lecture de programmes vidéo ou audio en continu (le *streaming*) sur le réseau Internet, etc.

### 27.1 Petit rappel

Dans le chapitre 12, nous avons donné au lecteur des informations utiles à la bonne compréhension des différents formats d'enregistrement vidéo et du fonctionnement des caméscopes.

La *fréquence image* (im/s) est le nombre d'images complètes enregistrées par seconde : 24 im/s pour le cinéma, 25 im/s (PAL) ou 30 im/s (NTSC) en vidéo et télévision.

Dans le cas d'un système à balayage entrelacé (« i »), chaque image résulte de la succession de deux trames (paire et impaire). La *fréquence trame* (tr/s) est alors le double de la fréquence image (50 tr/s en PAL et 60 tr/s en NTSC).

Dans le cas d'un système à balayage progressif (« p »), chaque image est complète. Par exemple, « 50p » veut dire 50 images complètes par seconde.

### 27.2 Les suppressions lignes et trame

Dans le tube CRT d'un « vieux » téléviseur, les déplacements du spot d'électrons sur l'écran sont pilotés – grâce aux tops de synchronisation – avec une parfaite précision par des bobines de déviation magnétique placées de part

et d'autre vers la base du tube : deux bobines dévient le faisceau dans le *sens horizontal* (celui des lignes), deux autres dans le *sens vertical* (celui des trames).

Le *balayage horizontal d'une ligne* comprend deux phases :

- À l'aller, durée utile de la ligne, le spot électronique excite successivement de gauche à droite (de l'image) les éléments phosphorescents (dits luminophores) de l'écran ; puis il s'éteint en bout de ligne.
- Au retour, le spot éteint revient rapidement sur la gauche de l'image, en sautant l'espace d'une ligne (qui sera occupé par la ligne de la trame suivante). Cette période d'extinction du spot pendant le retour et en début de ligne est appelée *durée de suppression ligne*, ou encore *suppression horizontale*. Un *top de synchronisation* est inséré durant la suppression de chaque ligne.

Le *balayage vertical d'une trame* comprend également deux phases :

- Quand le spot arrive au bout de la dernière ligne d'une trame, il s'éteint pour remonter rapidement jusqu'à la première ligne de la trame suivante, puis il reste éteint pour balayer un nombre entier de lignes : 49 par image en 625/50. Cette période d'extinction du spot en début de trame est appelée *durée de suppression trame*, ou encore *suppression verticale*. Les *signaux de synchronisation trame* sont insérés dans les premières lignes de suppression verticale.
- Puis le spot s'allume pour tracer, comme on l'a vu, les lignes suivantes de cette trame.

#### Remarques

- Si le spot est « éteint » durant les périodes de suppression ligne et trame, c'est seulement parce que la tension du signal vidéo est alors inférieure à la valeur permettant « d'exciter » les luminophores de l'écran. Les périodes de suppression servent en effet de support aux signaux de service, dont les impulsions de synchronisation lignes et trames et les « salves » de codage couleur. Il reste par ailleurs un bon nombre

de lignes de suppression verticale disponibles qui permettent d'inscrire diverses informations, affichées ou non sur l'écran : télétexte, code temporel, sous-titres pour malentendants, etc.

- En 625/50, l'image effectivement formée sur l'écran du téléviseur ne comprend que  $(625 - 49) = 576$  lignes « effectives » ; en 525/60  $(525 - 38) = 487$  lignes.

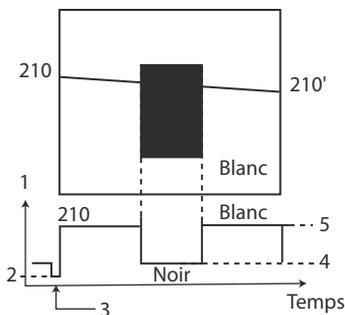


Figure 27.1 Sur cette image de télévision représentant une plage rectangulaire noire sur fond blanc, on a fait figurer, en dessous, une seule ligne paire (210-210').

On voit que le niveau de noir est situé à une tension notablement plus élevée que le top de synchronisation ligne (ou « fond de synchro »).

1 Tension vidéo – 2 Fond de synchro – 3 Top de synchro ligne – 4 Niveau de noir vidéo – 5 Crête des blancs.

## 27.3 Valeurs caractéristiques

Depuis les débuts de la télévision et jusqu'à nos jours, l'adoption de deux différents « standards TV » a énormément compliqué les problèmes d'échange des programmes et de compatibilité des équipements, cela dans tous les domaines grand public et professionnels.

Tout en privilégiant les vidéastes utilisant des équipements PAL fonctionnant en 50 Hz, cet ouvrage peut également intéresser les lecteurs francophones habitant ou voyageant dans les pays « NTSC », raison pour laquelle nous donnons également (tableau 27.1) les valeurs afférentes au système 525/60 (en réalité, la fréquence trame du NTSC est une valeur irrationnelle de 59,94 Hz environ : ce qui complique encore le problème). Nous pourrions en revanche oublier le SECAM qui ne fut jamais utilisé qu'en France et quelques pays de l'Est, uniquement pour la diffusion hertzienne des chaînes TV analogiques. En Europe, la production professionnelle et la vidéo grand public ont toujours été fondées sur le PAL.

**1 Système 625/50 (PAL).** Il y a 625 lignes par image et 25 images complètes par seconde. Chaque image est formée de deux trames entrelacées successives de 312,5 lignes. Il y a donc 50 trames alternative-

ment impaires et paires par seconde (*fréquence trame* ou *fréquence verticale*  $Fr_V = 50$  Hz). De sorte que la *fréquence ligne* ou *fréquence horizontale* ( $Fr_H$ ) peut être calculée de deux manières :

$$Fr_H = 625 \times 25 = 312,5 \times 50 = 15\,625 \text{ Hz}$$

La durée totale d'une ligne est de :

$$1 \text{ s} / 15\,625 = 64 \mu\text{s}.$$

**2 Système 525/60 (NTSC).** Le même calcul donne :

$$Fr_H = 525 \times 29,97 = 262,5 \times 59,94 = 15\,734 \text{ Hz}$$

La durée totale d'une ligne est de :

$$1 \text{ s} / 15\,734 = 63,56 \mu\text{s}$$

Tableau 27.1 Spécifications des deux systèmes TV analogiques d'origine

Valeur caractéristique	625/50	525/60
Standard de TV couleur	PAL*	NTSC**
Nombre de lignes par image	625	525
Nombre de lignes par trame	312,5	262,5
Entrelaçage	2:1	
Rapport de format (aspect ratio)	4:3	
Fréquence ligne ( $Fr_H$ )	15 625 Hz	15 734,25 Hz
Fréquence trame ( $Fr_V$ )	50 Hz	59,94... Hz
Fréquence image (im/s)	25 Hz	29,97... Hz
Durée totale de balayage d'une ligne ( $t_H$ )	64 $\mu\text{s}$	63,56 $\mu\text{s}$
Durée de la suppression horizontale	12 $\mu\text{s}$	10,9 $\mu\text{s}$
Durée d'affichage d'une ligne sur l'écran	52 $\mu\text{s}$	52,66 $\mu\text{s}$
Nombre de lignes affichées sur l'écran	576	487
Nombre de lignes supprimées par image	49	38
Durée de la suppression verticale	3,136 ms	2,415 ms
Fréquence de la sous-porteuse couleur	4,43 MHz	3,58 MHz
Largeur de la bande vidéo	5 MHz	4,2 MHz

\* À part le codage couleur, les valeurs PAL sont voisines ou identiques en SECAM.

\*\* En NTSC, la  $Fr_V$  n'est pas le nombre entier de 60 Hz, mais 59,94 Hz environ : ce qui a longtemps rendu les conversions NTSC  $\leftrightarrow$  PAL assez difficiles.

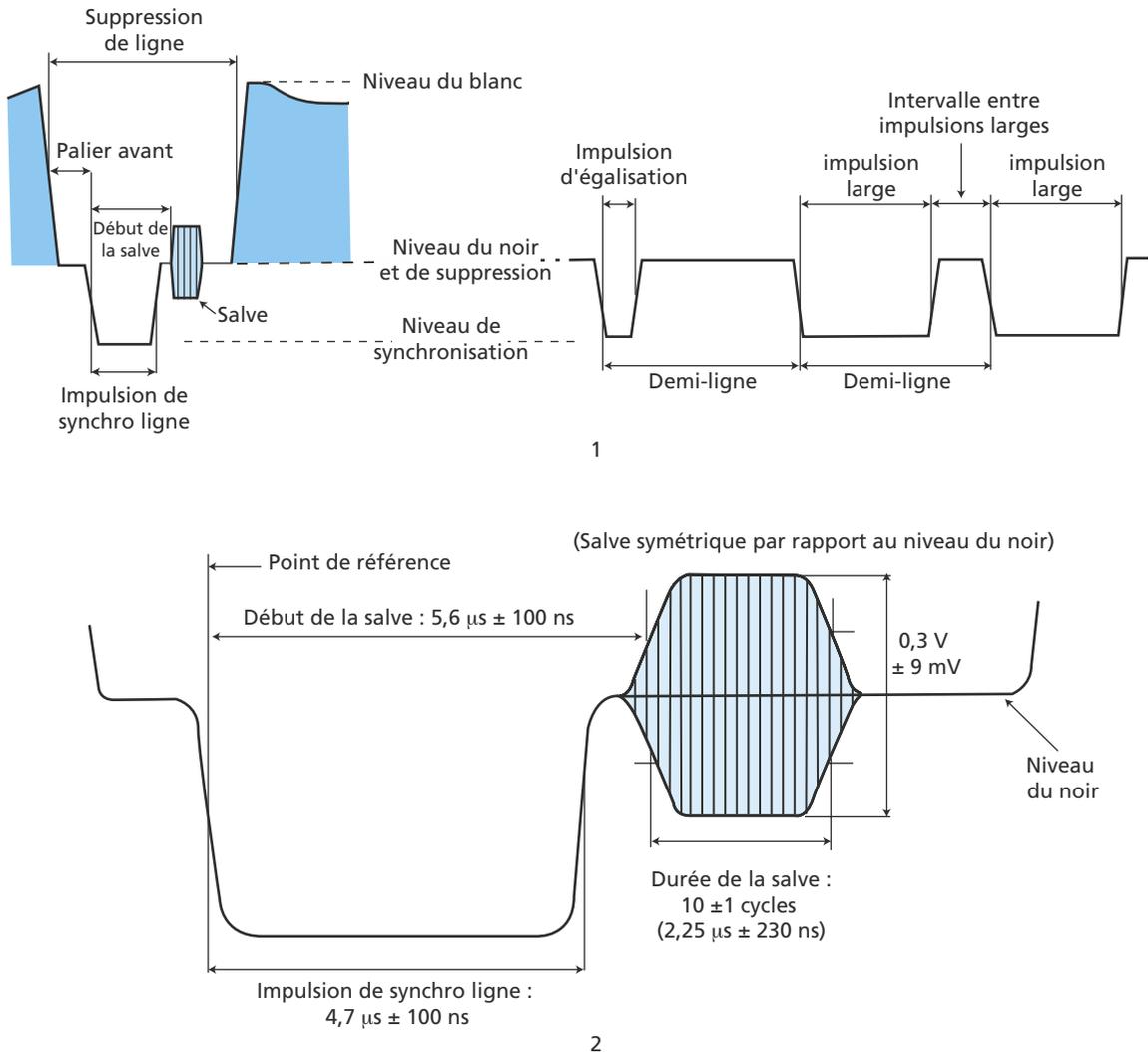


Figure 27.2 Forme d'onde typique d'une seule ligne complète de vidéo analogique composite.

1 Une ligne PAL complète – 2 La salve PAL se trouve en début de chaque ligne utile.

## 27.4 Le signal vidéo

La figure 27.2 montre la forme d'onde typique d'une seule ligne complète de *vidéo analogique composite*, c'est-à-dire combinant les informations vidéo, le top de synchronisation ligne et la salve couleur. Le tableau 27.2 indique les valeurs « légales » du signal vidéo PAL de qualité optimale, telles qu'on peut les mesurer sur un *moniteur de profil* convenablement étalonné en millivolts (mV). On voit que le niveau de suppression horizontale se trouve à 0 mV et le fond de top négatif de synchro ligne à - 300 mV.

Le signal utile – c'est-à-dire les variations des luminances de la scène – est représenté par des variations de tensions allant de +54 mV pour le niveau de noir utile (le « piédestal »), à +714 mV pour la crête des blancs. La figure 27.2 [2] détaille l'aspect de la *salve de codage couleur PAL* : elle est proche du codage TV SECAM, ce qui facilite

la conversion, alors que le codage (et les autres caractéristiques) du système NTSC est fondamentalement différent.

Tableau 27.2 Séquence d'une ligne vidéo PAL « légale »

Séquence de l'événement		Niveau de tension	Durée
1	Palier avant	0 mV	1,5 µs
2	Top de synchro ligne (H)	- 300 mV	4,7 µs
3	Palier arrière (dont salve couleur PAL)	0 mV (0 mV ± 64 mV)	5,8 µs (2,25 µs)
<b>Durée de suppression ligne</b>			<b>12 µs</b>
4	Modulation du signal utile	de 54 à 714 mV	52 µs
<b>Durée totale d'une ligne</b>			<b>64 µs</b>

## 27.5 Télévision et vidéo en couleur

N'importe quelle couleur peut être correctement reproduite en mélangeant – en proportions variables – trois couleurs fondamentales dites *couleurs primaires*. En télévision et en vidéo, on utilise le *rouge*, le *vert* et le *bleu* que l'on abrège en RVB. N'oubliez pas qu'il s'agit ici d'un mélange de *lumières colorées* : *synthèse additive des couleurs*. Sur l'écran d'un téléviseur ou d'un ordinateur, ce mélange s'obtient par la *juxtaposition* (et la « confusion » par l'œil) de centaines de milliers de points lumineux (rouges, verts et bleus) soit générés (autrefois) par le bombardement des électrons émis par les trois canons d'un tube cathodique, soit (aujourd'hui) par l'allumage sélectif des cellules RVB d'un écran plat.

Ce principe de synthèse additive est lié à celui de la *synthèse soustractive* – utilisée par exemple en photographie couleur « argentique » et pour les procédés d'impression –, cette fois par *superposition* de pigments ou de colorants, de la manière suivante :

1 Les pigments ou colorants sont de couleur complémentaire aux primaires RVB ; on utilise :

- le *cyan* (Cy)<sup>1</sup>, bleu-vert, complémentaire du rouge (R) ;
- le *magenta* (M), pourpre, complémentaire du vert (V) ;
- le *jaune* (J), complémentaire du bleu (B).

2 Les primaires sont reconstituées à partir des complémentaires par superposition deux par deux, donc par *soustraction*, de certaines composantes colorées de la lumière blanche. Les « équations » sont les suivantes :

$$R = M + J$$

$$V = Cy + J$$

$$B = Cy + M$$

3 Inversement, les trois lumières primaires additionnées deux par deux forment la couleur complémentaire à la primaire absente :

$$R + V = J \text{ (complémentaire de B)}$$

$$R + B = M \text{ (complémentaire de V)}$$

$$B + V = Cy \text{ (complémentaire de R)}$$

On a très rapidement trouvé le moyen de transporter simultanément toutes les composantes d'une émission télévisée couleur et sonore sur une seule voie hertzienne ou *porteuse*. Cette dernière n'occupant qu'une bande relativement limitée dans le spectre des fréquences attribuées à chaque chaîne TV, on peut émettre par voie hertzienne, ou transporter par câble coaxial, un unique signal composite RF (radio fréquences) réunissant tous les signaux individuels multiplexés (luminance, chrominance, synchro, son mono et/ou stéréo, etc.).

1. **Nota** : en principe, la couleur cyan est désignée par la lettre C, mais nous avons préféré adopter la notation Cy afin d'éviter la confusion avec le C désignant la *chrominance*.

## 27.6 Luminance et chrominance

Dans l'image vidéo couleur, on appelle *luminance* (Y) ce qui traduit les variations d'intensité lumineuse de chaque point formant l'image ; une image noir et blanc ne reproduit que les luminances de la scène. La *chrominance* (C) est tout simplement ce qui appartient aux couleurs proprement dites, indépendamment de la luminance. L'image en couleur est reconstruite sur l'écran d'un téléviseur, grâce à la présence simultanée de la valeur Y et des trois valeurs RVB (C) de chaque point élémentaire de cette image.

Lorsqu'on additionne en proportions convenables les trois primaires R, V et B, on obtient une lumière blanche, appelée *blanc de référence* en vidéo, mais qui est intimement liée aux notions de *balance des blancs* du caméscope et de *température de couleur de l'illuminant*.

La sensibilité de l'œil humain à chacune des trois lumières primaires varie selon leur longueur d'onde dominante. Si nous attribuons la valeur arbitraire 1 à la sensibilité de l'œil pour le vert primaire (longueur d'onde 546 nm), nous constatons que sa sensibilité relative pour le rouge (700 nm) est environ deux fois plus faible (soit 0,5), et cinq fois plus faible pour le bleu (436 nm), soit une sensibilité relative de 0,2 par rapport au vert. La *sensibilité globale de l'œil*, par addition des trois lumières primaires est donc :

$$R + V + B = 0,5 + 1 + 0,2 = 1,7$$

Dans cette valeur globale de 1,7 (blanc de référence) :

- la part de R est (0,5/1,7) = 0,30
- la part de V est (1/1,7) = 0,59
- la part de B est (0,2/1,7) = 0,11

Nous avons de cette manière établi l'*équation fondamentale de la synthèse additive des couleurs*, donnant en même temps la valeur de la luminance (Y) :

$$Y = 0,30R + 0,59V + 0,11B = 1$$

### Remarque

Les valeurs exactes sont :

$$Y = 0,299 R + 0,5876 V + 0,114 B = 1$$

Les termes 0,30R, 0,59V et 0,11 B sont les *coefficients de chrominance* (C) de chacune des trois couleurs primaires ; *leur somme est égale à la luminance*, qui prend la valeur 1 lorsqu'on a une surface blanche de luminance correcte sur l'écran du téléviseur.

## 27.7 Signaux de différence couleur

Dans le dessein d'économiser sur la quantité d'informations à recueillir et à transmettre, on s'est aperçu que l'on

pouvait réduire à trois seulement les quatre signaux (Y, R, V, B) nécessaires à l'établissement de l'image couleur.

Puisqu'on pourra toujours le reconstituer, il ne sert à rien d'inclure le signal Y dans les infos de chrominance (C) : on le soustrait donc des valeurs RVB afin d'obtenir trois signaux de différence couleur : (R - Y), (V - Y) et (B - Y). Cependant, pour recouvrir l'ensemble des informations, il suffit de ne transmettre, outre le signal Y, que deux d'entre eux :

$$R = (R - Y) + Y \text{ et } B = (B - Y) + Y$$

Puisque  $Y = R + V + B$ , on peut toujours récupérer le signal du vert au niveau du récepteur :

$$V = Y - (B + R)$$

L'établissement de ces signaux par l'opération dite de *matricage* se fait à une très grande vitesse. Pour en rester à la vidéo analogique composite (qui est en train de vivre ses dernières années), il y a en théorie de l'ordre de 13 millions d'informations à coder par seconde. Si l'on doit effectivement transmettre 13 millions de paires de points pour la luminance (une information = un point « blanc » + un point « noir »), soit une fréquence de 6,5 MHz pour la luminance, on peut se contenter, pour la chrominance, des informations nécessaires au « coloriage » de plus grandes plages de couleur, la résolution couleur de l'œil étant beaucoup moins bonne qu'en luminance (voir l'encadré). Pour cette raison, un filtrage électronique passe-bas réduit les fréquences des signaux de différence couleur (B - Y) et (R - Y) à une bande de 1,1 MHz seulement sur la porteuse.

### Résolution de l'œil en chrominance

Pour réduire l'encombrement du signal, la télévision exploite le fait que le *pouvoir séparateur* de l'œil humain – ici exprimé en milliradians (mrad) – est bien plus faible en *chrominance* C (les couleurs) qu'en *luminance* Y (les valeurs de gris) :

- en luminance : 0,3 mrad
- entre le rouge et le vert : 1,2 mrad
- entre le rouge et le bleu : 2,0 mrad
- entre le vert et le bleu : 2,5 mrad

On voit que dans le meilleur des cas – soit entre le rouge et le vert – la résolution maximale de l'œil est (1,2/0,3 =) 4 fois plus faible qu'en luminance. Il est ainsi possible de restituer des points de couleur apparemment nets en se contentant de colorier l'image noir et blanc de couleurs un peu « baveuses », ne recouvrant pas strictement les fins détails ou les contours des objets. Il s'ensuit que les signaux transmettant les informations de chrominance peuvent être véhiculés sur une bande de plus basse fréquence que pour la luminance.

Les signaux de différence couleur sont en fait affectés de coefficients de correction qui dépendent du système de télévision concerné. Dans le système PAL, ces signaux de chrominance sont appelés respectivement U et V. Toutes

les informations du signal vidéo – dit en *composantes analogiques* – sont alors transportées sur trois voies :

- le signal de luminance Y,
- les deux signaux de différence couleur U et V.

## 27.8 Systèmes de codage couleur TV

Il faut maintenant transmettre, par voie hertzienne pour prendre le cas général, les trois signaux vidéo Y, (B - Y) et (R - Y) – plus les tops de synchro, une ou deux voies audio, etc., mais ceci est une autre affaire – *sur une seule onde porteuse* de très haute fréquence (UHF) : 495,25 MHz pour le canal TV n° 24 bande IV, par exemple.

Le signal de luminance Y est transmis classiquement par la modulation en amplitude (MA) de la porteuse, sur une bande s'étendant théoriquement sur 6,5 MHz (du fond du top de synchro à la crête des blancs), mais réduite en pratique aux environs de 5 MHz.

En télévision analogique, la constitution et la modulation des signaux de chrominance sont obtenus à l'émission TV (ainsi que dans les circuits d'un camescope, magnétoscope de salon, lecteur DVD, etc.) par un circuit *codeur* modulant une *sous-porteuse*. Les trois standards de TV couleur utilisés dans le monde (NTSC, SECAM et PAL) diffèrent essentiellement par le principe adopté pour l'identification et le codage couleur de chaque ligne.

### 27.8.1 Standard NTSC (National Television Standard Committee), 1951

La sous-porteuse de chrominance (2,58 MHz) est d'abord modulée par l'un des deux signaux, puis, après un temps T/4, par l'autre signal. En fait, ces signaux de chrominance ne sont pas directement modulés par (B - Y) et (R - Y), mais par une combinaison linéaire de ces signaux modulant les axes I (*In phase*) et Q (*in Quadrature*) de la sous-porteuse. Ce déphasage temporel pourrait provoquer – si des précautions très spéciales d'équilibrage des circuits électroniques n'étaient pas prises – des variations aléatoires des couleurs. C'est pourquoi un « vieux » téléviseur ou moniteur NTSC comporte un bouton de réglage supplémentaire (*hue* ou teinte) permettant à l'utilisateur d'effectuer les corrections de couleur éventuellement nécessaires.

### 27.8.2 Standard SECAM (séquentiel à mémoire), 1956

Avec le procédé SECAM « bien de chez nous », on transmet le signal (B - Y) pendant la durée de balayage d'une ligne, puis le signal (R - Y) pendant

le balayage de la ligne suivante et ainsi de suite. Entre ces deux signaux, il s'écoule donc le temps nécessaire au balayage d'une ligne, soit 64  $\mu\text{s}$ . À la réception, le décodeur SECAM restitue aux points élémentaires de chaque ligne, la couleur rouge, bleu ou verte qui leur manquent. Ces informations ont été stockées dans une « mémoire » qui est une ligne à retard 64  $\mu\text{s}$ .

### 27.8.3 Standard PAL (*Phase Alternative Line*), 1963

Venu bien après les deux autres systèmes, il en cumulait pour ainsi dire les avantages. La sous-porteuse de chrominance (4,43 MHz environ) est – comme en NTSC – modulée par les signaux (B – Y) et (R – Y), lesquels sont respectivement convertis en U et en V sur la salve couleur d'identification ligne, déphasés d'un quart de période (T/4, soit 90°) : cependant, ce déphasage change alternativement de sens à chaque ligne. En d'autres termes, l'un des deux signaux est alternativement en avance ou en retard de T/4 sur le suivant (ce qui fait 90° + 90° = 180°).

### 27.8.4 Adieu au SECAM

À de très rares exceptions près, les fabricants n'ont jamais jugé rentable de commercialiser en France des caméscopes sortant le signal vidéo composite en codage SECAM : de sorte que tous les caméscopes analogiques ou numériques 625/50 Hz furent fondés sur le système PAL. En revanche, les téléviseurs et magnétoscopes utilisés en France devaient forcément être SECAM pour enregistrer les émissions TV nationales en couleur. Autrefois, l'utilisateur d'un caméscope devait posséder un *transcodeur PAL/SECAM* afin de visionner ses cassettes sur le téléviseur ou les copier sur un magnétoscope VHS. Ce problème de compatibilité n'existe plus car, depuis des décennies, les téléviseurs et magnétoscopes de salon commercialisés en France sont « bistandard » PAL/SECAM – voire « tristandard » PAL, SECAM, NTSC : ils identifient et s'accordent automatiquement sur la nature du signal entrant. C'est aussi cela la « mondialisation ».

## 27.9 Fréquentiel, terrestre et spatial

Jusqu'à présent, nos explications concernaient surtout la TV et la vidéo analogiques, qui ne sont plus aujourd'hui qu'un cas d'espèce... en voie de disparition. Pour étendre ces notions aux systèmes présents et à venir – tous numériques – il est utile de généraliser en prenant en compte les notions de fréquence et de temps. Il devient alors possible, en comparant

les valeurs caractéristiques de plusieurs systèmes, d'en tirer d'autres conclusions. Dans ce qui va suivre, nous calculerons des valeurs en prenant pour base des critères physiques et physiologiques différents. Ce ne sont pas des valeurs « absolues », mais des approximations assez proches de celles que l'on pourrait effectivement mesurer.

**1 Nature du signal vidéo.** Ne considérons que le signal vidéo noir et blanc, autrement dit la luminance (Y). En sortie de l'imageur d'une caméra, ce signal analogique est une tension électrique modulée en amplitude proportionnellement à la luminance des points de la scène, analysée en fonction du temps (fréquence). On se rappelle (cf. 27.3) qu'en système 625/50 on a :

$$\text{Fréquence ligne } Fr_H = 625 \times 25 = 15\,625 \text{ Hz} \\ (\text{ou } 15,625 \text{ kHz})$$

**2 Fréquence et longueur d'onde.** Toute onde sinusoïdale, par exemple l'onde électromagnétique de la lumière, peut être caractérisée par sa *longueur d'onde* ( $\lambda$ ), sa vitesse de propagation par seconde ( $c$ ) – qui est dans l'air ou dans le vide de  $300 \times 10^6$  m/s environ – et par sa *fréquence d'oscillation* par seconde (F), que l'on exprime en *hertz* (Hz) ou l'un de ses multiples. Les relations sont :

$$\text{Longueur d'onde } \lambda = c/F \text{ (Hz)}$$

$$\text{Fréquence } F = c/\lambda$$

#### Exemple

Le canal TV français UHF n° 21 de 8 MHz de largeur occupe une bande de fréquences allant de 470 à 478 MHz, soit des longueurs d'ondes respectives de :

$$\lambda = 300 \times 10^6 / 470 \times 10^6 = 0,638 \text{ m}$$

$$\lambda = 300 \times 10^6 / 478 \times 10^6 = 0,627 \text{ m}$$

**3 Fréquence et temps.** Mais dans le cas du signal vidéo qui est « cadencé » par définition, on remplace plus commodément les paramètres  $\lambda$  (longueur d'onde) et  $c$  (vitesse de transmission) par la durée de l'élément analysé ( $t$ ) en seconde. Les formules deviennent ainsi :

$$\text{Fréquence } F \text{ (Hz)} = 1/t \text{ (s)}$$

$$\text{Durée de l'élément analysé } t \text{ (s)} = 1/F \text{ (Hz)}$$

#### Exemple

Durée d'une ligne ( $t_H$ ) = 1 (s) / 15 625 (Hz) = 0,00064 s (= 64  $\mu\text{s}$ )

**4 Fréquence maximale du signal vidéo.** Sur le plan pratique, la *définition horizontale* ( $D_{\text{hor}}$ ) de l'image vidéo (généralement exprimée en « pts/ligne » ou « lignes TV » dans le jargon) dépend d'abord – mais

pas seulement – du nombre de pixels implantés sur la cible de son capteur CCD. Pour être théorique, l'approche « fréquentielle » ci-dessous n'en est pas moins instructive.

(a) En PAL/SECAM « standard », la structure la plus fine que le signal vidéo 625/50 peut transmettre et restituer sur l'écran d'un téléviseur comprend 576 lignes en vertical et (puisqu'il le rapport H/V de l'image ou *ratio* est de 4:3) de  $576 \times 1,33 = 768$  points par ligne horizontale. Notre « matrice » – celle des pixels disposés en lignes (H) et en colonnes (V) sur la cible du capteur CCD – est donc assimilable à un damier de  $(768 \times 576) = 442\,368$  « cases » alternativement noires ou blanches. Cependant, la résolution d'un seul détail de l'image demandant deux cases jointives, le nombre de cases à prendre en compte est de 221 184 seulement.

(b) En NTSC. Appliqué au 525/60 (487 lignes affichées sur l'écran), le même calcul engendre un damier de  $(648 \times 487) = 315\,576$  cases, dont la moitié seulement (157 788) sont à prendre en compte.

### 5 Bande passante du signal vidéo

(a) En PAL/SECAM, cela veut dire que le signal vidéo en sortie du capteur  $768 \times 576$  pixels oscille 221 184 fois, 25 fois par seconde, soit à une fréquence maximale de  $221\,184 \times 25 = 5\,529\,600$  Hz ou 5,5 MHz environ. La bande passante retenue pour les systèmes de télévision 625/50 est effectivement voisine de 5,5 MHz (PAL = 5 MHz, SECAM = 6 MHz).

(b) En NTSC, la fréquence maximale est de  $157\,788 \times 30 = 4\,733\,640$  Hz soit 4,7 MHz.

**6 Résolution de l'image vidéo.** La *résolution* est une valeur subjective influencée par la physiologie de la vision et la « réponse » du spectateur aux stimuli visuels qu'il reçoit. Il est donc impossible de la quantifier précisément.

(a) La *résolution verticale de l'image vidéo* ( $R_{\text{vert}}$ ) est égale au nombre de lignes affichées dans la hauteur de l'écran multiplié par le *facteur de Kell* (K), ainsi appelé d'après *Ray Kell* (chercheur de RCA Laboratories dans les années 1930). Ce facteur exprime la perte visuelle apparente de résolution verticale par rapport à celle correspondant au nombre de lignes de balayage affichées sur l'écran. Au moment de son introduction dans les calculs de résolution et compte tenu des matériels peu performants de l'époque (télévision en N&B, tube analyseur caméra et tube cathodique) on adopta  $K = 0,7$  (soit une perte de résolution apparente de l'image de 30 %). Mais avec les capteurs CCD ou CMOS et les écrans plats d'aujourd'hui – avec lesquels les pixels occupent toujours la même place par rapport à la séquence de balayage – les spécialistes considèrent que  $K = 0,9$  environ. Adoptons cette valeur.

(b) Bien que cela soit discutable, nous admettons que la *résolution horizontale* ( $R_{\text{hor}}$ ) est égale à la réso-

lution verticale, compte tenu des proportions 4:3 ou 16:9 du format.

- Système 625/50 (4:3) :
 
$$R_{\text{vert}} = 576 \times 0,9 = 518 \text{ lignes}$$

$$R_{\text{hor}} = 518 \times (4/3) = 690 \text{ pts/ligne}$$
- Système 525/60 (4:3) :
 
$$R_{\text{vert}} = 487 \times 0,9 = 438 \text{ lignes}$$

$$R_{\text{hor}} = 438 \times (4/3) = 584 \text{ pts/ligne}$$
- Système HD 1080 (16:9) :
 
$$R_{\text{vert}} = 1\,080 \times 0,9 = 972 \text{ lignes}$$

$$R_{\text{hor}} = 972 \times (16/9) = 1\,724 \text{ pts/ligne}$$

## 27.10 La télévision analogique

Au sens étymologique du terme, la fonction de la télévision est d'acheminer des *programmes* depuis le lieu de leur production (la source), jusqu'au récepteur de l'utilisateur (la destination). Rappelons brièvement les principes de la télévision « analogique », telle qu'elle est mise en œuvre depuis plus d'un demi-siècle. Le processus de télédiffusion comporte quatre grandes étapes :

**1 Production.** La phase de création de programmes comprenant des composantes image et son. Dans chaque programme, la composante vidéo (RVB) est codée couleur (PAL, SECAM ou NTSC selon le pays concerné), associée par multiplexage à la composante audio pour former un signal unique dit *composite*. Ce dernier représente un programme TV complet, prêt à être diffusé ; soit en direct, soit en différé.

**2 Transport.** C'est l'acheminement des programmes vers les différents centres de diffusion. Selon leur distance du lieu de production, le signal TV composite est transporté par câble coaxial, par fibre optique, par faisceaux hertziens terrestres ou par satellites.

**3 Diffusion.** La phase la plus complexe englobe l'ensemble des opérations de mise en forme du signal composite en vue de sa distribution *via* un *support de diffusion* : *hertzien terrestre* (émetteur et réémetteur TV), le *câble* ou le *satellite*. Pour les deux premiers, les programmes sont diffusés dans les bandes *VHF* et *UHF*, un *canal* de 8 MHz de large étant attribué à chaque « chaîne TV ». Dans le cas du satellite, une chaîne TV occupe un *transpondeur* dont la largeur de bande est de 27, 33 ou 36 MHz. Voici le résumé des opérations de mise en forme du signal composite avant sa diffusion :

- Modulation d'amplitude à bande latérale résiduelle (hertzien terrestre et câble) ou modulation de fréquence (satellite).
- Transposition de fréquence de la bande de base, vers la bande (porteuse) du canal alloué.
- Amplification et filtrage, émission.

**4 Réception.** À l'extrémité de la chaîne, les circuits du téléviseur assurent les opérations inverses délivrant aux organes de visualisation (tube cathodique, écran plat) et de restitution sonore (haut-parleurs) les signaux analogiques séparés des composantes vidéo RVB et de la composante audio. Ces opérations sont :

- Sélection du signal (composite) dans le canal alloué et transposition de fréquence en bande de base.
- Démodulation.
- Décodage couleur (PAL, SECAM ou NTSC).
- Amplification des signaux séparés vidéo RVB et audio à destination de l'écran et des haut-parleurs.

### Remarque

Une bonne compréhension des principes de la TV et de la vidéo numérique peut nécessiter la lecture préalable des chapitres 29 & 30.

## 27.11 Télédiffusion en numérique

En 2012, la télévision analogique aura définitivement disparu au profit de la télévision numérique : c'est dire l'importance que nous devons lui accorder. Ses spécificités se rapportent essentiellement à la mise en forme des signaux en vue de leur *diffusion* et de leur *réception*. Voici les principaux éléments à considérer.

**1 Débit numérique ( $D_{\text{num}}$ ).** Dans le dessein de délivrer en numérique des programmes de qualité « standard » (SDTV) au téléspectateur, on part – au stade de la production des programmes – d'un flux de données de débit 216 Mbit/s, au lieu d'un signal analogique composite de 5,5 MHz de largeur de bande. Le problème à résoudre concerne la *distribution* du signal à l'utilisateur, laquelle doit se faire à des  $D_{\text{num}}$  bien inférieurs, compris entre 4 Mbit/s (qualité vidéo PAL « distribution ») et 10 Mbit/s (qualité vidéo PAL « studio »), soit avec des *taux de compression* allant de  $(216/4) = 54:1$  à  $(216/10) = 21,6:1$ . Notons que les applications non *broadcast* (Internet ISDN [Integrated Services Digital Network], le format DivX d'enregistrement des films sur DVD, etc.) permettent d'adopter un  $D_{\text{num}}$  voisin de 1,5 Mbit/s, soit un taux de compression de 140:1 environ.

**2 Utilisation des canaux de diffusion TV existants.** La TV numérique fut décidée vers 1992 : en Europe, sur l'initiative du groupement indépendant européen DVB (Digital Video Broadcasting) et aux États-Unis, sous celle de l'ATSC (Advanced Television Systems Committee). Sans être identiques, les recommandations du DVB et de l'ATSC furent fondées sur les mêmes principes, en particulier l'adoption de la compression et des trains de transport MPEG-2. La distribution des signaux numé-

riques par les réseaux de télévision analogique existant dans le monde nécessite la mise en œuvre de nouvelles techniques de *modulation* et de *multiplexage* permettant de véhiculer plusieurs chaînes numériques dans un seul des canaux – hertzien terrestre, réseau câblé ou satellite – utilisés jusqu'alors.

Sur les canaux TV analogiques existants, on peut en effet véhiculer des flux numériques de débit compris entre :

- 20 et 45 Mbit/s dans un *canal satellite* ;
- 25 et 40 Mbit/s dans un *canal câble* ;
- 8 et 25 Mbit/s dans un canal hertzien terrestre.

Les images de télévision 625/50 « standard » nécessitant un  $D_{\text{num}}$  de 4 à 5 Mbit/s, on peut dans tous les cas acheminer *plusieurs chaînes TV* numériques sur un canal qui n'en acceptait qu'un seul en analogique : d'où la suggestive appellation de « bouquet numérique ».

### 27.11.1 Numérisation, compression et codage des éléments source

Nous avons vu que, dans le système 625/50, une image de télévision standard comporte 576 lignes actives et 720 points par ligne. Après numérisation, les seules images représentent le  $D_{\text{num}}$  très élevé de 166 Mbit/s, que les techniques de compression et de codage MPEG-2 réduisent à un  $D_{\text{num}}$  de 4 à 8 Mbit/s. Il en va de même pour les éléments audio qui, compressés en mode *MPEG-Audio Layer II*, offrent avec un  $D_{\text{num}}$  de 250 kbit/s environ, un son stéréo de même qualité que celui d'un CD audio.

### Remarque

En France, la norme de codage imposée par le CSA aux chaînes payantes est le MPEG-4 AVC, alors que les chaînes TNT gratuites sont codées en MPEG-2. À l'origine, le décodeur des chaînes gratuites ne permettait pas de recevoir les chaînes payantes, généralement cryptées. En revanche, le décodeur de flux vidéo MPEG-4 AVC qui reçoit, décode et décrypte les chaînes payantes décode normalement les chaînes en flux MPEG-2.

Or, les chaînes de TVHD publiques ou privées qui se généraliseront dans les prochaines années seront également codées MPEG-4 AVC : tout laisse croire que les futurs décodeurs commercialisés seront tous compatibles MPEG-2/MPEG-4 AVC.

### 27.11.2 Multiplexage des programmes et constitution du train de transport

**1 Codage.** Après son passage dans le codeur MPEG, la structure d'une séquence vidéo compressée est effroya-

blement complexe : elle a été décomposée en éléments de plus en plus réduits (groupes d'images, images, tranches, macroblocs et blocs), lesquels sont regroupés dans des ordres différents pour faciliter la compression. Afin que les éléments de la séquence vidéo puissent retrouver leur position d'origine lors du décodage à la réception, on affecte des *en-têtes (headers)* à chacun d'eux. L'ensemble des éléments indexés de la composante vidéo constitue un *train élémentaire* ou **ES (Elementary Stream)**. Dans le codeur audio, un processus analogue constitue les trains élémentaires ES audio.

**2 Paquets de données binaires.** Avant le multiplexage, les ES des composantes vidéo et audio du programme sont convertis en *trains élémentaires de paquets* ou **PES (Packetized Elementary Streams)**. Chaque paquet de données utiles de longueur variable est également précédé d'un en-tête qui indique la composante à laquelle appartient le paquet, sa longueur, ainsi que les références temporelles nécessaires au décodage et à la présentation du paquet.

**3 Multiplexage.** Selon le domaine d'utilisation, les PES peuvent être organisés en deux sortes de flux binaires :

- En *train de programme PS (Program Stream)*, utilisé pour le stockage ou le travail sur plate-forme informatique d'un seul programme.
- En *train de transport TS (Transport Stream)*, conçu pour le transport et la diffusion d'un programme TV complet. Un train TS résulte du multiplexage de plusieurs PES sous la forme de paquets de 188 octets (dont 4 octets d'en-tête). L'en-tête de chaque paquet incorpore un **PID** de 13 bits (*Packet IDentifier*) identifiant le flux élémentaire contenu dans le paquet et indiquant l'ordre de succession des paquets. Tous les paquets relatifs à un PES donné portent donc le même numéro d'identification.

**4 Autres données transmises.** Outre le multiplexage des programmes, le multiplexeur insère dans

le flux de transport différents types de données nécessaires au bon fonctionnement du décodeur et à la gestion du système par l'utilisateur :

- *Références temporelles (Time Stamps)* assurant la synchronisation des différentes composantes de programme après décodage.
- Pour que le récepteur puisse associer un programme à chaque PID, on transmet une *table de configuration de programme PAT (Program Association Table)*.
- La *table d'accès conditionnel CAT (Conditional Access Table)* indique au récepteur quel est le système de cryptage adopté pour les programmes à accès conditionnel et fournit les valeurs de PID contenant les *mots de contrôle ECM (Entitlement Checking Messages)*, ainsi que les *clés de chiffrement EMM (Entitlement Management Messages)* requises pour le décryptage.
- Les *informations de service SI* permettent à l'utilisateur de naviguer dans le multiplex grâce à un système de menus **EPG (Electronic Program Guide)**.

### 27.11.3 Train de transport multiprogramme

Un train de transport ne véhiculant qu'une seule chaîne TV est appelé **SPTS (Single Program Transport Stream)**. Ce n'est évidemment pas la configuration adoptée par les opérateurs de programmes qui veulent offrir à leurs abonnés le plus vaste choix de chaînes possible. Plusieurs trains SPTS sont combinés grâce à un multiplexeur spécialisé constituant un *train de transport multiprogramme MPTS (Multiple Program Transport Stream)*. Cet agrégat – qui peut occuper toute la largeur de bande du canal de transmission – incorpore les informations de contrôle et commandes **PSI (Program Specific Information)** requises pour

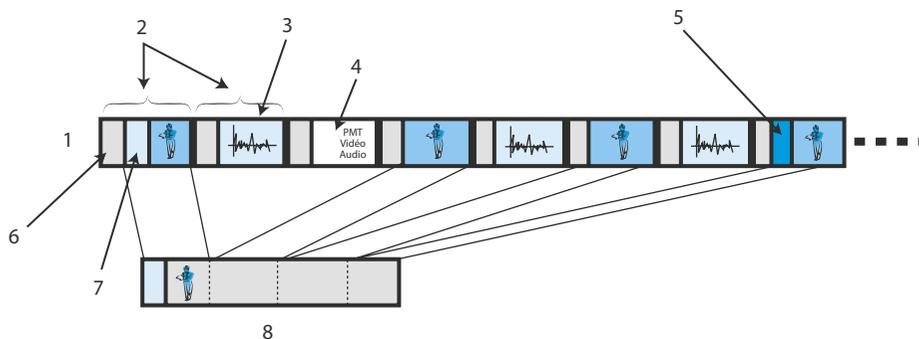


Figure 27.3 Le *Transport Stream (TS)* (ou flux de transport) est un protocole de communication concernant l'audio, la vidéo et les données en vidéo/télévision numérique.

Ce format est spécifié dans la norme MPEG-2, partie 1. Il a été conçu pour permettre le multiplexage, la synchronisation et la transmission des programmes TV (vidéo, audio et autres informations nécessaires) sur un unique « train » de données. Ce protocole est – entre autres – utilisé pour la diffusion de la TV numérique (DVB-T, DVB-S, DVB-C et DVB-H). Sans être identique au protocole TS du MPEG-2, celui du MPEG-4/AVC lui est très proche, de sorte qu'à la réception, un même décodeur peut s'auto-adapter aux deux « formats ».

1 Flux de transport MPEG-2 – 2 Paquets TS – 3 Contenu audio – 4 Information programme – 5 Couche d'adaptation de champ – 6 En-tête TS – 7 En-tête PES\* – 8 Paquet vidéo PES (Packetized Elementary Stream, qui peut se traduire par « flux élémentaire constitué en paquets »).

la coordination du système et la transmission des nouvelles données nécessaires au bon fonctionnement du décodeur chez l'utilisateur.

Un grand avantage du MPTS est la capacité de *remultiplexage*, grâce auquel on peut extraire un ou plusieurs programmes du train de transport et les remplacer par d'autres : ce qui permet à l'abonné de constituer son propre bouquet.

## 27.12 Transport et diffusion du signal numérique

Nous disposons maintenant d'un MPTS, soit un unique train de transport multiplexé représentant, par exemple, les émissions continues de six chaînes TV. Sans jamais s'arrêter, ce train avance à grande vitesse, en tirant chaque seconde derrière lui des milliers de wagons (les « paquets »), transportant des millions de bits (les données). Ce train est un signal continu dans lequel les données transmises en temps réel sont des « états binaires » représentés (en simplifiant grandement) par des variations entre deux niveaux de tension seulement : l'une pour les états de valeur 0, l'autre pour les états de valeur 1.

En sortie du codeur/multiplexeur, le signal numérique possède une énergie tout juste suffisante pour être véhiculé par un câble sur quelques mètres, alors que le problème est de livrer ce signal sans altération chez des usagers qui peuvent être très éloignés du centre de diffusion.

Les contraintes techniques et pratiques sont très différentes selon le mode de diffusion utilisé pour acheminer le signal numérique de la source (émetteur) à la destination (récepteur) : à partir d'un satellite, par réseau câblé ou à travers les émetteurs terrestres hertziens classiques.

**1 Diffusion par satellite (DVB-S).** Parce qu'elle permet de distribuer des programmes (ou d'autres signaux) sur toutes les régions habitées du monde (sauf celles situées au-delà de 80° de latitude Nord ou de latitude Sud, voir l'encadré), la diffusion par satellite est utilisée depuis longtemps en TV analogique ; elle convient encore mieux à la TV numérique. L'émetteur embarqué sur le satellite « arrose » une vaste zone géographique. Il faut et il suffit que la parabole de réception (de 50 à 60 cm de diamètre) soit pointée précisément sur le satellite géostationnaire émetteur pour que l'utilisateur reçoive des signaux « propres », dépourvus d'échos parasites et de trajets multiples. Chaque canal « transpondeur » du satellite offre une large bande (27,33 ou 36 MHz) permettant d'y loger un « gros bouquet ». En revanche, le rapport S/B (signal sur bruit) du signal étant très faible, on utilise pour moduler le canal, un système relativement simple, mais à haut rendement énergétique : la modulation par déplacement de phase quaternaire MDP-4 (QPSK en anglais).

### Satellite géostationnaire

Afin que les émetteurs qu'il transporte puissent couvrir en permanence une région du globe déterminée, il faut que le satellite soit immobile par rapport à la Terre (géostationnaire) : il doit tourner dans le même sens Est-Ouest et à la même vitesse que la Terre (soit 360° par jour ou 15° par heure). Pour ne pas dériver, le satellite doit suivre une orbite équatoriale et être exactement positionné à une altitude de 37 786 km. La conséquence en est que toutes les régions (d'ailleurs très peu peuplées) situées au-delà de 80° de latitude Nord ou de latitude Sud ne sont pas couvertes par le satellite.

**2 Distribution par réseau câblé (DVB-C).** Un réseau câblé de télévision a généralement une structure arborescente : tronc, branches principales et secondaires. Le câble coaxial (dit « cuivre ») et les formules hybrides associant la fibre optique et le câble coaxial assurent un acheminement rationnel des flux multiplexés, lesquels peuvent associer des programmes reçus de diverses sources (satellites, chaînes nationales, programmes locaux, etc.). Compte tenu de la faible largeur de bande des canaux existants (6 ou 8 MHz, comme en TV hertzienne terrestre), des conditions de propagation des signaux dans le câble (multiplication des échos courts, intermodulation, etc.), avec en revanche un rapport S/B qui peut être excellent, le groupement DVB a choisi le principe de modulation d'amplitude et de phase en quadrature MAQ (QAM en anglais), mais développée en « constellations » : MAQ-16, 32, 64... offrant une meilleure résistance au brouillage parasite et augmentant l'efficacité de la modulation, c'est-à-dire le débit numérique autorisé pour une largeur de canal donnée.

**3 Télévision numérique terrestre (DVB-T).** Cette solution a l'avantage de réutiliser sans profonde modification l'infrastructure existante du réseau TV du pays considéré : ce qui permet d'y faire cohabiter les chaînes analogiques et numériques durant la période de transition (qui, en France, doit être totalement achevée en 2012). La transmission s'effectue *via* les mêmes canaux VHF/UHF de 6 ou 8 MHz de large de la TV hertzienne classique, ce qui autorise un  $D_{\text{num}}$  de 24 Mbit/s environ par canal analogique. Par exemple, l'allocation en fréquences des six chaînes françaises permet de diffuser, à partir des mêmes émetteurs, une cinquantaine de programmes numériques (dont, naturellement, les chaînes publiques non payantes). Néanmoins, la diffusion hertzienne terrestre est techniquement bien plus difficile que par satellite ou réseau câblé : tel quel, le signal numérique est très vulnérable aux interférences (échos, réflexions, trajets multiples, masques créés par les obstacles naturels ou urbains, intempéries, etc.). La réception des émissions sur équipement mobile pose de nouveaux problèmes, en particulier le décalage des fréquences dû à l'effet Doppler. Pour véhiculer sans dégradations

le fragile train numérique jusqu'au récepteur de l'utilisateur, les ingénieurs ont mis au point une méthode de modulation sophistiquée, taillée sur mesure pour pallier les avatars de la propagation terrestre : le COFDM (*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

Ainsi que vous l'avez peut-être constaté, la réception dans d'excellentes conditions des chaînes TNT (sur téléviseur ou sur ordinateur) peut désormais s'effectuer à l'aide d'une simple antenne « fouet » intérieure, alors que la réception des chaînes TV hertziennes analogiques imposait l'antenne « râteau » précisément orientée sur le toit, ainsi que le câble coaxial d'acheminement du signal composite à l'entrée antenne du téléviseur.

### Qu'est-ce que le COFDM ?

Il est fondé sur trois grands concepts qui justifient son appellation abrégée :

- *Multiplexage par division de fréquence (FDM)*. Les données numériques du signal à transmettre sont réparties sur un très grand nombre d'étroites sous-bandes de fréquences voisines (les sous-porteuses), dont chacune est modulée – en MAQ-M – par un petit nombre de bits. À la réception, on récupère déjà les données transmises par les sous-bandes qui n'ont pas été altérées.

- *Orthogonal (O)* veut dire que les spectres des sous-bandes n'interfèrent pas mutuellement : le maximum spectral d'une sous-porteuse coïncide toujours avec le spectre zéro des sous-porteuses voisines.
- *Codage (C)*. Cela signifie « poser » (sous la forme de bits supplémentaires), des codes de protection sur les données les plus vulnérables. Lors du décodage, ces codes corrigent les données erronées des sous-bandes altérées

**4 Télévision numérique mobile (DVB-H).** Le H (pour *handheld*, tenu en main) signifie que ce mode de diffusion TV est conçu pour les récepteurs vidéo mobiles : à pied, à cheval ou en voiture. Pour des raisons commerciales (plus que par nécessité morale ou intellectuelle), les fabricants considèrent que l'homme « moderne » en déplacement ne peut plus se contenter du téléphone, des SMS, de la musique, etc., mais qu'il veut également suivre ses émissions TV favorites en direct, y compris dans les transports en commun. Le système n'est pas vraiment normalisé au moment où nous écrivons ces lignes, mais tous les opérateurs de téléphonie mobile ont déjà présenté leur projet : pour inonder le marché mondial de petites boîtes à écran intégré, ils ne peuvent faire autrement que de se mettre d'accord sur la compatibilité des systèmes et des produits !



# À la recherche des formats perdus

Historiquement, le perfectionnement décisif apporté à la télévision fut l'enregistrement sur bande magnétique permettant de diffuser les programmes en temps différé et de les archiver. Avant l'invention du magnétoscope Ampex 2 pouces (vers 1956), les émissions TV étaient forcément « en direct » et l'on ne pouvait en conserver la mémoire qu'en filmant l'écran avec une caméra cinéma ; les résultats étaient déplorables. Une trentaine d'années plus tard, la bande magnétique en cassette permit l'avènement du camescope en provoquant la disparition quasi immédiate du cinéma d'amateur.

Depuis les débuts et jusqu'à une période relativement récente, le seul support utilisable pour l'enregistrement vidéo fut la bande magnétique. Contrairement aux autres supports de données qui ne fonctionnent qu'en numérique (disque dur, disque optique, carte mémoire flash), la bande magnétique a la capacité d'enregistrer et de stocker aussi bien les signaux analogiques que les données numériques.

## 28.1 Vidéo analogique et enregistrement sur bande magnétique

Bien qu'elle soit encore pratiquée par certains avec des matériels qui ne sont plus fabriqués, la vidéo analogique n'existera bientôt plus que par les programmes déjà enregistrés ou les archives datant d'avant la mutation numérique. La cassette de bande magnétique « classique » risque elle-même d'être abandonnée dans quelques années. Dans cet ouvrage, nous aurions pu ne traiter que de la vidéo numérique en laissant au lecteur intéressé par l'histoire des technologies le soin de compléter ses connaissances en consultant les documents d'époque dans les bibliothèques et sur Internet.

Nous avons cependant décidé d'évoquer les grandes étapes et les systèmes de vidéo analogique, cela à partir de 1985, date du lancement du premier camescope grand public par JVC. Comme la photo et le cinéma, la vidéo

a pour mission de perpétuer la mémoire du passé, mais les évolutions de la technologie nous obligent à copier les anciens documents audiovisuels sur de nouveaux supports : ce qui implique que nous puissions les « lire » avec des machines fonctionnant selon le système de l'époque.

### 28.1.1 Enregistrement de la vidéo sur bande magnétique : les données du problème

Il était logique de comparer le *magnétophone* (machine à enregistrer et à lire les sons) et le *magnétoscope* (machine à enregistrer et à lire les images animées et sonores). Si les principes de fonctionnement sont bien les mêmes – enregistrement d'un signal analogique et/ou numérique sur une bande revêtue d'une couche magnétique – les ordres de grandeur des informations à enregistrer sont très différents.

En *audio*, le signal à enregistrer est un signal de *basse fréquence* (BF), dont la bande passante s'étend de quelques hertz à 20 000 Hz (20 kHz), alors qu'en *vidéo analogique*, il faut enregistrer un signal *haute fréquence* (HF) qui peut atteindre et dépasser sept millions de hertz (7 MHz). Remarquons aussi que dans un système magnétoscope ou camescope, la même cassette enregistre conjointement les signaux audio, les signaux vidéo et les signaux de service. Le nombre d'informations élémentaires à enregistrer, stocker et relire sur la bande sont ainsi de plusieurs millions par seconde de programme.

Pour reconstruire les images animées sur l'écran d'un téléviseur, il faut avoir respecté avec une précision absolue les *bases de temps* établies dès la prise de vues : celles de l'*analyse par lignes et trames entrelacées* dont nous avons parlé au chapitre précédent. La conversion des signaux vidéo HF en empreintes magnétiques stockées sur la bande – puis, inversement, la reconstitution de ces signaux en lecture de la bande – sont effectuées à l'aide d'un *transducteur* répondant à des spécifications très rigoureuses : la *tête vidéo*.

### 28.1.2 Tête vidéo

Une tête vidéo se compose schématiquement d'un noyau en ferrite ou en «  $\mu$ -métal », d'un bobinage de fil

très fin et d'un *entrefer* de largeur ( $e$ ) et de hauteur ( $h$ ). Étant donnée la haute fréquence maximale du signal passant dans la tête (de l'ordre de 6 MHz), il faut que l'entrefer soit de faible largeur ( $e = 0,2 \mu\text{m}$ ) et que ses arêtes soient parfaitement rectilignes. L'entrefer est habituellement comblé par un matériau *diamagnétique*, lequel permet de focaliser le champ magnétique dans un faisceau très étroit et bien délimité sur la bande.

Le *flux magnétique* est proportionnel au courant qui traverse la bobine.

Lors de l'enregistrement, la tête passe à grande vitesse (plusieurs mètres par seconde) au contact de la bande. Chaque information (représentée par une alternance du courant HF appliqué aux bornes de la bobine) crée un flux magnétique modulé, qui aimante plus ou moins les microscopiques particules de la bande magnétique : elles resteront aimantées, grâce au phénomène de *rémanence*.

À la lecture, la bande repasse à la même vitesse devant la tête : les particules de la bande créent inversement un flux dans la tête qui, par *induction*, fournit une tension électrique aux bornes de la tête. Ce courant très faible devra être amplifié.

### 28.1.3 Enregistrer un signal haute fréquence

La *longueur d'onde* ( $\lambda$ ) du signal qu'il est possible d'enregistrer – puis de relire – sur une bande magnétique dépend essentiellement de deux paramètres :

- la *fréquence* ( $F$ ) du signal,
- la *vitesse relative de défilement* de la bande magnétique devant l'entrefer de la tête vidéo ou vitesse d'inscription ( $V_i$ ).

La formule est simple et classique :

$$\lambda = V_i / F$$

Il faut que chaque alternance soit enregistrée (puis relue) individuellement sur la bande magnétique : la « finesse d'inscription » dépend des caractéristiques de la tête et de la largeur ( $e$ ) de son entrefer, mais également de la capacité de la tête à « répondre » à des fréquences très différentes avec un gain suffisant. Or, cette capacité est très limitée. Dans la région des 5 MHz, par exemple, on ne peut guère dépasser une *excursion en fréquence* de bande plus large que 2 MHz. C'est pourquoi le signal de luminance qui occupait dans un canal télévision une bande de 5,5 MHz (réception du signal RF par l'antenne) devra être, après modulation en fréquence – et selon les systèmes vidéo – réduit à une bande d'excursion en fréquence de 1,6 MHz (S-VHS) ou de 2 MHz (Hi8).

Pour qu'un élément d'information (une alternance ou encore un « point » sur l'écran du téléviseur) soit bien enregistré, le rapport minimal entre la longueur

d'onde ( $\lambda$ ) inscrite sur la bande et la largeur ( $e$ ) de l'entrefer de la tête vidéo est :

$$\lambda = 2e$$

Dans le cas du magnétoscope VHS de salon et du caméscope analogique, on utilise des têtes vidéo dont l'entrefer à une largeur ( $e$ ) de 0,2 à 0,3  $\mu\text{m}$ . Environ le quart du diamètre d'un cheveu !

Ces données de base permettent de calculer approximativement la vitesse d'inscription ( $V_i$ ) nécessaire, en fonction de la *fréquence maximale* de la bande d'excursion en luminance (crête des blancs). Pour une fréquence ( $F$ ) de 5 MHz et une tête de largeur d'entrefer ( $e$ ) de 0,3  $\mu\text{m}$ , on trouve par exemple :

$$\lambda = 0,3 \times 10^{-6} \times 2 = 0,6 \mu\text{m}$$

$$F = 5 \times 10^6 \text{ Hz}$$

Puisque  $V_i = F \cdot \lambda$ , la vitesse d'inscription ( $V_i$ ) minimale est :

$$V_i = (0,6 \times 10^{-6}) \times (5 \times 10^6) = 3 \text{ m/s}$$

Dans les deux familles de systèmes qui furent utilisés en vidéo analogique grand public, les vitesses d'inscription du signal vidéo sont, respectivement, de 4,84 m/s pour le VHS/S-VHS et de 3,121 m/s pour le 8 mm/Hi8.

L'apparition dans les années 1990 des formats analogiques *high-band* (S-VHS et Hi8), a porté la fréquence maximale de la luminance (crête des blancs) de 4,4 à 7 MHz pour le S-VHS et de 5,4 à 7,7 MHz pour le Hi8. Dans le cas de ce dernier, la longueur d'onde minimale enregistrable sur la bande est de 0,4  $\mu\text{m}$  seulement. Puisque l'amélioration de ces systèmes ne devait pas changer les valeurs caractéristiques de base (afin de maintenir la *compatibilité*, soit avec le 8 mm, soit avec le VHS d'origine), les constructeurs ont dû développer pour eux des têtes vidéo ainsi que des bandes magnétiques bien plus performantes.

Outre la plus courte longueur d'onde ( $\lambda$ ) enregistrable sur la bande, la qualité de l'image restituée en lecture sur écran dépend à la fois du rapport *signal sur bruit* (S/B), de la hauteur ( $h$ ) de l'entrefer (qui détermine la largeur de la piste inscrite par la tête), enfin de la qualité du *suivi de piste* (alignement ou *tracking*) en relecture de la bande.

### 28.1.4 Respecter les bases de temps

Dans tout système vidéo, il est impératif de respecter les bases de temps initiales, de telle manière que les *fréquences lignes* (15 625 Hz) et *trames* (50 Hz) soient rigoureusement conservées en lecture. Si la fréquence ligne varie d'une ligne à l'autre, on constate des distorsions géométriques horizontales gênantes (phase H). De même, la « perte » de fréquence trame, donc de synchronisation verticale (phase V) empêche chaque demi-image de 312,5 lignes de « s'accrocher » à un moment précis sur les signaux de synchro verticale : il y a défilement

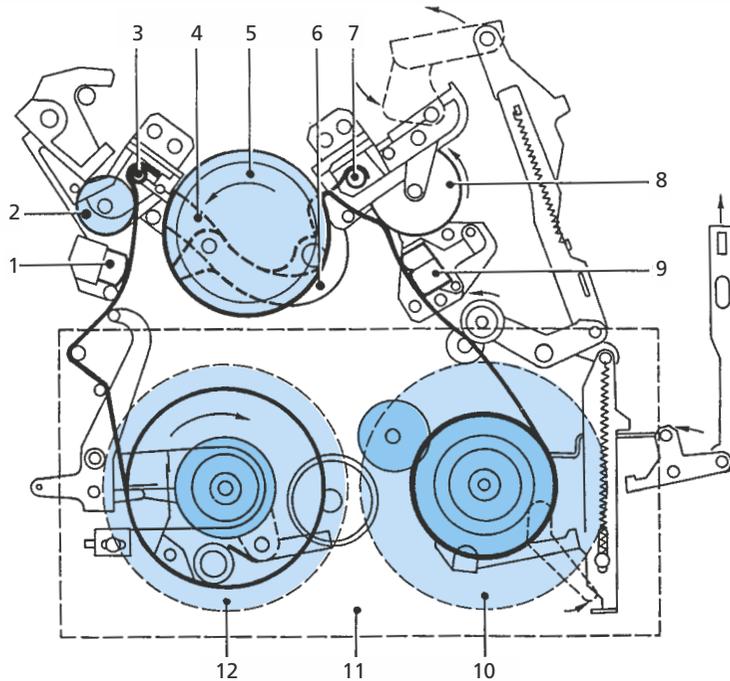


Figure 28.1 Défilement normal de la bande dans un magnéscope de salon VHS.

1 Tête d'effacement vidéo – 2 & 8 Rouleau d'inertie – 3 & 7 Guide-bande – 4 & 6 Bras de chargement – 5 Tambour portant les têtes magnétiques – 9 Têtes audio et asservissement – 10 Bobine réceptrice – 11 Cassette VHS – 12 Bobine débitrice.

vertical de l'image sur l'écran, des parasites ou un « brouillage » total de l'image.

Le principe d'enregistrement *hélicoïdal* adopté par la plupart des systèmes vidéo à cassette permet cependant de conserver les synchronisations H et V, tout en faisant varier la *vitesse de défilement* ( $V_d$ ) de la bande en avant ou en arrière, ce qui permet de modifier considérablement le *taux de restitution du mouvement en lecture* (ralenti, lecture rapide en avant ou en arrière, arrêt sur image, etc.) ; il autorise aussi le choix de deux vitesses de défilement à l'enregistrement et en lecture : par exemple *Standard* (SP) ou *Longue durée* (LP).

### 28.1.5 Têtes vidéo rotatives

La haute vitesse d'inscription requise pour l'enregistrement du signal vidéo ne peut pas être obtenue – comme pour l'audio dans un magnétophone classique – par défilement linéaire de la bande. Tous les systèmes enregistreurs vidéo à bande magnétique utilisés aujourd'hui sont fondés sur le principe de l'*analyse hélicoïdale, par un tambour rotatif incliné sur son axe, pourvu au minimum de deux têtes d'enregistrement et de lecture vidéo* (E/L). Alors que la  $V_i$  est de plusieurs mètres par seconde, la bande magnétique ne défile en revanche autour du tambour qu'à une vitesse de défilement ( $V_d$ ) de quelques dizaines de millimètres par seconde seulement. C'est dire qu'elle ne subit pas de contraintes mécaniques importantes.

Prenons – sans doute pour la dernière fois dans un ouvrage consacré à la vidéo – l'exemple du magnéscope VHS de salon le plus simple : le tambour tournant (à la vitesse de 25 tr/s dans le standard 625 lignes/50 Hz), incliné de quelques degrés par rapport à l'axe de défilement de la bande, porte deux têtes vidéo opposées selon son diamètre (180°). Les têtes analysent donc la bande – à l'enregistrement comme à la lecture – selon des trajectoires très inclinées par rapport à son axe longitudinal. Chaque tête inscrit ou lit une *piste* dont la longueur est sensiblement égale à la demi-circonférence du tambour. Les pistes sont parallèles et juxtaposées, c'est-à-dire qu'elles se succèdent sans espace interpiste. Cette méthode est dite *hélicoïdale*, la bande étant enroulée en hélice autour du tambour. De cette manière, la sortie et la réentrée de la bande dans la cassette – dirigées par des guides-bande – se font au même niveau. À l'intérieur de la cassette, les bobines débitrice et réceptrice se trouvent sur le même plan (bobines coplanaires). La solution permet le chargement et le déchargement automatiques de la bande – qui rentre entièrement dans la cassette – en n'importe quel point.

Dans ces conditions « de base », chacune des deux têtes vidéo E/L analyse la bande selon une trajectoire très inclinée (*angle de piste*), en inscrivant des pistes parallèles. *En système 625 lignes/50 Hz, chaque piste enregistre une trame impaire ou paire de 312,5 lignes.*

### 28.1.6 Azimutage des têtes et diaphotie

L'enregistrement des pistes côte à côte, *sans diaphotie de luminance*, a été rendu possible par l'application du principe de *double azimutage des têtes*. L'entrefer de chacune des deux têtes est incliné d'un certain nombre de degrés par rapport à l'axe de la piste : *positivement pour la tête A, négativement pour la tête B*.

Tableau 28.1 Azimutage des têtes

Famille système	Tête A	Tête B	Azimutage
VHS et S-VHS	+ 6°	- 6°	12°
8 mm et Hi8	+ 10°	- 10°	20°
DV et DVCam	+ 20°	- 20°	40°

Grâce à la différence d'azimutage entre les têtes A et B, la tête A en lecture ne reçoit un signal de niveau détectable que pour les pistes enregistrées par la tête A et inversement pour la tête et les pistes B. La diaphotie de luminance entre deux pistes adjacentes est impossible, bien que les têtes aient un entrefer plus haut que les pistes ne sont larges : elles lisent effectivement une partie importante des pistes adjacentes mais, étant azimutées dans le sens inverse, elles n'en reçoivent pratiquement aucun signal en lecture.

### 28.1.7 Techniques d'inscription des pistes vidéo

L'inscription et la lecture des pistes vidéo présentent des avantages remarquables. Dans le système VHS 625 lignes en effet, le tambour tourne à 25 tr/s (1 500 tr/min) ; chacune des deux têtes disposées à 180° selon le diamètre du tambour, trace donc sur la bande magnétique une piste dont la longueur est à peu près égale à la demi-circonférence du tambour et qui représente une trame paire ou impaire de 312,5 lignes. Une seconde de vidéo s'enregistre sur 50 pistes parallèles juxtaposées.

**1 Suivi de piste et asservissement.** Compte tenu de son azimutage, la tête A en lecture ne doit et ne

peut lire que la piste A de la trame impaire qu'elle a tracée ; de même la tête B, azimutée en sens inverse, ne peut lire que la piste B de la trame paire. La tête doit de plus être exactement centrée sur l'axe de la piste de manière à extraire un signal d'intensité maximale. Dans le système VHS, ceci s'obtient en enregistrant, sur une *piste longitudinale d'asservissement*, des impulsions de contrôle en même temps que les tops de synchronisation des trames impaires, qui sont donc cadencés à 25 Hz.

En format 8 mm (d'une manière semblable dans les formats numériques), le même résultat s'obtient sans piste d'asservissement par la *suivi automatique de piste* (ATF pour *Automatic Track Following*), grâce à la lecture de *fréquences pilotes* multiplexées, enregistrées sur les mêmes pistes que la vidéo.

**2 Variations de l'angle relatif d'inclinaison des têtes par rapport aux pistes enregistrées sur la bande.** Il est facile de comprendre que, si le tambour continue à tourner à 25 tr/s alors que la bande est arrêtée (mode *arrêt sur image*), les têtes liront indéfiniment les mêmes pistes, mais en les coupant par le travers, puisque l'angle d'inclinaison tracé par la rotation des têtes n'est pas le même en lecture « bande arrêtée » qu'en défilement normal. Il en va de même dans les modes de lecture *vue par vue*, *ralenti*, *lecture accélérée avant/arrière* qui provoquent une déviation de l'angle d'attaque des têtes par rapport à l'angle des pistes à d'enregistrement : sans un système assurant le suivi impeccable des pistes par les têtes, les images sont forcément affectées de bruit et de barres claires. Sur les magnétoscopes VHS élaborés, ce défaut était corrigé de deux manières : soit, par deux têtes vidéo supplémentaires spécialement orientées pour correspondre à l'angle d'attaque des pistes dans les modes arrêt/image et ralenti (magnétoscope « quatre têtes »), soit par l'adoption du système DDS (*Dynamic Drum System*) de JVC : ici, c'est l'axe de rotation du tambour de tête qui s'incline de l'angle nécessaire, en fonction du mode et de la vitesse de lecture (vitesse variable de lecture en avant ou en arrière, jusqu'à 9 fois la vitesse normale, sans bruit d'image).

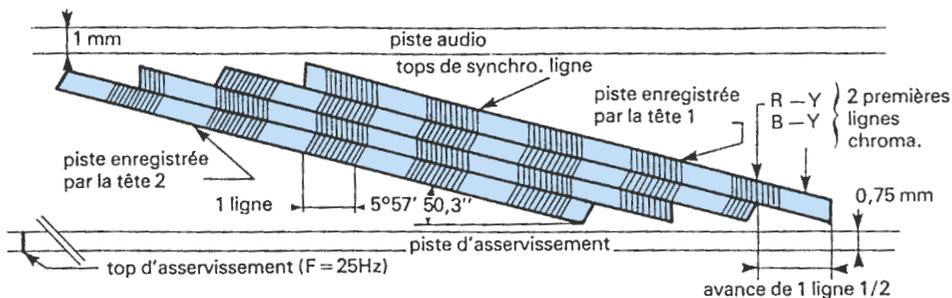


Figure 28.2 Disposition des pistes vidéo, audio et d'asservissement sur une bande 1/2" VHS.

L'avance d'une ligne et demie à chaque nouvelle piste inscrite permet de placer face à face les composantes de chrominance (R-Y) et (B-Y) sur les pistes adjacentes : ce qui a pour effet d'éliminer la diaphotie de chrominance.

**3 Multiplication du nombre des têtes sur le tambour VHS-C.** À partir de ce principe initial du tambour deux têtes à 180°, on en arrive le plus souvent à multiplier le nombre de têtes « rotatives » implantées sur le tambour.

Le tambour du camescope (et d'un magnétoscope) porte une tête d'effacement « flottante » supplémentaire dont l'entrefer a exactement la largeur de deux pistes : capable d'effacer les images une par une, elle permet de réenregistrer une nouvelle séquence dans une portion de bande déjà enregistrée, sans provoquer ni parasite ni déchirure de l'image aux points de montage : c'est ce qu'on appelle la *mode insertion*.

Dans le cas d'un camescope VHS-C – qui dans sa configuration initiale de 1984 nécessitait un minimum de quatre têtes E/L disposées en croix – le tambour porte souvent (sans compter la tête d'effacement) deux séries de quatre têtes. Une série sert exclusivement pour l'enregistrement à la vitesse de défilement normale de la bande (SP), les 4 autres têtes, utilisées pour le mode longue durée (LP) ont un entrefer moins haut un angle d'orientation légèrement décalé afin de tracer des pistes deux fois plus étroites.

Dans le cas de la version la plus élaborée du camescope S-VHS-C stéréo HiFi – qui ne disposait pas du mode de défilement « longue durée » (LP) produisant des images de qualité déplorable – les neuf têtes se répartissent autrement sur le tambour : 4 têtes E/L vidéo, 4 têtes E/L audio FM et une tête d'effacement.

### 28.1.8 Autres pistes

N'oublions pas en effet qu'un camescope ou un magnétoscope n'enregistre pas seulement le *signal vidéo*, mais aussi un *signal* ou *des signaux audio*. Il y a également des signaux « de service », tels ceux servant au suivi de piste et à la synchronisation.

Dans le système VHS d'origine, il y a – en haut de la bande – une *piste longitudinale audio* (monophonique) de 1 mm de large, inscrite par deux têtes fixes : *enregistrement/lecture* et *effacement audio*, ainsi que – en bas de la bande – une *piste longitudinale d'asservissement* de 0,75 mm de large, sur laquelle s'inscrivent les tops 25 Hz

Dans le cas des systèmes VHS/VHS-C ou S-VHS/S-VHS-C stéréo Hi-Fi, cet audio s'enregistre et se lit avec des têtes audio rotatives supplémentaires séparées, en même temps que les pistes vidéo, mais en profondeur de la couche magnétique de la bande. Indépendante de

la vidéo, la piste audio longitudinale restait disponible (par exemple, pour un doublage sonore ultérieur).

En 8 mm, Hi8, Digital 8 et HDV (enregistré sur cassette MiniDV), tous les signaux (vidéo, audio mono ou stéréo, fréquences-pilotes de l'ATF) sont enregistrés en FM ou en numérique en même temps et sur les mêmes pistes, selon une technique de *multiplexage*.

### 28.1.9 Quelques valeurs caractéristiques des systèmes VHS et 8 mm

L'incompatibilité mécanique entre les deux « familles » VHS et 8 mm n'est pas seulement due à la largeur de la bande, à la nature de la couche magnétique et aux dimensions des cassettes ; elle s'explique également par les valeurs numériques significatives : diamètre du tambour d'analyse, longueur et largeur des pistes, azimutage des pistes A et B, inclinaison du tambour (c'est-à-dire l'angle de piste), vitesse d'inscription ( $V_i$ ), vitesse de défilement de la bande ( $V_d$ ), etc., sans compter le traitement électronique des signaux qui varie considérablement !

Les valeurs caractéristiques étant identiques dans les différents formats d'une même famille (ce qui assure la compatibilité), il est instructif de les comparer. Restons cependant dans le standard 625 lignes/50 Hz, car – à l'exception du diamètre du tambour – toutes les valeurs sont différentes en NTSC (525 lignes/60 Hz).

Du diamètre ( $D$ ) du tambour d'analyse, de son régime de rotation (tr/s) et de la vitesse de défilement de la bande ( $V_d$ ) dépend la *vitesse d'inscription* ( $V_i$ ) des pistes sur la bande.

De la vitesse de défilement ( $V_d$ ) dépendent l'angle d'inclinaison des pistes par rapport à l'axe longitudinal de la bande, ainsi que la *largeur de piste*.

#### Exemples de calculs

En 625 lignes/50 Hz, avec un appareil 8 mm à tambour Ø 40 mm :

$$V_i = (\pi \times 40 \times 25) - 20,051 \quad (V_d) = 3\,121 \text{ mm/s (3,12 m/s)}$$

En 625 lignes/50 Hz (PAL ou SECAM), avec un appareil VHS à tambour Ø 62 mm :

$$V_i = (\pi \times 62 \times 25) - 23,39 \quad (V_d) = 4\,846 \text{ mm/s (4,84 m/s)}$$

En 525 lignes/60 Hz (NTSC) avec un magnétoscope VHS :

$$V_i = (\pi \times 62 \times 30) - 33,35 \quad (V_d) = 5\,810 \text{ mm/s (5,81 m/s)}$$

Tableau 28.2 Caractéristiques nominales des deux systèmes vidéo

Système/famille	Diamètre ( $D$ ) du tambour	Largeur de la piste	Angle des pistes	Vitesse de défilement	Vitesse d'inscription
VHS	62 ou 41,3 mm	49 $\mu\text{m}$	5°57'50,3"	23,39 mm/s	4,84 m/s
8 mm	40 mm	34,4 $\mu\text{m}$	4°54'54,8"	20,051 mm/s	3,121 m/s

\* Les valeurs indiquées correspondent aux appareils fonctionnant en 625 lignes/50 Hz et à la  $V_d$  normale (SP).

## 28.2 Formats de vidéo analogique : familles VHS et 8 mm

Outre la curiosité naturelle de certains passionnés pour l'histoire des technologies, ces informations relatives à la vidéo analogique – telle qu'elle fut pratiquée avec enthousiasme pendant une bonne quinzaine d'années – vous feront apprécier les avantages et les spécificités de la vidéo numérique, dont le format DV aura été – dans le domaine grand public – le premier et valeureux représentant.

### 28.2.1 La famille VHS

Depuis son lancement mondial en 1976, le format VHS (*Video Home System*) créé par JVC a connu un développement extraordinaire qui lui a permis, fait alors sans précédent dans l'industrie, de prendre la totalité du marché mondial du magnétoscope de salon. Pour cette application majeure, son hégémonie n'a cessé qu'avec l'avènement du disque DVD-Vidéo.

Le VHS s'est développé en deux systèmes d'enregistrement VHS et S-VHS et deux dimensions de cassette Standard et Compacte (C) pour caméscope. La famille a ainsi donné naissance à quatre formats VHS : VHS et S-VHS (pour magnétoscope de salon), VHS-C et S-VHS-C (pour caméscope). Au médiocre audio d'origine – enregistré en monophonie sur une piste longitudinale de la bande – a été bientôt ajouté l'enregistrement audio stéréo Hi-Fi, sur les pistes hélicoïdales. Sous sa version finalisée de S-VHS Stéréo Hi-Fi, le VHS était un système vidéo analogique assez performant (mais arrivé trop tard sur le marché).

Pour des raisons de compatibilité, la technique d'enregistrement est identique pour les quatre formats de la famille VHS.

### Technique d'enregistrement

Le format VHS d'origine fut utilisé pendant un quart de siècle sur pratiquement tous les magnétoscopes de salon. Le cylindre d'analyse de 62 mm de diamètre est incliné sur la gauche d'environ 6° par rapport à l'axe de la bande magnétique d'un demi-pouce de large (12,7 mm) ; il est formé de deux tambours : le tambour inférieur est fixe, alors que le tambour supérieur – animé en 625 lignes d'une vitesse de rotation de 25 tr/s – porte deux têtes E/L vidéo A et B, opposées à 180° selon le diamètre. Sur la bande magnétique entraînée à faible vitesse par le cabestan, les pistes vidéo de 49 µm de large s'inscrivent selon une trajectoire très inclinée sur une hauteur de 10,12 mm entre les points de commutation des têtes A et B. La piste audio longitudinale, en haut de la bande, a une largeur de 1 mm ; la piste d'asservissement « synchro trame impaire », en bas, mesure 0,75 mm de large.

Le tambour ayant 62 mm de diamètre, chaque piste mesure :

$$62 \times \pi/2 = 97,39 \text{ mm de long}$$

La vitesse de défilement de la bande ( $V_d$ ) est de 23,39 mm/s en mode SP (et de moitié, soit 11,7 mm/s environ, en mode LP). Comme il y a 50 pistes par seconde (chacune représentant une trame impaire ou paire de 312,5 lignes), nous en déduisons facilement que l'avance de bande par trame inscrite – ou *pas d'avance par piste* – est de :

$$23,39/50 = 0,4678 \text{ mm}$$

Dans ces conditions, la vitesse de déplacement des têtes relativement à la bande supposée immobile est d'environ :

$$97,39 \times 50 = 4\,870 \text{ mm/s} = 4,87 \text{ m/s}$$

... valeur à laquelle nous soustrayons la vitesse de défilement de la bande ( $V_d$ ) pour calculer la vitesse relative tête/bande ou vitesse d'inscription ( $V_i$ ) qui est donc de :

$$4,87 - 0,0234 = 4,84 \text{ m/s environ.}$$

### Dimensions et particularités de la cassette VHS

La cassette VHS standard, que tous les adultes d'aujourd'hui ont forcément connue, mesure 188 × 105 × 25 mm. La cassette VHS de plus forte capacité (E-240) contient 340 m environ de bande de 16 µm d'épaisseur, autorisant une durée d'enregistrement de  $(340/0,02339) = 14\,530$  s, soit 4 heures en mode SP (d'ailleurs le seul mode raisonnablement utilisable en VHS).

### Format et caméscope VHS-C

La cassette VHS compacte C, appelée EC-30 ou EC-45 selon sa durée en minutes, mesure 91,4 × 58,4 × 22,8 mm. Originellement conçue pour les premiers magnétoscopes « portables » (3,5 kg environ avec la batterie !), elle fut ensuite exclusivement utilisée par les caméscopes de la famille VHS.

Les caractéristiques d'enregistrement d'une cassette VHS-C (angle, longueur et largeur des pistes vidéo, etc.) sont rigoureusement identiques à celles du VHS standard. Pour lire une cassette VHS-C sur un magnétoscope de salon, il suffit de la placer dans l'adaptateur de cassette, lequel était livré avec le caméscope.

Bien qu'il y en eût autrefois quelques-uns, un caméscope utilisant la cassette standard est forcément lourd et encombrant. Outre la diminution considérable du volume de la cassette, on a réduit le diamètre du tambour qui est passé de 62 mm à 41,3 mm, en utilisant quatre têtes E/L vidéo (au lieu de deux), disposées en croix à 90°.

L'enregistrement et la lecture d'une trame vidéo se font sur la bande enroulée sur 270° autour du tambour, ce qui trace des pistes identiques à celles qui sont enregistrées avec deux têtes sur le tambour Ø 62 mm. En effet :

$$41,3 \times \pi \times 270/360 = 97,3 \text{ mm environ}$$

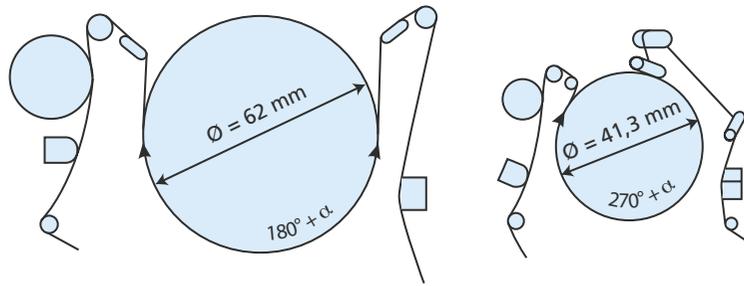


Figure 28.3 À gauche : tambour normal pour magnéto de salon VHS. Diamètre 62 mm, 2 têtes E/L vidéo placées face à face, analysant les pistes sur 180°. À droite : tambour pour camescope VHS-C. Diamètre 41,3 mm, 4 têtes E/L vidéo analysant les pistes sur 270°.

Nota : en réalité, la bande magnétique est en contact avec la bande sur plus de 180° ou de 270° : ce qui est indiqué par +α sur les schémas.

Mais ce tambour devant inscrire 50 pistes (chacune représentant une trame alternativement A ou B) sur 270°, soit 13 500°/s, sa vitesse de rotation doit être de  $13\,500/360 = 37,5$  tr/s, soit 2 250 tr/min, au lieu de 1 500 tr/min avec le tambour Ø 62 mm. La figure 28.3 montre la disposition des quatre têtes vidéo, décalées de 90° entre elles.

## Améliorations apportées au système VHS

Bien qu'il régnât en maître sur le marché mondial du magnéto de salon, les faiblesses du VHS d'origine auraient vite handicapé son avenir en tant que système d'enregistrement pour camescope grand public. Afin de se rapprocher des performances *a priori* plus élevées du format 8 mm, la firme JVC – inventeur et promoteur du VHS – s'efforça d'apporter des améliorations significatives à son procédé, tant pour l'image que pour le son. Les voici en résumé :

### 1 VHS HQ (High Quality).

**2 VHS Stéréo Hi-Fi** : l'audio est enregistré – sur 2 voies puisqu'il s'agit de stéréophonie – comme la vidéo, c'est-à-dire sur les pistes hélicoïdales, enregistrées et relues par des têtes spécialisées portées sur le tambour rotatif. Le tableau 28.3 comparant les performances que l'on obtient selon les deux méthodes est assez explicite.

Tableau 28.3 VHS : comparaison audio linéaire/audio Stéréo Hi-Fi (mode SP)

Caractéristiques	Piste longitudinale	VHS Stéréo Hi-Fi
Vitesse d'inscription (V)	23,39 mm/s	4 840 mm/s
Réponse en fréquence	80 Hz-8 kHz (SP)	20 Hz-20 kHz
Dynamique (rapport signal/bruit)	45 dB	> 80 dB
Pleurage et scintillement	0,2 %	< 0,005 %
Séparation des deux canaux (G/D)	–	> 60 dB

**3 Super-VHS et signal vidéo Y/C.** Le lancement en 1990 du procédé *Super-VHS* améliora grandement la qualité de l'image. Il donna naissance, dans la famille VHS, à deux nouveaux formats : le *S-VHS* (cassette plein format) et le *S-VHS-C* (cassette compacte), cette dernière étant bien sûr réservée au camescope. Nous évoquerons la version *S-VHS/625*, concernant les pays 625 lignes/50 Hz, l'autre version dite *S-VHS/525* étant spécifiquement réservée aux pays NTSC, 525 lignes/60 Hz.

Les principaux avantages du S-VHS sont :

- *Augmentation de la définition horizontale de l'image* ( $D_{hor}$ ). En mode VHS « normal », la  $D_{hor}$  enregistrée sur la bande magnétique est au mieux de 250 points par ligne horizontale de l'image restituée sur l'écran d'un téléviseur (pts/ligne). Le S-VHS porte la  $D_{hor}$  à 400 pts/ligne environ.
- *Amélioration du rendu des couleurs et réduction des interférences* entre les composantes luminance et chrominance du signal vidéo.

## Signaux Y et C séparés

La bande de luminance étant plus éloignée de la fréquence moyenne de la chrominance (centrée sur 629 kHz, en VHS comme en S-VHS afin de maintenir la compatibilité en lecture), il y a beaucoup moins d'interférences possibles entre les signaux Y et C, lesquelles provoquent ces curieux effets d'irisation se manifestant, par exemple, quand un personnage porte un costume en tissu rayé ou pied-de-poule. La résolution couleur est par ailleurs améliorée par des circuits de préaccentuation spéciaux.

Au lieu de remélanger – en lecture de bande – les signaux Y et C en un unique signal vidéo composite, on les laisse séparés et on les achemine de cette manière jusqu'à l'appareil destination, téléviseur par exemple. Les appareils S-VHS se caractérisent en effet par un connecteur de sortie (et/ou d'entrée) à quatre broches appelé *S-Vidéo*, ou tout simplement Y/C. Le connecteur (et son câble) comprend deux conducteurs actifs Y et C, plus leurs conducteurs respectifs de masse.

Pour bénéficier à 100 % de ces améliorations, il faut que le signal Y/C entre « séparé » dans l'appareil destination, disons le téléviseur, lequel doit être prêt à l'accepter sous cette forme. Point fort important sur le plan pratique, les signaux Y/C du S-VHS sont identiques pour le PAL et le SECAM, de sorte que l'ennuyeuse incompatibilité entre les deux standards TV fut définitivement oubliée.

### 28.2.2 La famille 8 mm

Le VHS ayant pris rapidement le monopole du magnétoscope de salon et s'étant – grâce à la cassette VHS-C – rapidement intéressé au camescope, il ne restait plus aux partisans de l'ancêtre Betamax (inventé par Sony), qu'à promouvoir un système vidéo spécifiquement dévolu à la vidéo légère et au camescope.

Les normes définitives du système vidéo 8 mm furent publiées en avril 1984 et les premiers modèles de camescopes commercialisés en France dès 1985. Les spécifications très précises portaient, entre autres, sur les dimensions réduites de la cassette, sur les caractéristiques audio très évoluées et sur la méthode de suivi de piste, c'est-à-dire sur les trois points faibles du VHS-C. Un certain nombre de perfectionnements étaient prévus, qui prenaient déjà en compte de futurs développements.

On pouvait s'attendre à ce que le groupe industriel japonais *Matsushita/Panasonic* et les principaux constructeurs d'équipements VHS adoptent le « Vidéo-8 mm », tout au moins pour l'application « camescope », d'autant qu'ils étaient membres à part entière du Comité de Standardisation. Il n'en fut rien ; c'est au contraire le clan VHS qui s'efforça de combler son handicap. La « bataille » entre les systèmes VHS et 8 mm se perpétua ainsi une quinzaine d'années jusqu'à l'arrivée du numérique. Quoi qu'il en soit, la famille 8 mm s'est déclinée en deux formats : *Vidéo-8* et *Hi8*.

## Caractéristiques de base du Vidéo-8

Largeur de la bande magnétique : 8 mm.

La couche magnétique de la bande magnétique est de type « métal pur », les particules métalliques étant soit déposées (MP), soit évaporées sous vide (ME) : une couche magnétique classique aux oxydes de fer n'est pas assez performante pour atteindre la densité d'enregistrement requise.

Dimensions de la cassette : 95 × 62,5 × 15 mm. L'interdiction d'enregistrement est assurée par un curseur rouge coulissant, situé sur le bord arrière de la cassette.

À l'origine, l'adoption d'une bande de 13 µm d'épaisseur avait provisoirement fixé le temps maximal d'enregistrement en mode SP à 60 min en PAL (il n'y eut jamais de SECAM dans ce format) et de 90 min en NTSC. Mais dès le lancement en 1985 des premiers camescopes 8 mm, l'emploi d'une bande de 10 µm d'épaisseur environ porta cette durée maximale, respectivement à 90 min et 120 min, en mode de défilement normal. Une cassette P5-90 contient environ 109 mètres de bande de 10 µm, ce qui représente un enroulement de diamètre maximal 42,2 mm, sur une bobine dont le noyau a 16 mm de diamètre.

## Modes d'enregistrement/lecture audio

Dans les spécifications d'origine, le choix était laissé aux constructeurs entre trois méthodes d'enregistrement audio :

- sur une piste longitudinale auxiliaire ;
- en FM sur les mêmes pistes que la vidéo par multiplexage ;
- en numérique (PCM) sur un emplacement réservé prolongeant les pistes vidéo.

Aucun appareil n'utilisa la piste longitudinale – laquelle aurait donné un audio de très piètre qua-

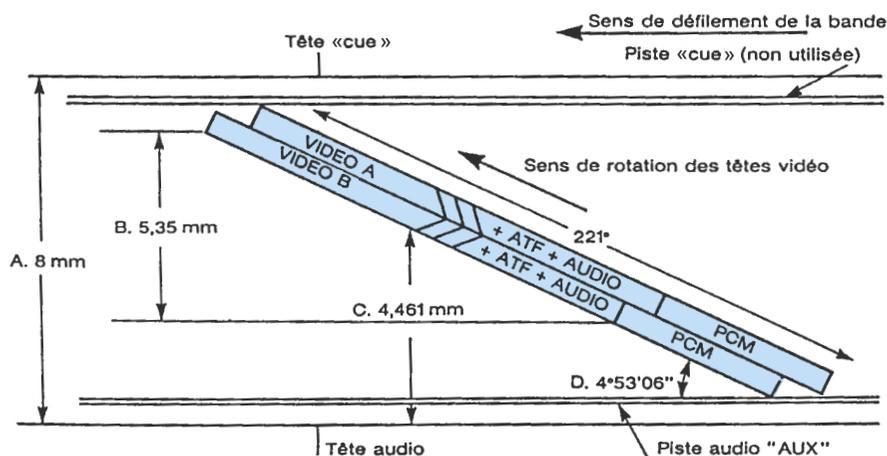


Figure 28.4 Principales caractéristiques d'enregistrement en système 8 mm.

A Largeur de la bande magnétique : 8 mm – B Hauteur de l'enregistrement sur la bande : 5,35 mm – C Distance entre le bord inférieur de la bande et le centre des pistes vidéo : 4,61 mm – D Angle des pistes vidéo en PAL : 4°53'06" (bande arrêtée) ; 4°54'58,8" (défilement normal).

lité – et tous les camescopes enregistrent l'audio, en monophonie ou en stéréo, selon la deuxième méthode. L'enregistrement numérique (PCM) ne fut appliqué, en plus de l'audio FM, qu'à quelques appareils haut de gamme de marque Sony.

**1 Piste audio auxiliaire.** Il s'agit, comme en VHS, d'une piste longitudinale. Elle est placée en bas – lorsqu'on regarde la bande couche magnétique dessus – et mesure 0,6 mm de large. Étant donnée la faible  $V_d$  (20 mm/s en PAL, un peu plus de 14 mm/s en NTSC), on ne peut s'attendre, même sur une bande métal, à un son meilleur qu'en VHS. C'est pour cela que les concepteurs du système lui ont donné le nom de « piste auxiliaire », car elle ne fut jamais utilisée pour l'enregistrement audio normal.

**2 Enregistrement audio en modulation de fréquence (FM).** Nous avons déjà vu qu'en VHS, la luminance et la chrominance s'enregistraient en FM sur les pistes hélicoïdales. Le Vidéo-2000 y enregistrait de plus des fréquences pilotes de suivi de piste et le VHS Hi-Fi, l'audio stéréo. Il est donc possible d'enregistrer sur chaque piste – grâce à la technique du *multiplexage* – plusieurs séries de signaux modulés en fréquence, pourvu qu'ils ne soient pas trop proches les uns des autres sur l'échelle des fréquences, dont la bande passante totale s'étend, en Vidéo-8, sur presque 6 MHz. Ces signaux étant centrés sur des fréquences très différentes, on peut les séparer par filtrage avant leur exploitation.

En système 8 mm, l'audio FM est enregistré à une fréquence plus élevée que la chrominance (centrée sur 743 kHz), mais bien en dessous de la luminance (située entre 4,2 et 5,4 MHz en Vidéo-8 ; entre 5,7 et 7,7 MHz en Hi8). Dans la version stéréophonique, qui ne fut offerte que par quelques camescopes Hi8, la somme des voies gauche et droite (G + D) s'enregistre – autour de 1,5 MHz – sur la voie gauche et leur différence (G – D) – autour de 1,7 MHz – sur la voie droite. De cette manière et comme en VHS Hi-Fi par exemple, on peut toujours lire un enregistrement audio stéréo en monophonie, en sortant le signal mélangé par le connecteur voie gauche (marqué L pour *left*).

**3 Enregistrement audio numérique PCM (Pulse Code Modulation) ou MIC** (modulation par impulsions codées). La modulation audio est ici enregistrée sous la forme numérique à l'extrémité de chaque piste vidéo. Le principe est simple : la vidéo et autres signaux multiplexés sont enregistrés, comme en VHS par exemple, sur une piste dont la longueur correspond à 180° du tambour rotatif. Mais la bande est enroulée autour du tambour sur 220° environ, ce qui donne la place – sur un segment supplémentaire de piste représentant 36° « utiles » – pour l'inscription de l'enregistrement numérique PCM stéréo.

Puisque l'enregistrement numérique va définitivement triompher dans le prochain chapitre (ce qui éclairera ces informations), disons seulement que

la *fréquence d'échantillonnage* de l'audio PCM du 8 mm est de 31,25 kHz (en PAL), avec *quantification* 8-bit non-linéaire et système de réduction de bruit. Malheureusement, la réponse du côté des plus hautes fréquences audio est limitée à 15 kHz (alors que l'audio FM atteint 18 kHz). Cela est dû au fait qu'en numérique et selon la loi de *Shannon-Nyquist*, la fréquence d'échantillonnage doit être deux fois plus élevée que la fréquence à restituer (or, 31 kHz/2 = 15,5 kHz). L'audio PCM ne fut en fait implanté que sur quelques camescopes et magnétoscopes *Sony*, avec lesquels la qualité de restitution sonore du PCM fut jugée « très décevante » par les utilisateurs experts : l'une des raisons, mais pas la seule, était le choix d'une fréquence d'échantillonnage trop basse. En pratique, l'audio FM (tant du VHS Hi-Fi que du 8 mm) s'avéra de bien meilleure qualité que le PCM du 8 mm, mais, contrairement à ce dernier, il est inséparable des images : ce qui interdisait le doublage sonore sur la cassette originale.

## Les pistes hélicoïdales

Sur chaque piste très inclinée sur la bande (4°54'58,8" en PAL) sont enregistrés (en FM), les signaux suivants, en descendant l'échelle des fréquences :

**1 La luminance**, entre 4,2 MHz (fond des tops de synchro) et 5,4 MHz (crête des blancs), soit une excursion en fréquence de 1,2 MHz. Les têtes sont azimutées à  $\pm 10^\circ$  (élimination de la diaphotie de luminance entre deux pistes adjacentes).

**2 L'audio FM**, centré sur 1,5 MHz en monophonie ou sur 1,3 et 1,8 MHz en stéréophonie.

**3 La chrominance**, avec une fréquence sous-porteuse centrée sur 743 kHz.

**4 Les fréquences pilotes de synchronisation, identification et suivi de piste.** Le principe est largement inspiré du système inventé par Philips pour le Vidéo-2000. Quatre signaux de pilotage choisis entre 100 et 117 kHz (donc bien en dessous de la chrominance) s'inscrivent sur les pistes durant l'enregistrement et en même temps que les précédents. En mode lecture, la tête (dont l'entrefer est plus haut que la piste n'est large) capte les signaux pilotes enregistrés sur la piste contiguë en même temps que ceux de la piste qu'elle lit. Le suivi de piste ATF (*Automatic Track Following*) s'effectue ainsi automatiquement, par détection des signaux d'alignement (de la piste sur la tête qui lui est destinée par son azimutage), comparaison de leur niveau et asservissement – *via* le cabestan – de la vitesse instantanée de défilement de bande.

**5.** Notons qu'en Hi8, un *code temporel* (*time code* ou **TC**) est inséré sur une durée de 1,5 ligne (de suppression trame), entre la zone vidéo et l'emplacement réservé à l'audio PCM. Ce TC – qui s'inscrit automatiquement à l'enregistrement – est traité de telle manière qu'il soit possible, d'une part, de l'afficher en lecture

à l'écran si désiré, d'autre part de l'insérer en continu sur une cassette, même 8 mm, déjà enregistrée : ce qui facilita le dérushage des anciennes cassettes, ainsi que le montage « bande à bande » en 8 mm.

## Valeurs caractéristiques du système 8 mm

Le tambour mesure 40 mm de diamètre et comporte alors deux têtes E/L disposées à 180° qui – ainsi que nous venons de le voir – enregistrent et lisent bien d'autres signaux que ceux de la vidéo. L'entrefer a une largeur de 0,25 µm seulement. Une troisième tête décalée de 30° sert à l'enregistrement de l'audio PCM s'il y a lieu. Il y a de plus une tête d'effacement « volante » permettant l'insertion.

Dans le cas ultra-rare d'un (ancien) équipement doté de l'audio PCM numérique, les pistes enregistrées mesurent 75,39 mm, ce qui correspond à un angle d'enroulement de 216° de la bande sur le tambour. Sur cette piste, 62,83 mm (180° du tambour) sont réservés à l'enregistrement FM (signal vidéo et autres signaux), et les 36° restants à l'enregistrement audio PCM et à celui du code temporel (TC) « réinscriptible ». Les pistes mesurent 34,4 µm de large en PAL mode SP, la vitesse de défilement ( $Vd$ ) étant alors de 20,051 mm/s. En mode LP – c'est-à-dire avec une  $Vd$  deux fois plus lente de 10,0255 mm/s – les pistes sont deux fois plus étroites et l'autonomie de la cassette est multipliée par deux.

De ces valeurs, on peut déduire la vitesse d'inscription ( $Vi$ ) :

$$Vi = (\pi \times 40 \times 25) - 20,051 (Vd) = 3\,121 \text{ mm/s} (3,121 \text{ m/s})$$

## Évolutions du système 8 mm

La plupart des constructeurs « non VHS » ayant immédiatement opté pour le 8 mm, celui-ci prit rapi-

dement une grande place sur le marché : vers 1992, il représentait déjà plus de 50 % des caméscopes vendus en France, dont une très forte proportion d'appareils de marque Sony.

**1 Tête d'effacement rotative.** Sur le tambour se trouve une tête supplémentaire dite « flottante » à plus large entrefer qui, durant l'enregistrement, efface préalablement les deux pistes (A et B) immédiatement situées après les têtes E/L. Dans ce mode d'enregistrement, ces deux pistes sont instantanément remplacées par les nouvelles pistes enregistrées. La tête est guidée avec précision par les signaux pilotes : cela permet non seulement d'éviter tout parasite de l'image aux points de montage par assemblage – mode automatique normal de montage au tournage – mais également en mode de montage *par insertion* (lequel ne présente aucun intérêt en numérique, alors qu'il était quasi indispensable en analogique).

**2 Le format Hi8.** Le format Vidéo-8 jouissant au départ d'une confortable avance technologique sur le VHS-C classique (audio de qualité Hi-Fi, bande métal, plus petite cassette offrant d'emblée une grande autonomie, etc.), les fabricants de caméscopes de cette famille ne souhaitaient pas introduire prématurément la version *high-band* du 8 mm, ou *Hi8*. Ils y furent cependant contraints, face à la rapide commercialisation par JVC et Panasonic d'appareils S-VHS et S-VHS-C : un an après, soit en 1990, apparaissaient les premiers caméscopes Hi8 en version 625 lignes.

Le principe d'application étant exactement semblable à celui mis en œuvre pour le S-VHS (cf. 28.2.1), vous pouvez vous y reporter. Seules les valeurs changent :

- *Luminance Y enregistrée et lue* sur une « haute » bande, s'étalant de 5,7 MHz (fond des tops de syn-

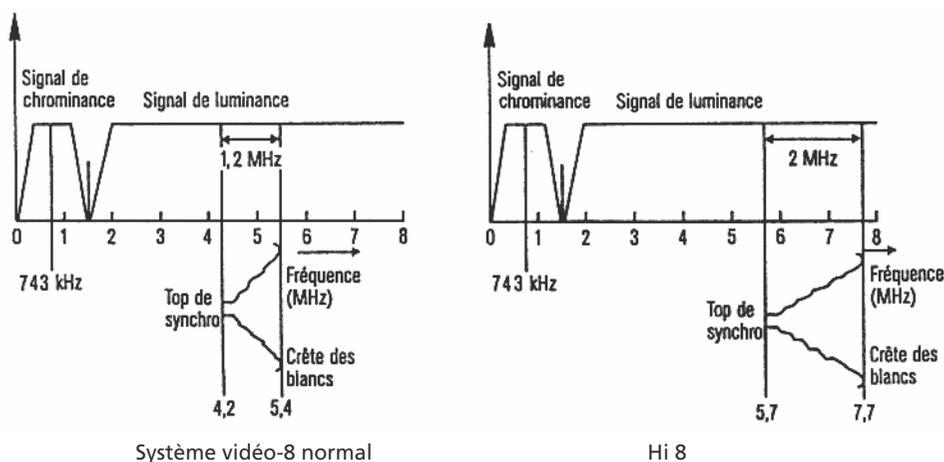


Figure 28.5 On voit (à droite) qu'en système Hi8, la luminance est enregistrée dans une bande plus large (2 MHz au lieu de 1,2 MHz) et à une plus haute fréquence pour la crête des blancs (7,7 MHz au lieu de 5,4 MHz pour le 8 mm) : c'est ce qui explique la qualité supérieure de l'image (échelle des valeurs et reproduction des plus fins détails). Le principe est exactement le même dans le cas du S-VHS comparé au VHS d'origine.

chro) à 7,7 MHz (crête des blancs), soit une excursion en fréquence de 2 MHz (au lieu de 1,2 MHz – entre 4,2 et 5,4 MHz – pour le Vidéo-8).

- *Chrominance C* séparée de la luminance, centrée – comme en Vidéo-8 – sur 743 kHz.
- *Emploi obligatoire d'une cassette à bande « métal »*, de caractéristiques magnétiques plus élevées qu'en Vidéo-8, soit Hi8-ME, soit Hi8-MP.

Pour le reste, le Hi8 est comparable au S-VHS :

- Définition horizontale de l'image ( $D_{hor}$ ) atteignant ou dépassant légèrement 400 pts/ligne, dans les conditions optimales de lecture (liaison vidéo Y/C, sur un téléviseur/moniteur de résolution écran au moins égale à 400 pts/ligne).
- Compatibilité « descendante » avec le Vidéo-8, ce qui veut dire qu'un appareil Hi8 sait reconnaître, lire et enregistrer en PAL une cassette 8 mm, mais qu'un caméscope ou autre appareil Vidéo-8 ne peut pas utiliser ni lire des cassettes Hi8.
- Signal de sortie Y/C en mode Hi8 ; signal de sortie vidéo composite PAL en mode Vidéo-8.
- Il a existé des caméscopes Hi8 à audio FM mono, à audio FM stéréo, ainsi que quelques modèles « haut de gamme » de caméscopes et magnétoscopes offrant de plus l'audio numérique stéréo PCM.

## Conclusion sur les formats analogiques grand public

Alors que les caméscopes de format analogique ne sont plus fabriqués (ce qui n'est pas le cas des cassettes vierges que l'on trouve facilement dans le commerce), il serait vain de discuter des avantages et inconvénients respectifs du VHS/S-VHS et du 8 mm/Hi8. Tout utilisateur actuel ou ancien de la vidéo analogique – ayant probablement un certain nombre de précieux documents audiovisuels à sauvegarder – doit en revanche s'intéresser à la meilleure manière d'entrer de plain-pied dans le monde de la vidéo numérique.

## 28.3 Formats analogiques « professionnels »

Alors que la qualité des systèmes analogiques grand public a culminé avec le signal Y/C appliqué aux formats S-VHS et Hi8, la vidéo institutionnelle et *broadcast* a bénéficié dès 1983 – grâce à l'introduction par *Sony* du format d'enregistrement *Betacam* sur bande 1/2" en cassette – d'un système analogique délivrant, dans une configuration caméscope bien plus légère et

Tableau 28.4 Résumé des caractéristiques des familles VHS et 8 mm\*

Caractéristiques	VHS	S-VHS	Vidéo-8	Hi8
Vitesse d'avance de bande ( $Vd$ ) (mm/s)	23,39		20,051	
Diamètre du tambour (mm)	62 ou 41,3 (VHS-C)		40	
Angle des pistes (mode SP)	5°57'50,3"		4°54'58,8"	
Longueur des pistes vidéo (mm)	97,39		62,83	
Largeur des pistes vidéo ( $\mu\text{m}$ )	49		34,4	
Surface enregistrée par seconde ( $\text{mm}^2$ )	238		108	
Avance de bande par piste (mm)	0,4678 (longueur de 1,5 ligne)		0,4102 (longueur de 2 lignes)	
Vitesse relative tête/bande ( $V_i$ ) (m/s)	4,84		3,121	
Largeur de bande en luminance (MHz)	3,8-4,8	5,4-7	4,2-5,4	5,7-7,7
Porteuse chrominance (kHz)	629		743	
Plus courte $\lambda$ enregistrable ( $\mu\text{m}$ )	1,01	0,692	0,574	0,402
Largeur minimale. de l'entrefer ( $\mu\text{m}$ )	0,50	0,35	0,26	0,20
Azimutage des têtes vidéo	$\pm 6^\circ$		$\pm 10^\circ$	
Dimensions des cassettes (mm)	Std : 188 × 104 × 25 C : 91,4 × 58,4 × 22,8		95 × 62,5 × 15	
Largeur de la bande magnétique	12,7 mm (1/2 pouce)		8 mm	
Nature de l'enduit magnétique	Oxyde métallique		Métal « pur » (MP ou ME)	
Consommation horaire de bande (m)	84,2		72,18	
Épaisseur minimale de la bande ( $\mu\text{m}$ )	15		10	
Durée maximale de la cassette (min)	Std : 240 C : 45		90	

\* Les valeurs indiquées correspondent à la vitesse de défilement normale de la bande (SP) et pour les appareils fonctionnant en 625 lignes/50 Hz. En dehors des dimensions de la cassette et du tambour, les valeurs sont très différentes en 525 lignes/60 Hz (NTSC).

compacte, une qualité d'image et de son nettement supérieure aux systèmes U-Matic 3/4" (BVU et BVU/SP) à vidéo composite auparavant utilisés pour la vidéo institutionnelle et le reportage télévisé. En 1987, le Betacam d'origine fut très amélioré sous la forme de *Betacam SP*, de qualité cette fois comparable à celle du format « 1 pouce C » qui régnait alors dans les studios de production. Le Betacam SP, le dernier et le plus performant des formats analogiques *broadcast*, resta quelques années sans concurrence.

Pendant, compte tenu de l'important parc d'appareils qui ont été commercialisés durant une quinzaine d'années (caméscopes monoblocs, caméscopes à enregistreur embarqué et magnétoscopes) et des innombrables vidéogrammes archivés dans des cassettes de ce format, le Betacam SP resta « actif » très longtemps. Dans cet ouvrage, la description du principe Betacam SP se justifie pour trois raisons : (1) il introduit la notion alors nouvelle de signal vidéo en *composantes analogique*, (2) lequel se prête bien mieux que le signal composite au passage du monde analogique au monde numérique. (3) Enfin, les performants équipements Betacam SP se trouvant maintenant à prix modéré sur le marché de l'occasion, ils sont susceptibles d'intéresser les étudiants et les écoles de formation.

**1 Betacam SP : signal vidéo en composantes analogiques.** Par rapport aux formats à sortie vidéo composite ou Y/C que nous avons vus, la spécificité d'un système à composantes analogique est d'enregistrer séparément le signal de luminance Y et les signaux de différence de couleur (R – Y) et (B – Y) qui, après mise en forme pour le codage PAL, sont appelés U et V. Sur le tambour d'un magnétoscope ou d'un caméscope Betacam SP, deux paires de têtes tracent simultanément – pour chaque trame – deux pistes séparées, l'une pour la composante Y, l'autre pour les composantes chrominance Cr/Cb.

**2 Compression temporelle des signaux de différence de couleur.** Afin de pouvoir être enregistrés sur une seule piste, les deux signaux de chrominance Cr et Cb – qui occupent une bande passante réduite par rapport à la luminance – sont comprimés dans le temps d'un facteur 2, puis enregistrés alternativement sur la même piste ; chacun d'eux occupe donc la longueur d'une demi-ligne sur la piste. Ils sont à nouveau « expansés » et séparés pour leur utilisation. La sortie du signal vidéo en composantes analogique se fait ainsi par trois connecteurs (Y, Cr et Cb) ; ceci nécessita à l'époque le recâblage complet des régies vidéo, lesquelles n'avaient auparavant besoin que d'un unique câble coaxial et de connecteurs BNC pour transporter le signal vidéo composite d'un appareil à un autre.

### 3 Principales caractéristiques du Betacam SP

Tableau 28.5 Comparaison Betacam et Betacam SP

Caractéristiques	Betacam	Betacam SP
Bande magnétique	1/2" Oxyde	1/2" Métal (MP)
Autonomie petite/ grande cassette	36 min/110 min	
Signal vidéo	Composantes Y, Cr, Cb	
Bande passante vidéo	Y = 4,1 MHz C = 1,5 MHz	Y = 5,5 MHz C = 1,5 MHz
Vitesse de défilement ( <i>Vd</i> )	101,5 mm/s	
Vitesse d'inscription ( <i>Vi</i> )	5,75 m/s	
Pistes audio	2 linéaires	2 linéaires/2 AFM
Diamètre du tambour	74,5 mm	
Longueur des pistes	115 mm	
Azimutage des têtes	± 15°	
<i>Dynamic Tracking</i>	Oui	Oui

**4 Suivi dynamique des pistes par têtes spécialisées (DT).** La trajectoire des têtes E/L normales ne suit exactement les pistes enregistrées sur la bande qu'à la vitesse normale de lecture : celle de l'enregistrement. Dans tout autre mode de lecture impliquant donc une variation de la *Vd* (arrêt/image, ralenti, accéléré à vitesse variable, lecture en arrière), l'angle d'inclinaison des pistes se modifie, relativement à l'angle constant de suivi des têtes. En les coupant par le travers, les têtes ne lisent que des segments de pistes, ce qui crée des « barres de bruit ». Dans le cas du Betacam SP (et de quelques autres formats), ce problème fut résolu par l'emploi de deux doubles têtes de lecture supplémentaires, dites DT (*Dynamic Tracking*), dotées d'un dispositif de déplacement piézoélectrique. Selon la tension appliquée, au dispositif piézo – modulée en fonction de la vitesse de lecture variable –, les deux têtes Y et C accouplées se déplacent perpendiculairement afin de se trouver dans l'angle correct par rapport à l'angle relatif d'inclinaison des pistes. Le même système gère les sauts de pistes : en accéléré  $\times 2$ , par exemple, on ne lit qu'un couple de pistes sur deux.

5 Enfin, les trois signaux « primaires » RVB issus de la section caméra d'un caméscope sont convertis par matricage en signaux composantes analogiques Y, (B – Y) et (R – Y) que l'on peut directement convertir et coder dans un format de vidéo numérique, tel celui de structure d'échantillonnage 4:2:2, ce que nous verrons dans le prochain chapitre (*cf.* 29.7).

## Les principes de la vidéo numérique

En quelques petites années depuis 2000, les procédés audiovisuels et les moyens de communication qui étaient essentiellement « analogiques » sont tous devenus « numériques ». C'est dire que la plupart des vidéastes (et/ou des photographes) en pleine force de l'âge n'ont pas appris le numérique à l'école. Voici un petit cours de rattrapage... pour celle ou celui qui aime comprendre « comment ça marche ».

### 29.1 Analogique et numérique

Les sensations visuelles que nous recevons du monde extérieur sont *analogiques*. Cela veut dire que les informations captées par nos yeux, puis interprétées par le cerveau, sont continues et qu'elles varient proportionnellement aux *luminances* et aux *couleurs* de la scène que nous regardons. De même, les sons captés par le système auditif sont continus et proportionnels à leur *intensité* et à leur *fréquence*. Remarquons que, quels que soient les conversions et traitements que les images et les sons subiront dans la chaîne qui va de la caméra au téléviseur, nous ne pouvons les voir et les entendre que s'ils nous sont restitués – comme dans la réalité – de manière analogique. La vidéo numérique se distingue de la vidéo analogique, par deux caractéristiques principales :

- Une fois numérisé, le signal est extrêmement « robuste » et pratiquement dépourvu de bruit parasite : on peut désormais le stocker, le recopier sur un autre support, le manipuler et le transmettre sans le détériorer. En vidéo analogique, particulièrement dans les formats « grand public », la qualité des images diminuait sensiblement dès la première génération de copies.
- Il n'en reste pas moins qu'un signal numérique véhiculant de la vidéo de bonne qualité occupe une bande passante beaucoup trop large – ou, ce qui revient au même, exige un *débit numérique* ( $D_{\text{num}}$ ) bien trop élevé – pour permettre son enregistrement et sa transmission de manière pratique et économique. Nous verrons dans ce chapitre comment ce problème a été superbement résolu en tirant

parti du fait que toute séquence vidéo comporte une forte proportion d'informations identiques dites « redondantes », d'une part à l'intérieur de chaque image, d'autre part entre les images successives. Ce sont des informations que l'on peut rejeter (ou plus exactement ne pas transmettre inutilement plusieurs fois) sans que l'œil du spectateur ne s'aperçoive qu'il a été « trompé ». Ce processus fondamental est appelé *compression vidéo*. Mais avant toute chose, le signal vidéo – analogique en sortie du capteur imageur de la caméra – doit être numérisé.

### 29.2 Compter par dix ou par deux

Au milieu du siècle dernier, l'avènement des composants électroniques « état solide » de type transistor a permis – outre la création de nombreux autres appareils électroniques dont les récepteurs radio – la réalisation d'ordinateurs effectuant rapidement leurs calculs en numération binaire. Un transistor a la propriété de fonctionner « en bascule », sous deux états différents : l'application d'une différence de potentiel aux bornes de commande ouvre ou ferme une « porte » (un commutateur) qui laisse passer le courant quand il est fermé (ON) et l'interrompt quand il est ouvert (OFF). C'est dire qu'un système utilisant ce type de composants (associés dans un ordinateur en réseaux de centaines de milliers ou de millions de « cellules » sur des circuits intégrés) ne sait compter qu'en mode binaire, fondé sur les valeurs symboliques « un » et « zéro », dont chacune représente un **bit** (contraction de l'anglais *binary digit*, chiffre binaire). En d'autres termes, le bit est activé (1) ou ne l'est pas (0).

Les séquences binaires représentant divers types d'informations (données informatiques, texte, audio, vidéo, etc.) peuvent être enregistrées, stockées et « lues » sur des supports de diverses natures, dont les principaux sont à couche magnétique aimantée (bande magnétique, disque dur), les cellules d'une mémoire flash et les microcuvettes d'un disque optique.

### 29.2.1 Numération décimale

Si l'on en reste aux notions de base, la complexité du calcul en mode binaire n'est qu'apparente ; il est en fait très semblable à notre manière habituelle de compter. Illustrons cette similitude en rappelant que le système décimal permet d'exprimer *n'importe quel nombre* par une série de chiffres. Pour compter des objets, on énumère 0 (pas d'objet), 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, avant de rencontrer une première difficulté : il n'y a pas de symbole unique désignant la quantité d'objets  $9 + 1$ . On a décidé (il y a bien longtemps) que cette valeur s'écrirait à l'aide d'un 1 décalé d'une position vers la gauche, la position vacante étant remplie avec un 0 ; puis on poursuit, en ajoutant à chaque fois une unité à droite : 11, 12... 19, avant d'accroître le chiffre de gauche pour passer à 20, etc. Parvenue à 99, une troisième position à gauche permet d'écrire 100, et ainsi de suite.

Par exemple, le nombre 4 637 résulte de l'addition de 4 « milliers », 6 « centaines », 3 « dizaines » et 7 « unités », qui s'énonce ou s'écrit « quatre mille six cent trente-sept ». La position de chaque chiffre – lue de droite à gauche – correspond à un multiple de dix de la position de droite : les uns, les dix, les cents, les milles et ainsi de suite :

4	6	3	7
1 000	100	10	1

### 29.2.2 Numération binaire

Le processus de comptage est le même, mais le nombre binaire s'allonge plus vite qu'en décimal. Pas d'objet vaut 0 (zéro). Pour le premier objet, on énonce 1. Dès le deuxième objet, il faut poser un 1 à gauche pour écrire 10 (un-zéro, et non dix) ; le troisième s'écrit 11 (un-un), alors que le quatrième objet à compter demande de placer un 1 en position 3 pour écrire 100 (un-zéro-zéro), et ainsi de suite pour les chiffres binaires suivants, en ajoutant un bit de plus à gauche à chaque fois que l'on atteint la puissance de 2 supérieure (2, 4, 8, 16, 32, etc.).

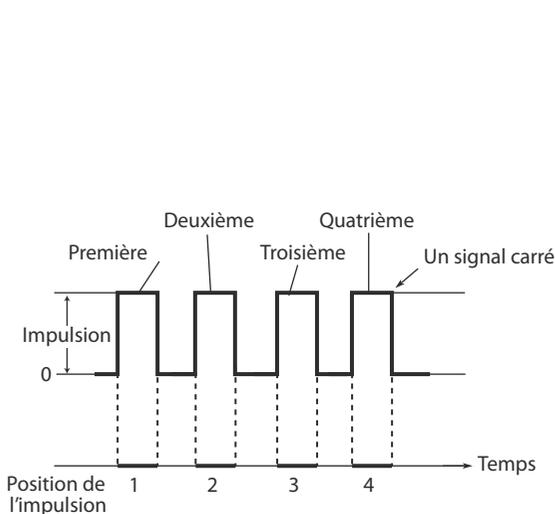
En arithmétique binaire de base – quel que soit le nombre exprimé – le bit le plus à gauche est toujours un 1. Puisque sa position indique la valeur globale du nombre, il est appelé MSB (*Most Significant Bit*, bit de poids le plus fort). En revanche, le bit le plus à droite vaut 0 si le nombre décimal équivalent est pair et il vaut 1 si le nombre décimal est impair : il est appelé LSB (*Least Significant Bit*, bit de poids le plus faible).

Le système binaire présente toutefois des propriétés remarquables :

1 Où qu'il soit placé dans la séquence, 1 bit permet de caractériser 2 états : 0 ou 1 ; 2 bits offrent 4 combinaisons (00, 01, 10 et 11), permettant de compter (y compris le zéro) jusqu'à 4 ; 3 bits, de compter jusqu'à 8 ; 4 bits, jusqu'à 16... 8 bits, jusqu'à 256... 10 bits, jusqu'à 1 024... 24 bits, jusqu'à 16 777 216.

Tableau 29.1 Valeur binaire des 30 premiers nombres décimaux entiers

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
10000	10001	10010	10011	10100	10101	10110	10111	11000	11001	11010	11011	11100	11101	11110



	Décimal	Forme du signal	Symboles	Binaire
16 possibilités	15		● ● ● ●	1 1 1 1
	14		● ● ● ○	1 1 1 0
	13		● ● ○ ●	1 1 0 1
	12		● ● ○ ○	1 1 0 0
	11		● ○ ● ●	1 0 1 1
	10		● ○ ● ○	1 0 1 0
	9		● ○ ○ ●	1 0 0 1
	8		● ○ ○ ○	1 0 0 0
	7		○ ● ● ●	0 1 1 1
	6		○ ● ● ○	0 1 1 0
	5		○ ● ○ ●	0 1 0 1
	4		○ ● ○ ○	0 1 0 0
	3		○ ○ ● ●	0 0 1 1
	2		○ ○ ● ○	0 0 1 0
	1		○ ○ ○ ●	0 0 0 1
	0		○ ○ ○ ○	0 0 0 0

Figure 29.1 Quantification 4-bit.

En binaire, elle permet de représenter  $2^4$  soit 16 valeurs différentes.

Tableau 29.2 Le chiffre décimal 37 écrit en binaire

Nombre binaire	1	0	0	1	0	1	
Position du bit	5	4	3	2	1	0	
Valeur du bit	32	16	8	4	2	1	
Nombre décimal	32	+ 0	+ 0	+ 4	+ 0	+ 1	= 37

Tableau 29.3 Le chiffre décimal 154 écrit en binaire

Nombre binaire	1	0	0	1	1	0	1	0	
Position du bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
Valeur du bit	128	64	32	16	8	4	2	0	
Nombre décimal	128	+ 0	+ 0	+ 16	+ 8	+ 0	+ 2	+ 0	= 154

2 Toutes les puissances de 2 (2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512...) correspondent aux valeurs décimales entières, puissances de 10 (10, 100, 1 000, 10 000, 100 000...). Par exemple, le bit de position 9, exprime la neuvième puissance de 2 (c'est-à-dire 2 multiplié 9 fois par lui-même), ce qui s'écrit  $2^9$  et vaut 512 dans le système décimal ; il s'écrit 1 000 000 000 en binaire. Ceci vous permet de remarquer que le nombre écrit en binaire est (10/3 chiffres) c'est-à-dire 3,333 fois plus long qu'en numération décimale.

3 Connaître la valeur en décimal d'un (petit) nombre binaire est un jeu d'enfant.

Soit, par exemple, le nombre binaire 100101. Pour connaître sa valeur en décimal, il suffit d'identifier la position de chaque bit et d'additionner la valeur décimale de ceux qui sont activés « 1 ». Dans ce cas, nous lisons (de gauche à droite cette fois) : un 32, pas de 16, pas de 8, un 4, pas de 2, un 1, dont l'addition donne la valeur décimale équivalente 37 (tableau 29.2).

De la même manière, le nombre 10011010 (un 128, pas de 64, pas de 32, un 16, un 8, pas de 4, un 2, pas de 1) =  $128 + 16 + 8 + 2 = 154$  (tableau 29.3).

### 29.2.3 Conversion du décimal en binaire

Une manière simple de convertir une valeur décimale en valeur binaire consiste à diviser successivement cette valeur par 2, le reste de chaque division indiquant la parité binaire : pas de reste (bit 0) si le dividende est pair, reste 1 (bit 1) si le dividende est impair. En voici un simple exemple (tableau 29.4).

Tableau 29.4 Conversion du chiffre décimal 85 en binaire

Division par 2	85/2	42/2	21/2	10/2	5/2	2/2	1/1	
Résultat entier	42	21	10	5	2	1	1	
Valeur binaire (reste)	1	0	1	0	1	0	1	
Valeur du bit activé 1	64	(32)	16	(8)	4	(2)	1	= 85

## 29.3 Bits, octets et leurs multiples

En informatique, et par voie de conséquence dans toutes les applications qui utilisent des données numériques, l'unité insécable est le **bit**. Cependant, la quantité d'éléments d'information transmise par unité de temps dans le flux vidéo est si élevée que l'on est obligé d'employer, pour les exprimer et les manipuler, des multiples de cette unité.

La première remarque très importante à faire à ce propos est que l'unité bit étant par définition exprimée dans le système binaire (et non pas dans le système décimal, comme le mètre, le kilo, le litre ou le hertz), ses multiples – pourtant désignés par les mêmes préfixes – n'ont pas des valeurs décimales équivalentes.

Alors que 1 km vaut  $10^3$  m, soit 1 000 m, 1 kbit (kilo-bit) vaut  $2^{10}$  bits ou 1 024 bits. De même, 1 Mbit (méga-bit) ne vaut pas « un million de bits », mais  $2^{20}$  bits, ou 1 024 kbit, ou encore  $1\,024 \times 1\,024 = 1\,048\,576$  bits.

### 29.3.1 L'octet et ses multiples

En pratique, on ne demande pas à l'ordinateur de compter, de manipuler au même instant de très longues séquences de bits. Pour cette raison, l'ordinateur est configuré pour manipuler des *mots* de 8-bit ou **octet**.

Vous noterez, pour ne plus jamais l'oublier, qu'en anglais octet se dit *byte* (B), contraction de « *bit by eight* », ce qui est la source de nombreuses confusions en particulier dans les documentations traduites de l'anglo-saxon. Confondre « bit » et *byte* représente

donc une énorme erreur de 1 à 8. Les ordinateurs récents utilisent typiquement des mots plus longs de 32-bit ou 64-bit (soit des messages de 4 ou de 8 octets), les plus anciens des mots de 16-bit (2 octets).

Nous avons vu qu'une séquence 8-bit ( $2^8$ ) permet de compter de 00000000 à 11111111, soit en mode décimal de 0 à 255. En d'autres termes, un seul octet peut représenter 256 valeurs différentes.

L'octet est l'unité pratique de comptage de base de l'ordinateur moderne et c'est pourquoi la capacité ou « volume » des principaux supports de stockage des données numériques – la mémoire RAM (*Random Access Memory*), le disque dur (DD), la carte mémoire flash, le « poids » d'un fichier image, etc. – sont indiqués par les multiples de l'octet, chacun étant 1 024 fois plus grand que le précédent : kilo-octet (Ko), méga-octet (Mo), giga-octet (Go). Quant aux « serveurs » à disques magnétiques ou optiques mis en œuvre dans les centres de télévision et chez les *providers* du Web, leur capacité atteint couramment plusieurs dizaines de téraoctets (To).

### Remarques

- En vidéo, nous avons affaire à un *flux de données numériques*, c'est-à-dire à la transmission d'un grand nombre de bits, par unité de *temps*. Pour cette raison, l'unité de comptage la plus habituelle pour la vidéo est le *mégabit par seconde* (Mbit/s), alors que le débit beaucoup moins élevé de l'audio numérique s'exprime plus commodément en valeurs 1 024 fois moins élevées de *kilobits par seconde* (kbit/s).
- Ne confondez surtout pas le débit exprimé *octets* par seconde avec le débit exprimé en *bits* par seconde. Puisqu'un octet est constitué de 8 bits, un débit de 400 Mbit/s (Mbps en anglais) est équivalent à un débit de 50 Mo/s (MB/s en anglais).

Le tableau 29.5 donne les valeurs correspondantes aux multiples des unités, exprimées, soit dans le système décimal, soit dans le système binaire. L'emploi de ces multiples est rendu nécessaire par les valeurs très élevées que nous avons à manipuler en vidéo numérique. Il est de plus souhaitable de s'habituer à utiliser les puissances (de 2 en numérique, de 10 en décimal), cela parce qu'elles simplifient grandement l'expression des très grands nombres, ainsi que les calculs.

Ce tableau montre que pour multiplier par 1 000 une valeur décimale exprimée en puissances de 10, il faut ajouter 3 unités à son exposant, alors que pour multiplier par 1 024 une valeur binaire exprimée en puissances de 2, il faut ajouter 10 unités à son exposant. C'est ainsi qu'une information couleur quantifiée à raison de 8-bit par primaire RVB ( $28 = 256$ ) permet d'afficher sur l'écran  $256 \times 256 \times 256$  couleurs, ou, plus simplement exprimé,  $3 \times 2^8 = 2^{24} = 16,7$  millions de couleurs environ.

## 29.4 Le signal analogique

Dans le domaine scientifique, un *signal* est la variation d'une grandeur physique de nature quelconque (la tension électrique, le nombre d'électrons, la température, etc.) en fonction d'un autre paramètre, tel le temps. Si ce signal est relativement simple, on peut le représenter par une courbe sur un graphique à coordonnées cartésiennes portant, par exemple, les variations d'amplitude de la grandeur en ordonnées (axe vertical OY) et le temps en abscisses (axe horizontal OX). Ainsi est-il facile de lire sur ce graphique qu'elle était la valeur de la grandeur à un instant  $t$  donné. Le temps est une constante universelle – il s'écoule toujours au même rythme et dans la même direction – alors que les évolutions de la grandeur variable ne peuvent être caractérisées que par comparaison à une échelle graduée en unités appropriées.

L'oscilloscope est l'appareil classique servant à visualiser la forme d'un signal à évolution rapide en fonction du temps, tels les signaux vidéo ou audio. Pour examiner le profil d'une seule ligne de l'image vidéo « standard » (laquelle, en système PAL dure  $64 \mu\text{s}$ , y compris la période de suppression horizontale), on l'extrait du signal vidéo entrant dans l'oscilloscope et on la met en mémoire. Sur l'oscillogramme « figé », la position d'un point de la courbe indique – sur l'échelle verticale graduée en millivolts – une valeur de tension proportionnelle à la luminance du point de la scène considérée, et – sur l'échelle horizontale graduée en microsecondes – l'instant  $t$  (à partir du top de synchro ligne, par exemple) auquel l'événement observé s'est produit.

Dans l'exemple ci-dessus, les variations de tension du signal – ce qu'on appelle la *modulation* – sont représentées de manière continue en fonction du

Tableau 29.5 Préfixes et symboles multiplicateurs

Préfixe	Symbole	Valeur en décimal	$10^n$	Valeur binaire en décimal	$2^n$
téra	T	1 000 000 000 000	$10^{12}$	1 099 511 627 776	$2^{40}$
giga	G	1 000 000 000	$10^9$	1 073 741 824	$2^{30}$
méga	M	1 000 000	$10^6$	1 048 576	$2^{20}$
kilo	k	1 000	$10^3$	1 024	$2^{10}$
unité	–	1	1	1	1

temps : la valeur relevée est exacte quel que soit le point de la courbe (c'est-à-dire l'instant) choisi. En tous points conforme au phénomène réel, la représentation de ce signal est donc *analogique*.

## 29.5 Les deux étapes de la numérisation

Alors que le monde réel est exclusivement analogique, la *numérique* est une pure création de l'esprit humain. Au lieu de représenter la modulation du signal de manière continue, le numérique l'exprime par des valeurs entières régulièrement espacées (dites « valeurs discrètes » parce qu'on peut les isoler et les mesurer). Tout comme en analogique, la localisation d'un point quelconque situé sur la courbe représentant le signal demande la spécification de deux valeurs : d'une part, la récurrence temporelle des points de mesure sur l'axe horizontal (*échantillonnage*), d'autre part, la valeur numérique de chaque point mesuré sur l'axe vertical (*quantification*).

### 29.5.1 Échantillonnage

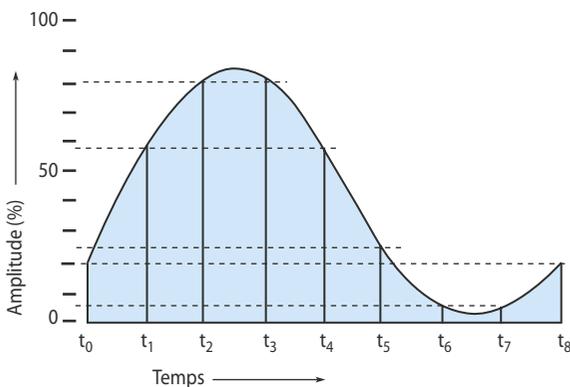


Figure 29.2 Échantillonnage.

Le signal analogique est divisé en intervalles réguliers ( $t_0, t_1, t_2, \dots, t_8$ ) sur l'axe du temps. Chaque intervalle est un échantillon.

Pour représenter correctement les inflexions de la courbe du signal, il est évident que les échantillons doivent être prélevés à une *fréquence* d'autant plus élevée que ce signal est plus complexe (qu'il varie plus rapidement). Le choix d'une fréquence d'échantillonnage trop basse (sous-échantillonnage) conduit à une représentation numérique erronée du signal analogique d'origine, sur laquelle les variations les plus rapides ne figurent pas, alors que celui d'une fréquence d'échantillonnage plus élevée que nécessaire (suréchantillonnage), augmente le  $D_{\text{num}}$  sans apporter de nouvelles informations utiles, en risquant de plus d'introduire des « artefacts » de numérisation.

Comme avec toute onde sinusoïdale, la fréquence d'échantillonnage s'exprime dans le domaine spatial en nombre de cycles par seconde (cy/s), dont l'unité équivalente dans le domaine fréquentiel est le *hertz* (1 Hz = 1 cy/s) et ses multiples : kilohertz (1 kHz = 1 000 Hz), mégahertz (MHz = 1 million de hertz), gigahertz (GHz = 1 milliard de hertz), térahertz (THz = mille milliards de hertz).

La *règle de Nyquist* indique que, pour bénéficier d'une conversion analogique/numérique de fidélité optimale, la fréquence d'échantillonnage doit être un peu supérieure *au double* de la fréquence la plus élevée contenue dans le spectre du signal à numériser. Pour citer un exemple d'application courante, on considère que l'ouïe humaine la plus sensible perçoit les sons jusqu'à 20 kHz environ. Pour cette raison, les excellents enregistrements sur CD-Audio sont effectivement échantillonnés à un peu plus de deux fois 20 kHz, précisément à 44,1 kHz. Il va de soi que ce rapport « fréquence d'échantillonnage/fréquence maximale du signal » est adopté pour tous les procédés impliquant une numérisation. Cependant, les plus hautes fréquences d'un signal vidéo numérique de type DV (de l'ordre de 6 MHz) étant environ 300 plus élevées que celles d'un signal audio, le respect de la règle de Nyquist a fait choisir, pour la plupart des formats de vidéo numérique, une fréquence d'échantillonnage de la luminance à 13,5 MHz.

### 29.5.2 Quantification

Deuxième étape du processus de conversion analogique/numérique (ou CAN), la quantification consiste à affecter une valeur numérique exprimée par un nombre entier à chacun des échantillons. Comme en analogique, elle s'effectue en comparant chaque échantillon à une échelle parfaitement établie, dont les valeurs extrêmes correspondent à l'amplitude des valeurs à mesurer, et les graduations à la précision de mesure requise. Si l'on veut par exemple relever sur un laps de temps donné toutes les températures comprises entre  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  avec une précision de 1/10 de degré, l'échelle doit comporter – entre ces deux valeurs extrêmes – 1 400 échelons séparés entre eux par des intervalles égaux de  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dans cet exemple de mesure analogique, il s'agit déjà d'une quantification : bien qu'elle prenne dans la réalité n'importe quelle valeur intermédiaire, la température relevée n'est exprimée que par « pas » (ou *quantum*) valant 1/10 d'unité. De sorte que pour une valeur réelle de  $24,35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , par exemple, le système de mesure affichera la valeur arrondie de  $24,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ... ou de  $24,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Pour la conversion analogique/numérique, le niveau de quantification est exprimé en binaire, ce qui veut dire que  $n$  bits permettent de coder  $N = 2^n$  valeurs distinctes. Alors que le signal analogique peut prendre une infinité de valeurs, ces dernières ne sont représentées, sur le signal numérisé, que par un nombre fini ( $N$ ) de valeurs dont chacune est codée en bits.

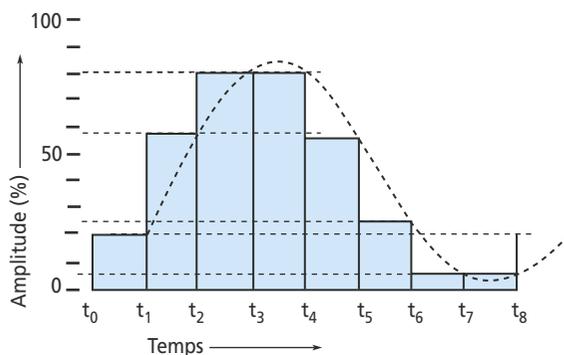


Figure 29.3 Quantification.

On affecte une valeur numérique (nombre entier) exprimée en binaire à l'amplitude de chaque échantillon. Le niveau de quantification (nombre de bits) détermine la précision de représentation des variations d'amplitude du signal analogique d'origine.

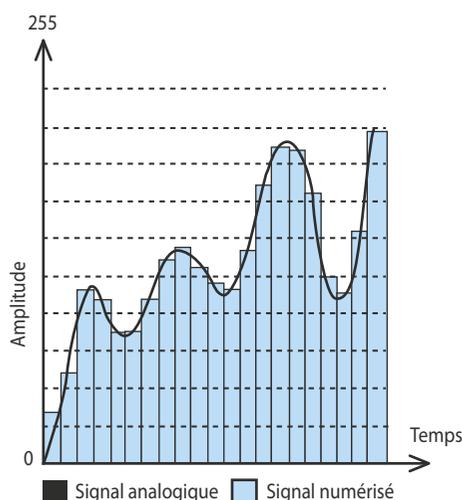


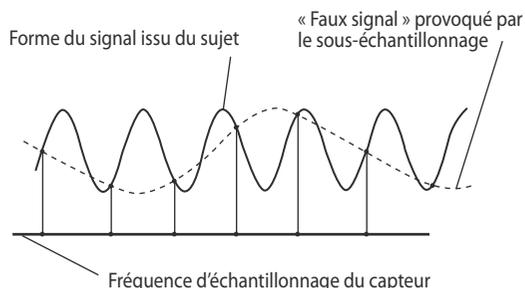
Figure 29.4 Conversion analogique/numérique (CAN).

Ici, les variations continues d'amplitude du signal analogique sont quantifiées à 8-bit : en numérique, elles sont donc représentées par  $2^8 = 256$  valeurs discrètes (dont le 0).

Comme le suggère l'exemple ci-dessus, le processus va inévitablement provoquer une erreur de mesure, au plus égale à la largeur du quantum de mesure. Si le niveau de quantification est faible (moins de 8-bit), la courbe représentant le signal quantifié sur le graphique est en forme d'escalier, dans lequel chaque « marche » a la hauteur du pas de quantification et la largeur, la fréquence d'échantillonnage. Vous pouvez, par exemple, constater ce phénomène de *crénelage* (*aliasing* en anglais) en agrandissant fortement, sur l'écran de votre ordinateur, les pixels (ou les « blocs » de  $8 \times 8$  pixels) d'une image compressée JPEG.

Avec les images animées de la vidéo, le phénomène n'a pas toujours les mêmes causes : l'*aliasing* peut être « spatial » et provoqué par des interactions entre la structure géométrique des plus fins détails de scène filmée et la distribution régulière des pixels sur le capteur CCD ou CMOS (ce qui crée une sorte de « pré-échantillonnage »

du signal vidéo analogique), ou bien de l'analyse et de la restitution de la scène par trames entrelacées. L'*aliasing* peut être « fréquentiel » en résultant par exemple d'interférences entre la fréquence porteuse de la luminance et la fréquence de la sous-porteuse chrominance, laquelle est beaucoup plus basse. C'est ce qui provoque, lorsque la scène filmée comporte des motifs géométriques réguliers (cravate rayée, tissu pied-de-poule), des irisations colorées (*cross-color*, couleurs croisées).

Figure 29.5 Erreur d'échantillonnage ou *aliasing*.

En imagerie numérique, les phénomènes de crénelage ou de moiré peuvent apparaître quand la fréquence d'échantillonnage (principalement déterminée par les pixels du capteur) est inférieure à la fréquence de récurrence des plus fins détails de l'image « optique » (trame d'un tissu, par exemple). Pour pallier ces effets, la fréquence d'échantillonnage doit être un peu supérieure au double de la fréquence la plus élevée contenue dans le spectre du signal à numériser (règle de Nyquist).

On conçoit que le signal une fois numérisé reproduise d'autant plus fidèlement le signal analogique dont il est issu que le nombre de valeurs distinctes pouvant être affecté à chaque échantillon est plus élevé. Si l'amplitude maximale des valeurs à exprimer est appelée 1 (et le nombre de valeurs  $N$ ), l'erreur maximale de quantification est égale à  $1/N$ . L'erreur est énorme pour une quantification à 3-bit ( $1/8 = 12,5\%$ ), mais très faible pour la quantification à 8-bit, usuelle en vidéo numérique ( $1/256 = 0,39\%$ ).

Tableau 29.6 – Niveaux de quantification

Quantification	$2^n$	Nombre de valeurs	Taux d'erreur
1-bit	–	2	50 %
2-bit	$2^2$	4	25 %
3-bit	$2^3$	8	12,5 %
4-bit	$2^4$	16	6,25 %
5-bit	$2^5$	32	3,12 %
6-bit	$2^6$	64	1,56 %
7-bit	$2^7$	128	0,78 %
8-bit	$2^8$	256	0,39 %
10-bit	$2^{10}$	1 024	0,09 %
12-bit	$2^{12}$	4 096	
14-bit	$2^{14}$	16 384	
16-bit	$2^{16}$	65 536	
24-bit	$2^{24}$	16 777 216	
36-bit	$2^{36}$	68 719 476 736	
42-bit	$2^{42}$	4 398 046 511 104	
48-bit	$2^{48}$	281 474 976 710 656	

En télévision classique et en vidéo légère grand public, le signal est effectivement quantifié à 8-bit (soit 256 valeurs restituables par pixel), alors que les équipements de production *broadcast* (caméras, magnétoscopes, mélangeurs, générateurs d'effets spéciaux, etc.) travaillent le plus souvent en quantification 10-bit (soit 1 024 valeurs par pixel), de manière à manipuler des signaux de plus haute qualité. Cependant, le signal est toujours requantifié à 8-bit, faute de quoi le  $D_{num}$  résultant serait trop élevé pour son exploitation et sa transmission.

## 29.6 Différences entre la vidéo numérique et la vidéo analogique

Le monde réel et notre vision étant « analogiques », ces profondes différences ne concernent en fait que le traitement électronique des images ; en somme, tout ce qui se passe entre le moment où le signal analogique est converti en numérique (CAN) et celui où il est à nouveau converti en analogique afin d'être visualisé sur un écran.

**1 Vidéo analogique.** Nous avons vu qu'elle est fondée sur les principes de la télévision, avec balayage entrelacé de deux trames, périodes de suppression, tops de synchro, codage couleur, etc. Pour rendre possible son enregistrement et/ou sa transmission, on est certes obligé de manipuler le signal, de transposer ses fréquences, de limiter sa bande passante, etc., mais il n'empêche que le signal conserve à peu près la même forme d'un bout à l'autre de la chaîne. L'image est reconstruite sur le téléviseur de la manière dont elle a été capturée par la caméra. En télévision ou vidéo analogiques, le signal vidéo est 625 lignes/50 Hz entrelacé 2:1, codé PAL et de type composite.

**2 Vidéo numérique.** Le signal image numérique n'a pas besoin des multiples informations de synchronisation et de codage qui sont inscrites sous forme d'impulsions en analogique durant les périodes de suppression lignes et trames. Elles sont remplacées par des mots binaires très courts. Avec beaucoup de caméscopes, c'est ce qui permet le choix, lors du décodage, du mode de balayage du signal en sortie : entrelacé (mode trame ou *field*) pour la vidéo ou bien le mode progressif (mode image ou *frame*) pour la photo.

D'autre part, les informations de luminance et de chrominance ne sont plus, comme en analogique, représentées par les modulations en amplitude et en fréquence d'un signal électrique, mais par des valeurs quantifiées attribuées aux « éléments unitaires image » ou pixels.

Il s'ensuit qu'après numérisation, le signal vidéo PAL (625/50) analogique est transformé, soit en un flux de vidéo numérique constitué de 25 images progressives (sans entrelacement de trames), soit de 50 trames entrelacées. Dans les deux cas, les images ou les trames ne sont constituées que de pixels « utiles » (sans les suppressions), les valeurs attribuées aux pixels étant « codés binaires » pour les trois composantes : la

luminance (Y) et les deux différences de chrominance (Cr et Cb).

Si l'on connaît le « poids » en bits de chacun des pixels contenus dans une image numérique, il est facile de calculer le  $D_{num}$  (en Mbit/s) d'un flux de vidéo numérique aux caractéristiques bien définies (cf. tableau 29.7) :

$$\begin{aligned} & \text{pixels par ligne} \times \text{nombre de lignes} \\ & \times \text{bits par pixel} \times \text{fréquence image} = \text{bits/s} [ / 1\,024^2 ] \\ & = \text{débit en Mbit/s} \end{aligned}$$

## 29.7 Que signifient 4:2:2, 4:1:1, 4:2:0, 4:4:4 ?

En vérité, ces termes ont été forgés pour servir de référence pratique à la place de normes internationales officielles qu'il n'est pas utile de détailler dans cet ouvrage (simple exemple, le signal vidéo PAL 625 lignes/50 Hz en codage 4:2:2 est décrit par la norme ITU-R 601).

Dans l'expression de la structure du signal vidéo numérique « composantes série », le premier chiffre (4) exprime la fréquence d'échantillonnage de la luminance Y, le deuxième chiffre (2 ou 1), la fréquence d'échantillonnage de la chrominance *pour les lignes paires de balayage* et le troisième chiffre (2, 1 ou 0), la fréquence d'échantillonnage de la chrominance *pour les lignes impaires*. Si la fréquence d'échantillonnage de la luminance Y est de 13,5 MHz, celle de la chrominance (C) représentée par un « 2 » est de  $13,5/2 = 6,75$  MHz ou de  $13,5/4 = 3,375$  MHz si elle est indiquée par un « 1 ».

Les « grilles » suivantes représentent graphiquement les structures d'échantillonnage les plus couramment utilisées dans les applications qui nous concernent.

**1 Structure d'échantillonnage 4:2:2.** La plupart des systèmes composantes numériques de production et de distribution de vidéo qualité *broadcast* (DI, D5, Digital Betacam, HD-CAM, XD-CAM, etc.) utilisent cette structure d'échantillonnage dans laquelle la luminance (4:) est échantillonnée à 13,5 MHz et la chrominance (2:2) à la fréquence moitié (6,75 MHz). 1 pixel sur 2 étant échantillonné en chrominance, la résolution couleur est identique en horizontal et en vertical.

Structure d'échantillonnage dite 4:2:2									
Ligne paire	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲
Ligne impaire	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲
▲ = Y + C Y = luminance seule	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲
	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲
	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲
	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲

**2 Structure d'échantillonnage 4:1:1.** Structure adoptée pour le DV et le DVCAM (Sony) en système 525 lignes/60 Hz, ainsi que le DVCPRO-25 (Panasonic), en système 525/60, comme en 625/50. La luminance **Y (4:)** est échantillonnée à 13,5 MHz et la chrominance **(1:1)** sur toutes les lignes de balayage, à raison de 1 pixel sur 4, c'est-à-dire à la fréquence de  $13,5/4 = 3,375$  MHz.

Structure d'échantillonnage dite 4:1:1											
Ligne paire	▲	Y	Y	Y	▲	Y	Y	Y	▲	Y	Y
Ligne impaire	▲	Y	Y	Y	▲	Y	Y	Y	▲	Y	Y
▲ = Y + C Y = luminance seule	▲	Y	Y	Y	▲	Y	Y	Y	▲	Y	Y
	▲	Y	Y	Y	▲	Y	Y	Y	▲	Y	Y
	▲	Y	Y	Y	▲	Y	Y	Y	▲	Y	Y
	▲	Y	Y	Y	▲	Y	Y	Y	▲	Y	Y

**3 Structure d'échantillonnage 4:2:0.** Format adopté pour le DV, le DVCAM et le HDV en système 625 lignes/50 Hz. La luminance **(4:)** est échantillonnée à 13,5 MHz et la chrominance **(2:)** à la fréquence moitié (6,75 MHz), à raison de 1 pixel sur 2, mais seulement toutes les 2 lignes de balayage (d'où le **:0**).

Structure d'échantillonnage dite 4:2:0											
Ligne paire	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲
Ligne impaire	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
▲ = Y + C Y = luminance seule	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲
	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲	Y	▲
	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

**4 Structure d'échantillonnage 4:4:4.** Comme on l'a vu, le sous-échantillonnage de la chrominance tire parti de la moins bonne résolution de l'œil pour les couleurs afin d'économiser de la bande passante : en lecture, on bénéficie visuellement de la même qualité d'image, mais avec un plus faible débit numérique. La méthode convient admirablement lorsque les images ne sont pas « retravaillées » en post-production. Mais si les séquences filmées doivent faire l'objet de modifications profondes, d'ajout d'effets spéciaux par géné-

rations successives (incrustations, surimpressions, images composites, etc.), le sous-échantillonnage de la chroma provoque inévitablement une perte de résolution des couleurs et un manque de piqué de l'image. C'est pourquoi les équipements de post-production *broadcast* (et de cinéma électronique) utilisent généralement cette structure d'échantillonnage.

Structure d'échantillonnage dite 4:4:4											
Ligne paire	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Ligne impaire	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
▲ = Y + C	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

## 29.8 Débit numérique d'un signal vidéo numérique non compressé

Toute image vidéo est constituée d'un nombre fini d'éléments images individuels ou *pixels*. Dans le signal vidéo analogique à numériser, on ne retient généralement que la surface de l'image qui est effectivement affichable sur l'écran, c'est-à-dire sans prendre en compte les périodes de suppression lignes et trames, dont on n'a pas besoin tant que la vidéo est numérique ; l'image n'est effectivement constituée que de *pixels actifs*.

Dans le cas du standard européen 625 lignes/25 im/s, de ratio 4:3, chaque image est constituée de 720 pixels actifs par ligne horizontale (H) et de 576 lignes actives (car 49 lignes sont « supprimées » en vertical).

Notons qu'en 525 lignes/30 im/s (en réalité 29,97 im/s), l'image NTSC active comprend également 720 pixels par ligne, mais sur 487 lignes actives seulement en vertical (suppression de 39 lignes).

Ces données nous permettent de calculer (tableau 29.7) le  $D_{num}$  en mégabits par seconde (Mbit/s) quel est le débit du signal vidéo avant compression,

Tableau 29.7 Débit numérique vidéo selon la structure et la quantification du signal

Éléments	Pixels/ligne	Nombre lignes	Fréquence image	Bits par pixel	$D_{num}$
Échantillonnage 4:2:2					
Complet 8-bit	864	×625	×25 im/s	×16	216 Mbit/s
Complet 10-bit	864	×625	×25 im/s	×20	270 Mbit/s
Utile 8-bit	720	×576	×25 im/s	×16	166 Mbit/s
Utile 10-bit	720	×576	×25 im/s	×20	207 Mbit/s
Échantillonnage 4:2:0 ou 4:1:1					
Complet 8-bit	864	×625	×25 im/s	×12	162 Mbit/s
Utile 8-bit	720	×576	×25 im/s	×12	125 Mbit/s

en fonction de sa structure et de la quantification 8-bit ou 10-bit.

- **Structure 4:2:2.** Chaque pixel d'une image est codé 8-bit (ou 10-bit pour certaines applications « pro ») pour la luminance (Y) et 4-bit (ou 5-bit) pour chacune des deux composantes chrominance (C) Cr et Cb. Il faut donc attribuer  $8 + (2 \times 4) = 16$  bits par pixel en codage 8-bit ou  $10 + (2 \times 5) = 20$  bits par pixel en codage 10-bit.
- **Structure 4:2:0 ou 4:1:1.** Chaque pixel d'une image est codé 8-bit pour la luminance (Y) et 4-bit pour la somme des deux composantes chrominance Cr/Cb. Il faut donc attribuer  $8 + 4 = 12$  bits par pixel. Afin de réduire le  $D_{\text{num}}$  au minimum, ces structures à bande passante en chrominance réduite de moitié ne sont jamais codées 10-bit pour l'enregistrement.

Ces  $D_{\text{num}}$  peuvent donner une qualité vidéo équivalente à celle de la meilleure vidéo analogique (en Betacam SP par exemple), mais ils sont beaucoup trop élevés en pratique, d'autant que le signal vidéo n'est pas le seul constituant du « message » à véhiculer : l'audio, les signaux de service, la correction des erreurs, etc., sont d'autres grands consommateurs de données.

Jusque vers 2005, la plupart des caméscopes étaient de la famille DV : elle est composée du format DV lui-même, des formats professionnels qui en sont dérivés (DVCAM *Sony* et DVCPRO-25 *Panasonic*), enfin du Digital-8 (D8). Tous utilisent le même signal vidéo dont le  $D_{\text{num}}$  est de 25 Mbit/s. Vous pouvez en déduire (dernière ligne du tableau 29.7) que le *taux de compression* permettant ce débit est :

$$125 \text{ Mbit/s} / 25 \text{ Mbit/s} = 5:1$$

### Attention

Ce taux de compression est celui du signal vidéo seulement : en DV, la transmission de la totalité des informations nécessite un  $D_{\text{num}}$  de 41,8 Mbit/s.

Le tableau 29.8 concerne la vidéo haute définition. Vous pouvez y voir qu'avant compression, le  $D_{\text{num}}$  de la vidéo HD (1 036 Mbit/s) est presque 4 fois supérieur à celui de la SD (270 Mbit/s). Les spécifications détaillées de la télévision haute définition française ne sont pas encore publiées au moment où nous écrivons ces lignes,

mais il est certain que les chaînes terrestres seront codées MPEG-4/AVC, avec un débit numérique de 6 à 9 Mbit/s par chaîne ; l'économie en bande passante est d'environ 50 % par rapport à la TV SD compressée en MPEG-2.

### Une autre manière de calculer le $D_{\text{num}}$ du signal vidéo complet

Dans le tableau 29.7, nous avons calculé le  $D_{\text{num}}$  du signal 4:2:0 ou 4:1:1 quantifié 8-bit dans le *domaine spatial*, cela en multipliant le nombre de pixels par image ( $864 \times 625$ ), par le nombre de bits par pixel (12) et par la fréquence image (25) ; nous avons trouvé :  $D_{\text{num}} = 162 \text{ Mbit/s}$

Or, nous aurions obtenu exactement le même résultat en basant nos calculs dans le *domaine fréquentiel* :

- $D_{\text{num}}$  luminance Y :  $13,5 \text{ MHz} \times 8\text{-bit} = 108 \text{ Mbit/s}$
- $D_{\text{num}}$  chrominance (Cr/Cb) :  $6,75 \text{ MHz} \times 8\text{-bit} = 54 \text{ Mbit/s}$

Soit un  $D_{\text{num}}$  total de :  $20,25 \text{ MHz} \times 8\text{-bit} = 162 \text{ Mbit/s}$

## 29.9 La compression

Nous venons de voir que le débit du flux vidéo numérique d'origine est beaucoup trop élevé pour être exploité tel quel, que ce soit pour la diffusion des chaînes de télévision, pour l'archivage des programmes ou la réalisation vidéo personnelle. Heureusement, la *compression* permet – sans affecter visiblement la qualité des images et du son – de réduire considérablement la quantité de données à stocker ou à transmettre. Pour y parvenir, tous les algorithmes de compression utilisent trois méthodes très efficaces :

- Le système visuel humain étant incapable d'appréhender en même temps toutes les informations contenues dans une image animée, on choisit une technique rejetant sélectivement les informations que l'œil ne remarque pas.
- On réduit considérablement la quantité d'information à transmettre en mémorisant les données « redondantes », c'est-à-dire celles qui se répètent identiquement, soit à l'intérieur de la même image, soit entre les images successives.

Tableau 29.8 Débit numérique vidéo en haute définition

Éléments	Pixels/ligne	Nombre lignes	Fréquence image	Bits par pixel	$D_{\text{num}}^*$
Échantillonnage 4:2:2 (HD non compressé, 10-bit)					
En 50 Hz (PAL)	1 920	$\times 1\ 080$	$\times 25 \text{ im/s}$	$\times 20$	1 036 Mbit/s
En 60 Hz (NTSC)	1 920	$\times 1\ 080$	$\times 30 \text{ im/s}$	$\times 20$	1 244 Mbit/s
Échantillonnage 4:2:0 (compressé MPEG-2, 8-bit)					
En 50 Hz (PAL)	1 920	$\times 1\ 080$	$\times 25 \text{ im/s}$	$\times 12$	622 Mbit/s
En 60 Hz (NTSC)	1 920	$\times 1\ 080$	$\times 30 \text{ im/s}$	$\times 12$	746 Mbit/s

- Enfin, on diminue effectivement le débit du flux vidéo numérique, en affectant le plus petit nombre possible de bits aux « motifs » qui reviennent le plus souvent dans l'ensemble des données à transmettre.

Les débits numériques natifs très élevés supposent que les données constituant le flux vidéo ont été converties en numérique sans avoir subi d'autres modifications que celles normalement imposées par le système. Gardons par ailleurs en mémoire que le flux numérique total à transmettre comprend, outre la vidéo et ses signaux de service, une importante proportion de données supplémentaires qui sont tout aussi indispensables : voies audio, correction d'erreurs, etc.

Les équipements professionnels de qualité « studio » ont évidemment la capacité d'enregistrer, de traiter et de véhiculer le signal vidéo numérique non compressé, alors que les équipements et les formats d'enregistrement utilisés – y compris dans le domaine du reportage – sont tous fondés sur la réduction du  $D_{\text{num}}$  à un débit correspondant à celui qui est nécessaire ou qui est accepté pour l'application envisagée.

Le  $D_{\text{num}}$  vidéo n'étant autre que le nombre total de bits transmis en une seconde de vidéo, la réduction du débit consiste évidemment à diminuer le nombre de bits à transmettre, en supprimant (ou en ne transmettant pas) certains d'entre eux. Pour cette raison et indépendamment de la méthode utilisée et de la qualité finale, le *taux de compression* est toujours facile à calculer :

$$\text{taux de compression} = D_{\text{num}} \text{ avant compression} / D_{\text{num}} \text{ après compression}$$

Alors que la réduction du débit numérique n'est que la conséquence du taux de compression adopté par le système, elle ne donne aucune indication relative à la qualité physique ou subjective de la vidéo finale. Aussi, le point à considérer n'est-il pas tellement la quantité de bits rejetés par la compression, mais les *données visuelles* auxquelles ils correspondent : dans une image vidéo, toutes les données n'ont pas la même importance.

## 29.10 Les effets de la compression

Bien qu'elle soit toujours fondée sur la réduction du débit par codage des données redondantes, la compression n'a pas les mêmes effets ; on distingue :

- La *compression transparente*, dite aussi « sans perte » avec laquelle l'image vidéo est restituée sur l'écran du téléviseur/moniteur telle qu'elle a été enregistrée, par exemple, avec le caméscope. C'est bien sûr le seul type de compression qui puisse convenir à la vidéo que nous pratiquons, d'autant

qu'elle implique – avant d'aboutir au programme finalisé grâce au montage virtuel – plusieurs générations de copies, l'insertion d'effets, etc., lesquels ne doivent pas provoquer une diminution visible de la qualité initiale des images.

- La *compression avec perte* signifie qu'une proportion plus ou moins élevée des données visuelles « source » n'ont pas été enregistrées (ou qu'elles n'ont pas été transmises) et qu'elles sont par conséquent définitivement perdues au niveau du spectateur.

Notez que les qualificatifs « sans ou avec perte » font uniquement référence aux *informations visuelles*, lesquelles déterminent ce qu'on appelle subjectivement la « qualité image ». Puisque telle est la raison d'être de la compression, il est évident que le flux vidéo compressé sans perte contient beaucoup moins de données que le même flux vidéo non compressé. De plus, ces termes sont encore trop catégoriques pour s'appliquer tels quels à la réalité : dans la plupart des cas, on accepte de sacrifier une partie des informations initiales, à condition que la perte ne soit pas perceptible ou gênante pour le spectateur. On peut alors parler de compression avec perte, mais *virtuellement transparente*.

Alors qu'elle est « optionnelle » en photographie numérique (qui ne stocke qu'une seule image dans un fichier qui peut être très lourd), la compression des données est une nécessité absolue en vidéo : nous avons vu que « débit binaire » du signal vidéo standard 4:3 (SD) et à plus forte raison celui de la vidéo haute définition (HD) est beaucoup trop élevé pour qu'il soit possible de l'enregistrer et/ou de le diffuser sur les réseaux (de télévision, Internet, etc.) sans le compresser à un taux plus ou moins élevé.

## 29.11 Nature et réduction des redondances de l'image vidéo

La compression exploite le fait que les *données* contenues dans les images ne sont pas toutes d'égale importance. On peut les classer en trois catégories :

- les *données redondantes*, c'est-à-dire celles qui se répètent à l'identique, soit à l'intérieur de la même image, soit entre les images successives de la séquence vidéo ;
- les *données négligeables* sont les fins détails, les petites différences ou défauts effectivement présents dans les images, mais que le spectateur ne perçoit pas (tout au moins dans les conditions d'observation prévues et pour les applications envisagées) ;
- les *données essentielles* sont le cœur de l'image : ce qui reste du signal quand on a enlevé les données redondantes et négligeables. Il est impossible d'y toucher sans altérer très visiblement la qualité finale.

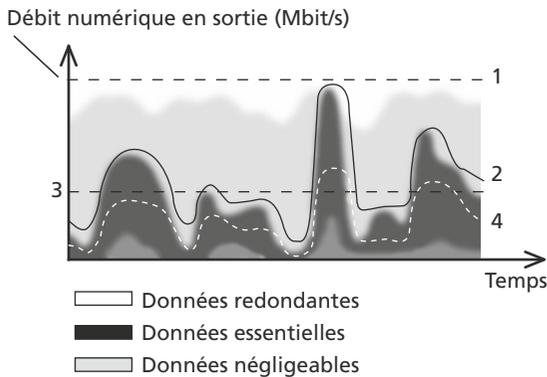


Figure 29.6 Le taux de compression possible dépend de la complexité de la scène.

Cette notion, évoquée sur le schéma par le débit d'un signal vidéo, est dans une large mesure transposable aux images fixes (réduction des redondances spatiales). En vidéo cependant, la compression MPEG exploite de plus la réduction des redondances temporelles.

**1 Signal non compressé** – **2 Faible taux de compression, à débit variable** : la courbe de variation du débit numérique épousant la ligne d'enveloppe des données essentielles, la compression se fait sans aucune perte – **3 Compression à débit constant** : elle provoque inévitablement une forte dégradation, particulièrement dans les détails de la scène – **4 Taux élevé de compression à débit variable** : l'écrêtement des données essentielles étant proportionnel – à l'instant  $t$  – à la complexité de la scène, l'image en sortie est de qualité constante : ce qui peut rendre la compression virtuellement transparente pour le spectateur. Document Panasonic.

Comme l'évoque symboliquement la figure 29.6, les frontières entre les trois types de données sont très floues. En pratique, la proportion de données que l'on peut considérer comme « négligeables » dépend de facteurs psychologiques, des conditions d'observation et du niveau de qualité requis de l'image finale.

Si le *but* de la compression est de réduire le  $D_{\text{num}}$  du signal vidéo en vue de son exploitation, sa *fonction* est de diminuer par *codage* la quantité de données redondantes contenue dans les séquences capturées par le caméscope, mais en permettant – grâce au processus exactement inverse du *décodage* – de reconstruire, plus ou moins fidèlement, ces séquences sur l'écran vidéo.

On peut classer les redondances contenues dans les images vidéo en quatre catégories. Leur réduction met en œuvre différents *algorithmes* de calcul, mais qui sont généralement utilisés en cascade dans les divers systèmes de compression.

**1 Redondance spatiale.** Dans la surface d'une image fixe (l'une des 25 qui composent une seconde de vidéo), il y a des plages uniformes plus ou moins étendues dont les pixels sont identiques. Après avoir codé le premier pixel de la série, il suffit pour les suivants de transmettre deux informations : sa valeur globale et le nombre de fois qu'il est répété. Nous verrons que le processus de « transformation en cosinus discrète » (DCT) qui en est dérivé est un puissant outil de détection et de réduction des redondances spatiales, raison

pour laquelle il est utilisé dans la plupart des systèmes de compression actuels. Notez que la compression ne s'applique qu'à l'intérieur de la *même image* : ce type de compression est dit *intra-image*.

**2 Redondance temporelle.** D'une manière générale, beaucoup d'éléments restent identiques entre les images successives d'une même séquence vidéo : il y a donc une forte redondance temporelle entre les images voisines. Le principe des techniques d'estimation de mouvement est de coder une image par rapport à celle qui la suit, mais en ne transmettant, sous la forme de « différences », que les informations relatives aux éléments qui se sont modifiés. La réduction des redondances temporelles – technique commune à tous les systèmes MPEG – autorise des taux élevés de compression. Elle implique de plus la manipulation de groupes indissociables d'images (les GOP), mais dont une seule contient la totalité des informations de la vidéo d'origine : ce qui apporte des contraintes au stade du montage. La compression fondée sur la réduction des redondances temporelles entre images successives est dite *inter-image*.

**3 Redondance perceptuelle.** Depuis les débuts de la télévision couleur, le souci permanent des inventeurs fut d'économiser de la « bande passante » de transmission du signal, en tirant le meilleur parti des particularités et des déficiences de la vision humaine. Par exemple, la résolution de l'œil étant bien plus faible pour les couleurs qu'en luminance, on transmet en analogique les signaux de différence de couleur (Cr et Cb) sur une bande moins large et, en numérique, à une fréquence d'échantillonnage deux fois plus faible (6,75 MHz au lieu de 13,5 MHz pour la luminance) : ce qui équivaut à une « compression », par rapport au signal RVB traité par un ordinateur. De même, la résolution de l'œil est meilleure en horizontal qu'en vertical, de sorte qu'une image 525 lignes (NTSC) ne semble pas notablement « moins bonne » qu'en 625 lignes (PAL). Notons à ce propos que la différence de résolution verticale entre les deux standards PAL et NTSC disparaît avec la vidéo HD : 1 080 lignes dans les deux cas.

Le principe de réduction des redondances perceptuelles consiste à coder avec moins de bits les éléments considérés comme les moins significatifs de l'image (déjà baptisés « données négligeables » ci-dessus). Cela s'obtient en leur appliquant des coefficients de pondération au stade de la quantification non linéaire. La compression ainsi réalisée est irréversible, c'est-à-dire que les données éliminées sont définitivement perdues. Cette technique drastique de compression est systématiquement appliquée à la transmission des images sur les réseaux de télécommunication à faible débit, tel le Web.

**4 Redondance statistique.** Le codage entropique dit de *Huffman* (cf. 29.12) est un pur et puissant outil mathématique. Son principe est d'analyser la récurrence des éléments identiques de l'image, d'en dresser

Signal d'origine	[Signal original]																																				
Horloge	[Horloge]																																				
Valeurs binaires	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Codage VLC	4 x 0				3 x 1			7 x 0							6 x 1					3 x 0			9 x 1									3 x 0					
Affectation LUT	1011				10			1111							0010					1000			000100									1000					
Signal compressé	1011 10 1111 0010 1000 000100 1000 (28 bits au lieu de 35 bits. Économie : 20 %)																																				

Figure 29.7 Exemple de codage VLC entropique.

la liste, puis d'affecter des mots de code très courts aux « motifs » qui reviennent souvent et, inversement, des mots de codes plus longs aux motifs de faible récurrence. On supprime ainsi une grande quantité de bits, mais sans aucune perte d'information. Le codage entropique est à la fois transparent et réversible.

### 29.12 Codage entropique

L'entropie est un terme issu de la thermodynamique permettant d'évaluer la dégradation d'énergie d'un système, ou, en d'autres termes, son « degré de désordre ». Appliquée aux théories de la communication en général et à notre problème de codage des données numériques en particulier, l'entropie exprime le degré d'incertitude d'un élément de message donné de ressembler à celui qui le précède. On dit que l'entropie est nulle quand il n'y a aucune incertitude, c'est-à-dire que les valeurs codées du pixel (ou du bloc de pixels) suivant sont identiques à celles du précédent.

Dans un système de codage entropique, on désigne les différents éléments unitaires de message (que pour simplifier on appelle « motifs ») par un mot de code spécifique comportant un nombre de bits d'autant plus faible que le même motif revient plus fréquemment dans l'image, autrement dit que son occurrence est plus élevée.

On se réfère pour cela à un tableau statistique d'affectation des codes dit « d'indexation » (en anglais LUT pour *Look-Up Table*) établissant la correspondance entre les motifs et les mots codes qui leur ont été attribués (figure 29.8). Sur cette table, les mots codes sont classés (de haut en bas et de gauche à droite, comme une page de texte) dans l'ordre d'occurrence décroissante du motif qu'ils représentent. Une table de correspondance est créée et placée en tête de fichier, de manière à ce que chaque mot de code retrouve sa place d'origine lors de la reconstruction de l'image (décompression/décodage).

Dès 1952, à l'époque héroïque des premiers calculateurs, un algorithme de compression de type entropique avait été élaboré par le mathématicien *David A. Huffman* qui lui a donné son nom. En 1977, *Abraham Lempel* et *Jacob Ziv* développèrent un algorithme de compression de type VLC, amélioré

Nombre de bits	Bit 0 (blanc)	Bit 1 (noir)
1	00011	010
2	0111	11
3	1000	10
4	1011	011
5	1100	0011
6	1110	0010
7	1111	00011
8	10011	000101
9	10100	000100
10	00111	0000100

Figure 29.8 Table d'affectation de codage entropique. Ces valeurs sont utilisées dans l'exemple de la figure 29.7.

lioré par *Terry Welch* en 1984. Au lieu de coder les répétitions d'octets, l'algorithme de compression LZW (associant les initiales des trois chercheurs) code les répétitions de chaînes d'octets identiques, ce qui économise encore des données. Les formats de compression des images graphiques associent généralement les algorithmes LZW et l'analyse entropique d'Huffman.

**5 Principe du codage entropique d'Huffman.** Les algorithmes de calcul mis en jeu dans les systèmes de compression des données binaires font appel à des notions extrêmement complexes qui ne sont accessibles qu'aux mathématiciens statisticiens experts. Pour ces raisons, notre tentative d'explication se résumera au principe de base du codage entropique d'Huffman. Celui-ci utilise donc le moins de bits possible (ou si vous préférez les mots-codes binaires les plus courts) pour représenter les motifs dont la probabilité d'occurrence est la plus élevée.

Supposons que le message à transmettre et à compresser ne soit composé que de six motifs dits « symboles sources » ( $S_i$ ), identifiés  $S_1$  à  $S_6$ , qui se répètent à différentes occurrences dans ce message. Voici le principe de la procédure :

Source symbole	Probabilité d'occurrence	Mot-code assigné	Longueur du mot-code
$M_1$	0,30	00	2
$M_2$	0,10	101	3
$M_3$	0,20	11	2
$M_4$	0,05	1001	4
$M_5$	0,10	1000	4
$M_6$	0,25	01	2

Figure 29.9 Probabilité d'occurrence et longueur du mot-code.

**a** Classer les motifs sources dans l'ordre de probabilité d'occurrence décroissante.

**b** Combiner les deux  $S_s$  les moins probables, de telle sorte que la probabilité du nouveau  $S_s$  soit égale à la somme de leurs probabilités. Assigner la valeur de bit 0 et 1 aux deux symboles les moins probables.

**c** Répéter la procédure jusqu'à ce que l'alphabet source auxiliaire ainsi créé ne comporte plus qu'un seul symbole source.

**d** Pour trouver, lors de la décompression, le mot-code binaire correspondant à chaque symbole source, on part du  $S_s$  du dernier alphabet auxiliaire et l'on revient sur chaque  $S_s$  de l'alphabet source original.

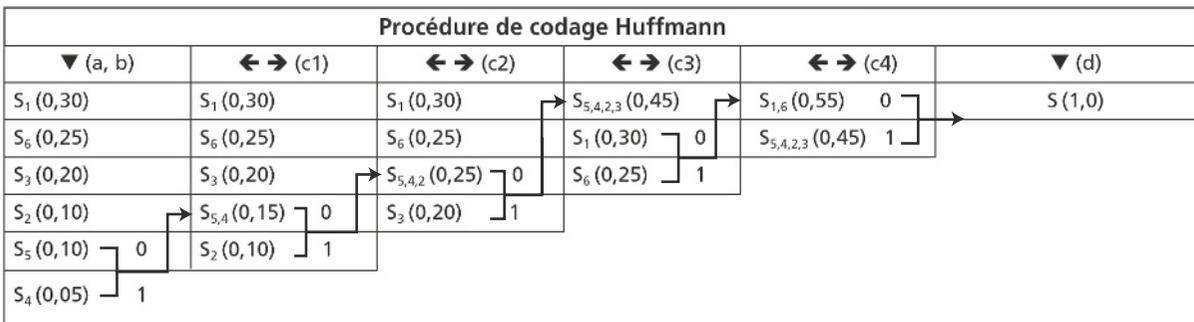


Figure 29.10 Procédure de codage Huffmann. Se référer au texte ci-dessus. D'après Yung Q. Shi & Huitang Sun.

### 29.13 L'analyse harmonique du signal : le passage du domaine temporel au domaine fréquentiel

Un signal peut être représenté de deux manières :

- soit dans le *domaine temporel*, par la description des valeurs successives de la grandeur mesurée en fonction du temps. C'est le cas du signal issu du capteur imageur, avant son codage et sa mémorisation. Notez que le signal étant échantillonné à une certaine fréquence et extrait dans un certain ordre, le processus indique la position (spatiale) de chaque pixel dans l'image : en vidéo numérique, les termes « temporel » et « spatial » sont pratiquement interchangeables ;
- soit dans le *domaine fréquentiel*, les variations du signal étant alors représentées par les valeurs d'énergie associées à chacune de ses composantes exprimées en fréquences.

Les méthodes de compression (avec perte) actuellement les plus utilisées sont fondées sur la description de l'image selon un catalogue de motifs géométriques, eux-mêmes définis par des séries de fonctions mathématiques de base.

En 1822, le mathématicien français *Joseph Fourier* avait décrit une méthode permettant de représenter un signal périodique quelconque en le décomposant en une série de fonctions trigonométriques sinusoidales. Parce qu'il avait pris pour modèle l'émission sonore des instruments de musique à cordes vibrantes, il désigna sa méthode « analyse harmonique », le terme mathématique étant « décomposition en série de Fourier ».

Un son musical quelconque peut en effet être décomposé en une somme de sons purs à variations sinusoidales. La composante représentative de ce son est la *fondamentale* de fréquence donnée, à laquelle se superposent, avec des amplitudes variables, des fréquences multiples de la fondamentale qui sont les *harmoniques*.

Selon un processus analogue de décomposition en série de Fourier, on peut décrire l'image comme étant constituée de la superposition d'un ensemble de motifs périodiques de fréquences spatiales déterminées, mais d'intensités (ou « énergie ») variables. Pour en permettre l'application au domaine de la compression des images et réaliser les opérations de codage, les mathématiciens ont su appliquer la méthode à des signaux non périodiques (ou plus exactement à des signaux dont la période est supposée infinie). C'est la *transformation de Fourier*, mise en œuvre à l'aide d'algorithmes assez simples (FFT

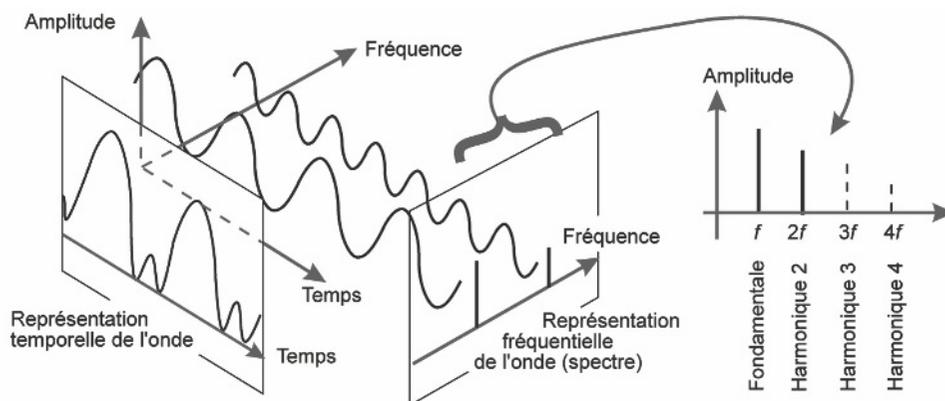


Figure 29.11 Décomposition d'une onde complexe en série de Fourier.

pour *Fast Fourier Transform*, STFT pour *Short-Time Fourier Transform*, etc.) pour que les opérations de codage puissent être effectuées, s'il s'agit d'images vidéo, en temps réel.

## 29.14 Codage DCT

Les méthodes de compression actuellement les plus utilisées sont connues sous les sigles **JPEG** pour les images fixes et **M-JPEG**, **MPEG** et compression **DV** pour les images animées. Toutes utilisent, avant la compression proprement dite, le codage **DCT** ou « transformée en cosinus discrète ». Le terme DCT signifie :

- que le signal image subit une *transformation* de ses caractéristiques physiques, lesquelles passent du domaine « spatio-temporel » au domaine fréquentiel ;
- que cette transformation utilise des fonctions mathématiques d'analyse harmonique sinusoïdales, dans ce cas les *cosinus* ;
- enfin, que l'information traitée (en numérique) est constituée de valeurs discontinues ou *discrètes*.

Pour ne pas avoir à manipuler simultanément un flux énorme de données, l'image matricielle est divisée en « blocs » carrés de  $n \times m$  pixels, le plus souvent de  $8 \times 8$ , soit 64 pixels.

Puis, la conversion DCT transforme chaque bloc en *bloc DCT* à l'intérieur duquel la valeur d'amplitude de luminance de chaque pixel est remplacée par un coefficient spectral équivalent, exprimant donc son énergie en fréquence.

Dans le bloc DCT de  $8 \times 8$ , la combinaison de 8 fréquences spatiales horizontales et de 8 fréquences verticales génère un « tableau » de 64 motifs, qui est organisé de telle sorte que les fréquences horizontales croissent de la gauche vers la droite et les fréquences verticales du haut vers le bas. La figure 29.12 en donne un exemple.

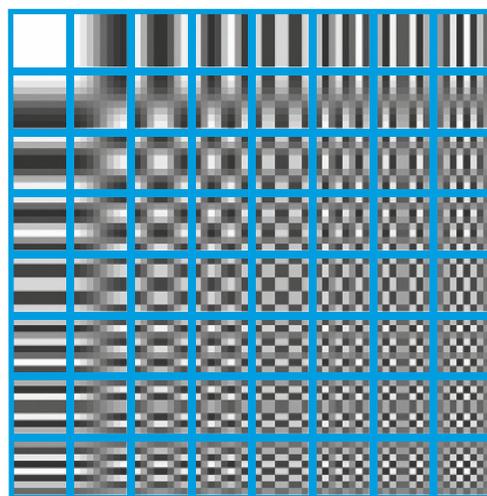


Figure 29.12 Sur le bloc DCT de  $8 \times 8$  pixels (64 cases), les fréquences spatiales horizontales croissent de gauche à droite et les fréquences verticales de haut en bas.

Avant conversion, les valeurs décimales de chaque case représentent, pour chaque pixel, l'amplitude correspondante du signal de luminance. La conversion DCT appliquée à ce bloc de pixels remplace ces valeurs spatiales par des coefficients d'amplitude en fréquence préalablement définis.

De cette manière, la première case en haut à gauche de la matrice contient le coefficient le plus élevé du bloc, c'est-à-dire correspondant à la fréquence la plus basse, qui est aussi la valeur moyenne de luminance des pixels du bloc. Lorsqu'on s'éloigne en diagonale de cette case en se dirigeant vers la dernière case en bas à droite, on rencontre des fréquences spatiales de plus en plus élevées, correspondant à des détails de plus en plus fins et à des coefficients d'amplitude de plus en plus faibles.

En résumé, la compression DCT code l'image bloc par bloc, avec un nombre de valeurs plus réduit que dans son état initial. Elle concentre les informations

les plus importantes en séparant les données essentielles des données redondantes. Puisqu'elle ne fait que transformer les données initiales sans en supprimer aucune, la conversion DCT est transparente et réversible.

## 29.15 Codage à longueur variable (VLC)

Dans une image numérique, il y a d'autant moins de données redondantes que la scène est plus « complexe », c'est-à-dire qu'elle contient davantage de fins détails (faible taux de redondance spatiale). Le type le plus simple de compression est appelé *codage à longueur variable* (ou VLC pour *Variable Length Coding*). Utilisé tel quel, il convient bien aux images infographiques contenant de grandes surfaces d'aplats de couleur uniforme (par exemple, les dessins animés), mais déjà beaucoup moins à des images photo ou vidéo dont les modèles sont continus : dans ce cas, les différents points de la surface d'un objet de couleur donnée – une pomme rouge par exemple – n'ont pas tous la même luminance et comportent de subtiles variations de teintes. Même si une photo contient toujours des séquences de pixels identiques assez longues pour justifier la compression, il est évident que le taux de compression (rapport nombre de bits de l'image originale/nombre de bits du fichier image) que l'on peut adopter « sans perte » est inversement proportionnel au « degré de complexité » de la scène photographiée. Le taux de compression peut être relativement élevé dans le cas assez rare où la scène comporte de vastes zones de densité et de couleur identiques (ciel bleu, fond blanc ou noir derrière un portrait, etc.) et au contraire faible s'il s'agit d'une scène comportant de nombreux détails, ce qui est le cas de la majorité des photographies. En moyenne, le taux de compression VLC applicable à une image photographique ne dépasse guère 3:2, soit une réduction d'un tiers seulement du poids de fichier.

Il en va tout autrement avec les différents systèmes de compression vidéo, avec lesquels le VLC est toujours utilisé en fin de codage, après conversion et quantification des coefficients DCT, c'est-à-dire lorsqu'une grande proportion des données est déjà représentée par un très petit nombre de bits.

Si la conversion DCT, la quantification et le seuillage des coefficients déterminent le taux de compression (c'est-à-dire la proportion de données non conservées), ils n'en sont en fait que la phase préparatoire : la compression proprement dite commence avec le codage à longueur variable VLC, processus sans perte et totalement réversible. Son principe est simple, puisqu'il consiste à allouer moins de bits aux coefficients ayant une forte probabilité de valoir 0 et, inversement, plus de bits aux coefficients ayant une faible probabilité de

valoir 0. Ceci s'obtient par référence à un tableau qui assigne aux coefficients des « mots » binaires d'autant plus courts que leur fréquence d'occurrence est plus élevée. Ce sont évidemment les coefficients de valeur zéro qui demandent le moins de bits.

Il faut surtout remarquer que le codage VLC s'effectuant en bout de chaîne, le signal vidéo en sortie n'est pas à débit numérique constant : il dépend en effet du contenu et de la nature de chaque image individuelle. Cette condition est idéale pour l'enregistrement non-linéaire (asynchrone) du signal vidéo numérique sur le disque dur de l'ordinateur ou sur disque optique CD/DVD, etc. sous la forme de fichiers, mais il est en revanche impossible de l'enregistrer sur une bande magnétique, ni de le faire transiter *via* un canal de largeur de bande prédéterminée. Pour autoriser ces applications, le débit numérique irrégulier en sortie est provisoirement stocké dans une mémoire-tampon : lorsque celle-ci va bientôt « déborder », une boucle de régulation abaisse le taux de quantification en amont, ce qui permet à la mémoire-tampon de se vider avec un débit constant. Une autre manière d'obtenir un  $D_{\text{num}}$  constant en sortie – mise en œuvre dans les systèmes DV, par exemple – est de réguler le taux de quantification par analyse du débit instantané du signal entrant.

## 29.16 La correction des erreurs

Quel que soit le domaine d'application, la compression a pour but de réduire le débit numérique nécessaire à l'enregistrement et/ou à la transmission du signal, cela en substituant aux éléments d'information « source » des messages binaires utilisant un plus petit nombre de bits pour véhiculer ces mêmes informations. Cela fonctionnerait admirablement s'il était possible, après décompression et décodage à la destination, de reconstituer le signal « allégé » avec une totale fidélité. Cependant, le risque potentiel d'erreur de transmission d'une donnée est d'autant plus élevé que le message binaire qui le représente est plus court. Dans ce message, le bit le plus significatif (MSB pour *Most Significant Bit*) joue un rôle décisif, puisqu'il suffit que, pour une raison quelconque, un 1 soit remplacé par un 0 pour que le message n'ait plus aucune signification.

Le principe d'un système de correction des erreurs est donc de détecter dans le flux des données les bits dont la parité est fautive, puis de les remplacer instantanément par les « bons ». Pour effectuer cette détection par analyse des données utiles au décodage, on leur ajoute des données supplémentaires au moment du codage, lesquelles répondent à des « lois de parité », connues à la fois par le codeur et par le décodeur. À chaque fois que le décodeur détecte des erreurs, il déclenche le processus de correction des bits erronés. Comme le suggère la figure 29.13 très simplifiée – car il ne serait pas raisonnable d'aller plus loin –, les

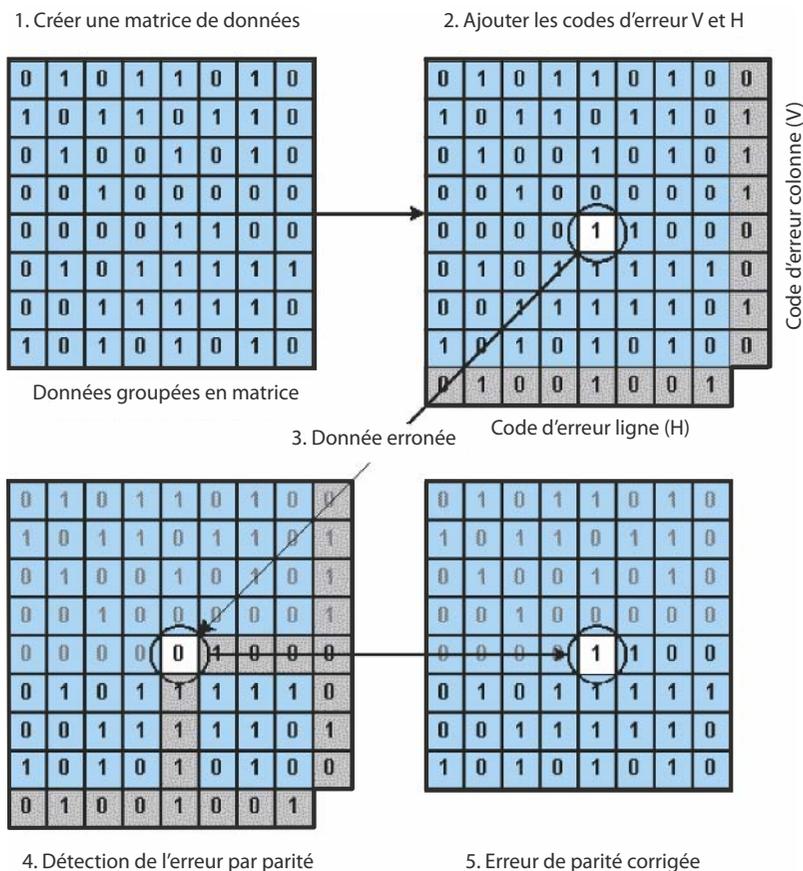


Figure 29.13 Principe de correction des erreurs par ajout d'un code de parité.

Afin de détecter une erreur – soit un bit 0 au lieu d'un bit 1, ou l'inverse – ajouter un bit supplémentaire (dit de parité) à droite (colonne) et en dessous (ligne) de la matrice de  $8 \times 8$  bits. Il faut compter le nombre de bits de valeur 1 de chaque ligne et colonne. Si ce nombre est impair, ajouter un 1 ; s'il est pair, mettre un 0. Dans le cas où un bit a changé accidentellement de valeur lors de l'enregistrement ou de la lecture, l'examen des bits de parité « ligne » (externe) et de parité « colonne » (interne) permet – comme ici – de détecter le bit erroné et de le corriger.

données de correction d'erreurs représentent une part non négligeable du flux compressé : dans notre exemple jouant sur un bloc de  $8 \times 8 = 64$  bits, la correction des erreurs requiert 16 bits supplémentaires, soit 25 % de données en plus.

## 29.17 Compression JPEG

Publiée en 1989 par le Joint Photographic Experts Group, la compression JPEG ne convient qu'aux images fixes de la photo numérique. Nous avons cependant deux bonnes raisons d'en parler ici :

- La plupart des caméscopes (et des téléphones mobiles) permettent de prendre des photos, lesquelles sont enregistrées sous la forme de fichiers JPEG.
- Les modes de compression applicables aux images animées de la vidéo s'inspirent directement du JPEG.

La compression JPEG a été conçue pour délivrer une certaine qualité d'image en consommant le moins

d'espace de stockage possible. Par exemple, une image de résolution  $2\,000 \times 1\,312$  pixels (CCD de 2,6 MP environ) qui nécessite en  $3 \times 8$  bits RVB un fichier natif de 7,5 Mo environ, occupe encore un fichier de 5 Mo en mode TIFF (taux de compression 3:2). Appliquée à ce même capteur, la compression JPEG permet de réduire les poids de fichiers, respectivement à 1,25 Mo (taux de compression 4:1), 640 Ko (taux 8:1) ou 320 Ko (taux 16:1).

La séquence de compression JPEG comprend les étapes successives suivantes, dont les deux premières ont déjà été évoquées ci-dessus (cf. 29.14).

**1 Décomposition de l'image en un réseau de blocs de  $8 \times 8$  pixels.** Voir figure 29.14.

**2 Transformation des matrices de pixels en blocs DCT.** Voir figure 29.15.

**3 Quantification des éléments des blocs DCT.** C'est avec cette étape de la quantification que débute la compression : à partir de maintenant, la réduction des données sera toujours accompagnée d'une certaine perte d'informations visuelles, mais qui n'est pas forcément ressentie par l'observateur de l'image

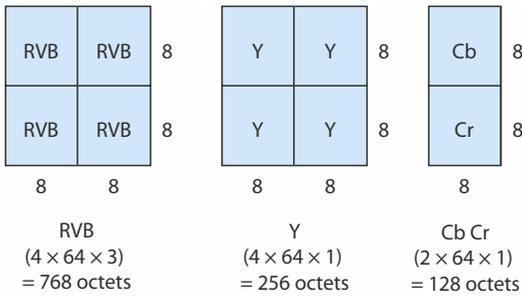


Figure 29.14 JPEG : décomposition en blocs et sous-échantillonnage de la chrominance.

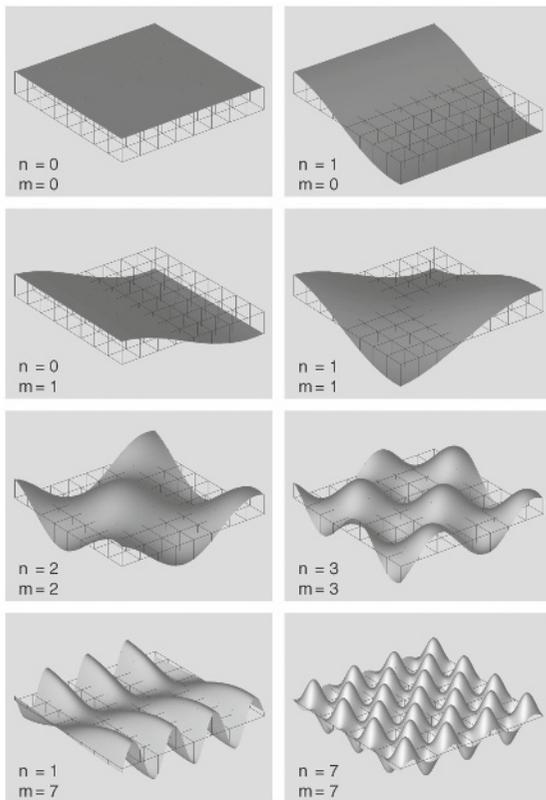


Figure 29.15 Transformation du bloc de 8 × 8 pixels en 64 fonctions DCT. © Pr. Gernot Hoffmann.

finale. Par ailleurs, l'opération n'est plus réversible, ce qui veut dire que l'image décodée ne restitue jamais l'intégrité de l'image numérique initiale.

Le but de l'opération étant de réduire le nombre de données au minimum, pour une moindre dégradation de l'image, la quantification prend en compte les caractéristiques physiologiques de la vision humaine, laquelle bénéficie d'une meilleure résolution dans les basses fréquences spatiales (autrement dit les « grandes lignes » de l'image) que dans les hautes fréquences (les plus fins détails). On effectue donc une quantification non-linéaire, en codant les éléments de basse fréquence de la matrice DCT avec une plus grande fidélité que les hautes fréquences. Pour cela, on pondère les coefficients DCT de chaque élément du bloc en les multipliant par des facteurs fournis par une *table d'indexation* (LUT).

Le niveau de gris moyen, correspondant à la plus grande amplitude en luminance du bloc (case en haut à gauche), doit être bien sûr codé avec la plus grande précision, soit avec le plus grand nombre de bits, faute de quoi l'on ferait apparaître au décodage les frontières des blocs de pixels sous la forme d'un damier (pixelisation). Les éléments de haute fréquence spatiale se voient en revanche affecter un facteur de pondération inférieur à 1.

Les coefficients DCT de forte valeur sont arrondis au nombre entier le plus proche, tandis que les valeurs inférieures à une certaine amplitude sont tout bonnement considérées comme nulles (codage zéro).

On comprend que ce « seuillage » – c'est-à-dire la proportion des éléments du bloc que l'on considère comme visuellement négligeables – détermine à la fois le taux de compression et la capacité de reproduction des plus fins détails. Sur une image numérique d'une scène naturelle, on pourrait constater que, pour la plupart des blocs, les coefficients situés à droite de la diagonale partageant la matrice ont, soit des valeurs très faibles, soit une valeur zéro, ce qui veut tout simplement dire qu'il n'y a pas de détails très fins (que l'on puisse ou que l'on veuille conserver) à l'intérieur du bloc considéré.

**4 Lecture en zigzag de la matrice quantifiée.** La lecture en zigzag, de la première à la dernière case de chaque bloc de 64 pixels, classe les coefficients dans l'ordre de la plus basse aux plus hautes fréquences et

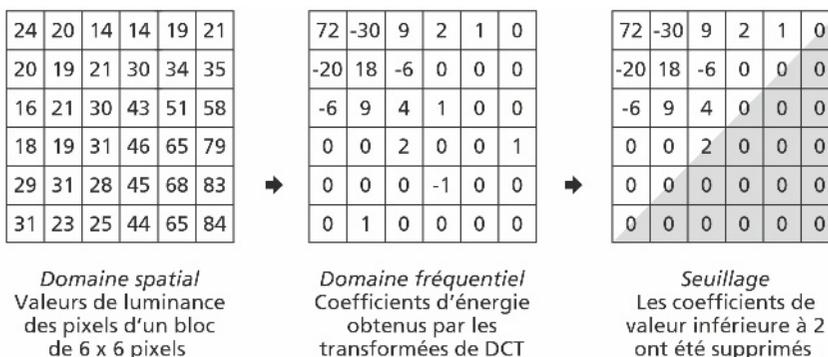


Figure 29.16 Exemple de transformation par DCT sur un bloc de 6 × 6 pixels. D'après N.K. Lofge, BBC.

extrait un signal linéaire plus facilement « transportable » que les données inscrites sur la matrice bidimensionnelle du bloc.

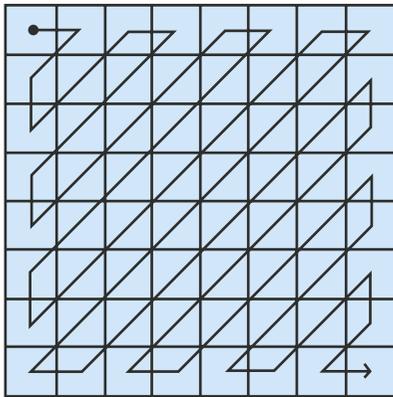


Figure 29.17 Lecture en zigzag de la matrice des coefficients DCT.

Dans la matrice de  $8 \times 8$  pixels obtenue après quantification, la première case (en haut à gauche) contient le coefficient DCT le plus élevé du bloc, représentant la plus basse fréquence. Quand on s'éloigne de cette case en diagonale, en se dirigeant vers la dernière case (en bas à droite), on rencontre des fréquences spatiales de plus en plus élevées, correspondant à des détails de plus en plus fins et à des coefficients d'amplitude de plus en plus faible. La lecture du bloc par balayage en zigzag a pour effet de générer un signal linéaire, dans lequel les coefficients sont classés dans un ordre de valeur décroissante, ceux de valeur 0 étant de plus en plus nombreux en fin de balayage.

**5 Codage à longueur variable.** Ce mode d'analyse de la matrice favorise l'occurrence de longues séquences de zéros, qui ne sont évidemment pas transmises sous cette forme, mais sont réduites à des mots beaucoup plus courts grâce au codage à longueur variable (VLC) (cf. 29.15).

**6 Codage entropique.** Ainsi que nous l'avons vu (cf. 29.12), le codage entropique permet – en affectant des mots de code courts aux coefficients de plus forte occurrence et des mots plus longs aux coefficients de faible probabilité d'occurrence – d'augmenter encore le taux de compression, mais cette fois sans provoquer de nouvelles pertes d'information.

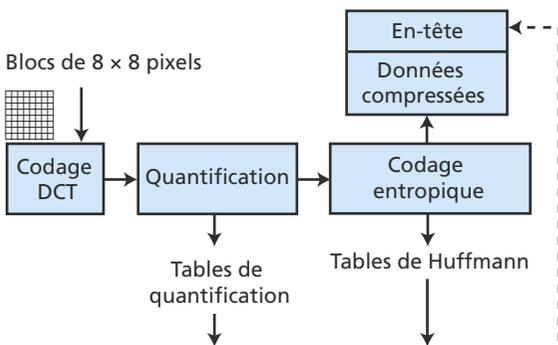


Figure 29.18 Synoptique d'un codeur JPEG.

Les algorithmes de compression JPEG décrits ci-dessus impliquent évidemment des algorithmes réciproques de décompression de l'image. Néanmoins, la reconstitution de l'image par le système « décodeur » utilise des algorithmes plus simples, ne serait-ce que parce qu'il y a désormais beaucoup moins de données à traiter.

## 29.18 Compression M-JPEG

La compression *Motion-JPEG* (M-JPEG ou MJPEG) fut une première adaptation du JPEG aux images animées. En assimilant – comme pour le cinéma – une séquence vidéo à une succession d'images fixes, les fabricants développèrent, à partir de l'algorithme de compression JPEG, des solutions permettant de compresser et de décompresser la vidéo en temps réel, à des cadences pouvant atteindre 25 ou 30 im/s. Il présente deux gros inconvénients :

- En vidéo 4:3 de qualité SD, le fichier pèse déjà beaucoup trop lourd.
- Le M-JPEG ne fut jamais normalisé sous cette appellation ; chaque concepteur de logiciels l'utilisait sous des configurations diverses, grâce à des cartes et des logiciels « propriétaires », ce qui posa en pratique de grands problèmes de compatibilité.

Outre beaucoup de logiciels à fort taux de compression de transmission des images animées sur les réseaux du Web, le M-JPEG a été utilisé dans deux domaines qui nous concernent plus directement : d'une part, certains logiciels et systèmes de montage vidéo virtuel non-linéaires, d'autre part – avec de nombreuses spécificités – le format DV et ses dérivés.

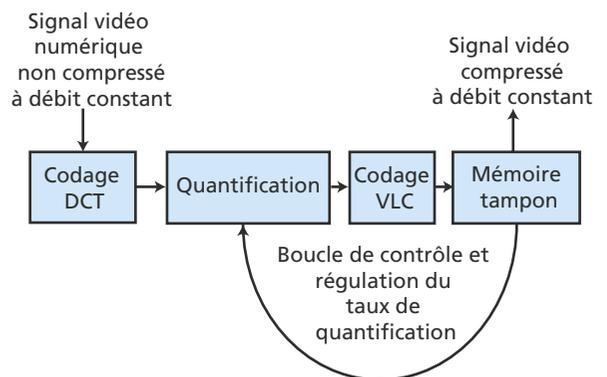


Figure 29.19 Compression M-JPEG.

Elle comprend trois étapes : codage DCT du signal vidéo numérique entrant (en blocs de  $8 \times 8$  pixels), quantification des coefficients DCT et codage VLC. En modulant le taux de quantification en amont, la mémoire tampon permet d'obtenir, en sortie, un signal vidéo à débit numérique constant.

Comme le JPEG, le M-JPEG utilise la transformation DCT par blocs de  $8 \times 8$  pixels décrite ci-dessus, la compression n'exploitant que les redondances spa-

tiales intra-image. On voit sur la figure 29.19 que la séquence de compression M-JPEG comprend trois étapes :

- Conversion DCT.
- Quantification des coefficients DCT.
- Codage VLC.

## 29.19 Compression DV (Digital Video)

Un débit numérique de 125 Mbit/s (pour la seule vidéo utile en 8-bit), c'est beaucoup plus que ne peut enregistrer une cassette DV de bande magnétique, d'autant qu'il y a bien d'autres données à y inscrire. Afin de conserver la plus haute qualité, le DV a adopté un principe de compression sans perte, dit aussi « compression réversible symétrique », ne provoquant sur le vidéogramme terminé aucune perte d'information sensible au spectateur. Le débit du signal DV vidéo seul est réduit à 25 Mbit/s (taux de compression 5:1) grâce à des algorithmes dérivés du JPEG et du M-JPEG. Rappelons que le débit total du signal DV – incluant les voies audio, les corrections d'erreurs et autres données auxiliaires – est de 41,8 Mbit/s.

Le processus de compression DV est particulièrement difficile à comprendre... et à expliquer !

**1** L'image vidéo est découpée en *blocs* de  $8 \times 8$  pixels (la taille normale d'un bloc DCT). Lorsqu'ils sont traités en « image », les pixels verticaux du bloc appartiennent alternativement à la trame paire et à la trame impaire de l'image entrelacée. Le traitement de la vidéo entrelacée offre deux options : traitement par « image » ou traitement par « trames ». Le premier convertit directement les blocs de  $8 \times 8$  pixels en blocs DCT (dits 8-8 DCT), alors que le traitement trame divise le bloc 8-8 DCT en deux blocs de  $4 \times 8$  pixels (dits 2-4-8 DCT). L'un contient les pixels de la trame paire, l'autre les pixels de la trame impaire ; ils seront quantifiés DCT séparément.

Le traitement image 8-8 DCT convient bien lorsqu'il n'y a pas ou peu de mouvement dans la scène, alors que le traitement trame 2-4-8 DCT est plus performant dans le cas où la scène contient des éléments mobiles détaillés. Ainsi que nous l'avons déjà évoqué à propos de la vidéo analogique, le fait que les deux trames ne soient pas enregistrées au même instant (décalage de 20 ms) provoque le « sautillerment » du mobile à la projection. Dans de telles circonstances, le système procède de lui-même à une correction du « bougé », par estimation de mouvement, mais seulement entre les deux trames d'une même image. Il ne s'agit donc pas, comme en MPEG, d'une véritable réduction des redondances temporelles, mais de la « resynchronisation trame » à l'intérieur de la même image.

**2** Les blocs DCT 8-8 ou 2-4-8 décrits ci-dessus sont groupés en macroblocs. Un *macrobloc* (MB) juxtapose 4 blocs DCT adjacents pour les données de luminance et 2 blocs de données de chrominance. Quantifié 8-bit, soit à raison d'un octet par pixel, un MB contient donc 6 blocs DCT de 64 octets, soit 384 octets de vidéo codée couleur (cf. figure 29.14).

**3** Cinq MB sont alors sélectionnés dans cinq différentes régions de l'image, puis sont combinés en un *segment vidéo* (VS) : le VS contient donc 5 MB de 384 octets, c'est-à-dire 1 920 octets de vidéo codée couleur.

**4** Les autres VS sont créés pareillement par la combinaison répétitive de 5 MB prélevés dans d'autres régions de l'image. Ce processus est appelé « brassage » des MB DCT (*shuffling* en anglais) qui ne sont jamais adjacents dans l'image.

Puisque chacun des cinq MB à l'intérieur d'un VS représente le contenu de diverses parties de l'image, chacune de ces parties peut être de nature très différente. L'une contient par exemple une région très détaillée, avec un faible taux de redondance spatiale, alors qu'une autre est sans détail, donc avec un très fort taux de redondance spatiale. Grâce au processus de brassage, un VS représente le taux moyen de redondance de la région de l'image considérée.

**5 Optimisation de la compression par pré-analyse des blocs DCT.** Comme avec tous les systèmes que nous avons vus, la compression résulte d'une quantification non linéaire des facteurs de pondération appliqués aux coefficients DCT du bloc. En d'autres termes, chaque bloc de coefficients DCT est multiplié par des facteurs fournis par une table de quantification. L'efficacité du DV vient de ce que la compression elle-même est effectuée en fonction de l'analyse des blocs de vidéo codée. Le processus de pré-analyse est appliqué séparément à chacun des VS non compressés de 1 920 octets.

**6** Le système DV dispose d'une bibliothèque préétablie de 64 tables de quantification, réparties en 4 groupes de 16 tables. Le groupe 1 contient les (16) tables optimisées pour les images spatialement très détaillées, le groupe 4, les tables optimisées pour les images très peu détaillées ; les deux autres groupes les tables optimisées pour les images « normalement détaillées ». Le processus de sélection de la « bonne table » a pour double but de corrélérer la signification des coefficients DCT individuels avec les caractéristiques de la vision humaine (exploitation de la redondance psychovisuelle), tout en allouant un nombre constant d'octets à chaque image. Comme on l'a vu, l'énergie fréquentielle associée à chaque coefficient exprime la résolution spatiale du détail de l'image considéré.

Après avoir sélectionné le groupe de tables correspondant à l'énergie moyenne des coefficients DCT des blocs, le système procède à la « compression virtuelle » des VS à partir de chacune des 16 tables du groupe, puis il mesure, pour chaque table, le poids en octets des MB du VS compressé. Parmi ces résultats, il sélectionne la

table ayant donné le poids de MB DCT le plus proche de 384 octets, mais ne le dépassant pas : c'est cette table « optimale », qui est effectivement utilisée pour la compression. C'est donc bien l'analyse de l'image et le « pré-calcul » du nombre d'octets résultant de la compression qui permet d'obtenir la constance du débit numérique en sortie du codeur, indispensable à l'enregistrement sur bande et à certaines autres applications.

7 L'étape suivante du brassage des blocs [étape 4] minimise les effets de la variation de qualité de l'image en fonction du contenu des images.

La compression DV est uniquement intra-image : elle traite séparément et chacune des images vidéo, de manière à ce qu'elles contiennent exactement le même « poids » d'informations. Contrairement au MPEG-2 (lequel autorise en revanche, à qualité d'image égale, un taux de compression plus élevé), le DV permet le montage à l'image près et ne se dégrade que très peu par générations de copies successives, à condition de ne pas lui faire subir plusieurs cycles de décompression/compression.

## 29.20 Compression MPEG

Nous avons indiqué (cf. 29.11 [2]) que la compression par réduction des redondances spatiales appliquée aux images fixes (codage intra-image) pouvait de plus

s'effectuer en vidéo par élimination des *redondances temporelles* entre les images successives (codage inter-image). C'est par la mise en œuvre de ce principe que les modes de compression MPEG (Moving Picture Experts Group) diffèrent profondément des modes JPEG, M-JPEG et DV.

### 29.20.1 Réduction de la redondance temporelle

À la compression intra-image du JPEG, la compression MPEG ajoute la troisième dimension du temps en tirant parti des redondances temporelles entre images voisines (codage inter-image). Dans la plupart des « prises » vidéo, il n'y a que certains des éléments (ou « objets ») contenus dans le cadrage qui se déplacent d'une image à la suivante. Prenons le simple exemple d'un personnage se déplaçant dans un environnement statique. Les éléments de ce décor (les pixels qui le représentent, si vous préférez) sont redondants durant tout le temps pendant lequel la caméra n'a pas bougé : la compression temporelle permet donc de réduire considérablement le nombre d'informations à transmettre en mémorisant ces données identiques.

Après quantification, le signal sortant n'est pas seulement codé VLC, mais également décodé en signal vidéo. Grâce à des mémoires d'image et de complexes

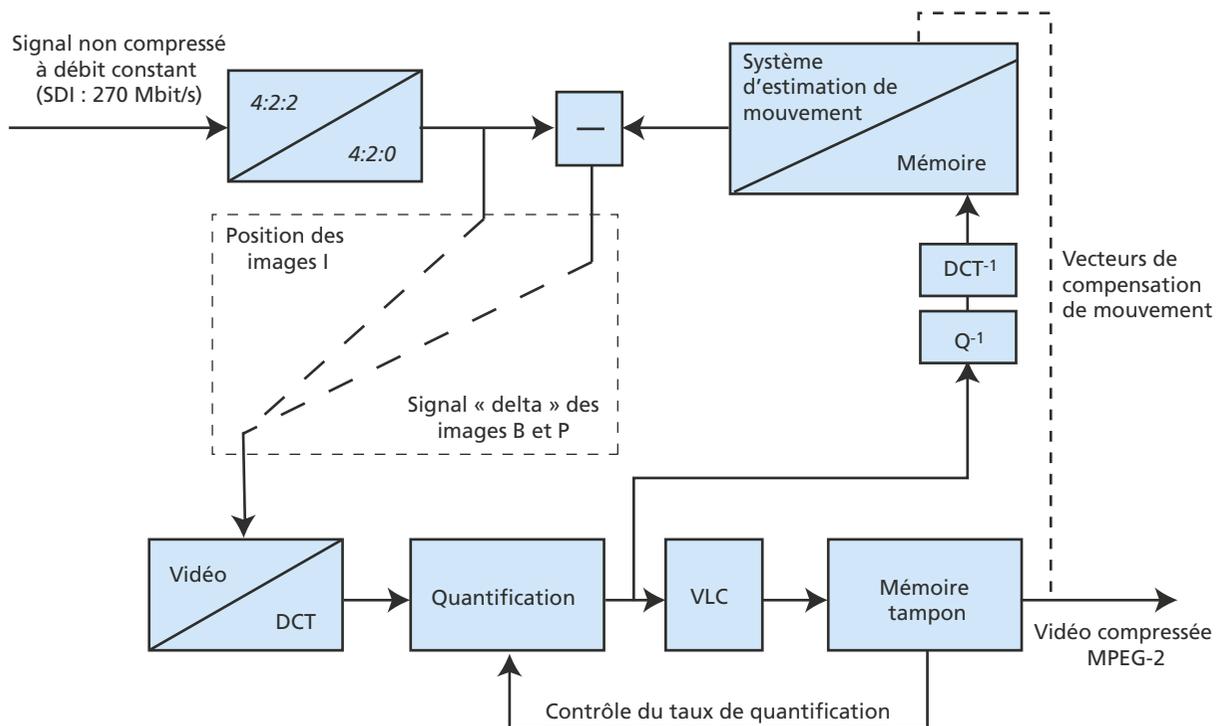


Figure 29.20 Schéma très simplifié de compression MPEG-2.

À la réduction de la redondance spatiale à l'intérieur d'une image (dite intra-image), la compression MPEG-2 ajoute la réduction de la redondance temporelle entre images successives (dite inter-image). En dépit de son effarante complexité, un codeur MPEG-2 simple tient à l'aise dans une puce plus petite qu'un timbre-poste. D'après Panasonic.



### 29.20.2 MPEG-1 et format SIF

En photographie, la compression JPEG est souvent nécessaire, mais, pour ne pas trop dégrader la qualité des images, on l'applique avec un taux de compression relativement modeste (16:1 est le taux le plus élevé habituellement admis). Le problème est tout différent pour les images animées (et sonores), dont chacune est de bien plus faible résolution que celle d'une « photo », mais exigeant un débit numérique constant et élevé. En adoptant un  $D_{\text{num}}$  de 1,5 Mbit/s (dont 1,15 Mbit/s pour la vidéo), on pouvait enregistrer, en compression MPEG-1 environ 74 minutes de vidéo sonore (de très médiocre qualité, inférieure à celle du VHS) sur un disque CD-ROM de capacité 650 Mo.

Or, nous avons vu que sans compression le signal vidéo PAL requiert un  $D_{\text{num}}$  de 166 Mbit/s : ce qui implique un énorme taux de compression de  $(166/1,5) = 110:1$ . Avant de compresser MPEG-1 à 1,5 Mbit/s, on réduit  $D_{\text{num}}$  du signal vidéo d'origine à 30 Mbit/s, en le convertissant en *format SIF* (format intermédiaire source).

Les dégradations de l'image consécutives à la conversion SIF sont très sévères et bien sûr irréversibles. Pour y parvenir, on ne conserve qu'une trame sur deux de l'image vidéo entrelacée d'origine, qu'on transmet à raison de 25 im/s. La résolution verticale en luminance est donc diminuée de moitié. La résolution horizontale est également réduite d'un facteur 2, cela en ne conservant que 1 pixel sur 2, en luminance (Y) comme en chrominance (composantes  $C_R$  et  $C_B$ ) : ce qui correspond en numérique à un échantillonnage de structure 2:1:0. En résumé, la résolution globale d'une image PAL de format SIF est de  $352 \times 288$  pixels (101 376 pixels) au lieu de  $720 \times 576$  pixels (414 720 pixels) pour la vidéo d'origine.

### 29.20.3 La famille MPEG-2

Publiés à partir de 1994, les différents standards MPEG-2 s'adaptent à toutes les applications de la vidéo. Un standard MPEG-2 se définit par : son *niveau* (*Level*, L) de résolution en pixels et son *profil* (*Profile*, P), lequel est en rapport avec la structure d'échantillonnage luminance/chrominance (4:2:2 ou 4:2:0). Parmi la dizaine de standards proposés avec de nombreuses variantes (lesquelles ne furent pas toutes normalisées),

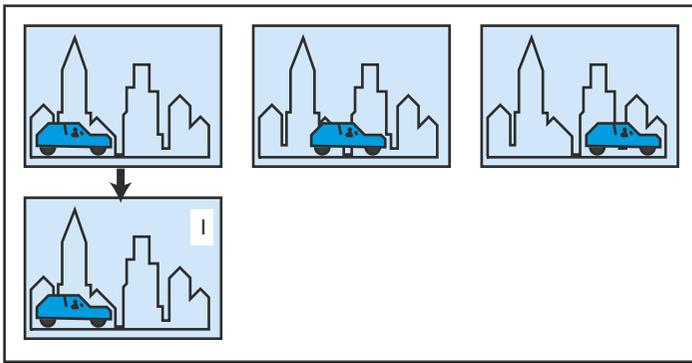
n'en citons que cinq parmi les plus répandus. Ils sont fondés sur le bas niveau (LL pour *Low Level*), sur le niveau principal (ML pour *Main Level*) ou sur le haut niveau (HL pour *High Level*) :

- *MPEG-2 420 MP@LL*,  $352 \times 288$ , de  $D_{\text{num}}$  maximal 4 Mbit/s. Comme le MPEG-1, il n'accepte que le format source (SIF). On peut toutefois l'obtenir à partir par réduction de format, à partir des signaux à plus forte résolution ci-dessous (réduction d'échelle ou *downscaling*).
- *MPEG-2 420 MP@ML*,  $720 \times 576$  pixels en PAL, autorisant un  $D_{\text{num}}$  maximal de 15 Mbit/s. Il est couramment utilisé, en particulier pour la diffusion de la télévision par bouquets numériques et le codage des programmes sur disques DVD. En 2001, Sony lança sur le marché un nouveau type de mini camescope numérique baptisé *MicroMV*. Bien vite abandonné, ce fut le premier appareil grand public enregistrant la vidéo sur bande magnétique et compression MPEG-2 (cf. 30.9).
- *MPEG-2 422 P@ML*,  $720 \times 608$ , dont  $D_{\text{num}}$  maximal est de 50 Mbit/s. Ce « profil studio » donne une qualité d'image répondant aux exigences de la production *broadcast*.
- *MPEG-2 420 MP@ML*,  $1\,440 \times 1\,152$  (60 Mbit/s) et le *420 HP@HL*,  $1\,920 \times 1\,152$  (100 Mbit/s). Ces formats ont été conçus pour les premiers systèmes de TVHD, mais ils ne seront jamais officiellement utilisés en Europe : la TVHD sera codée MPEG-4/H.264.

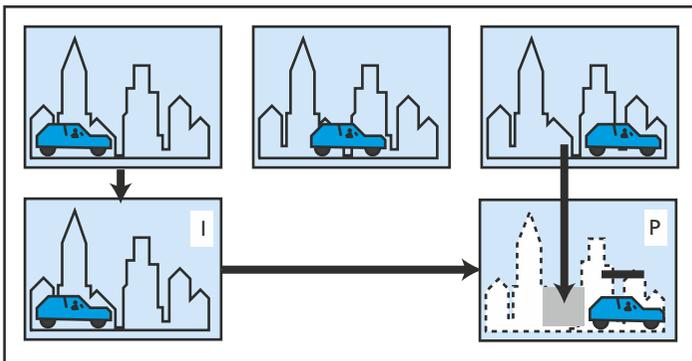
**En résumé**, un standard MPEG-2 offre le grand intérêt pratique de pouvoir être utilisé à des débits numériques inférieurs (au maximum qu'il permet) : on peut ainsi facilement convertir le MPEG-2 4:2:2 de la TV numérique en format SIF basse résolution, tandis qu'un décodeur MPEG-2 a, en principe, la capacité de « lire » la vidéo MPEG-1 : d'où de nombreuses applications de *streaming* sur le Web et l'enregistrement sur disque. La réduction des redondances temporelles par estimation de mouvement et la structure en GOP permet, à qualité égale (comparé au M-JPEG ou à ses dérivés comme le DV) un plus fort taux de compression de la vidéo. Il est très facile de l'enregistrer par les systèmes non-linéaires tels les disques magnétiques ou optiques, alors que son emploi peut poser des problèmes en montage bande à bande (dit « linéaire »).

Tableau 29.11 Principaux formats de la famille MPEG-2

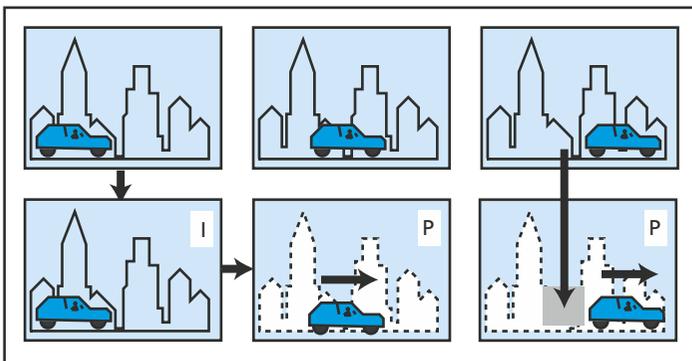
Appellation de référence	Niveau ( <i>Level</i> )	Pixels par ligne	Nombre de lignes	$D_{\text{num}}$ (Mbit/s)
420 MP@LL	<i>Low</i> (LL)	352	288	4
420 MP@ML	<i>Main</i> (ML)	720	576	15
422 P@ML	<i>Main</i> (ML)	720	608	50
420 MP@HL-1440	<i>High</i> (HL-1440)	1 440	1 152	60
422 HP@HL	<i>High</i> (HL)	1 920	1 152	100



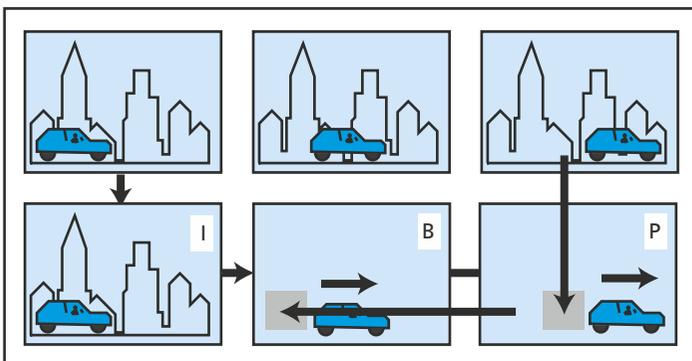
Dans le GOP, la procédure débute par l'image I, la moins compressée



Dans l'étape suivante, la dernière image du GOP est créée en image P, laquelle contient le vecteur de mouvement de l'objet (voiture), ainsi que la région de la scène précédemment cachée, mais maintenant visible



Les images B contiennent les vecteurs de mouvement des objets qui se déplacent dans le cadre de l'image



Puis les images B sont complétées de la copie des zones cachées « futures »

Figure 29.22 La méthode IBP du MPEG-2.

Les images B sont bidirectionnelles : elles se réfèrent à la fois au futur et au passé. D'après Pinnacle Systems.

### 29.20.4 Audio MPEG

Selon le même principe physiologique que pour la vidéo, la compression audio consiste à ne pas transmettre les composantes du message sonore qui ne sont pas perceptibles à l'oreille humaine. Un CD audio, par exemple, utilise la quantification 16-bit et un échantillonnage de 44,1 kHz, soit 44 100 échantillons par seconde. Ces valeurs procurent un rapport S/B (dynamique) suffisant pour éliminer le bruit de fond même en l'absence de signal ou de niveau sonore très faible. En revanche, en présence de signal audio de plus fort niveau, le bruit de fond est masqué par la musique, ce qui permet de réduire le débit numérique ( $D_{\text{num}}$ ) de transmission du signal sans perte apparente de la qualité sonore. On peut ainsi utiliser un  $D_{\text{num}}$  plus ou moins élevé en fonction des caractéristiques de la musique, c'est-à-dire adopter un taux de compression plus élevé.

Le standard MPEG offre trois niveaux de compression audio appelés *layer* (couche) : audio Layer 1, audio Layer 2 et audio Layer 3. Chaque *layer* est compatible avec le (ou les) *layer(s)* inférieurs et porte sa propre extension de nom de fichier. Comme en MPEG vidéo cependant, le standard MPEG audio stipule le format et le décodeur correspondant à chaque *layer*, mais pas les algorithmes de codage. Ceci a conduit au développement de divers algorithmes, délivrant des résultats et des niveaux de qualité eux-mêmes différents :

- Layer 1 est la version la plus simple, à plus faible taux de compression, correspondant à un  $D_{\text{num}}$  de 192 kbit/s par canal audio.
- Layer 2 réalise le meilleur compromis entre la qualité sonore et la complexité de l'algorithme de codage. Selon le standard, il requiert un  $D_{\text{num}}$  de 128 kbit/s par canal audio, soit de l'ordre de 250 kbit/s en son stéréo. C'est le niveau généralement adopté pour l'audio des systèmes vidéo MPEG. Par exemple, audio stéréo MPEG-1 Layer 2 (48 kHz,  $D_{\text{num}} = 256$  kbit/s) pour le format de vidéo numérique MicroMV.
- Layer 3 est réservé aux faibles  $D_{\text{num}}$  de 64 kbit/s maximum par canal audio. Il a pour objet de délivrer, avec un  $D_{\text{num}}$  minimal, un son de qualité optimale taillé sur mesure pour l'Internet faible débit (ISDN).

## 29.21 Le MPEG-4 « interactif multimédia »

Standard international depuis novembre 1998, le MPEG-4 a été originellement conçu pour les liaisons à faible débit compris entre 64 kbit/s ou moins et 5 Mbit/s, en particulier sur le Web. C'est en réalité un système très flexible que rien n'empêchait de décli-

ner vers le haut en lui conférant une haute résolution spatiale en luminance, comme en chrominance. Il diffère radicalement du MPEG-2 (et du MPEG-1) par la manière dont le contenu de l'image est traité et transmis.

### 29.21.1 Compression MPEG-4 partie 2

En 1999, l'ISO publia les spécifications du *MPEG-4 partie 2* qui fut le premier successeur du MPEG-2. Comme avec ce dernier, l'efficacité du codage est étroitement liée à la complexité du matériel de source et à la mise en œuvre du codeur. L'adoption du MPEG-4 partie 2 apporterait un gain d'efficacité de 15 à 20 % par rapport au MPEG-2. Mais ce gain n'était pas suffisant pour « détrôner » le MPEG-2.

### 29.21.2 Compression MPEG-4 AVC/H.264 (alias AVCHD)

L'arrivée prévue de la haute définition, aussi bien pour la télévision que pour la vidéo, impliquait la mise au point d'un système de compression encore plus efficace que le MPEG-2. Le système AVC (*Advanced Video Coding*) fut développé en 2001 par un groupe de travail JVT (*Joint Video Team*) en collaboration avec les organismes de normalisation ISO/CIE (MPEG) et l'IUT. C'est en 2003 que le système AVC fut intégré en tant que *partie 10* à la norme de télédiffusion MPEG-4 (ISO/IEC 14496-10), également appelé *H.264* par l'UIT (Union internationale des télécommunications).

En septembre 2004, le consortium DVB (*Digital Video Broadcasting*) qui est l'organisme européen de normalisation de la TV numérique modifia sa norme TS 101 154 basée sur l'emploi du codage MPEG-2 afin d'y ajouter le AVC/H.264. Cette décision eut deux énormes conséquences :

- Les chaînes européennes de TVHD seront très probablement codées en AVC/H.264.
- Comme on l'a vu, la plupart des nouveaux caméscopes HD grand public enregistrent désormais la vidéo et l'audio en codage AVCHD.

Ces décisions accélèrent la désaffection des formats d'enregistrement fondés sur l'emploi de la cassette de bande magnétique et sur les codages DV ou MPEG-2.

La structure du flux binaire produit par le système AVC/H.264 diffère notablement de celle du MPEG-2, de sorte qu'il n'utilise pas le même type de codeur/décodeur (ou codec). À l'image de la famille MPEG-2, l'AVC est décliné en différents profils, chacun visant un domaine d'applications déterminé :

- **Profil de base** (*Baseline Profile BP*). Il est destiné aux applications simples, nécessitant peu de ressources (vidéo mobile, visioconférence).

- **Profil étendu** (*Extended Profile* XP). Il est essentiellement conçu pour la diffusion en flux continu (*streaming*) des vidéos sur Internet. Il se caractérise par sa robustesse vis-à-vis des pertes de données et des variations de débit.
- **Profil principal** (*Main Profile* MP). Originellement prévu pour la télédiffusion et le stockage en définition standard (SD), ce profil est maintenant délaissé au profit du profil supérieur (HiP) ci-dessous.
- **Profil supérieur** (*High Profile* HiP). Ce profil du système AVC/H.264 – alias *AVCHD* – est le plus important car il a été adopté pour la télévision haute définition française, pour les chaînes TV numériques payantes, ainsi que pour l'enregistrement sur disque optique (Blu-ray ou BD), sur disque dur (HDD) et sur carte mémoire flash. Il est fondé sur une quantification 8-bit par échantillon et une structure d'échantillonnage de la chrominance 4:2:0.
- **Profil supérieur 10** (*High Profile* Hi10P). Une version améliorée, également échantillonnée en 4:2:0, mais avec la plus grande précision apportée par la quantification 10-bit.
- **Profil supérieur 4:2:2** (*High Profile* Hi422P). Le profil principal des applications professionnelles : quantification 10-bit et échantillonnage chrominance en 4:2:2.
- **Profil supérieur 4:4:4** (*High Profile* Hi444P). Avec une quantification 12-bit et un échantillonnage chrominance 4:4:4

La norme MPEG-4 H.264/AVC intègre de nombreuses nouvelles techniques qui lui permettent de compresser beaucoup plus efficacement les vidéos que les normes précédentes. À qualité d'image égale, le taux de compression peut être augmenté d'environ 50 % par rapport au MPEG-2. Voici les principales améliorations.

La compensation de mouvement peut être effectuée à partir de plusieurs images de référence déjà codées. Le choix de l'image de référence intervient au niveau macrobloc et sous-macrobloc. Ceci permet d'utiliser dans certains cas jusqu'à 32 images de référence (contrairement aux précédentes normes, qui étaient limitées à une ou dans le cas d'*images B* conventionnelles, à deux) et jusqu'à 4 références différentes pour un même macrobloc. Avec cette

fonctionnalité, la réduction de débit n'est réellement significative que dans les scènes contenant des flashes rapides et répétitifs ou des motifs réapparaissant fréquemment.

La compensation de mouvement peut utiliser 7 différentes tailles de blocs de pixels ( $16 \times 16$ ,  $16 \times 8$ ,  $8 \times 16$ ,  $8 \times 8$ ,  $8 \times 4$ ,  $4 \times 8$ ,  $4 \times 4$ ) ; cela permet une segmentation très précise des zones concernées par les objets en déplacement.

La compensation de mouvement est assurée avec une précision d'un quart de pixel en luminance et d'un huitième de pixel en chrominance.

Le principe de compensation de mouvement pondéré (*Weighted Prediction*) par des poids et des décalages permet à un codeur de construire des prédictions s'adaptant aux changements de luminance et de chrominance survenant pendant le déroulement de la scène. Ceci bénéficie également aux transitions par flash ou par fondu entre deux scènes assemblées au montage.

Un filtrage anti-blocs (*deblocking filter*), effectué dans la boucle de codage et opéré sur les blocs  $4 \times 4$ , réduit efficacement l'occurrence des artefacts caractéristiques du codage avec transformation par blocs.

Issue de la transformée de Fourier (cf. 29.13), la transformée de Hadamard a pour effet d'augmenter le taux de compression dans les régions peu contrastées ou floues de l'image.

Amélioration également du codage entropique (cf. 29.12) grâce à un algorithme portant le nom de CABAC (*Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding*). Il est très performant en matière de compression, mais d'une grande complexité : raison pour laquelle il n'est pas intégré aux profils de base (*baseline*) et étendu (*extended*).

De même, un nouveau codage adaptatif à longueur variable de type *Huffman* baptisé CAVLC (*Context-Adaptive Huffman Variable-Length Coding*) nettement plus efficace que les méthodes antérieures de codage des coefficients DCT.

Parce que cela devient vraiment trop complexe, nous ne citerons pas la bonne dizaine d'autres remarquables spécificités du mode de compression MPEG-4 AVC/H.264 : le lecteur qui nous aurait courageusement suivi jusque-là voudra bien nous le pardonner !



## Les formats de vidéo numérique

Sur le marché porteur du caméscope grand public, la guerre qui opposa pendant dix ans les partisans du VHS à ceux du 8 mm cessa brusquement à partir de 1996, lorsque tous les fabricants adoptèrent un standard commun de vidéo numérique : le système Digital Video ou DV.

### 30.1 Le format DV et ses avantages

Dès son lancement, le format numérique DV fut plébiscité par les vidéastes avertis, heureux de bénéficier de performances très supérieures à celles des formats S-VHS-C ou Hi8 qu'ils utilisaient auparavant. Sa pénétration sur le marché grand public fut en revanche assez lente, d'une part à cause du prix élevé des premiers caméscopes DV, d'autre part parce que ceux-ci ne permettaient pas de lire les cassettes enregistrées en analogique. Le format s'imposa quelques années plus tard quand il y eut un vaste choix de caméscopes DV de prix abordable sur le marché.

Lorsqu'on filme avec un caméscope DV, les signaux vidéo et audio recueillis sont numérisés, traités et enregistrés sous cette forme par la bande magnétique. En lecture de la cassette, le signal numérique DV incluant toutes les données peut être directement transmis vers sa destination – autre appareil DV, ordinateur, etc. – *via* le connecteur appelé DV OUT. Dans les débuts du DV cependant, le téléviseur ou le magnétoscope VHS de l'utilisateur ne pouvait pas décrypter le signal DV. C'est pourquoi le caméscope DV (ou autre périphérique numérique) était pourvu de connecteurs de sortie des signaux reconvertis en analogique (vidéo composite et/ou S-Vidéo, audio mono ou stéréo), permettant de visionner, copier ou monter les images et les sons en utilisant les équipements et les méthodes de l'époque.

Voici les principaux avantages du numérique DV.

- Compacité de la cassette : la cassette MiniDV utilisant la bande magnétique « métal évaporé » de 6,35 mm (1/4") de large mesure 66 × 48 × 12,2 mm

et offre, en mode SP, une autonomie de tournage de 60 min. Ceci a permis de créer des caméscopes très compacts.

- La résolution horizontale de l'image en luminance ( $D_{hor}$ ) fut portée à 500 pts/ligne (au lieu de 250 en VHS/8 mm ou de 400 en S-VHS/Hi8). La bande passante en chrominance est environ six fois plus large qu'avec un caméscope analogique. Sur l'écran, les points colorés semblent presque aussi nets que les fins détails de l'image. Pour en bénéficier pleinement, il faut cependant que le système imageur du caméscope assure lui-même cette haute résolution : raison pour laquelle les caméscopes DV les plus performants sont de type tri-CCD.
- Un audio haute qualité enregistré en numérique PCM. Les spécifications indiquent les possibilités suivantes (même si elles ne furent pas toujours pleinement exploitées sur les divers modèles de caméscopes) : à l'enregistrement, soit deux canaux pleine bande 48 kHz/16-bit, soit quatre canaux 32 kHz/12-bit.
- Possibilités d'insertion image et son et de doublage de manière indépendante, par exemple en conservant tel quel l'audio enregistré à la prise de vue : insertion audio seule, insertion vidéo seule et insertion vidéo + audio.
- Image fixe (photo-vidéo) – durée 5 à 7 s en lecture – permettant de tirer ultérieurement des images papier sur une imprimante compatible. La qualité acceptable des tirages en petit format est due à ce que l'image est enregistrée en balayage progressif. Ne confondez pas cette fonction créée avec le DV (et conservée pour le D8) avec le mode « photo numérique » offert par de nombreux modèles de « photocaméscopes », lesquels capturent des images fixes de plus forte résolution qu'en vidéo sur une carte mémoire insérée dans un *slot* du boîtier (*cf.* 14.8).
- Une qualité image et son inaltérable, par copie directe (un seul câble de liaison) pour le montage multigénération. Lorsqu'on interconnecte deux appareils DV par la liaison IEEE-1394 (DV IN/DV OUT), il n'y a ni compression/décompression, ni conversion A/N et N/A du signal « composantes numériques série » associant toutes les données

(vidéo, audio et autres), mais leur transmission intégrale, de la source à la destination.

- Autres capacités inhérentes au DV. Le *time code* de structure classique (normalisé SMPTE) numérote systématiquement et définitivement chaque image (ce qui permet le repérage de séquences, le montage, l'insertion image et son, le doublage à l'image près) – Enregistrement du *data code* (date, heure, éventuellement les réglages caméra) – « Marquage » (ou indexation) de points précis de la bande avec constitution de listes de séquences ou de *still photos* sur le moniteur – Correcteur de base de temps (TBC) incorporé à l'appareil – Code de correction d'erreurs inclus dans le signal enregistré, assurant sa régénération continue en lecture.

## 30.2 DV : rappel des spécifications

La méthode de compression adoptée pour le format DV a été détaillée dans le chapitre précédent (cf. 29.19) : vous pouvez éventuellement vous y reporter.

- Comme avec pratiquement tous les formats de vidéo numérique, la procédure d'enregistrement adoptée est le mode composantes numériques, selon laquelle la luminance Y est enregistrée d'une part, et la chrominance C sous la forme de deux signaux de différence de couleurs Cr et Cb, d'autre part.
- Structure d'échantillonnage. Qu'il s'agisse du système 625 lignes/50 Hz (PAL) ou du système 525 lignes/60 Hz (NTSC), la luminance Y est échantillonnée à 13,5 MHz. La procédure d'échantillonnage en chrominance diffère en revanche selon le système de codage couleur. En PAL, les deux

signaux Cr et Cb sont échantillonnés à la moitié de la fréquence Y, soit  $13,5/2 = 6,75$  MHz. La structure d'échantillonnage est donc 4:2:0. En NTSC, en raison des spécificités du système 525 lignes, chacun des signaux de chrominance Cr et Cb sont échantillonnés au quart de la fréquence Y, soit  $13,5/4 = 3,375$  MHz. La structure d'échantillonnage est donc 4:1:1.

- Quantification. Les éléments vidéo sont quantifiés à 8-bit, soit avec  $2^8 = 256$  niveaux. Mais sur ces 256 niveaux (de 0 à 255), il n'y a que 220 niveaux utiles par couleur RVB, c'est-à-dire  $220^3 = 10\,648\,000$  « couleurs » théoriquement affichables sur l'écran d'un moniteur.
- Bits par pixel. Avant compression, chaque pixel d'une image est codé 8-bit pour la luminance (Y) et 4-bit pour la somme des deux composantes chrominance Cr/Cb. Pour les calculs de débit, il faut donc attribuer  $8 + 4 = 12$  bits à chaque pixel.
- Débit numérique vidéo ( $D_{num}$ ) avant compression. Rappelons qu'une image 4:2:0 complète est constituée de  $864$  (H)  $\times$   $625$  (V) pixels (540 000 pixels), mais que l'élimination des suppressions lignes (H) et trames (V) la réduit à une image « utile » de  $720$  (H)  $\times$   $576$  (V) pixels (414 720 pixels). Ainsi que nous l'avons déjà calculé (cf. tableau 29.6), le  $D_{num}$  avant compression est de 162 Mbit/s pour le signal complet et de 125 Mbit/s environ pour le signal utile.

## 30.3 Technique d'enregistrement DV

Comme dans les systèmes vidéo analogiques, l'enregistrement est hélicoidal : la bande magnétique de

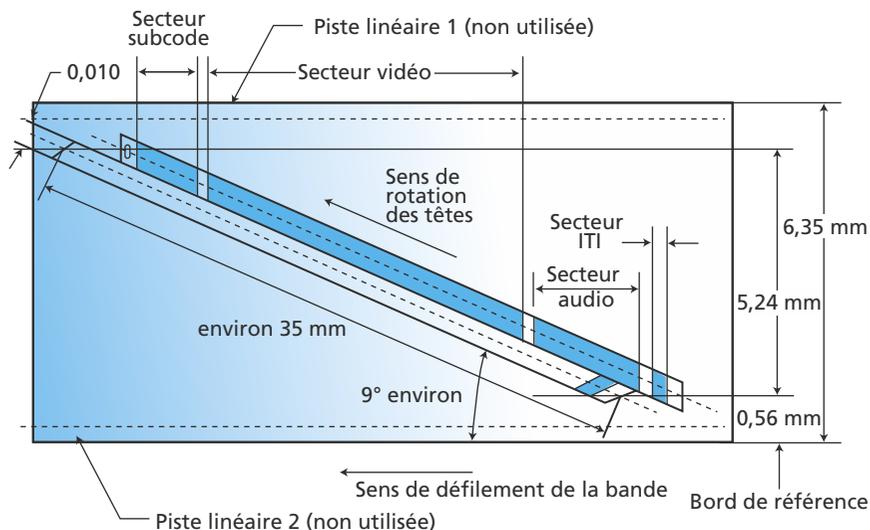


Figure 30.1 Disposition des pistes sur une bande DV.

Deux pistes sont tracées à chaque tour de tambour. Une image est segmentée en 12 pistes (PAL) ou en 10 pistes (NTSC).

6,35 mm de large défile lentement ( $V_d = 18,831$  mm/s) devant un tambour de 21,7 mm de diamètre légèrement incliné, tournant à 9 000 tours par minute (150 tr/s). Ce tambour porte deux têtes d'enregistrement/lecture de la totalité des informations. De cette manière, s'inscrivent, inclinées d'environ  $9^\circ$  par rapport à l'axe de la bande, de longues pistes parallèles de 10  $\mu\text{m}$  de large, à raison de deux pistes par tour de tambour. En une seconde, le système enregistre donc 300 pistes, soit  $300/25 = 12$  pistes par image en PAL (ou  $300/30 = 10$  pistes en NTSC). Caractéristique commune à tous les magnétoscopes numériques, l'enregistrement de chaque image est « segmenté » ; alors qu'en analogique, il s'effectue à raison d'une image de deux trames par tour de tambour.

La vitesse relative tête/bande, dite vitesse d'inscription ( $V_i$ ), se calcule aisément :

$$(21,7 \times \pi \times 150) - 18,831 = 10,2 \text{ m/s environ}$$

## 30.4 Données enregistrées sur chaque piste

Sur chaque piste (12 par image en PAL, 10 par image en NTSC), le système enregistre la vidéo, l'audio et d'autres signaux, sur des secteurs indépendants. Ce principe permet, par exemple, l'insertion vidéo seule ou le doublage sonore. La piste est divisée en quatre secteurs de longueurs différentes – séparés par un mince espace de garde – assurant séquentiellement l'enregistrement (puis la lecture) des données suivantes :

**1 Secteur ITI** (*Insert and Tracking Information*) : les signaux-pilotes de suivi de piste dits « de tracking ».

**2 Secteur audio** : enregistrement et lecture des différentes voies audio, avec possibilité de doublage sonore.

**3 Secteur vidéo + données auxiliaires**. Outre le signal vidéo numérique, ce secteur assure également l'enregistrement en multiplexage des données auxiliaires ou AUX. Bien qu'elles soient inscrites sur le même secteur, les données vidéo et AUX s'enregistrent et peuvent se lire indépendamment. Si désiré, on peut ainsi afficher les données AUX en lecture sur l'écran du moniteur.

Les données AUX se classent en deux catégories :

- *Données standard*. Enregistrement automatique de la date et de l'heure – Reconnaissance d'enregistrement/lecture en mode écran large 16:9 – Enregistrement de l'information de la source d'entrée d'origine, par exemple un numéro de canal.
- *Données optionnelles*. Enregistrement d'informations relatives aux réglages de la section caméra du caméscope, par exemple la valeur d'ouverture

f/ du diaphragme – Provision pour l'enregistrement éventuel d'autres informations (qui ne sont pas imposées par les spécifications, mais laissées aux libres choix du fabricant).

**4 Secteur Sub Code**. Ce secteur enregistre trois séries d'informations :

- *Time code*. L'enregistrement automatique d'un numéro de TC différent (progressif, selon le standard SMPTE) sur chaque image. Le caméscope intégrant un générateur/lecteur de TC, celui-ci est définitif et systématique sur chaque bande enregistrée, même après insertion image et/ou son.
- *Index ID*. Signal permettant de rechercher très rapidement le début d'une séquence vidéo préalablement indexée.
- *PP-ID*. À l'enregistrement, il marque automatiquement et permet de retrouver rapidement en lecture les images fixes (de durée 5 à 7 s) enregistrées sur la bande. Cette fonction ne fut jamais véritablement exploitée.

## 30.5 La cassette DV à puce mémoire

Cette option fut proposée par Sony à l'usage des caméscopes de sa marque. Il s'agit d'une puce de quatre kilobits de mémoire incorporée à la cassette (communiquant avec le microprocesseur du caméscope ou magnétoscope par quatre contacts). Outre les données de base concernant la bande (durée, type et grade de bande, etc.), la mémoire cassette enregistrait quelques données supplémentaires, tel le TOC (*Table Of Contents*, table des matières), affichant sur l'écran moniteur la liste détaillée des séquences indexées ou bien des images fixes (*still photos*) contenues dans la cassette. Avec sa mémoire de capacité ridicule, la cassette miniDV « à puce » coûtait beaucoup plus cher que la cassette normale sans apporter le moindre avantage : nous en parlons « pour mémoire » !

## 30.6 L'interface de liaison numérique

Compte tenu du fort débit numérique du signal série en sortie d'un caméscope ou d'un magnétoscope DV, ces appareils furent les premiers à offrir l'interface à haut débit connue sous l'appellation générique IEEE-1394, ou FireWire (Apple) ou i.Link (Sony). Elle est remplacée ou complétée par une sortie USB 2.0 sur les caméscopes DV plus récents.

Une caractéristique valorisante d'un caméscope DV était d'offrir, outre la sortie numérique (DV OUT) évi-

demment indispensable, l'entrée numérique (DV IN), permettant alors de l'employer en tant qu'enregistreur de signal DV externe. Pas mal de modèles furent également dotés de précieuses entrées analogiques (Vidéo/Audio IN).

Tableau 30.1 Caractéristiques principales du système DV (625/50)

Fréquence d'échantillonnage en luminance (Y)	13,5 MHz
Fréquence d'échantillonnage en chrominance (C)	6,75 MHz
Structure d'échantillonnage	4:2:0
Quantification	8-bit (12 bits par pixel)
Débit numérique vidéo	25 Mbit/s
Débit numérique total	41,8 Mbit/s
Taux de compression vidéo	5:1
Diamètre du tambour (deux têtes)	21,7 mm
Vitesse de rotation du tambour	9 000 tr/min (150 tr/s)
Azimutage des têtes E/L	± 20° environ
Nombre de pistes par image	12
Inclinaison des pistes	9° environ
Longueur des pistes	33 mm environ
Vitesse d'inscription	10,2 m/s environ
Vitesse de défilement de la bande ( $V_d$ )	18,831 mm/s
Enregistrement audio (PCM)	2 × 48 kHz en 16-bit ou 4 × 32 kHz en 12-bit*
Nature et largeur de la bande magnétique	Métal évaporé (ME), 6,35 mm
Dimensions de la cassette Mini DV	66 × 48 × 12,2 mm
Durée d'enregistrement sur Mini DV (mode SP)	60 min

\* Même débit numérique dans les deux cas :  $2 \times 48 \times 16 = 4 \times 32 \times 12 = 1\,536$ .

## 30.7 Formats « professionnels » issus du DV

Outre son éclatant succès auprès des vidéastes avertis, l'apparition du DV provoqua une prise de conscience dans le monde des utilisateurs institutionnels et professionnels. C'est que, pour la première fois au monde, un « produit » primitivement conçu pour le grand public s'avérait potentiellement aussi performant que les onéreux caméscopes et autres équipements Betacam SP qui monopolisaient alors le marché des équipements de reportage télévisé. Très vite, Panasonic (filiale du puissant groupe japonais Matsushita) se rendit compte que le nouveau format – qu'il avait, autant que les

soixante autres fabricants du Consortium DV, contribué à définir – lui donnait une occasion unique de développer ses propres versions « pro » du DV, alors que ses précédentes tentatives d'indépendance technologique et commerciale par rapport à Sony (qui depuis des décennies domine le marché mondial des équipements vidéo professionnels) avaient échoué. Ce fut le système Panasonic DVCPRO, lequel fut adopté par d'autres grands constructeurs, Philips, par exemple.

Pour ces applications professionnelles, les petites dimensions de la cassette permettent de réaliser des caméras à enregistreur embarqué très légères (parfois de simples adaptations de caméscopes tri-CCD grand public), ainsi que divers équipements éminemment portables, tels des éditeurs de montage *laptop* (littéralement « à poser sur les genoux »). Mais surtout, d'un caméscope DV sort et entre, *via* le connecteur type IEEE-1394, un unique signal « composantes numériques série » d'un débit de 42 Mbit/s environ, réunissant toutes les données (vidéo, audio et autres). Or, il est possible de transférer ce signal, non seulement dans le disque dur d'un ordinateur portable ou de bureau, mais également dans des serveurs, cette fois à quatre fois la vitesse d'enregistrement, cela avec un  $D_{\text{num}}$  quatre fois plus élevé de 168 Mbit/s, largement accepté par les réseaux de transport des systèmes *broadcast*.

À cette époque, Sony avait également développé deux performants formats numériques propriétaires, d'une part le Digital Betacam pour les applications « studio », d'autre part le Betacam SX, conçu pour le reportage. Mais il constata bientôt que sa propre déclinaison « institutionnelle » du DV – appelé DVCAM – connaissait un grand succès, tout au moins dans le domaine du reportage télévisé (les *news*) : il réagit rapidement en développant une vaste gamme d'équipements DVCAM.

Les caractéristiques de base des formats DVCPRO et DVCAM sont identiques à celles du DV ; comme le montre le tableau 30.2, les différences concernent essentiellement la largeur augmentée des pistes (ce qui confère plus de « robustesse » au signal enregistré), la vitesse de défilement bande ( $V_d$ ) augmentée sur les formats « pro », la nature de la bande (MP ou ME) et les dimensions des cassettes : S (MiniDV), L ou M (ce dernier est un format spécifique au DVCPRO). Pour les applications professionnelles, le point fondamental est qu'un magnétoscope DVCPRO ou DVCAM a la capacité de lire les cassettes des deux autres formats, y compris donc le DV.

**1 DVCAM.** Sur le tableau 30.2, vous remarquerez que les spécifications du DVCAM sont plus proches du DV que celles du DVCPRO.

**2 DVCPRO.** Contrairement aux DV et DVCAM utilisant la bande ME (métal évaporé), ce format utilise la bande MP (particules métal). Outre la version d'origine (DVCPRO-25), Panasonic (et les constructeurs l'ayant adopté) a développé une version *broad-*

Tableau 30.2 Formats professionnels dérivés du DV (en 625 lignes/50 Hz)

	DV	DVCAM	DVCPRO-25	DVCPRO-50
Structure d'échantillonnage	4:2:0/8-bit	4:2:0/8-bit	4:1:1/8-bit	4:2:2/8-bit
Taux de compression vidéo	5:1			3,3:1
Débit numérique vidéo	25 Mbit/s			50 Mbit/s
Débit numérique total	41,85 Mbit/s			99 Mbit/s
Diamètre du tambour	Ø 21,7 mm			
Nombre de têtes E/L	Deux têtes, azimutées ± 20°			
Vitesse de rotation tambour	150 tr/s			
Segmentation d'une image	12 pistes/image			24 pistes/image
Vitesse d'inscription ( $V_i$ )	10,2 m/s environ			11,37 m/s
Vitesse de défilement bande ( $V_d$ )	18,831 mm/s	28,21 mm/s	33,813 mm/s	67,6 mm/s
Largeur des pistes	10 µm	15 µm	18 µm	18 µm
Pistes audio	2 × (48 kHz/16-bit) ou 4 × (32 kHz/12-bit)		2 × (48 kHz/16-bit)	4 × (48 kHz/16-bit)
Largeur et nature de la bande	6,35 mm (ME)			6,35 mm (MP)

cast appelée DVCPRO-50, dont il vous suffit de lire les caractéristiques sur le tableau pour « tout comprendre ». Ajoutons simplement que la mutation d'un format à l'autre a été rendue possible par la mise en parallèle de deux modules de compression DV, chacun traitant un signal 2:1:1 ( $2 \times 2:1:1 = 4:2:2$ ). De cette manière, un appareil DVCPRO-50 fonctionne tout aussi bien en « 25 ».

3 Selon le même principe, Panasonic a poussé plus loin la déclinaison du format DV en créant le format DVCPRO-HD, également appelé DVCPRO-100 (en raison de son débit numérique de 100 Mbit/s) (voir aussi le tableau 30.6). Ce type de caméscope enregistre la HDV en échantillonnage 4:2:2 et taux de compression de 6,7:1 environ, soit en 720p (960 × 720 pixels), soit en 1080i (1 280 × 1 080 en 60 Hz NTSC ou 1 440 × 1 080 en 50 Hz PAL).

## 30.8 Le format Sony Digital 8

Élaboré en grand secret par Sony, annoncé le même jour de février 1999 au Japon, aux États-Unis et en Europe, l'apparition soudaine du deuxième format numérique grand public Digital 8 (D8) fit l'effet d'une bombe. Si nul ne contestait la supériorité du DV, force était de constater son modeste taux de pénétration sur le marché : en 1998, après trois ans d'existence, il ne représentait que 10 % des caméscopes vendus en France. Les raisons de cet insuccès relatif étaient claires : *primo*, les caméscopes DV étaient trop chers pour le gros du marché, *secundo*, le possesseur d'un caméscope analogique répugnait à le remplacer par un nouveau ne lui permettant plus de visionner ses

anciennes cassettes. Or, les caméscopes 8 mm/Hi8 en activité représentaient alors 60 % du parc.

### 30.8.1 Les secrets de la compatibilité

Un caméscope Digital 8 associe les vertus des deux mondes : à la prise de vues, il enregistre – sur cassette Hi8 normale – exactement le même signal numérique que le DV, mais, de plus, il identifie et lit sans problème toute cassette 8 mm ou Hi8 déjà enregistrée qu'on lui met dans le ventre. De plus, les signaux à l'origine analogiques sortent en numérique DV par le connecteur DV OUT ! Il fonctionne alors comme un CAN !

Le système D8 enregistre sur cassette Hi8 (ME ou MP) – plus économique que la cassette DV – le même signal numérique 4:2:0 qu'un caméscope DV, comme lui en segmenté 12 pistes par image. La raison d'être du D8, c'est-à-dire la compatibilité en lecture des cassettes 8/Hi8, explique les spécifications mécaniques du système. Comme sur un caméscope 8/Hi8, le tambour fait 40 mm de diamètre, mais il prend des configurations et vitesses de rotation différentes selon le format. Dans les deux cas cependant, les mêmes têtes opposées à 180° servent pour la lecture de l'analogique et l'enregistrement/lecture du numérique. Ceci a été rendu possible par l'adoption d'une nouvelle tête dont l'entrefer mesure 19 µm de large, ayant la double capacité d'enregistrer et de lire les pistes D8 en pleine largeur (16,34 µm) et de lire seulement 95 % de la largeur des pistes 8 mm/Hi8 (20,051 µm).

En mode d'enregistrement D8, deux pistes alignées s'inscrivent à chaque tour de tambour sur la longueur d'une piste 8 mm : ce qui implique – à la vitesse de

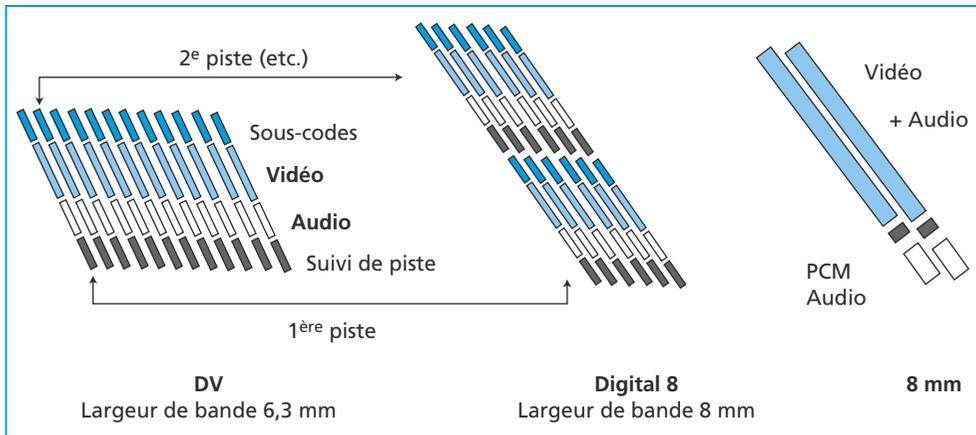


Figure 30.2 Voici comment le système Digital-8 enregistre le signal numérique DV sur une cassette 8 mm ou Hi8.

rotation de 4 500 tr/min – 6 tours de tambour par image de  $2 \times 6$  pistes.

En lecture analogique 8 mm, le fonctionnement est évidemment semblable à celui d'un caméscope de ce format : à chaque tour du tambour tournant à 1 500 tr/min, les deux têtes de lecture opposées lisent les deux pistes-frames constituant une image.

Outre l'alignement des pistes deux par deux, le D8 diffère du DV par la largeur des pistes ( $16,34 \mu\text{m}$  au lieu de  $10 \mu\text{m}$ ), et du 8 mm/Hi8, par la vitesse de défilement de la bande ( $28,695 \text{ mm/s}$  contre  $20,051 \text{ mm/s}$ ).

### 30.8.2 Convertisseur vidéo analogique/numérique intégré au caméscope

Le système est totalement transparent pour l'utilisateur. Le caméscope D8 identifie de lui-même le format d'enregistrement de la cassette introduite dans le logement. En lecture, qu'il s'agisse d'une cassette numérique D8 ou analogique 8 mm/Hi8, les signaux A/V sortent simultanément du caméscope en vidéo composite Pal ou en Y/C et en audio stéréo par les connecteurs Cinch, ainsi qu'en composantes série numérique par la prise DV Out (IEEE-1394, baptisée i.Link chez Sony).

À partir de l'an 2000, la mise sur le marché d'une gamme d'attrayants modèles D8 provoqua – chez Sony tout au moins – la disparition des caméscopes 8 mm. La fabrication des caméscopes D8 cessa elle-même vers 2003, mais on en trouve à prix intéressant sur le marché de l'occasion.

## 30.9 Le format MicroMV

Les formats de vidéo numérique présentés jusqu'à présent dans ce chapitre sont fondés sur la compression DV, elle-même dérivée du M-JPEG. Lancé par Sony

en fin 2001, le MicroMV appliquait la technologie de compression MPEG-2 à la vidéo d'amateur.

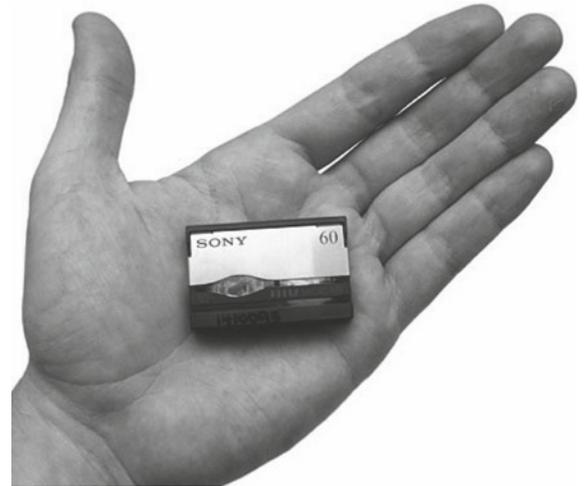


Figure 30.3 À l'époque de son lancement en 2002, la cassette MicroMV semblait toute petite ; mais si on la compare à une carte mémoire SDHC sept fois plus compacte d'aujourd'hui (et qui atteint et dépasse une capacité de 16 Go), on voit bien dans quel sens la vidéo va désormais évoluer.

La raison pour laquelle Sony avait choisi le MPEG-2 pour le MicroMV est qu'il autorise – pour une même qualité globale d'image – un  $D_{\text{num}}$  environ deux fois plus faible que celui du DV. Ce point fut pleinement confirmé par le signal vidéo du MicroMV qui, en dépit d'un  $D_{\text{num}}$  vidéo de 12 Mbit/s seulement, délivrait des images de définition pratiquement identique ( $D_{\text{hor}} \approx 500 \text{ pts/ligne}$ ) à celles du DV, dont le  $D_{\text{num}}$  vidéo est de 25 Mbit/s. En d'autres termes, la plus forte compression du MPEG-2 permet de stocker autant de données utiles que le DV, mais en consommant deux fois moins de bits pour l'enregistrement sur bande magnétique, d'où l'extrême compacité de la cassette, permettant de réduire proportionnellement les dimensions et le poids du caméscope.

### 30.9.1 Principales caractéristiques du format MicroMV

*Cassette ultra-compacte.* Utilisant une bande magnétique de 3,8 mm de large, la cassette MicroMV (MGR 60) mesure  $46 \times 30,2 \times 8,5$  mm, soit 30 % du volume de la cassette Mini DV. On peut y enregistrer jusqu'à 60 minutes de programme. La cassette MicroMV incorpore une puce mémoire de 16 kbit.

Bonne qualité image et son. L'audio stéréo est enregistré en codage MPEG-1 Layer 2 (48 kHz,  $D_{\text{num}} = 256$  kbit/s).

Comme en DV par exemple, toutes les données sont enregistrées en « hélicoïdal segmenté » sous la forme de longues pistes parallèles très inclinées, divisées en secteurs. Les données afférentes à une image vidéo (1/25 s) s'enregistrent sur 4 pistes en PAL et sur 3,3 pistes en NTSC

Sur chaque piste se trouvent – dans le sens de la trajectoire des têtes sur la bande – les secteurs suivants :

**1 Données principales (Main data).** Dans ce secteur sont enregistrées les données vidéo compressées MPEG-2 et les données audio compressées MPEG-1 Layer 2, lesquelles sont « brassées » dans un même flux.

**2 Secteur Sub Code.** Emplacement des données marquant automatiquement le début de chaque scène, permettant donc d'y accéder très rapidement en lecture.

**3 Données de recherche (Search data).**

**4 Données de correction des erreurs.**

### 30.9.2 MicroMV : techniques d'enregistrement et de lecture

**1 Enregistrement.** Le tambour  $\varnothing 21,7$  mm (comme en DV) tourne au régime de 6 000 tr/min, soit 100 tr/s. Une piste de 5  $\mu\text{m}$  de large s'enregistre à chaque tour de tambour et, puisqu'une image est segmentée en quatre pistes, il faut bien  $(4 \times 25) = 100$  tr/s pour enregistrer une seconde de vidéo sonore.

**2 Lecture.** Même avec l'assistance d'un dispositif de *tracking* efficace, le système conventionnel à un seul passage de la tête (*Simple Scan*) ne permet pas de suivre parfaitement la piste de 5  $\mu\text{m}$  du MicroMV, pour la simple raison qu'elle n'est pas rectiligne, mais légèrement incurvée en hélice. Le système *Double Scan* résolvait élégamment ce problème. Chaque piste est lue deux fois par la même tête, avec un décalage temporel dû au défilement de la bande. Les informations qui n'ont pu être recueillies lors du premier scan le sont lors du deuxième, puis elles sont combinées et resynchronisées dans le même flux de données.

**3 Traitement et resynchronisation des blocs de données.** En format MicroMV, les données lues sont organisées séquentiellement dans une mémoire à grande capacité en fonction de blocs de synchronisation. Or, le *Double Scan* lisant deux fois la même piste, le système sélectionne les données correctes parmi celles qui ont été lues deux fois et les remet dans l'ordre correspondant à la séquence d'enregistrement.

### 30.9.3 Requiem pour le MicroMV

Bien qu'il fût le fruit d'importants travaux de recherche et de développement, ce performant format vidéo « propriétaire » fut un gros échec commercial : Sony en arrêta brutalement la fabrication en fin 2003. Pour ce constructeur – au grand dam des vidéastes amateurs qui s'étaient laissés séduire par ces jolis mais onéreux mini-comescopes – tout se passa comme si le format n'avait jamais existé ! Nous avons voulu en parler avant qu'il ne soit totalement oublié : un comescope MicroMV n'est plus aujourd'hui qu'un bel objet de collection !



Figure 30.4 Comescope de format MicroMV (Sony IP-55).  
Faute de trouver des cassettes vierges dans le commerce, il sera bientôt impossible d'utiliser ce type de comescope.

Tableau 30.3 Comparaison des trois formats numériques grand public (SD) à cassette

Spécifications	MicroMV	Mini DV	Digital 8
Enregistrement de la luminance (Y)	Numérique		
Définition horizontale (Y)	500 pts/ligne environ		
Fréquence d'échantillonnage (Y)	13,5 MHz		
Quantification	8-bit par échantillon		
Enregistrement de la chrominance (C)	Composantes numériques		
Largeur de bande en chrominance (C)	3 MHz environ		
Fréquence d'échantillonnage (C)	6,75 MHz		
Débit numérique de transfert (vidéo)	12 Mbit/s	25 Mbit/s	
Système de compression	Inter-image (MPEG-2) MP@ML, 4:2:0	Intra-image (DV) 4:2:0	
Système d'enregistrement audio	MPEG-1 Layer 2	Numérique PCM	
Fréquence d'échantillonnage (audio)	48 kHz (256 kbit/s)	48 kHz/16-bit ou 32 kHz/12-bit	
Largeur de la bande magnétique	3,8 mm	6,35 mm	8 mm
Dimensions de la cassette	46 × 30,2 × 8,5 mm	66 × 48 × 12,2 mm	95 × 62,5 × 15 mm
Système d'enregistrement/lecture	2 têtes enregistrement 2 têtes lecture	2 têtes enregistrement/lecture	
Diamètre du tambour	21,7 mm	21,7 mm	40 mm
Vitesse de rotation du tambour	6 000 tr/min – 100 tr/s	9 000 tr/min – 150 tr/s	4 500 tr/min – 75 tr/s
Vitesse de défilement bande (Vd)	5,657 mm/s	18,831 mm/s	28,695 mm/s
Largeur de la piste	5 µm	10 µm (SP)	16,34 µm (SP)
Nombre de pistes par image	4	12	2 × 6
Vitesse d'inscription (Vi) environ	6,8 m/s	10,2 m/s	9,4 m/s
Possibilité de doublage audio	Non	Oui (32 kHz/12-bit)	Non
Mémoire cassette	Oui (64 kbit)	Oui, en option (4 kbit)	Non

## 30.10 Enregistrement sur disques optiques

Jusqu'à la commercialisation – à partir de 2006 – des premiers caméscopes haute définition, les formats numériques fondés sur le DV (et la cassette MiniDV) répondaient idéalement aux besoins des vidéastes engagés voulant bénéficier de la meilleure qualité image et son et de toutes les possibilités créatrices offertes par le montage en post-production. En revanche, l'utilisateur grand public est généralement rebuté par le montage et par le temps qu'il devrait lui consacrer. Pour celui-là, la « simplification » des opérations passait par l'adoption de la compression MPEG-2 (au lieu du format DV) et la capacité de montage direct à partir du caméscope par la mise en ordre de fichiers indépendants. Le format MicroMV était l'une des solutions ; l'autre, fut l'enregistrement sur disque optique de type Mini-DVD ou MD Discam (Sony). À partir de 2007, apparurent les premiers caméscopes utilisant le support disque optique Blu-ray (BD en abrégé) et le codage MPEG-4 AVC/H.264 (alias AVCHD).

### 30.10.1 Petit historique

Franchement obsolètes, ces premiers caméscopes minidisques sont évoqués à titre de curiosité. Même si vous en possédez un en bon état de marche, ce serait une autre affaire de l'utiliser : les disques compatibles ne sont plus fabriqués et/ou l'on ne trouve pas forcément les logiciels de pilotage et de montage compatibles avec leur emploi.

**1 Caméscopes DVD-CAM Hitachi.** Après l'avoir exposé durant deux ans sous la forme d'une « maquette en bois », Hitachi commercialisait – en avril 2001 – le premier caméscope *DZ-MV100* enregistrant sur disque DVD-RAM de 8 cm de diamètre conditionné en cartouche. Cet appareil présentait un grave inconvénient pour l'utilisateur : le lecteur de DVD « de salon » qu'il possédait déjà (ou qu'il voulait acheter en remplacement de son ancien magnétoscope VHS) était généralement incapable de relire les disques enregistrés avec le caméscope. La seule manière pratique de visionner les séquences était de connecter la sortie A/V du caméscope sur le téléviseur.

Hitachi sortit de cette impasse en lançant, au printemps 2002, une série de caméscopes (DZ-MV200, DZ-MV230 et DZ-MV270) enregistrant sur le DVD-RAM comme le premier modèle, mais compatibles en lecture avec le disque DVD-R et le lecteur DVD de salon.

**2 Caméscope MD Discam de Sony.** Nous en parlons ici pour être complet : ce type de caméscope – vendu dans les pays NTSC où il connut un relatif succès – ne fut jamais commercialisé en Europe. Par rapport au DVD-CAM d'Hitachi, sa particularité était d'enregistrer la vidéo codée MPEG-2 (et l'audio en mode ATRAC pour *Adaptive Transform Acoustic Coding*) sur une version haute densité MD Data2 dérivé du Minidisc audio réenregistrable (lui-même pratiquement disparu depuis...). La cassette (76 × 68 × 5 mm) contient un disque magnétique de 64 mm de diamètre. La capacité de ce DMO (disque magnéto-optique) était de 650 Mo au lieu de 140 Mo pour le Minidisc audio.

Il autorisait trois modes d'enregistrement vidéo :

- Mode SP :  $D_{\text{num}}$  (débit constant = CBR) de 8 Mbit/s, 10 min d'enregistrement par disque.
- Mode LP :  $D_{\text{num}}$  (CBR) de 4 Mbit/s, 20 min d'enregistrement par disque.
- Mode VP : enregistrement à  $D_{\text{num}}$  (débit variable = VBR). En fonction de la complexité de la scène, le disque permettait une moyenne de 15 min de tournage.

L'appareil pouvait également stocker 4 500 photos (basse résolution 640 × 480 pixels) ou bien 4,5 heures d'audio numérique codée ATRAC sur un disque. Vous voyez que toutes ces spécifications sont complètement dépassées aujourd'hui !

### 30.10.2 Caméscopes minidisques actuels

Un bon nombre de caméscopes SD ou HD de la génération 2007-2008 de différentes marques utilisent le support disque MiniDVD. Cependant, ainsi que vous pouvez le constater sur les tableaux 30.4 & 30.5, l'auto-



Figure 30.5 Caméscope Canon DC220.

Modèle « familial » conçu pour fonctionner en mode tout-automatique. Le support d'enregistrement (en 4:3 MPEG-2) est le disque MiniDVD de type R, RW ou RDL (double couche). Il est pourvu d'un capteur CCD 1/6" à 800 KP et d'un zoom 35x, 2,6-91 mm (équivalent à un zoom 49,8-1 743 mm en 24 × 36). Stabilisateur électronique. Dimensions : 54 × 90 × 128 mm. Poids : 405 g.

nomie de tournage en qualité maximale sur support MiniDVD (1,4 Go par face) est très insuffisante en pratique : pour nous, le MiniDVD a son avenir derrière lui. Au contraire, le Blu-ray qui n'en est qu'à ses débuts offre en version 8 cm (MiniBD) une bonne capacité de 7,5 Go sur une face, soit une heure de tournage en vidéo de qualité optimale HD 1 920 × 1 080. Les disques MiniBD ont l'avantage de se lire directement sur une platine Blu-ray de salon, laquelle est compatible en lecture avec pratiquement tous les types de disques optiques 12 et 8 cm antérieurs : CD, DVD et BD.

Grâce à sa capacité suffisante (qui peut encore augmenter avec les versions double face et double couche) et à sa totale compatibilité avec les formats antérieurs, le MiniBD est un support bien adapté aux caméscopes HD lesquels vont dominer le marché en 2009-2010. Mais au train où vont les choses, rien ne permet d'affirmer que le support MiniBD peut s'imposer face à ses deux valeureux concurrents, c'est-à-dire la carte mémoire et le disque dur.

Tableau 30.4 Durées d'enregistrement en fonction du format et de la qualité d'image des caméscopes Sony de type MiniDVD

Type de disque (DVD 8 cm)	DVD-RW/DVD+RW/DVD-R*	DVD+R DL**
Qualité d'image HD – Format 16:9		
HD (HQ+) Débit moyen : 12 Mbit/s	15 min (14 min)***	27 min (26 min)
HD (HQ) Débit moyen : 9 Mbit/s	20 min (14 min)	35 min (26 min)
HD (SP) Débit moyen : 7 Mbit/s	25 min (18 min)	45 min (34 min)
HD (LP) Débit moyen : 5 Mbit/s	32 min (26 min)	60 min (50 min)
Qualité d'image SD – Format 4:3		
SD (HQ) Débit moyen : 9 Mbit/s	20 min (18 min)	35 min (32 min)
SD (SP) Débit moyen : 6 Mbit/s	30 min (18 min)	55 min (32 min)
SD (LP) Débit moyen : 3 Mbit/s	60 min (44 min)	110 min (80 min)

\* Disques DVD monoface : capacité 1,4 Go.

\*\* DL signifie « double couche », la capacité du disque est de 2,6 Go.

\*\*\* La valeur entre parenthèses indique la durée d'enregistrement minimale.



Figure 30.6 Hitachi DZ-BD70H.

Premier caméscope dans son genre, ce modèle hybride est équipé à la fois d'un disque dur de 30 Go et d'un graveur de disques MiniBD/MiniDVD. Il fonctionne en 16:9 Full HD (1 920 × 1 080 pixels). Capteur CMOS 1/2,8", zoom 10×, stabilisateur numérique. Dimensions : 77 × 87 × 166 mm. Poids : 575 g.

Tableau 30.5 Caméscope Hitachi (DZ-BD70H)

Enregistrement sur Blu-ray 8 cm (Mini-BD) – HD (16:9)	
Type de disque compatible	BD-R* ou BD-RE**
Format d'enregistrement (HD/16:9)	MPEG-4 AVC/H.264
Durée d'enregistrement simple face :	
• Mode HX (1 920 × 1 080 pixels)	60 min
• Mode HF (1 440 × 1 080 pixels)	80 min
• Mode HS (1 440 × 1 080 pixels)	120 min
Enregistrement sur MiniDVD 8 cm – SD (4:3)	
Type de disque compatible	DVD-R, DVD-RW ou DVD-RAM
Format d'enregistrement (SD/4:3)	MPEG-2 (DVD-VR/DVD-Video)
Durée d'enregistrement simple face :	
• Mode SX (720 × 480 pixels)	20 min
• Mode SF (720 × 480 pixels)	30 min
Prise de vue photo	
Support compatible	Carte mémoire SD (2 Go max)
Format d'enregistrement (4:3)	JPEG (DCF/Exif 2.1)
Résolution maximale	2 400 × 1 800 pixels (4,32 MP)
Photo extraite de la vidéo HD (16:9)	1 920 × 1 080 pixels (2,07 MP)

\* BD-R : disque enregistrable une fois.

\*\* BD-RE : disque réinscriptible.

## 30.11 Caméscopes utilisant les autres supports d'enregistrement

Compte tenu de l'évolution « foudroyante » de la technologie et du marché de la télévision et de la vidéo, on ne peut pas affirmer que tel support d'enregistre-

ment va à coup sûr se substituer aux autres. Dans le domaine de la vidéo grand public cependant, nous ne prenons pas de gros risques en annonçant la rapide désaffection pour la cassette magnétique, d'autant qu'elle se résume déjà aujourd'hui à un seul type ; en effet, la cassette MiniDV s'utilise aussi bien avec les caméscopes DV classiques (codage DV, format 4:3), qu'avec les caméscopes HDV (codage MPEG-2, format 16:9).

Or, les trois autres types de supports utilisés dans les caméscopes de récente génération : les disques Mini-DVD et Blu-ray (BD), le disque dur (HDD) ou la carte mémoire flash (SD, SDHD, MS, etc.) assurent le stockage de la vidéo et de l'audio selon les mêmes protocoles informatiques, en codage AVCHD. C'est pour cela que, dans telle ou telle marque, l'on trouve des caméscopes qui ne diffèrent réellement que par le support d'enregistrement (peut-être par le prix) : à l'acheteur de choisir. Il y a également des modèles « hybrides » associant deux types de supports, HDD et carte mémoire, par exemple.

## 30.12 Les formats numériques professionnels

Nous n'allons pas dans cet ouvrage passer en revue tous les formats d'enregistrement numériques qui sont ou ont été utilisés pour le *broadcast* avec des fortunes diverses (D1, D2, D3, D5, D6). Outre les héritiers du DV (DVCAM chez Sony, DVCPRO chez Panasonic) que nous avons vus (cf. 30.7 & tableau 30.2), plusieurs autres méritent d'être brièvement évoqués, ne serait-ce que parce qu'ils entretiennent des liens très étroits avec « nos » formats de vidéo légère. La plupart des grandes chaînes de télévision et les équipements grand public (caméscopes, téléviseurs, disques BD-Film) étant en train de se convertir à la haute définition, les formats numériques professionnels SD/4:3 sont condamnés à moyen terme. Cette dernière remarque s'applique pleinement aux formats haute définition à la prise de vues (ou à la capture), le 16:9 n'étant qu'une « préférence » vis-à-vis du classique format de ratio 4:3. Il va de soi que rien n'empêche de réaliser et de diffuser d'excellents programmes HD en 4:3, alors que la présentation en 16:9 « recadré » à partir de documents tournés en standard 4:3 produit d'abominables résultats !

### 30.12.1 Digital Betacam

Ce format *broadcast studio* traite le signal vidéo composantes 4:2:2 en 10-bit, selon une faible compression 2:1 de type M-JPEG. Les quatre voies audio numériques sont enregistrées sans compression en 48 kHz/20-bit, c'est-à-dire à la qualité optimale. Il utilise la bande 1/2 pouce à particules métalliques. Les

deux tailles de cassettes offrent, respectivement, des durées d'enregistrement de 40 et de 124 minutes. Le signal vidéo est réparti sur quatre canaux, avec segmentation de six pistes par trame. Une piste de 26 µm de large se compose d'un premier secteur vidéo, de quatre secteurs audio et d'un second secteur vidéo. Il y a également trois pistes longitudinales dévolues à l'asservissement, au *time code* et au repérage audio. Sans entrer dans les détails, signalons que le tambour (Ø 81,4 mm, vitesse de rotation 75 tr/s) d'un magnétoscope Digital Betacam compatible Betacam SP comporte 18 têtes : 4 d'enregistrement, 4 de lecture, 4 de post-lecture immédiate de contrôle de l'enregistrement (dit « mode confiance »), 2 têtes d'effacement piste par piste, plus les 4 têtes autorisant la lecture des cassettes enregistrées en Betacam SP analogique.

La  $V_d$  est de 96,7 mm/s et la  $V_i$  de 19,1 m/s environ. Le  $D_{\text{num}}$  total est de 125 Mbit/s, dont 99 Mbit/s pour la seule vidéo.

### 30.12.2 Betacam SX

En 1996, Sony a conçu le Betacam SX numérique pour remplacer le Betacam SP analogique (cf. 27.2.3) dans ses principales applications, en particulier le reportage télévisé (les *news*). Comme le SP (avec lequel un magnétoscope SX est compatible en lecture), il utilise la bande 1/2 pouce en cassette. Contrairement aux formats fondés sur la compression de type M-JPEG, c'est-à-dire le DV et ses dérivés, il utilise, comme le MicroMV, la compression MPEG-2 selon la norme 422P@ML (cf. 28.20.3), avec un GOP de deux images (IB IB IB...). Cela autorise, avec la même qualité d'image, un taux de compression de 10:1, donc deux

fois supérieur à celui d'un système de type DV. Le  $D_{\text{num}}$  total – incorporant 4 pistes audio (16-bit/48 kHz), les données de correction d'erreurs et autres – est de 40 Mbit/s seulement. Le GOP IB a la vertu de permettre le montage à l'image près : un système astucieux assure lorsqu'il le faut, la conversion sans perte d'une image B (bidirectionnelle) en image I (intra complète).

Pour l'enregistrement, chaque image est segmentée en 12 pistes de 32 µm de large. Une piste est partagée en deux secteurs vidéo, situés de part et d'autre des secteurs audio et de données de gestion système. Le tambour de Ø 81,4 mm tourne au régime de 75 tr/s, la  $V_d$  est de 59,575 mm/s, soit une vitesse d'inscription ( $V_i$ ) de 19,1 m/s environ. Selon un principe analogue à celui que nous avons vu à propos du MicroMV, les têtes E/L portées par le tambour sont légèrement décalées de manière à récupérer, en lecture, toutes les données en cas de déviation de la trajectoire de la tête par rapport aux pistes.

Le Betacam SX est un format très robuste adopté par de nombreuses chaînes TV pour le reportage ENG. Les machines de ce format ne sont plus fabriquées, mais beaucoup sont encore utilisées dans le monde. Dans ce domaine néanmoins, les équipements DVCAM et DVCPRO – lesquels utilisent de plus petites cassettes permettant de créer des caméscopes plus légers et compacts – ont été pour lui de sérieux concurrents qui ont freiné son expansion.

### 30.12.3 XDCam, XDCam EX, XDCam HD422

Le tableau 30.6 confirme que les formats et équipements « professionnels de reportage » évoluent

Tableau 30.6 Comparaison entre sept formats numériques professionnels

Caractéristiques	HD PRO (JVC)	DVCPRO-HD (Panasonic)	Digital Betacam (Sony)	Betacam SX (Sony)	XDCam (Sony)	XDCam EX (Sony)	XDCam HD422 (Sony)
Structure	4:2:0 MP@H-14	4:2:2	4:2:2	4:2:2P@ML	4:2:2P@ML	4:2:2P@ML	4:2:2P@HL
Quantification	8-bit	8-bit	10-bit YUV	8-bit	8-bit	8-bit	Traitement 14-bit
Codage	MPEG-2	DV	M-JPEG	MPEG-2	MPEG-IMX	MPEG-2 (VBR)	MPEG-2
Débit vidéo	25 Mbit/s	100 Mbit/s	90 Mbit/s	18 Mbit/s	50, 40, 30 Mbit/s	35 Mbit/s (HQ)	50 Mbit/s
Canaux audio	Stéréo MPEG-1 Audio Layer 2	4 canaux 48 kHz/16-bit	4 canaux 48 kHz/20-bit	4 canaux 48 kHz/16-bit	8 × 16-bit/48 kHz 4 × 24-bit/48 kHz	PCM/2 canaux 48 kHz/16-bit	4 canaux 48 kHz/16-bit
Support	Cassette MiniDV	Carte P2	Cassette 1/2*	Cassette 1/2"	PFD-23A/23 Go	Carte SxS	PFD-DL50 (Go)
Durée maximale d'enregistrement	63 min	32 min (32 Go)	40 min	62 min	45 min/50 Mbit/s	70 min/16 Go	95 min/50 Go



Figure 30.7 Ces trois caméras HD 16:9 ont en commun de capter des images de résolution  $1\,920 \times 1\,080$  pixels. En revanche, leurs performances, leurs domaines d'application et leur prix diffèrent profondément !

1 *Camescope grand public* : Sony HDR-TG3. Capteur CMOS  $1/5''$ , enregistrement en codage AVCHD sur carte mémoire Memory Stick. Poids : 240 g.

2 *Camescope de reportage broadcast* : Sony PMW-EX3. Famille XDCAM-EX. Capteur Tri-CMOS  $1/2''$ . Enregistrement MPEG-2 « long GOP » sur carte mémoire SxS (ou HDD externe de 60 Go). Poids : 3,6 kg environ.

3 *Caméra « cinéma numérique » CineAlta* : Sony F35. Monocapteur CMOS de format Super 35 ( $23,76 \times 17,92$  mm en 4:3 ou  $23,76 \times 13,36$  mm en 16:9). Filtre « à bandes RVB ». Codage RVB 4:4:4 10-bit en mode MPEG-4 « Studio Profile ». Enregistrement sur cassette HDCAM SR, bande magnétique  $1/2''$  (ici, le magnétoscope SR-W1 est monté à l'arrière de la caméra, mais il peut être déporté avec connexion par câble). Poids : 15 kg environ.

dans le même sens que dans le domaine grand public : les formats « linéaires » (c'est-à-dire dont le support est la cassette de bande magnétique) sont rapidement abandonnés pour cet usage au profit des formats « non linéaires ». Le phénomène est particulièrement bien illustré par les systèmes et équipements Sony (de loin le plus grand créateur de nouveaux formats). La comparaison de trois modèles XDCam montre que chez ce fabricant le choix du support « professionnel » se résume pour l'instant à l'alternative carte mémoire (SxS) ou disque optique type Blu-ray en cartouche : simple couche (PFD-23A = 23,3 Go) ou double couche (PFD-DL50 = 50 Go) ; néanmoins, l'idée du boîtier disque dur que l'on attache à l'arrière du camescope est loin d'être abandonnée.

Par ailleurs, plusieurs camescopes de ces formats enregistrent parallèlement deux fichiers à chaque prise : le fichier HD de la plus haute qualité et un fichier basse résolution (dit « proxy ») portant les mêmes codes temporels (TC). L'opérateur de *news*, par exemple, peut ainsi réaliser rapidement un montage (maquette ou définitif) de son sujet à partir des rushes proxy, la conformation des originaux étant assurée lors du montage définitif (cf. chapitre 23).

### 30.12.4 Cinéma électronique

L'industrie cinématographique est née en 1895 avec les petits films des Frères Lumière. Plus d'un siècle plus tard, bien des réalisateurs de films de fiction continuent à tourner avec la caméra 35 mm et le film

négatif couleur dont ils pensent mieux contrôler les effets qu'avec le procédé vidéo. Il n'empêche que dans les salles de cinéma traditionnelles, les projecteurs de films en galette disparaissent rapidement au profit de vidéoprojecteurs (à moins que la salle elle-même ne soit reconvertie en un autre commerce), tandis que le « marché » du film est davantage représenté de nos jours sous la forme de disques DVD ou de BD « Movie », de distribution des programmes par réseau, par Internet, etc., ce qui accélère considérablement la disparition du film argentique, des caméras et des laboratoires « humides » de traitement et de tirage de copies.

Dans la pratique professionnelle actuelle, le cinéma « argentique » traditionnel devient numérique dès que les rushes sur film négatif ont été développés : même plus besoin de tirer des copies positives de projection. Les originaux sont numérisés par scannage grâce à la machine appelée télécinéma et les travaux ultérieurs de post-production et de diffusion sont effectués « en vidéo », selon les principes exposés dans cet ouvrage.

Pour bien appréhender les aspects de la réalisation professionnelle, il y a lieu de faire la différence entre deux grands domaines d'applications : la *télévision* (ou notre *vidéo*) tournée en direct ou dans les conditions du direct (reportage événementiel ou sportif, programmes de variétés, théâtre filmé, talk shows, journaux télévisés, etc.) et la réalisation d'œuvres dramatiques, essentiellement les *films de fiction*.

Si le procédé d'acquisition des images est numérique dans tous les cas, il est en revanche évident que les conditions de réalisation sont fort différentes.

Tableau 30.7 Principaux formats vidéo DV, HD et/ou cinéma électronique

Format	Nombre de bits	Résolution de l'image	Structure d'échantillonnage	Débit numérique	Algorithme de compression
DV	8-bit	720 × 576 (PAL) 720 × 480 (NTSC)	4:1:1 ou 4:2:0	25 Mbit/s	DCT
DVCPRO 50	8-bit	720 × 576 (PAL) 720 × 480 (NTSC)	4:2:2	50 Mbit/s	DCT
DVCPRO HD	8-bit	960 × 720 – 1 280 × 1 080 – 1 440 × 1 080	4:2:2	100 Mbit/s	DCT
AVCHD	8-bit	1 920 × 1 080 (Full HD) – 1 440 × 1 080 – 1 280 × 720	4:2:0	24 Mbit/s	DCT
AVC Intra	10-bit	1 920 × 1 080 (Full HD) – 1 440 × 1 080 – 1 280 × 720	4:2:2	50 ou 100 Mbit/s	DCT
HDV	8-bit	1 440 × 1 080 ou 1 280 × 720	4:2:0	19-25 Mbit/s	DCT
HDCAM	8-bit	1 440 × 1 080	3:1:1	144 Mbit/s	DCT
HDCAM SR	10-bit	1 920 × 1 080 (Full HD)	4:2:2 ou 4:4:4	440 ou 880 Mbit/s	DCT
CineForm Raw	10-bit Log	2 048 × 1 152 (2,4K)	RVB/RAW + Bayer*	100-140 Mbit/s	Ondelettes
REDCODE Raw	12-bit	4 096 × 2 304 (4K)	RVB/RAW + Bayer*	220 Mbit/s	Ondelettes

\* Il s'agit de systèmes « cinéma électronique » utilisant un seul capteur de très haute résolution, avec analyse des couleurs par filtre mosaïque. Tels les appareils photographiques les plus élaborés, ils enregistrent les images sous la forme de fichiers RAW, lesquels doivent être « développés » avec reconstitution des couleurs grâce à l'opération de dématricage.

Pour la prise de vues en télévision et en vidéo, il faut avant tout disposer de caméscopes légers, autonomes, équipés d'un zoom à amplitude suffisamment élevée pour que l'on puisse filmer le même événement – sportif par exemple – sans changer de place. Disons que les méthodes et équipements présentés dans cet ouvrage se rapportent plutôt à ces définitions.

Il n'y a aucune raison en revanche pour que les méthodes de tournage des « grands films » diffèrent selon que la caméra capture les images sur du film argentique ou sur un capteur : il faut et il suffit que le réalisateur (et les autres collaborateurs) obtienne d'aussi bons ou de meilleurs résultats avec la caméra électronique qu'avec le film, en bénéficiant de conditions de tournage bien plus favorables et sûres.

Tant que la télévision était de définition standard en 4:3, on pouvait tourner les séries TV, par exemple, avec les caméras de studio télé ou autres caméscopes de qualité *broadcast* ; néanmoins, beaucoup d'entre elles étaient tournées avec des équipements cinéma en formats Super-16 ou 35 mm : ce qui convenait aussi bien à la diffusion par les chaînes TV, qu'à la florissante édition sur DVD.

Seulement voilà : l'avènement et la rapide généralisation de la télévision HD en 16:9 et de résolution Full HD, c'est-à-dire 1 920 × 1 080 pixels, avec possibilité de diffusion en 1080p (50 images complètes par seconde !) exige des images de qualité technique bien supérieure à ce que l'on peut obtenir avec une caméra cinéma 35 mm, par exemple.

Dans un grand film de fiction, le prix de location des équipements est important, certes, mais il ne représente qu'un faible pourcentage du budget total.

En effet, tous les équipements (camera, éclairage, studio de montage, etc.) sont loués pour la durée de la réalisation, de sorte que les productions importantes peuvent toujours bénéficier des matériels les plus élaborés du moment. Pour ce qui concerne la prise de vues, il suffit de mettre à la disposition du directeur de la photographie, un type de caméra électronique délivrant – entre des mains expertes – des images d'une qualité technique bien supérieure à celles délivrées « autrefois » par les caméras à film.

Depuis les débuts de la télévision en couleur, il semblait évident qu'une caméra vidéo offrant des performances « professionnelles » devait être tri-capteur, la formule du monocapteur à filtre de Bayer étant réservée aux caméscopes grand public. En photographie numérique cependant – avec laquelle la solution tri-capteur n'est pas envisageable pour des raisons d'encombrement et de prix –, on s'est vite aperçu que l'on pouvait capturer des images de haute résolution en utilisant un monocapteur pourvu d'un filtre mosaïque de sélection des couleurs, à condition que ce capteur soit de dimensions suffisantes et qu'il comporte un nombre élevé de pixels. C'est ainsi que le type d'appareil privilégié par les photographes professionnels ou amateurs avertis est un reflex équipé d'un capteur plein format (c'est-à-dire 24 × 36 mm, comme les appareils à film) intégrant de 12 à plus de 20 millions de pixels (MP).

Les premières caméras cinéma électroniques étaient tri-capteur, comme les caméras et caméscopes professionnels de format et de résolution standards, mais – pour atteindre la qualité du film – elles devaient offrir une plus haute résolution. C'est, par exemple, le cas de la caméra Sony CineAlta F23, laquelle est équipée du système optique tri-CCD 2/3", chaque capteur

offrant une résolution Full HD de 1920 × 1 080 pixels. La visée est électronique. Elle peut fonctionner, par exemple, en mode « cinéma » à 24 im/s en progressif (24p), mode RVB 4:4:4 et traitement 14-bit : ce qui lui confère une latitude d'exposition bien plus étendue qu'avec les traditionnels caméscopes à traitement 8-bit (tableau 30.8).

L'autre solution – qui semble, avec quelques variantes, privilégiée à la fois par les fabricants et par les DP (directeurs de la photographie) – est la caméra monocapteur CCD utilisant un filtre mosaïque RVB disposant du même nombre d'éléments R, V et B (et non, comme avec le filtre de Bayer, deux fois plus d'éléments V que de R et de B). Par exemple, le capteur CCD (probablement d'origine Sony)

équipant la caméra *Panavision Genesis* a une cible de format « Super 35 cinéma », soit 23,6 × 13,3 mm environ. Ce capteur a une résolution RVB de (1 920 × 3) × (1 080 × 2) pixels, soit 12,44 MP. Chaque pixel élémentaire mesure (environ) 4 µm de large pour 6 µm de haut. Un bloc de 3 × 2 pixels RVB est donc un carré de 12 µm de côté. La nouvelle caméra *Sony CineAlta F35*, dont les spécifications exactes n'étaient pas publiées au moment de la rédaction, est probablement très semblable à la *Panavision*. Il existe quelques autres modèles fondés sur les mêmes principes : la caméra électronique *Arriflex D-21* a la particularité d'être pourvue d'un viseur optique (comme les caméras à film de la marque) ; il y a aussi les caméras électroniques *Red One*, *Dalsa Origin*. etc.

Tableau 30.8 Comparaison entre deux caméras cinéma

Caractéristique	Sony CineAlta F23	Panavision Genesis*
Système imageur	3 × CCD 1/3" (RVB)	1 × CCD avec filtre mosaïque RVB
Ratio	16:9	16:9
Dimensions de la cible	9,40 × 5,30 mm	23,62 × 13,28 mm (Super 35)
Nombre de pixels utiles	1 920 × 1 080 (2 MP)	5 760 × 2 160/2 (6,22 MP)
Conversion A/N	14-bit	14-bit (capture), 10-bit (enregistrement)
Nature du signal	RVB (4:4:4) ou YCbCr (4:2:2)	RVB (4:4:4) ou YCbCr (4:2:2)
Format	Mode progressif : 23,98P, 24P, 25P, 29,97P, 50P, 59,94P Mode entrelacé : 50i, 59,94i**	Mode progressif : 23,98P, 24P, 25P, 29,97, 30P Mode entrelacé : 50i, 59,94i, 60i**

\* La caméra Sony CineAlta F35 devrait offrir des spécifications analogues (non publiées lors de la rédaction).

\*\* Bien qu'il soit disponible, le mode entrelacé à la prise de vue est fortement déconseillé.

## Supports d'enregistrement

Depuis l'invention du magnétoscope (Ampex, 1955) jusque vers 1990, on ne savait pas enregistrer le signal vidéo sur un autre support que la bande magnétique. Pour l'enregistrement sonore, au contraire, le disque a précédé la bande magnétique d'une soixantaine d'années ; de plus, le disque a considérablement évolué jusqu'à permettre – avec l'arrivée du DVD – d'enregistrer une vidéo d'excellente qualité.

Entré dans l'ère numérique avec le CD-Audio (1982), le disque optique (DVD ou BD) est devenu – tout au moins au cours de cette décennie – le support le plus utilisé pour l'enregistrement et le stockage de la vidéo. Il faut surtout remarquer que l'avènement du DVD a provoqué la rapide disparition du magnétoscope et de la cassette VHS, lesquels avaient régné sans partage pendant 25 ans sur un immense marché mondial.

### 31.1 Bande magnétique et cassette vidéo

Nous avons abondamment traité de l'enregistrement « hélicoïdal » sur bande magnétique au chapitre 28 consacré à la vidéo analogique. Bien que celle-ci appartienne au passé, nous ne pouvons pas l'ignorer. En effet, les documents vidéo qui ont été enregistrés et archivés selon un procédé et sur un support d'autrefois ne peuvent être visionnés aujourd'hui qu'à l'aide des équipements en état de marche qui ont servi à les créer. On conçoit donc que la chose la plus urgente soit de sauvegarder ces précieux témoins du passé en les transférant sur un support numérique « fait pour durer ».

#### 31.1.1 Cassette

C'est l'adoption de la cassette (remplaçant les premiers systèmes à bobines indépendantes) qui permet de la placer ou de la retirer du magnétoscope quelle que soit la position de la bande. En enregistrement ou en lecture, la bande est entraînée par le *cabestan*. L'enroulement

est dit de type *oméga*, la bande chargée autour du tambour dessinant la forme de cette lettre grecque ( $\Omega$ ). Pour l'enregistrement et la lecture, une certaine longueur de bande est extraite de la cassette (longueur variant selon les systèmes vidéo et les mécanismes adoptés par les constructeurs) : le principe de chargement peut également varier dans un même système, d'un modèle de magnétoscope ou de camescope à l'autre.

Dans les modes *avance rapide* (FF pour *Fast Forward*) et *rembobinage* (RWD pour *Rewind*), la bande est directement entraînée par le moteur provoquant la rotation de l'une ou l'autre bobine. Deux modes de défilement avant/arrière sont habituellement possibles :

- Si l'on part du mode *lecture* (*Play*), la bande est enroulée autour du tambour, ce qui permet la *visualisation* des images à plusieurs fois la vitesse normale de défilement.
- Si l'on part du mode *arrêt* (*Stop*), la bande « déchargée » s'enroule très rapidement d'une bobine à l'autre.

#### 31.1.2 Mini-historique du magnétoscope de salon

Les premières années (à partir de 1976), le *VHS* de JVC ne fut pas le seul système magnétoscope de salon au monde : le *Betamax* de Sony fut un sérieux concurrent sur le marché. Avant de sombrer dans l'oubli, le *Video-2000* de Philips, lancé en 1981, occupa quelque temps une place significative dans les pays de l'Europe du Nord.

Pour l'utilisateur, une autonomie cassette de deux heures est le strict minimum lui permettant d'enregistrer un grand film ou une rencontre sportive, particulièrement s'il programme l'enregistrement automatique durant son absence. Le système de programmation disponible sur la plupart des magnétoscopes de salon, permettait d'enregistrer, sur une même cassette, plusieurs programmes séparés dans le temps, provenant de diverses chaînes TV. Pour cette fonction, l'autonomie de 4 heures offerte par la cassette VHS E-240 était hautement désirable.

Pour une longueur de bande donnée, la durée maximale d'enregistrement dépend de la *vitesse de défilement de la bande* ( $Vd$ ) laquelle varie, d'une part, dans le système considéré, en fonction du *mode de défilement* « standard » (SP pour *Standard Play*) ou « longue durée » (LP pour *Long Play*) que permettaient la plupart des caméscopes analogiques et beaucoup de magnétoscopes. En mode LP, la  $Vd$  de la bande est deux fois plus lente (les pistes vidéo sont deux fois plus étroites) et l'autonomie de la cassette est doublée.

Dans le cas du magnéscope de salon VHS, l'autonomie (en système PAL/SECAM) fut de trois heures jusqu'en 1980 : la cassette correspondante s'appelle *E-180* (minutes). La longueur de bande de  $19\ \mu\text{m}$  d'épaisseur enroulée sur la bobine débitrice est alors de :

$$\begin{aligned} \text{longueur} &= Vd \text{ (mm/s)} \times \text{temps (s)} = 23,39 \times 10\ 800 \\ &= 253\ 000 \text{ mm} = 253 \text{ m} \end{aligned}$$

### 31.1.3 Cassette 8 mm

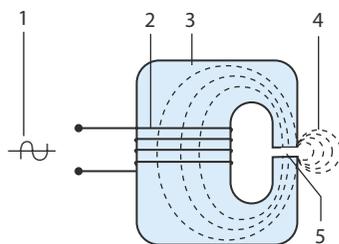


Figure 31.1 L'intensité du flux magnétique (4) qui s'échappe de l'entrefer (5) de la tête est proportionnelle à la tension du courant (1) qui parcourt la bobine (2).

Le flux magnétique modulé est créé par induction dans le noyau en ferrite (3). Le processus est inverse en lecture de la bande.

Contrairement au VHS – d'abord conçu pour le magnéscope de salon – le format 8 mm fut spécifiquement créé pour la prise de vues avec le caméscope, ce qui impliquait une cassette la plus compacte possible. Pour cette utilisation, une durée de plusieurs heures n'est pas nécessaire. La durée usuelle de 90 minutes en défilement SP ( $Vd = 20,051\ \text{mm/s}$ ) s'obtient avec la cassette *P5-90*, laquelle contient environ 108 m de bande de 8 mm de large et de  $10\ \mu\text{m}$  d'épaisseur. Cette autonomie d'une heure et demie est insuffisante pour l'emploi de ce format en « magnéscope de salon », mais il devenait possible en utilisant la même cassette en mode LP. La  $Vd$  étant alors deux fois plus lente ( $10,025\ \text{mm/s}$ ) et les pistes

deux fois plus étroites, la durée est portée à 3 heures, avec – contrairement au VHS – une qualité image et son à peine dégradée par rapport au mode SP. Sony et ses alliés tentèrent effectivement de lancer des magnétoscopes et de commercialiser des cassettes « film » préenregistrées de ce format, mais – le VHS s'étant largement imposé dans le monde – ce fut un cuisant échec. On trouva plus tard des cassettes de deux heures en mode SP : *P5-120* (Vidéo-8) ou *PS-120* (Hi8).

### 31.1.4 Cassette VHS-C

C'est pour les magnétoscopes compacts « portables », bientôt suivis des premiers caméscopes, que le clan du VHS (en particulier JVC son inventeur) développa une « minicassette » spéciale *VHS-C*. D'abord limitée en *VHS-C* à 30 min avec la cassette *EC-30* (44 m de bande), la durée maximale fut portée à 45 min (*E-45*), puis à 60 min (*E-60*). La version *high-band* (*S-VHS-C*) en resta à une durée de 45 min (*SE-C45*). Rappelons qu'il était possible, grâce à un adaptateur de cassette livré avec le caméscope, de lire la cassette *VHS-C* (ou *S-VHS-C*) dans le magnéscope de salon. Cela vous sera peut-être utile de le savoir si vous avez hérité de cassettes enregistrées de ce format, mais pas du caméscope encore capable de les lire.

### 31.1.5 Cassettes pour les formats numériques

C'est l'adoption d'une très petite cassette qui permet de réduire proportionnellement le volume et le poids d'un caméscope. Or, sur le marché grand public, la compacité d'un appareil baladeur est le premier argument de vente. En numérique, il y a le même « vidéogramme » à stocker qu'en analogique – disons une heure de vidéo sonore restituée sur un téléviseur – mais celui-ci est plus facile à enregistrer sur bande magnétique, puisque les modulations continues des signaux analogiques sont remplacées par un flux binaire constitué de 0 et de 1. Pour enregistrer le signal numérique en économisant la bande (donc en réduisant le volume de la cassette), on joue à la fois sur tous les paramètres concernés : largeur, épaisseur, vitesse de défilement de la bande etc., c'est-à-dire le nombre de bits enregistrés par unité de surface. Ces notions ayant été discutées dans les chapitres précédents, le tableau 31.1 comparant les 5 formats grand public résume définitivement la situation.

Tableau 31.1 Une heure d'enregistrement avec chacun des cinq systèmes vidéo grand public à cassette

	VHS-C	8 mm	DV/HDV	D8	MicroMV
Nature du signal vidéo	Analogique	Analogique	Numérique	Numérique	Numérique
Dimensions cassette (mm)	91,4 × 58,4 × 23	95 × 62,5 × 15	66 × 48 × 12,2	95 × 62,5 × 15	46 × 30,2 × 8,5
Volume de la cassette (cm <sup>3</sup> )	123	89	39	89	12
Largeur de la bande (mm)	12,7	8	6,35	8	3,8

	VHS-C	8 mm	DV/HDV	D8	MicroMV
Épaisseur de la bande (µm)	13	13	10	10	5,37
Enduit de la bande magnétique	Oxyde	MP/ME	ME	MP/ME	ME
Longueur de bande/h (m)	88	72	68	104	20,4
Surface de bande/s (mm <sup>2</sup> )	297	160	120	230	21,6
Vitesse de défilement (mm/s)	23,39	20,051	18,831	28,695	5,657
Vitesse d'inscription (m/s)	4,84	3,121	10,2	9,4	6,8
Largeur d'une piste (µm)	49	34,4	10	16,34	5

Valeurs indiquées en système 625 lignes (PAL) à la vitesse normale (SP) de défilement de la bande.

### 31.1.6 Fabrication de la bande magnétique

La bande magnétique classique – VHS, par exemple – est composée de quatre éléments : un *support* de 9 à 16 µm d'épaisseur sur lequel est couché un *enduit magnétique* dispersé dans un *liant* dont l'épaisseur est de 3 à 4 µm. Une *intercouche* extrêmement mince (de l'ordre de 0,05 µm) assure l'adhérence de la couche magnétique sur le support ; enfin, une couche dorsale (de 0,08 à 1 µm) aux propriétés antistatiques améliore le glissement de la bande sur les guides-bande du mécanisme de transport.

Résumons les étapes de sa fabrication.

**1 Mélange et dispersion.** On mélange dans des proportions très précises les oxydes et les produits de dopage dans les matériaux formant le liant (solvant, dispersant, résines, lubrifiants, etc.). La dispersion très homogène des particules d'oxydes dans le liant s'obtient à l'aide de broyeurs et agitateurs mécaniques. La couche magnétique contient environ 70 % d'oxyde magnétique pour 30 % de liant.

**2 Enduction.** Une épaisseur uniforme de pâte magnétique est appliquée par des cylindres dont la surface est structurée, sur le support polyester en bande de grande largeur (généralement 64 cm).

**3 Orientation.** Il faut que les particules d'oxyde magnétique qui cristallisent sous la forme aciculaire (en aiguilles microscopiques) soient orientées dans la même direction, celui du sens longitudinal de la bande. Cela s'obtient par le passage de la bande enduite encore visqueuse dans un puissant champ magnétique.

**4 Séchage.** Les solvants du liant sont évaporés par le passage du ruban en étuve.

**5 Surfaçage ou « calandrage ».** Il consiste à appliquer la surface du ruban sur des cylindres chromés parfaitement polis. Les irrégularités de surface de la bande magnétique provoqueraient en effet de très préjudiciables pertes de niveau à l'enregistrement et en lecture (par mauvais contact de l'entrefer des têtes avec la surface de la bande).

**6 Découpage ou « fendage ».** Des lames circulaires rotatives découpent le ruban en bandelettes de la largeur requise : 12,65 mm dans le cas du VHS.

**7 Conditionnement en cassettes.** Le « cassetage » des bandes les plus répandues à la grande époque

(essentiellement VHS et les minicassettes audio) ne fut que rarement effectué dans les mêmes usines : les fabricants façonniers achetaient le ruban de grande largeur « au kilomètre » et le conditionnaient dans leurs ateliers. Ceci rendait parfois difficile de connaître l'origine de la bande contenue dans une cassette de « sous-marque ». La qualité de la coquille plastique (sa précision de moulage, la manière dont elle était assemblée, etc.) pouvait avoir des conséquences sur sa durabilité.

Les performances mécaniques de la cassette et physiques de la bande devaient être beaucoup plus élevées dans les formats « camescope » (que pour les cassettes VHS des magnétoscopes), en particulier la *densité d'enregistrement* qui est évoquée, dans le tableau 31.1, par la surface de bande en mm<sup>2</sup> consommée par seconde.

### 31.1.7 Types d'enduits magnétiques

On distingue la bande 1/2" à enduit « oxyde » qui ne fut utilisable qu'avec les appareils de la famille VHS et la bande à enduit « métal », indispensable aux autres formats exigeant une densité d'enregistrement plus élevée. Parmi les bandes métal, il faut encore distinguer l'enduit « poudre métallique » (MP) et l'enduit « métal évaporé » (ME).

**1 Bande « oxyde »** (pour les appareils de la famille VHS). L'enduit magnétique est constitué de particules d'oxyde métallique : dioxyde de chrome (CrO<sub>2</sub>), gamma-hématite dopé au cobalt (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Co), etc., en suspension dans le liant. Les particules aciculaires ont une longueur voisine de 0,3 µm (VHS) ou de 0,15 µm (S-VHS). Les bandes sont de qualités diverses et interchangeables en VHS, alors que les bandes S-VHS devaient répondre à des caractéristiques spécifiques et plus élevées (coercivité, rémanence, dimensions des particules).

Sur le plan mécanique, les cassettes VHS/VHS-C et S-VHS/S-VHS-C sont différenciées par des trous d'identification communiquant à l'appareil les informations suivantes : le mode d'enregistrement (S-VHS ou VHS) assurant la commutation automatique du camescope ou magnétoscope sur le mode correspondant, l'épaisseur de la bande (asservissement du mécanisme de défilement) et la durée de la cassette en mode SP.

**2 Bande « particules métalliques » (MP).** Ce type de bande dit « métal » est utilisé dans les formats Vidéo-8/Hi8, pour les cassettes de format DVCPRO (cf. 30.7) et par la plupart des formats numériques professionnels. L'enduit est de la poudre de fer pratiquement pur en suspension dans un liant polymère. Cependant, les grains de fer s'oxydant très rapidement, chacun d'eux est enrobé dans une coque d'oxyde protectrice, laquelle représente 70 % de la particule élémentaire. L'oxyde étant non magnétique et la proportion de liant importante, le magnétisme du fer pur est réduit de 1 710 kA/m à 280 kA/m.

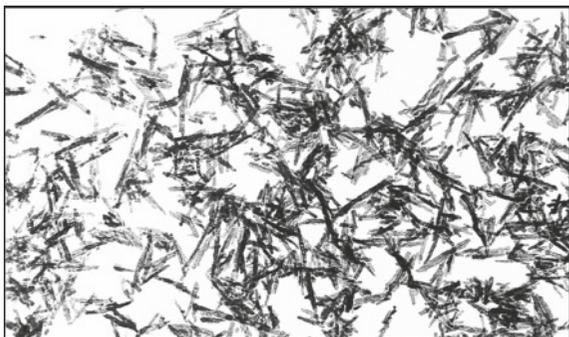


Figure 31.2 Aspect des particules aciculaires dans une bande « métal ».

Chaque particule mesure en moyenne  $0,6 \times 0,05 \mu\text{m}$ . Il y en a plusieurs millions par  $\text{mm}^2$ . Document Sony.

**3 Bande « métal évaporé » (ME).** Créée pour le Hi8 (format acceptant cependant la bande MP, ce qui est aussi le cas du D8), la bande métal évaporé est la seule dont les caractéristiques répondent aux spécifications des formats numériques DV/HDV, DVCAM et MicroMV. La couche d'enregistrement est un très mince film d'alliage métallique magnétique, directement déposé sans liant sur le film support. Cette couche est environ dix fois plus mince que celle d'une bande MP. La bande ME se caractérise essentiellement par l'intensité de son champ magnétique. Autre avantage, elle affiche une distribution de commutation de champ très fine et une orientation magnétique parfaitement uniforme que la bande MP n'atteint pas. Dans une bande oxyde classique, le faible taux de friction tête/bande s'obtient par des additifs du liant, alors que la bande métal impose l'emploi de deux couches supplémentaires extrêmement fines : sur l'enduit, une couche de carbone dur jouant le double rôle de prévenir l'oxydation aérienne de la couche magnétique et de créer une surface de bande parfaitement plane et solide ; une surcouche de lubrifiant abaisse le taux de friction tambour/bande. Enfin, comme avec toutes les bandes, la couche dorsale du support réduit la friction entre la bande et les guides-bande du système de transport.

### Principe de fabrication de la bande métal évaporé (selon BASF)

Le dépôt de l'enduit métal sur le ruban support s'effectue par l'évaporation sous vide poussé d'une large surface d'un alliage métallique. L'alliage Co-Ni (cobalt 80 %/nickel 20 %) en fusion est évaporé – sous un flux d'oxygène ( $\text{O}_2$ ) – selon une incidence oblique par rapport à la surface du ruban. Les molécules d'alliage sont « bombardées » sous la forme d'un faisceau plat, grâce à un canon à électrons. La vapeur métallique se condense sur le support plastique, tandis que la chaleur est rapidement dissipée par le passage immédiat du ruban enduit sur un tambour de refroidissement. Le cobalt et le nickel ayant des taux d'évaporation très voisins, la composition de l'alliage ne varie pas pendant la durée du processus. L'angle d'incidence du faisceau de bombardement électronique variant continuellement de quelques degrés, la couche se dépose en strates curvilignes obliques (en « écailles de poisson »), selon un angle d'environ  $38^\circ$  par rapport à la surface de la bande ; c'est l'angle le plus favorable à la magnétisation. La couche d'enregistrement des bandes ME est généralement constituée de la superposition de deux dépôts évaporés successifs (DL pour *Double Layer*). Les autres couches (dorsale, protectrice de carbone, surcouche antifriction) sont appliquées de manière conventionnelle par des cylindres d'enduction.

### 31.1.8 Caractéristiques magnétiques

Outre les spécifications mécaniques et les mesures de gain relatif, deux valeurs seulement déterminent l'adéquation de la bande à un format donné :

- La *rémanence* ou *induction magnétique* (**B**) caractérise la persistance de l'aimantation de la bande après retrait du champ magnétique d'enregistrement. Elle s'exprime le plus souvent en *gauss* (**G**), bien que l'unité légale soit le *tesla* (**T**).  $1 \text{ T} = 10\,000 \text{ G}$ . On utilise plus commodément le millitesla ( $1 \text{ mT} = 10 \text{ G}$ ).
- La *coercivité* (**H**) est l'intensité du champ magnétique nécessaire à l'effacement de la bande enregistrée. Elle s'exprime communément en *œrsted* (**Oe**) qui est l'unité d'intensité de champ magnétique dans le système CGS. L'unité légale est cependant l'*ampère par mètre* (**A/m**), mais dans le cas des bandes magnétiques, on utilise plutôt le *kiloampère par mètre* (**kA/m**), lequel vaut évidemment  $1\,000 \text{ A/m}$ .  $1 \text{ kA/m} = 12,6 \text{ Oe}$  environ.

La bande gardera d'autant plus longtemps le signal enregistré que sa rémanence (**B**) est plus élevée ; corrélativement, son effacement implique une coercivité (**H**) elle-même plus élevée.

La comparaison des valeurs de rémanence et de coercivité indiquées par le tableau 31.2 explique pourquoi un camescope VHS-C ne peut pas utiliser

Tableau 31.2 Caractéristiques magnétiques typiques pour différents types de bandes

Caractéristiques	VHS-C	S-VHS	Vidéo-8	Hi8 MP	DV ME
Rémanence (B) G/mT	1 550/155	1 700/170	2 600/260	2 650/265	4 500/450
Coercivité (H) Oe/kA/m	750/60	847/67,2	1 610/128	1 600/127	1 510/120

une cassette S-VHS-C, ni un caméscope Vidéo-8, une cassette Hi8. En effet, les circuits de ces appareils de plus ancienne génération ne sont pas prévus pour l'emploi de bandes ayant des caractéristiques de rémanence et de coercivité plus élevées. En revanche, la compatibilité « descendante » est assurée par les caméscopes S-VHS-C ou Hi8 : ils fonctionnent dans le mode correspondant à la cassette que l'on introduit dans le logement. Si, par exemple, on insère une cassette VHS-C dans un caméscope S-VHS-C (ou une cassette VHS dans un magnétoscope S-VHS), l'appareil en reconnaît immédiatement la nature (grâce à des trous d'identification de la cassette) et se commut automatiquement en mode VHS.

### 31.1.9 Enregistrement du numérique sur pistes linéaires « massivement parallèles »

Les technologies électroniques et informatiques évoluent si rapidement en ce début de XXI<sup>e</sup> siècle que l'on ne peut pas affirmer (ni croire) que tel principe d'enregistrement numérique va définitivement s'imposer. Pour la prise de vue avec le caméscope, les problèmes d'autonomie, compacité, coût du média, etc., sont convenablement résolus par l'emploi de différents types de supports « provisoires » (bande magnétique, disque dur, disque optique, mémoire flash).

Le véritable problème d'aujourd'hui concerne l'archivage et la conservation à long terme des documents audiovisuels « définitifs » (ainsi que les bases de données en général), lesquels nécessitent des supports de



Figure 31.3 Grâce à son énorme capacité, à sa fiabilité et à son coût modéré, la cassette de bande magnétique Ultrium LTO a plus de chances de se perpétuer que la cassette purement vidéo.

très grande capacité – des centaines de Go – fiables et offrant une longue durée de conservation. Parmi les divers systèmes de stockage sur bande magnétique qui furent proposés par les fabricants, il se peut que le procédé *LTO* (*Linear Tape Open*), commercialisé sous l'appellation Ultrium, puisse s'imposer. Cette technologie initiée et développée par *Hewlett-Packard*, *IBM* et *Seagate* a été également adoptée par d'importants fabricants de matériel et/ou de supports magnétiques tels que *Fujifilm*, *Imation*, *Maxell*, *Sony*, *Tandberg*, *TDK*, etc., ce qui augmente ses chances de survie.

Tableau 31.3 Feuille de route du système LTO de stockage des données sur cassette

Génération	LTO-1	LTO-2	LTO-3	LTO-4	LTO-5	LTO-6
Année de mise en service	2000	2002	2005	2007	2008	NC
Capacité nominale*	100 Go	200 Go	400 Go	800 Go	1,6 To	3,2 To
Taux de transfert maximal	20 Mo/s	40 Mo/s	80 Mo/s	120 Mo/s	180 Mo/s	270 Mo/s
Existe en version WORM**	Non	Non	Oui	Oui	Prévu	Prévu
Épaisseur de la bande	8,9 µm	8,9 µm	8 µm	6,6 µm	–	–
Longueur de la bande	609 m	609 m	680 m	820 m	–	–
Nombre de pistes	384	512	704	896	–	–
Modules de têtes E/L***	8	8	16	16	–	–
Densité linéaire (bits/mm)	4 880	7 398	9 638	9 638	13 300	–
Nombre de passes requis pour enregistrer une série de données	48	64	44	56	–	–

\* La capacité peut doubler, grâce à un algorithme de compression de 2:1 (IBM).

\*\* WORM (*Write Only, Read Many*) : un seul enregistrement, lecture illimitée.

\*\*\* Têtes d'enregistrement/lecture.

La cassette Ultrium mesure  $102 \times 105,4 \times 21,5$  mm et contient plusieurs centaines de mètres de bande magnétique de  $1/2$  pouce (12,65 mm) de large. Les données sont enregistrées sur des pistes linéaires parallèles disposées en bandes de données, séparées par des pistes d'asservissement. Le fonctionnement du système d'enregistrement LTO est beaucoup trop complexe pour être détaillé dans cet ouvrage. Cependant, les énormes capacités annoncées dans le tableau 31.3 laissent penser que – en dépit des excellentes performances assurées par les autres supports de stockage (disque optique, disque dur ou mémoire flash) – la cassette de bande magnétique ne va pas forcément disparaître.

## 31.2 Le disque dur

Appelé HDD (*Hard Disk Drive*) dans le langage informatique, le disque dur est une mémoire magnétique de masse. Selon sa configuration, la capacité d'un disque dur peut aller de quelques Go (par exemple, le Minidisc dur compatible avec la carte mémoire CF type II), à quelques dizaines de Go (came scope, viseur de carte, etc.), à plusieurs centaines de Go (HDD interne ou externe pour ordinateur). On trouve désormais chez différents constructeurs, des modèles compacts de disques durs atteignant (et dépassant bientôt) la capacité phénoménale de 1 téraoctet (To), soit 1 024 Go.



Figure 31.4 Support de stockage des données numériques autrefois onéreux, encombrant et lourd, le disque dur (HDD pour *Hard Disk Drive*) a formidablement progressé au cours de la dernière décennie : à la fois en capacité, en fiabilité, en compacité et en portabilité, alors que son prix de vente baissait de manière spectaculaire : parmi les supports couramment utilisés en vidéo, c'est de loin le moins cher au gigaoctet.

Dans son boîtier hermétique, un disque dur de modèle courant contient de 1 à 5 plateaux empilés à faible distance l'un de l'autre ; ils sont fixés sur le même axe central et tournent ensemble, rapidement, dans le sens anti-horaire. Un plateau est un disque rigide – en

aluminium, en verre ou en céramique – dont les deux faces polies miroir sont enduites d'une mince couche magnétique ayant la même fonction que le revêtement de la bande magnétique : stocker les données en mode binaire. Ces données sont inscrites ou lues dans la couche grâce à une tête minuscule d'enregistrement/lecture (E/L) dite « inductive », laquelle n'est jamais en contact avec le matériau, mais qui, pour l'enregistrement ou la lecture, « vole » à quelques micromètres au-dessus de la surface du disque, grâce à un coussin d'air créé par la rotation rapide du disque. Comme pour une tête montée sur le tambour d'un magnétoscope (cf. 28.1), le flux électrique qui traverse la tête modifie l'orientation de l'empreinte magnétique locale pour écrire un bit de valeur 0 ou de valeur 1 sur une piste du disque. La lecture procède du phénomène inverse : le champ magnétique des empreintes du disque induit un flux électrique dans la tête, lequel est amplifié afin de restituer la série des bits en sortie.

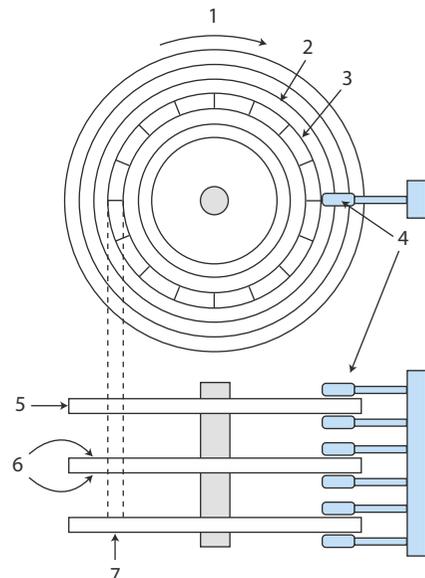


Figure 31.5 Principe de fonctionnement d'un disque dur.

Celui-ci comprend généralement plusieurs plateaux comportant chacun deux faces magnétiques. Les têtes d'enregistrement/lecture, portées par des bras mobiles couplés entre eux, enregistrent et lisent exactement les mêmes secteurs et pistes des différents plateaux au même instant : ce qui éclaire la notion un peu mystérieuse de cylindre.

1 Sens de rotation – 2 Piste – 3 Secteur – 4 Têtes d'enregistrement/lecture – 5 Plateau – 6 Surfaces – 7 Cylindre.

Toutes les têtes (une tête par face active de disque) sont portées par des bras mobiles triangulaires (ou « actuateurs ») qui sont mécaniquement liés entre eux et peuvent « balayer » de conserve les surfaces de chaque plateau ; cependant, une seule tête peut lire ou écrire sur le disque à un instant donné. Il est hallucinant de voir ces têtes se déplacer en même temps d'une piste à l'autre de la surface des plateaux, à une cadence de l'ordre de 50 mouvements (hertz) par seconde !

### 31.2.1 Formatage d'un disque dur

Un disque dur pouvant contenir des milliards de bits, il est indispensable d'organiser les données afin de localiser et d'accéder aux informations au moment où l'on en a besoin : tel est le but du *formatage*. Un HDD requiert deux types de formatage :

**1 Formatage de bas niveau** (formatage physique). Un disque dur externe que l'on achète est déjà formaté « bas niveau » en usine. Son but est de diviser la surface des disques en éléments géométriques de base, par polarisation de la couche magnétique.

a) Les *pistes* sont d'étroites couronnes concentriques « écrites » sur chaque face des plateaux. Un disque comporte des milliers de pistes, numérotées de 0 à  $n$  de la périphérie vers le centre du plateau. Les pistes sont isolées entre elles par un mince espace interpiste non polarisé (ou *gap*).

b) Les pistes sont partagées en quartiers appelés *secteurs*. Chaque piste comporte de 60 à 120 secteurs, numérotés à partir de 1. Comme les pistes, les secteurs sont isolés les uns des autres par un espace non polarisé.

c) On appelle *cylindre* l'ensemble des données enregistrées sur les pistes et les secteurs de même numéro, mais localisées sur les différents plateaux. Les données contenues dans les secteurs correspondants sont donc organisées verticalement les unes au-dessus des autres, en créant dans l'espace un « cylindre » de données.

**2 Formatage de haut niveau** (formatage logique). Alors que le formatage physique est propre à chaque modèle de HDD (raison pour laquelle il est effectué en usine par le fabricant), le formatage logique a pour mission de créer les systèmes de fichiers sur le HDD, de manière à permettre au système d'exploitation de votre ordinateur d'utiliser l'espace disque pour stocker et utiliser des fichiers. Néanmoins, les systèmes d'exploitation utilisent des systèmes de fichiers différents, de sorte que si vous ne formatez votre disque dur que pour un seul système de fichiers, vous ne pourrez y installer que des systèmes d'exploitation utilisant un même système de fichier. La solution universelle à ce problème est de créer des *partitions* dans le disque dur : chaque partition indépendante des autres peut alors gérer un système de fichier particulier.

### 31.2.2 Partitionnement des disques durs : FAT 16 et FAT 32

La table d'allocation de fichiers, ou FAT (*File Allocation Table*), définit la manière dont la mémoire (flash ou disque dur) est partagée en secteurs, contenant 512 ou 1 024 octets, ainsi qu'en groupes de secteurs (ou *clusters*). Les clusters constituant un fichier n'étant pas rangés les uns à la suite des autres dans la mémoire, le système FAT permet de maintenir l'intégrité de la structure du fichier en créant des liens entre

les éléments qui le constituent. Avec le système FAT 16 (qu'on appelle simplement FAT), les adresses des clusters sont mémorisées en 16-bit, ce qui ne permet d'adresser que  $2^{16} - 1 = 65\,535$  clusters.

#### Remarque

Pourquoi «  $2^{16} - 1$  » ? Parce qu'en système binaire, le zéro est une valeur : la numération complète va donc de 0 à 65 535 et non de 1 à 65 536 comme en décimal.

Cependant, un cluster étant constitué d'un nombre prédéterminé de secteurs de 512 octets contigus (4, 8, 16, 32), la taille maximale d'une partition de FAT est égale au nombre de clusters multiplié par la taille du cluster. En FAT 16 et avec des clusters de 32 Ko, la taille maximale de la partition est donc de  $65\,535 \times 32\text{ Ko} = 2\text{ Go}$ .

Or, une capacité de 2 Go est bien trop faible pour le stockage de la vidéo de qualité dans un caméscope (disque dur ou carte mémoire), ainsi d'ailleurs que dans un appareil photo numérique (APN) tel un reflex à capteur de plus de 10 MP, lequel doit accepter des cartes mémoire de capacité supérieure à 2 Go. Le protocole FAT 16 est désormais inutilisable pour nos applications vidéo ou photo impliquant la manipulation de lourds fichiers.

Pour cette raison, la partition de mémoire créée lors du formatage logique d'un HDD ou d'une carte mémoire « embarquée » sur un caméscope ou autre appareil « baladeur » s'effectue sous le protocole FAT 32 (32-bit) : en réalité sur 28-bit, 4 bits étant réservés à d'autres fonctions. Avec le FAT 32, le nombre maximal de clusters par partition passe ainsi de 65 535 à  $2^{28} - 1 = 268\,435\,455$ , soit 4 096 fois plus qu'en FAT 16. La taille théorique de partition maximale est donc de l'ordre de  $2\text{ Go} \times 4\,096 = 8\text{ To}$ , mais pour des raisons de gestion informatique, elle est volontairement limitée à 32 Go (c'est la capacité maximale initialement prévue pour les cartes mémoire ; mais cette dernière va probablement augmenter). Le système de fichiers FAT 32 utilise des clusters plus petits que le FAT 16 (typiquement des clusters de 4 Ko pour des volumes allant jusqu'à 8 Go), il contient des doubles de sécurité des enregistrements d'amorçage et se caractérise par un répertoire type « racine » qui peut être de n'importe quelle taille et situé n'importe où dans le volume.

### 31.2.3 Partitionnement des disques durs : NTFS ou FAT 32 ?

Si le système d'exploitation de votre ordinateur PC est Microsoft Windows NT, XP ou Vista, vous avez le choix de partitionner son (ou ses) disque(s) dur(s), soit en FAT 32, soit en système de fichiers NTFS (*NT File System*). Système propriétaire de Microsoft, le NTFS

offre de nombreuses caractéristiques améliorées par rapport au FAT 32 : compression, cryptage des données, autorisations d'accès et niveaux de permissions, marquage de points de montage, volume de stockage étendu, réparation automatique des secteurs défectueux (détectés et signalés de manière à ce qu'ils ne soient pas utilisés), etc.

Un gros avantage du NTFS est lié à la taille des clusters. On a vu que le cluster est la plus petite unité allouée par le système d'exploitation (OS) pour le stockage des données. Puisqu'un cluster ne peut contenir qu'un seul fichier, il s'ensuit qu'il y a perte de volume de stockage quand un fichier est plus petit que la taille minimale du cluster. Compte tenu de la grande capacité des disques durs actuels, on peut considérer que les minuscules clusters (minimum 4 Ko) du FAT 32 ou du NTFS permettent d'économiser de 2 à 8 fois plus d'espace de stockage que le FAT 16 (avec ses « gros » clusters de 512 Ko) ; pour des raisons semblables, le temps d'accès au disque dur est beaucoup plus bref.

Un point qui intéresse particulièrement les vidéastes que nous sommes : avec le NTFS (version 5.1 pour Windows XP, par exemple), la taille de fichier est théoriquement illimitée, alors qu'elle est – dans le meilleur des cas – limitée à 4 Go en système FAT 32.

Structurellement, une partition NTFS contient – entre autre – une table principale de fichiers appelée MFT (*Master File Table*) laquelle réunit toutes les informations relatives à un fichier, sa taille, date, ses niveaux de permission, etc.

### 31.3 Carte mémoire flash (CM) et mémoire état solide (SSD)

La mémoire flash, inventée par Toshiba dans les années 1980, assure la sauvegarde des données numériques et leur stockage permanent. Comme tous les composants électroniques, elle a considérablement progressé depuis, en se diversifiant en une multitude de formats et de capacités.

Il faut d'abord savoir qu'une part de la capacité (plutôt exprimée en Go pour ce qui concerne la vidéo) indiquée sur une CM est utilisée pour son formatage et autres fonctions utilitaires. La capacité effectivement utilisable pour le stockage des fichiers est toujours inférieure. Ainsi par exemple, une CM de 1 Go offrira-t-elle 945 Mo d'espace libre pour les images. La CM incorpore une puce de gestion appelée *contrôleur*. Servant d'interface de commande et de contrôle, le contrôleur assure le bon fonctionnement de la carte en permettant au système hôte (ordinateur, camescope, etc.) d'accéder aux cellules mémoire et d'y retrouver les données qui y sont enregistrées. La succession d'opérations préliminaires à l'emploi d'une carte mémoire s'appelle formatage. Ce dernier est automatiquement géré par l'appareil et comprend les opérations suivantes :

- Test de chacune des cellules mémoire de la carte. Identification et localisation des cellules reconnues défectueuses et mesures préventives de manière à ce qu'elles ne soient pas utilisées en lecture ni pour l'écriture.

Tableau 31.4 Caractéristiques techniques d'un disque dur à hautes performances

Caractéristiques	Définition	Disque dur Hitachi Deskstar 7K 1 000
Interface (connectique du HDD)	Les plus courantes sont : IDE/ATA, Serial ATA (SATA), SCSI, USB, FireWire	SATA (débit 3 Gbit/s)
Facteur de forme	Diamètre des plateaux, exprimé en pouces (1 pouce = 25,4 mm)	3,5 pouces
Capacité	Volume de données (en multiples d'octets) pouvant être stockées sur le disque	1 To
Nombre de plateaux, faces et têtes	Chaque plateau peut avoir deux faces actives (une tête E/L par face)	5 plateaux, 10 faces
Vitesse de rotation des plateaux	Elle est exprimée en nombre de tours par minute (tpm ou rpm)	7 200 tpm
Taille de secteur (en octets)	Nombre maximal d'octets pouvant être enregistrés par un secteur	512 octets
Débit de transfert (Mbit/s)	Quantité de données pouvant être lues ou écrites par seconde sur le disque	1 070 Mbit/s (max)
Temps de latence (ms)	Temps écoulé entre le moment où le disque trouve la piste et celui où il trouve les données	4,17 ms (moyenne)
Temps de recherche (ms)	Temps moyen que met la tête pour se positionner sur la bonne piste, puis pour accéder aux données désirées	8,5 ms (lecture) 9,2 ms (écriture)
Mémoire cache (ou tampon)	Quantité de mémoire embarquée : accède très rapidement aux données de gestion	32 Mo
Dimensions	Hauteur × Largeur × Profondeur (en mm)	26,1 × 101,6 × 147

- Mise en réserve d'un certain nombre de cellules, prêtes à se substituer aux cellules qui pourraient tomber en panne au cours du temps.
- Création d'une table d'allocation de fichiers ou FAT (*File Allocation Table*). Ainsi que nous l'avons vu avec le disque dur (géré de manière identique à la mémoire flash), le système de gestion des fichiers est une sorte de répertoire qui identifie et permet d'accéder à tous les fichiers stockés.
- D'autres cellules sont utilisées par le contrôleur de la carte, par exemple, pour le stockage des mises à jour du logiciel fabricant ou autres informations spécifiques au contrôleur. Enfin, certaines cellules sont réservées aux dispositifs de sécurité et de protection contre la copie illicite.

Les **avantages** d'une carte mémoire flash sont les suivants :

- Petite taille physique : la compacité de la carte mémoire est en rapport avec les dimensions du boîtier de l'appareil nomade (camescope, APN, téléphone, etc.).
- Fiabilité des données mémorisées : les mémoires de stockage incorporent un code de correction d'erreurs (ECC pour *Error Correction Code*) capable de détecter un seul bit invalide. Par exemple, l'ECC de tel modèle de SSD localise un bit erroné sur  $10^{15}$  bits lus (1 bit sur mille milliards de bits).
- Grande durée de vie : la garantie fabricant est par exemple de 5 ou 10 ans en utilisation normale. Une carte mémoire ne s'utilisant (actuellement et compte tenu du prix encore élevé des CM de très grande capacité) que pour le stockage provisoire des données, cela représente un très grand nombre de cycles écriture/lecture/effacement.
- Le contrôleur incorporé aux cartes mémoire met en œuvre un processus élaboré de répartition de l'usure, répartissant également les cycles d'écriture sur tous les secteurs de la carte, ce qui prolonge sa durée de vie utile.
- Fiabilité de la cellule flash : la carte de type MLC (*Multi-Level Cell*) stockant deux bits par cellule est garantie pour 10 000 cycles d'écriture/effacement par secteur physique ; la cellule un niveau (SLC pour *Single-Level Cell*) pour 100 000 cycles. Cette dernière est donc considérée comme plus fiable, mais tout est relatif dans ce domaine : un utilisateur qui écrirait et effacerait complètement sa MLC une fois par jour pourrait le faire pendant 27 ans !
- Reconstruction automatique des secteurs endommagés. Le contrôleur localise automatiquement les secteurs contenant des cellules mémoires mortes (les mauvais blocs) : afin d'éviter la perte des informations, les données concernées sont relogées dans les cellules de rechange évoquées plus haut.

### 31.3.1 Un petit peu de technologie

**1 NOR et NAND.** Alors que la mémoire-tampon d'un ordinateur doit être alimentée en courant pour

conserver les données, la carte mémoire flash (ou SSD) conserve les données : les fichiers y sont mémorisés tant qu'ils n'ont pas été volontairement effacés. Il existe deux grandes technologies de mémoire flash : NOR et NAND, chacune d'elles répondant mieux à différents domaines d'application. La technologie flash NOR a la spécificité d'autoriser l'accès aléatoire rapide aux données localisées à n'importe quel emplacement de la mémoire : cette architecture est idéale pour la programmation. Contrairement à la NOR, la mémoire flash NAND lit et écrit les données en mode séquentiel, sous la forme de secteurs (ou blocs, ou pages) dont l'assemblage ordonné constitue, par exemple, un fichier image complet.

Les images numériques fixes ou animées étant enregistrées et lues séquentiellement, les cartes mémoire utilisées par les appareils photo et camescopes sont toujours de technologie NAND.

**2 Plus de mémoire dans le même volume.** Les premiers APN étaient dotés d'un capteur CCD de faible résolution (de 1 à 3 MP). Pour enregistrer ses images, l'utilisateur pouvait se contenter de la faible capacité (8, 16, 32 Mo) des cartes mémoire disponibles à l'époque. Bientôt, la prolifération des appareils nomades miniaturisés, en particulier le téléphone mobile « multifonctions », incita les fabricants de mémoires flash à mettre au point des types de CM plus compactes et mémorisant plus de données par unité de volume. Par exemple, les appareils reflex numériques (RN) d'aujourd'hui, dotés de capteurs de 12 MP ou plus, génèrent de lourds fichiers, lesquels impliquent l'utilisation de CM de grande capacité.

En photographie, si l'on veut opérer confortablement sur le terrain, une carte mémoire de 1 Go est un minimum. Actuellement, les cartes de 2, 4 et même 8 Go sont d'emploi courant chez les professionnels. La carte de 16 Go est disponible depuis 2008 et la 32 Go le sera couramment avant 2010. À notre avis – que vous partagerez sans doute – un camescope HD agréable d'emploi doit embarquer un minimum de 20 Go de mémoire, bien davantage si possible.

Différentes techniques, souvent employées conjointement, permettent d'augmenter considérablement la capacité embarquée dans un même format de carte mémoire.

- *Empilement de circuits.* La manière la plus simple utilisée depuis longtemps par les fabricants de composants semi-conducteurs est de superposer (et/ou de juxtaposer) d'interconnecter et d'encapsuler plusieurs puces (« monolithiques ») identiques.
- *Cellules MLC (Multi-Level Cell).* Une cellule mémoire normale de type SLC (*Single-Level Cell*) mémorise 1-bit, soit  $2^1 = 2$  valeurs (0 et 1). Inventée par Intel, la cellule mémoire MLC mémorise 2-bit, soit  $2^2 = 4$  valeurs, ce qui double la capacité de la puce de même dimensions. En 2008, SanDisk associé à Toshiba a lancé des mémoires à cellules MLC mémorisant 3 bits, soit  $2^3 = 8$  valeurs (quatre fois

plus de données qu'avec la SLC). Il est fortement question de créer des mémoires à cellules mémorisant 4 bits ( $2^4 = 16$ , soit 8 fois plus de données que la SLC). Et ce n'est peut-être pas fini...

- **Réduction de la taille des cellules.** La capacité des cartes mémoire faisant plus que doubler chaque année, les fabricants concurrents sont contraints d'optimiser sans cesse de nouvelles technologies et processus de fabrication. Pour en rester à la CM flash, l'augmentation de la capacité dans un même format de carte résulte au moins autant de la réduction de la taille des cellules que de l'adoption du MLC. En quelques années, la *process technology* (c'est-à-dire la finesse de gravure des cellules dans le substrat en silicium) est passée successivement de 90 nm, à 65 nm, à 56 nm, à 43 nm et même à 30 nm.

### Carte mémoire (ou HDD) : capacité annoncée par le fabricant et capacité réelle

Dans tous les cas, la capacité réelle « mesurée » par l'ordinateur est inférieure à celle imprimée sur l'étiquette de la carte mémoire. Voici l'explication :

#### Définition du mégaoctet

1 *La vraie.* Pour l'OS de l'ordinateur (qui compte en binaire et ne triche jamais !), un mégaoctet (Mo) est égal à  $2^{20}$  octets (soit 1 048 576 octets).

2 *La fausse.* Les fabricants de HDD et de cartes mémoire « rabiotent » environ 5 % de la capacité nominale en affirmant que 1 Mo = 1 million d'octets.

#### Capacité du média non formaté

La capacité maximale d'un HDD ou d'une carte mémoire<sup>1</sup> avant formatage se calcule ainsi :

capacité = (nombre de cylindres) × (nombre de têtes) × (nombre de secteurs) × (nombre d'octets par piste)

Prenons l'exemple d'une carte CompactFlash (CF) de 64 Mo fabriquée par *SanDisk* (une très faible capacité que nous avons choisie afin de simplifier les calculs). Cette carte CF incorpore : 490 cylindres – 8 têtes – 32 secteurs – 512 octets par piste.

Le calcul indique une capacité avant formatage de :

$[(490) \times (8) \times (32) \times (512)] = 64\,225\,280$  octets

Néanmoins, la capacité affichée par l'ordinateur après formatage (les « données utilisateur ») est de 63 934 464 octets. On voit que le formatage consomme un petit nombre d'octets. Dans ce cas :  $64\,225\,280 - 63\,934\,464 = 290\,816$  octets (284 Ko, environ) c'est-à-dire de l'ordre de 0,5 % de la capacité totale.

#### Quelle est la capacité de la carte formatée ?

Rappelons que 1 Mo représente un million d'octets pour le fabricant (et l'étiquette du média), alors qu'en

numération binaire (et pour l'ordinateur) 1 Mo vaut 1 048 576 octets. En conséquence, la capacité réelle de la carte CF 64 Mo une fois formatée est de :

$63\,934\,464 / 1\,048\,576 = 60\,972\,656 = 60,9$  Mo

On peut dire que la capacité réelle d'un de ces médias est d'environ 5 % inférieure à celle qui est indiquée par le fabricant.

## 31.3.2 Formats de cartes mémoire et de SSD

Il y a d'abord les cartes mémoire d'usage général que tout le monde connaît : toujours amovibles, on les trouve sur une foule d'équipements mobiles pourvus de *slots* (lecteurs de cartes) de même format. Dans une grande majorité de caméscopes, la CM de capacité limitée est essentiellement destinée à la photo numérique (cf. 14.8). Pour cette fonction « photo », les modèles de différentes marques utilisent la carte SD/SDHD (*Secure Digital/Secure Digital High Definition*), à l'exception notable des caméscopes d'origine Sony qui utilisent la carte mémoire MS (*Memory Stick*) propriétaire de la marque.

Il en va tout autrement quand il s'agit de stocker la vidéo dans une mémoire « solide » de grande capacité, que l'on appelle plutôt maintenant SSD (*Solid State Drive*). Elle est appelée à remplacer le HDD dans tous les systèmes portables, particulièrement les ordinateurs portables extra-minces qui dominent aujourd'hui le marché. Dans le domaine vidéo, la carte SDHD s'utilise par groupe de quatre contenue dans un boîtier de format PCMCIA baptisée P2 (caméscope *Panasonic AG-HVX200*, par exemple). Avec une P2 associant quatre SDHD de 16 Go chacune, on bénéficie de 64 Go de mémoire, laquelle sera portée à 128 Go suite à la commercialisation de la SDHD de 32 Go.



Figure 31.6 Carte mémoire SDHC 32 Go Toshiba.

Il suffit de rappeler ses dimensions (32 × 24 × 2,1 mm) et son poids (3 g environ) pour comprendre que l'avenir du stockage des données appartient à la mémoire flash !

On a vu au chapitre 12 (cf. 12.5) que, depuis 2008, *SanDisk* produit pour *Sony* un nouveau type de carte mémoire appelée *SxS*, spécialement conçue pour les

1. Bien qu'elle soit rectangulaire (et non circulaire) les fabricants considèrent que la carte flash est un « disque dur statique » (SSD pour *Solid State Drive*) : ce qui permet de calculer sa capacité « non formatée » de la même manière que pour un HDD.

caméscopes professionnels de type *XDCAM*. Il va de soi que la capacité maximale limitée à 32 Go annoncée au lancement sera rapidement dépassée.

Donnons un autre exemple que nous pensons très révélateur de l'évolution. En fin 2007, le géant coréen *Samsung* présentait le prototype de la première puce 64 Gbit (soit 8 Go), de technologie 30 nm. Or, il est possible d'intégrer 16 de ces puces dans une CM de format SD standard, ce qui lui conférerait une capacité totale de  $(16 \times 8 =) 128$  Go. Elle devrait être commercialisée en 2009 et il y a fort à parier qu'à cette époque les concurrents de Samsung en auront une semblable en catalogue !



Figure 31.7 Carte SSD 72 Go SanDisk.

*L'interface Serial-ATA, la compacité, la fiabilité et la grande capacité de la carte mémoire SSD (Solid State Drive) en font le support de stockage idéal pour les ordinateurs portables ultra-minces et bien sûr les caméscopes. Seul le coût de ces cartes de très haute capacité peut en retarder la généralisation (en lieu et place du disque dur). On peut voir que la carte est constituée de l'addition de 12 « puces » individuelles de 6 Go.*

Compte tenu de l'évolution explosive de la technologie, il est imprudent de jouer les prophètes, même à court terme. Nous pensons toutefois que – pour la prise de vues tout au moins, car l'archivage est un autre problème – l'enregistrement de la vidéo sur SSD bénéficie des qualités nécessaires pour s'imposer face à tous les autres systèmes (MiniDV, HDD, DVD/BD). Ce qui va retarder la commercialisation des caméscopes haut de gamme à mémoire statique est le coût encore très élevé des CM/SSD de plusieurs dizaines de Go. En attendant que leur prix baisse considérablement (ce qui arrivera peut-être plus vite que nous l'imaginons), les fabricants de caméscopes grand public vont sans doute privilégier les caméscopes à mémoire HDD.

## 31.4 Disques optiques (DO) : CD, DVD & BD

Les plus jeunes ont du mal à imaginer qu'avant 2002 environ (date des premiers graveurs de DVD), leurs

parents ne pouvaient pas enregistrer les émissions de télévision ou la vidéo familiale sur un autre support que la cassette de bande magnétique : la VHS pour le magnétoscope de salon et, par exemple, la cassette MiniDV pour le caméscope. Avec sa confortable provision de 13 Go environ de données numériques, la cassette MiniDV « standard » stocke une heure de vidéo sonore de qualité DV (ou HDV). Le disque DVD standard (120 mm de diamètre) a une capacité de 4,7 Go « seulement ». Comme chacun le sait, il peut en fonction « salon » – grâce à la compression MPEG-2 – contenir un film de deux heures, plus une kyrielle de fonctions interactives et quelques « bonus ». Il n'en fallait pas plus pour provoquer la disparition du magnétoscope VHS. Pour l'archivage des rushes vidéo sans perte de qualité, l'autonomie du DVD monocouche n'est plus que d'une heure environ. On peut donc penser que le Blu-ray (BD) sera un meilleur support d'archivage.

Notre opinion est que l'emploi du disque MiniDVD de 8 cm dans un caméscope ne répond pas aux besoins d'un vidéaste « sérieux », car sa capacité de 1,36 Go en simple couche n'autorise que 20 minutes d'enregistrement de bonne qualité ! L'autonomie du MiniBD simple couche (capacité 7,5 Go) est en revanche suffisante : une heure de tournage en qualité HD optimale (1 920 × 1 080). Cela ne garantit nullement la réussite commerciale du caméscope Blu-ray (MiniBD) car, au train où vont les choses, les caméscopes HDD (voire à mémoire flash SSD) ont vraisemblablement plus de chances de s'imposer sur le marché.

### 31.4.1 Disques optiques : historique et fonctionnement

Le vidéodisque ou *Laser Disc* (LD) fut inventé et développé il y a une trentaine d'années, par plusieurs sociétés dont *Thomson-CSF* et *Pioneer*. En dépit d'une excellente qualité image et son (que le VHS n'offrait pas), il ne réussit pas à prendre une part significative du marché grand public. Les raisons de cet échec sont évidentes : un laserdisc de 30 cm ne contenait qu'une heure environ de programme, il en fallait deux pour un grand film ; de plus le lecteur et les disques préenregistrés étaient beaucoup trop onéreux.

Mettant en œuvre les mêmes principes de fonctionnement et de fabrication, mais enregistrant le signal en numérique (car le LD était analogique), le CD-Audio (CD-DA) – mis au point par *Philips* et développé avec *Sony* depuis 1982 – connu au contraire le fantastique succès que l'on sait, signant en quelques années l'arrêt de mort du disque vinyle. Les disques de 120 mm de diamètre de la famille CD (CD-DA, CD-ROM, etc.) ont une capacité normale de 650 à 700 Mo, ce qui se traduit pour le CD-DA par 76 minutes environ d'un son stéréo (16-bit/41,2 kHz) d'excellente qualité.

D'apparence extérieure exactement semblable, un disque DVD (*Digital Versatile Disc*) a – dans sa configuration la plus simple « une face, une couche » –

une capacité de 4,7 Go, soit 7,4 fois plus que le CD. Grâce à la plus grande finesse des empreintes portant le signal et à l'emploi de la compression MPEG-2, une seule face DVD offre un maximum de 135 minutes de programme vidéo à résolution 500 pts/ligne, plusieurs voies audio et des outils de gestion. Sur ces disques optiques, les données sont enregistrées sous la forme d'une longue série de minuscules cuvettes disposées le long d'une piste enroulée en spirale.

Grâce à leur débit numérique relativement faible, seuls les disques CD peuvent être gravés et lus à vitesse linéaire de lecture constante (CLV pour *Constant Linear Velocity*), ce qui veut dire – puisque la circonférence de la piste augmente proportionnellement à sa distance du centre – que la vitesse de lecture de la piste croît progressivement depuis le centre du disque vers sa périphérie.

En revanche, les vitesses de lecture et de gravure utilisables pour le CD sont trop élevées pour les disques DVD et BD, en particulier lorsque la tête laser du lecteur est positionnée vers la périphérie du disque. Pour cette raison, le graveur/lecteur adopte le mode Z-CLV (Z pour *Zone*) qui conserve une vitesse de rotation constante sur une zone en couronne de largeur donnée. Le disque tourne à la vitesse la moins élevée sur la zone périphérique (première partie de lecture), puis à une vitesse un peu plus élevée sur la zone suivante, et ainsi de suite jusqu'à la zone la plus intérieure, là où la vitesse de rotation du disque est réglée sur la valeur maximale ; de sorte que la vitesse linéaire de défilement de la piste est *grosso modo* constante, quelle que soit la position de la tête sur le disque.

Pour l'enregistrement du signal – qu'on appelle « gravure » en français et « brûlage » (*burning*) en anglais – un faisceau laser de très petit diamètre est précisément focalisé sur la piste par un objectif. Pour l'enregistrement (direct d'un disque de type R), les impulsions laser représentant le signal « creusent » directement les cuvettes dans le matériau plastique du disque doublé d'une couche métallique réfléchissante. Inversement lors de la lecture, la lumière du laser réfléchi et modulée par la succession des à-plats (plus brillants que les cuvettes de longueur variable) représente le signal, lequel est recueilli par une photodiode réceptrice.

Lorsque le DVD apparut à la fin des années 1990, trois principaux types de disques optiques étaient utilisés pour des applications essentiellement grand public : le Laser Disc (LD) qui disparut aussitôt, le Compact Disc (CD) et le Mini-Disc (MD). La plupart d'entre eux – édités en grande série par pressage – supportaient des programmes préenregistrés « lecture seulement » (*Read Only Memory* – ROM) : musique pour le CD-DA et le MD, des logiciels, jeux ou programmes interactifs pour le CD-ROM, etc. Outre les disques ROM préenregistrés du commerce, d'autres sont enregistrables par l'utilisateur, dont il existe deux sortes.

1 Les disques enregistrables « une fois » ou WORM (*Write Once, Read Many*) avec lesquels les microcuvettes représentant les données binaires sont « gravées » dans le sillon déjà tracé dans une couche de matériau polymère. On peut y ajouter de nouvelles informations jusqu'à ce que tout l'espace du disque soit occupé, mais ces données ne sont pas effaçables. Ce type de disque est appelé CD-R (ou DVD-R ou BD-R). En quelques années, le « graveur » de CD et de DVD est devenu un banal périphérique de l'ordinateur ou bien une « platine » de salon se substituant au magnétoscope VHS du siècle dernier.

2 Le disque réinscriptible (*Rewritable*) est soit du type magnéto-optique (MO), soit, plus couramment aujourd'hui « à changement de phase ». Il permet d'enregistrer de nouvelles données en effaçant – si désiré – celles qu'on ne veut pas conserver. Le disque est appelé CD-RW ou DVD-RW, ou DVD-RAM, ou DVD+RW, ou encore BD-RE pour le dernier-né.

### 31.4.2 Caractéristiques physiques du DVD et du BD

Contenant 4,7 Go de données numériques, le disque DVD-Vidéo « une face/une couche » peut enregistrer 135 minutes de vidéo de qualité MPEG-2 accompagnée de multiples canaux audio et de sous-titrage. Avec ses 25 Go de données par face, le disque BD « Movie » stocke un grand film avec la plus haute définition (1 920 × 1 080 pixels), l'audio « Surround » multicanal, sans oublier de nombreux « bonus ». Le tableau 31.5 compare les principaux paramètres significatifs des disques CD, DVD et BD monocouches.

Vous noterez surtout que les spécifications mécaniques, comme le diamètre extérieur et le diamètre du trou central sont identiques, ce qui permet (au prix d'une refocalisation du spot laser, d'une commutation de diode laser, d'un régime de rotation différent et de toutes sortes d'astuces que nous ne pouvons énumérer ici) la compatibilité descendante CD/DVD/BD en lecture.

### 31.4.3 DVD et BD multicouche

La structure « monoface/bicouche » porte la capacité du disque DVD (12 cm) à 8,5 Go. La deuxième couche interne de lecture (qui ne contient que 3,8 Go) est réalisée en superposant une couche réfléchissante à 100 % sur une couche semi-réfléchissante. Pour l'application de la deuxième couche, on utilise le processus classique de photo polymérisation. Sur le lecteur, un système d'asservissement du point focal permet la focalisation du spot laser d'une couche à l'autre. Les deux couches sont ainsi accessibles sans retournement du disque. La lecture vidéo continue entre les deux couches peut être assurée en lisant d'abord la première de l'intérieur vers l'extérieur, puis la couche interne de l'extérieur

Tableau 31.5 Caractéristiques physiques comparées des disques optiques

Caractéristiques	CD	DVD	Blu-ray (BD)*
Longueur d'onde/couleur du laser de lecture	780 nm (IR)	640 nm (rouge)	405 nm (violet)
Ouverture numérique (ON) de l'optique laser	0,45	0,6	0,85
Diamètre du disque	120 mm		
Épaisseur du disque	1,2 mm	2 × 0,6 mm	1,2 mm
Diamètre (max/min) de la plage enregistrée	116 mm/50 mm		
Diamètre du trou central	15 mm		
Nombre de couches enregistrées par face	1	1 ou 2	
Capacité en données enregistrées	Mode 1 : 0,68 Go Mode 2 : 0,78 Go	1 couche : 4,7 Go 2 couches : 8,5 Go	1 couche : 25 Go 2 couches : 50 Go
Vitesse d'analyse de référence	1,2 à 1,4 m/s	3,49 à 3,84 m/s	7,367 m/s
Débit numérique, canal de référence	4,32 Mbit/s	26,16 Mbit/s	36 Mbit/s
Longueur minimale de l'empreinte	0,83 µm	0,4 µm	0,15 µm
Longueur de l'empreinte par bit de donnée	300 nm	133 nm	112 nm
Distance interpiste ( <i>track pitch</i> )	1,6 µm	0,74 µm	0,32 µm
Unité de vitesse de transfert (1×)	1× = 0,146 Mbit/s	1× = 1,318 Mbit/s	1× = 4,29 Mbit/s
<i>Nota</i> : sa valeur dépend du type de disque !	1× = 150 Ko/s	1× = 1 350 Ko/s	1× = 4 608 Ko/s
Vitesse de lecture (en moyenne)	32×	8×	2×
Vitesse de gravure	16× à 24×	4× à 8×	2× (4× ?)

\* La carrière du Blu-ray ne faisait que débiter quand nous avons rédigé ce tableau. Il se peut donc que certaines valeurs indiquées ne soient pas rigoureusement exactes. Le disque en cartouche PFD utilisé par Sony dans ses caméscopes et enregistreurs



Figure 31.8 Les caméscopes et enregistreurs professionnels de la série Sony XDCAM et XDCAM-HD embarquent un enregistreur/lecteur pour disque optique « laser bleu » de 120 mm de diamètre en cartouche PFD.

Voici la cartouche PFD-23A simple couche (23,3 Go).

vers l'intérieur (pistes opposées), mais il est possible de prévoir la lecture successive des deux couches de l'intérieur vers l'extérieur (pistes parallèles). Les autres

formulations de DVD qui furent proposées (mais rarement appliquées) sont le disque biface/monocouche (9,4 Go) et le disque biface/bicouche (17 Go). De même, les spécifications des *DVD Books* prévoyaient d'emblée la version MiniDVD (Ø 80 mm). Nous avons vu qu'il y a eu (et qu'il y a encore) bon nombre de caméscopes utilisant ce support amovible.

Au moment où nous écrivons ces lignes, le disque Blu-ray (le BD) ne fait que commencer sa carrière. Les disques BD double couche sont effectivement commercialisés, aussi bien en 12 cm (50 Go) qu'en 8 cm (15 Go), mais ils sont encore très onéreux. Parce qu'il est évident que les innombrables possesseurs de lecteurs et enregistreurs DVD n'accepteront pas de liquider leurs équipements CD/DVD au seul profit du BD, tout lecteur Blu-ray a (en principe, à vous de vérifier à l'achat) la capacité « descendante » de lire tous les disques CD, DVD qu'ils possèdent déjà. Dans le même esprit de rétro-compatibilité, on a vu qu'un même caméscope peut fonctionner en mode HD 16:9 avec le disque MiniBD et en mode standard 4:3 avec le disque MiniDVD.

Les caméscopes et enregistreurs professionnels de la série *Sony XDCAM* et *XDCAM-HD* embarquent un enregistreur/lecteur pour disque optique « laser bleu » de 120 mm de diamètre en cartouche PFD. Il existe actuellement le PFD-23A simple couche (23,3 Go) et le PFD-50DLA double couche (50 Go).



# Connectique et branchements

Notre étude étant limitée aux relations qui se sont établies entre la vidéo, l'audio et l'informatique, nous ne traitons ci-dessous que de la connectique spécifique à l'image et au son : celle qu'il peut être utile de connaître, particulièrement pour les opérations de montage et de sonorisation.

Nous ne parlerons pas plus que nécessaire des connecteurs AV (audiovisuel) propriétaires regroupant divers types de signaux audio et vidéo que les constructeurs de caméscopes ont développés au cours des âges pour leurs produits les plus compacts. Puisqu'ils ne sont pas normalisés, ces connecteurs ne se retrouvent jamais sur les équipements informatiques. Nous ferons également l'impasse sur l'antique prise coaxiale dite « de descente d'antenne » qui servit pendant des décennies à injecter le signal RF (pour Radio Fréquence) issu des émetteurs de télévision dans le sous-ensemble syntoniseur (ou « tuner ») du téléviseur (ou du magnétoscope VHS). Cette ancienne connectique aura officiellement disparu en 2011, en même temps que la télévision hertzienne analogique.

Le problème des « branchements » des appareils électroniques entre eux peut sembler bien compliqué au novice, alors qu'il ne devrait pas trop s'en inquiéter. En effet, les fabricants d'appareils électroniques d'usage courant ont tout intérêt à ce que le « consommateur » n'ait pas à se casser la tête pour les utiliser. Pour ces raisons, les câbles de liaison fournis et les connecteurs portés par leurs extrémités (les « prises » en langage familier), ainsi que les connecteurs « de sexe opposé » équipant les appareils, sont conçus de telle manière qu'il n'y ait qu'une seule possibilité de branchement d'un appareil à l'autre : le bon connecteur ne peut entrer que dans la bonne prise !

De plus, les connecteurs audio/vidéo équipant l'appareil de destination (téléviseur, enregistreur, ordinateur, etc.) sont pour la plupart identiques à celles qui équipent bon nombre de caméscopes/magnétoscopes analogiques et numériques : à condition qu'ils soient à peu près de la même génération. Sans limiter notre propos aux équipements contemporains – car vous pouvez avoir le besoin ou l'envie de faire fonctionner d'anciens appareils – nous indiquons ci-dessous les caractéristiques principales des divers connecteurs, en précisant la manière dont ils s'interfaçent avec l'ordinateur.

## 32.1 Connectique analogique

Elle sert à brancher sur l'ordinateur les équipements audio/vidéo de type magnétoscope et caméscope à bande magnétique (essentiellement des familles VHS et 8 mm), ainsi que les anciens magnétophones. Pour d'évidentes raisons de compatibilité et de simplicité de branchement pour l'utilisateur, les connecteurs de l'équipement source et ceux de l'équipement destination sont identiques. Il faut cependant excepter la prise *Péritel* – conçue en 1978 à l'époque des premiers magnétoscopes de salon – mais qui ne fut jamais utilisée en informatique.

Vous trouverez ces connecteurs pour signaux analogiques, par exemple en sortie de la carte graphique, pour la connexion audio/vidéo avec un moniteur vidéo ou avec un téléviseur à tube cathodique, ainsi que sur les entrées/sorties de carte (ou de boîtier externe) audio, pour la connexion d'un microphone, d'un amplificateur, de haut-parleurs, d'un casque audio, c'est-à-dire pour toutes les opérations d'entrée (import) ou de sortie (export) des signaux en vidéo/audio analogique. Parallèlement à la connectique numérique, beaucoup de nouveaux équipements conservent les connecteurs d'entrée/sortie permettant de les utiliser avec les appareils analogiques. Cela permet, par exemple, de connecter sans problème un magnétoscope VHS ou un caméscope 8 mm des années 1990 sur un téléviseur écran plat du XXI<sup>e</sup> siècle.

Cette cohabitation – sur les nouveaux équipements – entre la connectique analogique et la connectique numérique était indispensable pendant la période (très provisoire) de transition. En effet, les appareils vidéo analogiques (caméscopes, magnétoscopes et maintenant les téléviseurs) n'étant plus fabriqués, la connectique analogique va bientôt disparaître. Or, une fois que les nouveaux équipements ont conquis la plus grosse part du marché, les fabricants se soucient de la compatibilité avec les anciens appareils comme d'une guigne : comme on l'a vu, ils n'hésitent pas à « jeter aux oubliettes » les systèmes et les équipements élaborés qu'ils ne produisent plus (par exemple Minidisc, système vidéo D8, MicroMV et bien d'autres).

Mais nous autres, passionnés de vidéo créative, amoureux de ses aspects ludiques ou bien collectionneurs impénitents, avons bien le droit de faire

fonctionner de « vieilles machines » que l'on peut trouver d'occasion pour pas cher ; cela implique quelques connaissances des principaux branchements et connecteurs de vidéo/audio analogique, y compris ceux qui sont obsolètes.

### Conseil

Si vous achetez ou héritez d'un appareil ancien (camescope, magnétoscope, etc.), veillez particulièrement à ce qu'il soit accompagné des câbles, alimentation électrique et autres accessoires d'origine ; faute de quoi – même s'il est en excellent état – vous risquez de ne pas pouvoir le faire fonctionner. En revanche, vous pouvez généralement télécharger sur Internet le « Manuel utilisateur » de l'appareil considéré (plus souvent disponible en anglais qu'en français).

## 32.1.1 Connecteurs de vidéo analogique

Outre certains connecteurs « propriétaires » conçus par les fabricants pour les équipements de leur marque, la plupart des appareils analogiques étaient pourvus de connecteurs identiques, dont on peut dire qu'ils étaient « normalisés ».

**1 Cinch** (dit aussi RCA). Ce connecteur coaxial (câble central et tresse métallique de blindage) était le plus répandu en vidéo grand public, car économique à fabriquer, mais fragile avec la coque en plastique de la prise mâle (plus robuste coque métallique du Cinch en version « pro »). Repéré par la couleur jaune, ce connecteur assurait la transmission du signal vidéo (PAL, SECAM ou NTSC) en *mode composite*, c'est-à-dire avec une médiocre qualité : raison pour laquelle il est peu utilisé en entrée des systèmes de montage. On le trouve encore sur la carte d'acquisition analogique de l'ordinateur et parfois sur la carte graphique, en complément d'une prise VGA (ci-dessous) pour la connexion d'un moniteur ou téléviseur de contrôle.

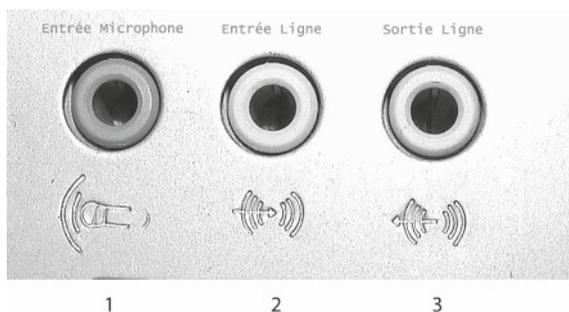


Figure 32.1 Prises audio de type Cinch (femelle) : codes couleur et symboles.

1 Entrée microphone (rouge) – 2 Entrée ligne (bleu) – 3 Sortie ligne (vert).

Notons que le connecteur Cinch est encore couramment utilisé sur les périphériques informatiques

ayant la capacité de délivrer un signal vidéo *en composantes séparées* (YUV ou RVB), lequel est de bien meilleure qualité que le signal composite. Ce signal doit transiter par trois câbles et jeux de connecteurs séparés, lesquels sont repérés par un code de couleur : rouge, vert et bleu.

**2 BNC.** Assurant les mêmes types de liaisons que le Cinch (tant en mode vidéo composite qu'en mode composantes séparées), le connecteur coaxial BNC se caractérise par sa structure bien plus robuste et par un système de verrouillage du connecteur mâle sur le connecteur femelle évitant le débranchement accidentel. Depuis les années 1960, il est systématiquement préféré au Cinch sur tous les équipements professionnels. Il est également utilisé « en routine » pour la transmission du code temporel (*time code*) d'une machine à une autre et il servait à assurer la synchronisation des images (le *genlock*) entre les équipements professionnels analogiques (caméras, magnétoscopes, mélangeurs vidéo, titreurs, etc.).



Figure 32.2 Connecteurs BNC (Bayonet Neill-Concelman Connector).

Archétype du connecteur professionnel coaxial de haute qualité, pourvu d'un système de verrouillage (la baïonnette). Utilisés dans tous les studios professionnels depuis les années 1960, ils servent (ou servaient) à connecter un écran CRT, un réseau, une caméra, un magnétoscope, etc. La connexion d'un écran RVB, par exemple, demande cinq cordons et connecteurs : un par signal R, V, B, plus deux pour les synchronisations.

**3 Y/C** (dit aussi Ushiden ou S-Vidéo). Ce connecteur multibroche (4 broches) fut conçu pour la transmission du signal vidéo en mode luminance (Y) et chrominance (C) séparés, telle qu'elle pouvait sortir des camescopes (et magnétoscopes) de formats S-VHS et Hi8 (cf. 28.2.1 & 28.2.2). À l'époque du lancement de ces formats analogiques améliorés (1990), la plupart des téléviseurs et magnétoscopes furent équipés de connexions d'entrée spécifiques au signal Y/C, systématiquement par la prise *Péritel* (dont le câblage fut modifié pour l'accepter), ainsi parfois que par un connecteur Ushiden femelle implanté en façade de l'appareil.

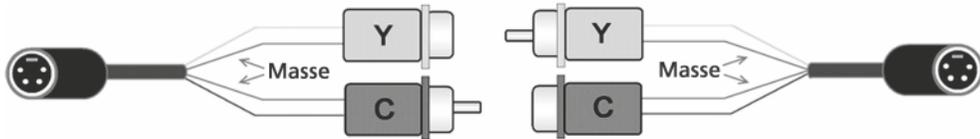


Figure 32.3 Ces cordons permettent de passer de la prise S-Vidéo à quatre broches (dite aussi Y/C ou Ushiden) aux connecteurs Cinch et inversement.

n° de broche	Nature et direction du signal	n° de broche	Nature et direction du signal
1	Sortie audio voie droite	11	Entrée composante verte (V)
2	Entrée audio voie droite	12	Commande à distance
3	Sortie audio voie gauche	13	Masse composante rouge (R)
4	Masse audio	14	Masse commande à distance
5	Masse composante bleue (B)	15	Entrée rouge (R) (et chrominance C)
6	Entrée audio mono ou voie gauche stéréo	16	Entrée « commutation rapide »
7	Entrée composante bleue (B)	17	Masse sortie vidéo
8	Entrée « commutation lente »	18	Masse entrée vidéo
9	Masse composante verte (V)	19	Sortie vidéo
10	Bus numérique (alors rarement raccordé)	20	Entrée vidéo (et luminance Y)

Figure 32.4 Câblage d'une prise Péritel.

Qui sait ? Vous aurez peut-être besoin de ce plan de câblage pour connecter un vieux magnétoscope VHS sur un téléviseur écran plat d'aujourd'hui ! Les numéros d'appel de la figure sont les numéros de broche gravés sur la prise.

**4 VGA (ou D-Sub15, ou RGB connector).** Créé en 1987, il s'agit cette fois d'un connecteur multibroche (15 contacts, en 3 séries de 5 broches). Il fut principalement utilisé pour le transport des signaux « composantes analogiques » (R, V, B, synchro V et synchro H), ainsi que les signaux d'horloge et autres données, en mode bidirectionnel entre la carte graphique de l'ordinateur et un moniteur ou un téléviseur analogique. Limité en bande passante, le connecteur VGA ne peut véhiculer que la vidéo standard. Pour cette raison, il est, depuis 1999, complété ou remplacé par son équivalent numérique, le connecteur DVI.

**5 DVI (Digital Visual Interface).** Ce connecteur est conçu pour l'établissement des liaisons entre la carte graphique de l'ordinateur et l'écran moniteur. Il n'offre aucun avantage sur le VGA dans le cas où il s'agit d'un moniteur (ou d'un téléviseur) de type CRT (à tube cathodique). Il existe en trois versions :

- DVI-A (*Analog*) : il transmet seulement le signal analogique « standard ».
- DVI-D (*Digital*) : il ne transmet que le signal numérique.

- DVI-I (*Integrated*) : il transmet – sur des broches séparées – soit le signal numérique (du DVI-D), soit le signal analogique (du DVI-A).

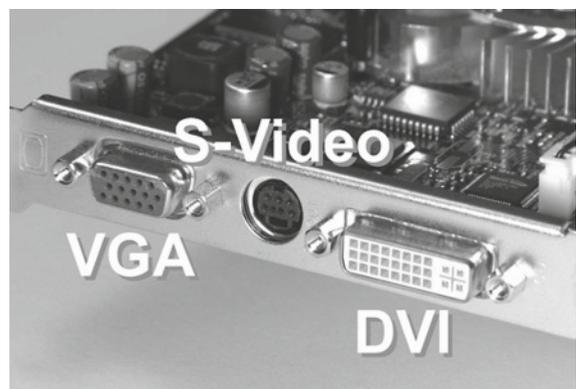


Figure 32.5 Grâce à ses trois connecteurs multipolaires de sortie, cette carte graphique s'adapte à toutes les conditions de visualisation : VGA pour moniteur CRT analogique, S-Vidéo pour entrer en mode Y/C dans un enregistreur ou un téléviseur classique, enfin DVI-D pour connexion directe à un téléviseur ou à un moniteur à écran plat.

Afin de s'accorder le mieux possible à l'évolution de la vidéo, de la télévision et des écrans vers le numérique et la haute définition, la plupart des cartes graphiques sont aujourd'hui pourvues de sorties DVI-I. De cette manière, la carte graphique envoie le signal analogique si l'écran est cathodique à entrée VGA (il faut alors utiliser un câble doté d'un connecteur DVI côté carte graphique et d'un connecteur VGA côté moniteur), ou bien c'est le signal numérique complet qui est transmis au moniteur ou au téléviseur à écran plat, *via* le connecteur d'entrée, DVI-I ou HDMI (cf. 32.2.5 [2]).

### 32.1.2 Connecteurs audio analogiques

En vidéo analogique – à l'exception bien sûr du « signal RF » ou « antenne » de la télévision hertzienne (cf. 27.10) – le signal audio est transmis séparément du signal image.

**1 Cinch** (dit aussi RCA). Dès les débuts de la vidéo grand public, ce connecteur a également été utilisé (et l'est encore) pour transmettre les signaux audio sur toutes sortes de périphériques informatiques. En mode analogique, il est utilisé pour les entrées/sorties audio de type ligne (mais souvent en concurrence avec les connecteurs mini-jacks des périphériques de type carte son ou carte d'acquisition). Le Cinch audio étant physiquement identique au Cinch vidéo, la nature du signal est indiquée par un code de couleur « universel ».

Outre le jaune identifiant le connecteur du signal vidéo composite, le noir caractérise l'audio monophonique, le rouge et le blanc, respectivement, les canaux gauche (L) et droit (R) de l'audio stéréophonique.

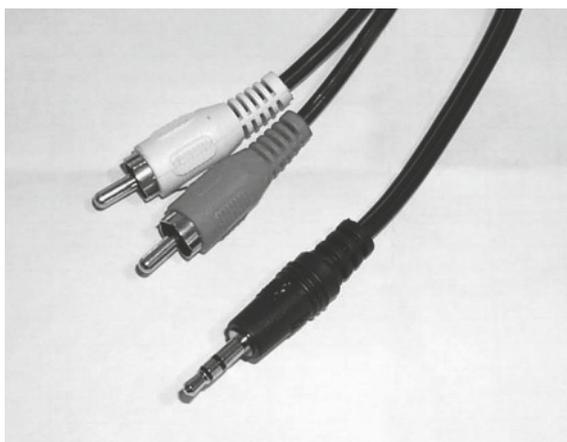


Figure 32.6 Dans le domaine audio grand public, les branchements se font le plus souvent *via* les connecteurs Cinch (en haut) et mini-jack stéréo (en bas).

**2 Mini-jack.** Ce connecteur est privilégié par les constructeurs parce que sa compacité s'accorde au peu d'espace disponible sur l'étroite façade d'une carte

informatique (et de nombreux autres équipements, tels les « baladeurs »). Il présente toutefois l'inconvénient d'être fragile : une simple traction involontaire sur le câble suffit à le débrancher et sa fiche mâle – une tige creuse de 3,5 mm de diamètre – se tord facilement. Quant au « gros » jack de 6,35 mm de diamètre – qui a régné durant des décennies dans les standards téléphoniques manuels – il est encore très employé dans les chaînes Hi-Fi très haut de gamme. Ces deux formats de connecteurs jack existent en version monophonique (deux contacts) et en version stéréophonique (trois contacts).

L'inconvénient de la prise jack femelle (embase) est que – à défaut d'une méthode d'identification particulière – rien ne permet de différencier une liaison stéréo d'une liaison mono, ni s'il s'agit d'une entrée ou d'une sortie. Ce problème a été résolu par les fabricants qui ont défini un code couleur d'identification des signaux audio (tableau 32.1), utilisé pour les connecteurs mini-jack femelles implantés sur les panneaux de connexion son et les cartes gérant l'audio multicanal (Surround 5.1, 7.1, etc.).

Tableau 32.1 Code couleur utilisé pour identifier les connecteurs audio\*

Code couleur	Nature du signal audio repéré par cette couleur
Rose	Entrée microphone monophonique
Bleu	Entrée ligne (stéréo)
Vert	Sortie ligne (stéréo) : haut-parleurs frontaux (G/D) – Prise casque
Orange	Haut-parleur central – Haut-parleur de graves ( <i>Subwoofer</i> )
Noir	Haut-parleurs Surround arrière (systèmes 5.1, 7.1)
Gris	Haut-parleurs Surround latéraux (système 7.1)

\* Ce codage couleur n'est qu'une « recommandation » et non une norme : il faut toujours le vérifier en consultant la documentation technique relative à l'équipement concerné.

**3 XLR (Cannon).** Ce type de connecteur professionnel est en quelque sorte l'équivalent audio du connecteur vidéo BNC : il est comme lui très robuste et dispose d'un système de verrouillage efficace. Il présente surtout l'intérêt de disposer de trois broches, ce qui permet le branchement audio de type symétrique (trois câbles conducteurs), bien protégé des interférences, en particulier pour le branchement d'un microphone externe (cf. 16.7). Son seul inconvénient pratique est que ses dimensions « confortables » s'opposent à son implantation sur un appareil compact (caméra/comescope pro, carte audio, petit mélangeur, etc.), d'autant qu'il y en a généralement plusieurs. Pour gagner un peu de place, les constructeurs ont créé des prises « combo », associant le brochage XLR en périphérie et un connecteur jack 6,35 mm au centre. Une autre solution fréquemment adoptée sur carte audio pro consiste à dériver les connecteurs XLR (et autres types de connecteurs) sur des embouts de câbles externes.



Figure 32.7 Connecteurs audio XLR (Cannon).

Dans le domaine de l'audio analogique professionnel, le connecteur XLR à trois broches est de loin le plus utilisé. Contrairement aux équipements grand public qui ne sont pourvus que de deux conducteurs actifs, la prise XLR dispose – pour la transmission du signal audio monophonique – de trois conducteurs : point chaud, point froid et conducteur de masse. Il poursuit sa brillante carrière dans le domaine numérique, d'une part avec le protocole de télécommande des éclairages scéniques DMX-512 (cf. 17.11.2), d'autre part, selon la norme AES/EBU développée pour les signaux audionumériques (cf. 32.2.2).

## 32.2 Connectique numérique

L'adoption de nouvelles normes de transmission des signaux numériques complique le problème des branchements durant la période de transition entre les deux mondes et « interpelle » le vidéaste non électronicien, qui ne sait plus trop « qui fait quoi ». En effet, outre la reconversion en numérique des connecteurs analogiques les plus répandus, les constructeurs ont conçu et introduit de nouveaux modèles de connecteurs, exclusivement numériques. On peut néanmoins penser que la disparition progressive de la connectique analogique dans les années à venir va réduire la quantité actuellement pléthorique des différents types de connecteurs en usage.

La connectique numérique se caractérise globalement par sa capacité à véhiculer simultanément tous les éléments vidéo, audio et auxiliaires à travers un seul câble multipolaire, évidemment pourvu à ses extrémités des connecteurs adéquats. Cela simplifie considérablement les branchements surtout dans le cas des équipements grand public : quand il n'y a qu'un seul câble à brancher entre deux équipements, l'utilisateur ne risque pas de se tromper ! Il faut toutefois noter que les équipements « son » à vocation professionnelle sont plutôt pourvus de connecteurs indépendants dédiés à l'audio.

### 32.2.1 Connecteurs numériques audio/vidéo (A/V)

**1 BNC-SDI.** En raison de ses caractéristiques mécaniques et électriques déjà soulignées, le connecteur BNC reste très utilisé en connectique numérique à la norme

SDI (*Serial Digital Interface*). Cela concerne essentiellement le matériel haut de gamme (carte d'acquisition) pour la transmission de signal vidéo numérique non compressé en SD (définition standard) ou en HD (haute définition). Le signal audio peut y être ou non incorporé (*embedded*). Le SDI transmet également un signal de référence pour la synchronisation des systèmes de montage de classe pro. Parce que rien ne différencie un connecteur BNC analogique d'un BNC numérique, il faut prendre soin d'identifier chaque connecteur (mâle et femelle) par une étiquette.

La liaison *SDI-SD* a un débit binaire maximal de 360 Mbit/s, alors que la liaison *SDI-HD* atteint un débit maximal de 1,48 Gbit/s. Le point important est que le SDI n'est pas bidirectionnel, de sorte qu'il faut deux connecteurs BNC pour entrer ou sortir le même signal.

**2 USB (*Universal Serial Bus*).** Ce connecteur bidirectionnel est aujourd'hui intégré d'origine à tous les ordinateurs du marché, ainsi qu'à de très nombreux autres équipements. Il a en effet la capacité de connecter à l'ordinateur toutes sortes de périphériques tels que clavier, souris, clé « USB », disque dur externe, lecteur de carte mémoire, imprimante, appareil photo, etc. Dans le domaine du montage vidéo, le point le plus intéressant c'est que la prise USB permet la connexion directe d'un caméscope numérique ou d'une webcam (qui sont tous pourvus d'une connectique d'entrée/sortie USB) dans l'ordinateur, avec transfert en temps réel des images et des sons capturés. La liaison USB a de plus les intéressantes propriétés d'autoriser la connexion/déconnexion d'un équipement « à chaud » (c'est-à-dire sans éteindre l'ordinateur) et de permettre – grâce à un boîtier concentrateur dit *hub* – de connecter un grand nombre de périphériques sur un seul port USB de l'ordinateur.

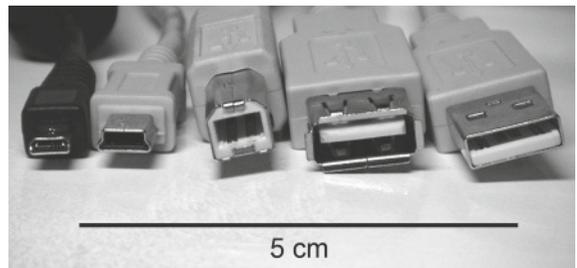


Figure 32.8 Différents types de connecteurs USB.

De gauche à droite : Micro USB – Mini AB – Type B – Type A femelle – Type A mâle.

Ces connecteurs conviennent aux transferts des données en mode USB-1 & USB-2 (l'USB-3 demandera d'autres formats de connecteurs). Les versions « Micro » et « Mini » ont été créées pour leur implantation sur les appareils portables, dont les caméscopes.

La version *USB 1.1 Low Speed* affichait un débit maximal théorique de 12 Mbit/s (1,5 Mo/s), beaucoup trop faible pour véhiculer la vidéo, même de définition standard. Ce n'est qu'à partir de la version *USB 2.0*

Tableau 32.2 Débit de transfert maximal des interfaces série numérique

Appellation	Année de lancement	Débit en bits/s	Débit en octets/s
USB 1.0 <i>Low-Speed</i> (USB-LS)	1996	12 Mbit/s	1,5 Mo/s
FireWire 1.0 (IEEE-1394a)	1995	400 Mbit/s	50 Mo/s
USB 2.0 <i>High-Speed</i> (USB-HS)	2000	480 Mbit/s	60 Mo/s
FireWire 2.0 (IEEE-1394b)	2000	800 Mbit/s	100 Mo/s
eSATA pour HDD externe	2006	3 Gbit/s	375 Mo/s
USB 3.0 <i>Super-Speed</i> (USB-SS)	2009	5 Gbit/s	625 Mo/s

*High-Speed* (abrégée en USB-HS) que l'USB offre un débit suffisant pour la vidéo : débit maximal théorique de 480 Mbit/s (60 Mo/s).

Pour effectuer un transfert rapide de la vidéo haute définition, il faudra bénéficier – probablement à partir de 2009 – de la version *USB 3.0 Super-Speed*, laquelle offrira un débit théorique d'environ 5 Gbit/s (soit 625 Mo/s). Cette nouvelle configuration met en œuvre une liaison en fibre optique, en parallèle avec la liaison en fil de cuivre.

**3 FireWire** (IEEE-1394, i.Link). Inventé par *Apple* au début des années 1990, l'interface série multiplexée *FireWire* joua un rôle décisif pour le développement et l'expansion du format DV et de ses dérivés. Baptisé *i.Link* par *Sony*, normalisé sous l'appellation de *IEEE-1394*, il fut souvent installé d'origine sur bon nombre d'ordinateurs, à commencer par ceux de marque *Apple*, ainsi qu'une bonne proportion d'ordinateurs PC. Tout comme l'USB, il permet de connecter toutes sortes de périphériques informatiques à l'ordinateur, par exemple un disque dur externe rapide. À partir des années 1996, date de lancement des premiers caméscopes numériques DV, la liaison *FireWire* fut la seule offrant le débit nécessaire à la transmission du signal DV complet : tous les caméscopes DV (puis D8) disposaient d'une sortie *i.Link* que l'on appelle tout simplement « prise DV ». À l'instar de l'USB, l'IEEE-1394 est montée en puissance en passant de la vitesse de transfert des données de 400 Mbit/s (*FireWire* 1.0) à 800 Mbit/s (*FireWire* 2.0), mais en n'utilisant pas les mêmes connecteurs. Bien que de nouvelles versions de *FireWire* encore plus véloces aient été annoncées, il se pourrait qu'elles ne soient jamais implantées dans les futurs équipements, au profit sans doute de l'USB, lequel mérite plus que jamais son épithète « d'universel ».

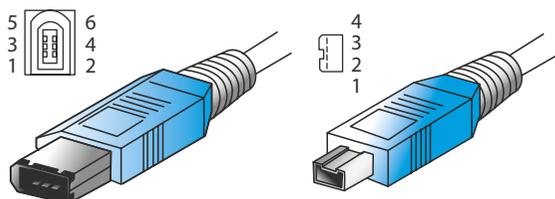


Figure 32.9 Connecteurs protocole IEEE-1394.

À gauche : le modèle 6 broches (4 pour le signal et 2 pour l'alimentation électrique) est plus habituellement appelé *FireWire*.

À droite : le modèle 4 broches (sans conducteurs d'alimentation) est connu sous le nom d'*i.Link* ou de *prise DV*.

**4 HDMI** (*High Definition Multimedia Interface*). L'interface HDMI est la déclinaison grand public de l'interface DVI-I, implantée comme on l'a vu dans un connecteur BNC. Alors que le DVI ne véhicule que le signal vidéo, la HDMI transporte la totalité des signaux et informations nécessaires au transfert et à l'affichage de la vidéo HD sonore de résolution Full HD (1 920 × 1 080 pixels) et – compatibilité oblige – les formats inférieurs et antérieurs. L'interface HDMI intègre le protocole HDCP (*High-Bandwidth Digital Content Protection*), qui est un système de protection des contenus numériques HD conçu pour contrôler les flux audio et vidéo, en les protégeant contre la copie illicite.

Capable de gérer la vidéo HD et l'audio multicanal à travers des connecteurs (mâle et femelle) très compacts, l'interface HDMI équipe déjà les téléviseurs à écran plat (HD Ready et Full HD), les vidéoprojecteurs, les cadres photos, les lecteurs DVD/BD, ainsi que tous les caméscopes HD. Elle va presque sûrement investir les équipements de montage vidéo, en équipant les cartes d'acquisition informatiques dédiées à la post-production HD.



Figure 32.10 Connecteur HDMI (à gauche). Tous les équipements vidéo haute définition grand public en sont désormais pourvus. Cette interface facilite considérablement les liaisons entre les appareils source (lecteur DVD/BD, caméscope HD, appareil photo numérique) et les écrans destination (téléviseur et moniteur). Connecteur DVI (à droite) : il est plutôt réservé aux applications de monitoring numérique informatique.

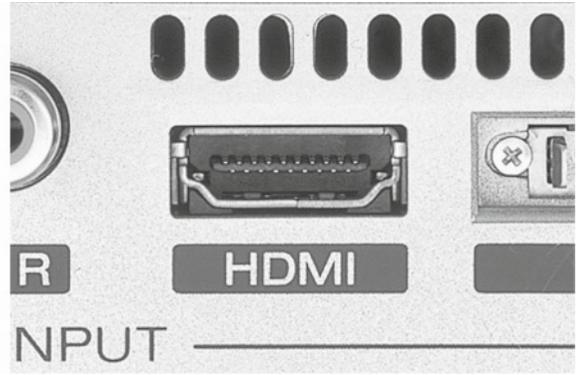


Figure 32.11 Capable de véhiculer les signaux numériques à haut débit *via* une même interface (19 conducteurs), la connectique HDMI est implantée sur pratiquement tous les équipements vidéo et télévision haute définition.

### Les capacités de la liaison HDMI en résumé

Déjà adoptée par tous les acteurs du marché grand public, aussi bien les constructeurs d'équipements que les fournisseurs de contenus (par exemple, les décodeurs de TV numérique), la HDMI n'est pas une norme, mais elle marie intelligemment plusieurs technologies développées antérieurement pour les interfaces USB, DVI et FireWire (lesquelles ont été jusqu'à présent les plus utilisées par les vidéastes amateurs).

Dans un unique câble/connecteur, le HDMI assure :

- un débit numérique de transfert allant jusqu'à 5 Gbit/s (tout comme l'USB 3.0) ;
- le transport du flux vidéo HD non compressé en résolution 1 920 × 1 080 ;
- le transport de jusqu'à 8 pistes audio non compressé au format 24-bit/192 kHz ;
- l'intégration du système anti-copie HDCP ;
- le transport des informations « métadonnées » entre les appareils source et destination, comme par exemple le format image ou les protocoles de télécommande.

**5 Port Ethernet** (connecteur RJ45 femelle). Il accepte le connecteur RJ45 (mâle) situé aux extrémités des cordons réseau. La prise carrée est munie de 8 contacts recevant les signaux transitant dans ces câbles, ainsi que deux diodes LED (la première s'allume pour confirmer la connexion physique entre deux ports réseau ; la deuxième LED clignote quand des données transitent – émission ou réception – par ce port).

On ne peut pas considérer la connectique de « réseau » informatique comme une liaison de montage vidéo au vrai sens du terme. Il n'empêche qu'elle peut s'avérer pratique pour le transfert des fichiers vidéo entre divers supports informatiques, par exemple entre votre ordinateur de montage et le disque dur d'un serveur à distance, ou vers un second ordinateur ou plus. Outre les opérations « utilitaires » liées à Internet que vous pourriez avoir à effectuer lors de vos montages (mise à jour logicielle, téléchargement

d'images et/ou de sons additionnels, etc.), cette liaison réseau vous permet d'accéder à des sites Web dédiés au stockage et à la diffusion de vidéos, sur lesquels vous pouvez envoyer votre montage terminé (cf. chapitre 25).



Figure 32.12 Le connecteur RJ45 mâle se branche sur le port Ethernet d'un réseau informatique câblé.

**6 eSATA** (*external Serial Advanced Technology Attachment*). Cette interface – utilisant des connecteurs multibroches spécifiques – débute sa carrière sur le marché grand public, alors qu'elle est couramment utilisée en informatique professionnelle. Son emploi avec un système ordinateur de montage autorise une exploitation optimale du (des) disque(s) dur(s) externe(s). Comme le préfixe « e » (pour « externe ») l'évoque, elle permet d'utiliser un disque dur en accessoire périphérique de l'ordinateur, en bénéficiant d'un taux de transfert des données de 3 Gbit/s, équivalent à celui du HDD interne de l'ordinateur connecté *via* la classique interface SATA. La liaison eSATA est donc bien plus rapide que l'USB 2.0 et le FireWire 2.0 jusqu'alors employés pour la connexion d'un HDD externe. Pour l'instant, le eSATA est la méthode la plus performante de connexion d'un disque dur

externe ou d'un système RAID, mais elle devrait être bientôt dépassée par l'adoption de l'interface USB 3.0 (5 Gbit/s, environ).

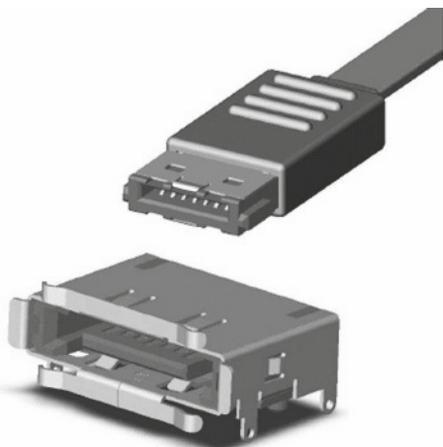


Figure 32.13 Connecteurs eSATA (mâle et femelle). Ce type de connecteur multibroche à haut débit s'utilise essentiellement pour le branchement d'un disque dur externe (sur la carte mère de l'ordinateur central).

### 32.2.2 Connecteurs audio numériques

Par souci de simplification et sans doute d'économie, l'audio numérique réutilise bon nombre de connecteurs audio analogiques déjà décrits dans ce chapitre. Par ailleurs, de nouveaux types de connecteurs dédiés au transfert des signaux audio bénéficient des performances bien plus élevées de technologies plus récentes, en particulier la fibre optique.

La prise *XLR 3 broches* est normalement utilisée sur les équipements périphériques haut de gamme, afin de transmettre, en liaison symétrique, un signal audio à haut débit au format numérique professionnel *AES/EBU*. Ce dernier a été décliné en un format grand public le *S/PDIF* (*Sony/Philips Digital Interface*), aux spécifications moins strictes. Le *S/PDIF* utilise différents types de connecteurs, en particulier le mini-jack ou le Cinch implantés sur une carte en liaison asymétrique. Nous attirons votre attention sur le fait qu'une prise mini-jack (afin d'occuper moins de place sur un périphérique toujours plus compact) peut être dévolue aussi bien à de l'audio analogique qu'à de l'audio numérique, sans que cela soit clairement signalé sur la carte. Le basculement d'un domaine à l'autre s'effectue alors par programmation logicielle. Avant de brancher quoi que ce soit sur la prise, vérifiez attentivement ce point dans la documentation technique du périphérique concerné.

Au lieu de connecteurs mini-jack ou Cinch, une carte son peut être pourvue d'un autre type

de connecteur, le *Toslink* (contraction de *Toshiba link*, du nom de son créateur), également au format *S/PDIF*, mais exploitant la transmission par fibre optique de la lumière rouge pulsée émise par une LED. Ce connecteur n'est pas très compact, mais on le trouve de plus en plus souvent sur les cartes son capables de gérer l'audio multicanal, le signal Surround (5.1 par exemple) étant délivré à travers un unique connecteur. Si vous disposez d'un amplificateur audio compatible équipé de haut-parleurs bien équilibrés, vous bénéficierez avec cette liaison d'une très grande qualité de restitution sonore. Si vos images sont accompagnées de l'audio multicanal, vous pourrez ainsi assurer le réglage des divers canaux qui le composent avec une incomparable précision.

## 32.3 Qu'en est-il des liaisons sans fil ?

La radio et la télévision étant depuis toujours diffusés « sans fil », la téléphonie depuis une époque plus récente (mais avec quelle réussite !), il n'y a pas lieu de s'en étonner. Le problème des échanges entre caméscopes, caméras et ordinateurs (ou autres enregistreurs) ne concerne pour l'instant que la production de télévision *broadcast*, avec des équipements très onéreux. Il y eut cependant quelques modèles de caméscopes grand public (essentiellement des Sony de format MicroMV) utilisant la technologie Bluetooth (ondes radio bande des 2,4 GHz), autorisant le transfert de fichiers d'images fixes ou vidéos en basse résolution vers un PC possédant lui aussi la fonction Bluetooth. Avant de pouvoir communiquer, les deux appareils doivent s'être préalablement et réciproquement reconnus et s'être vus affecter un mot de passe commun. La première version Bluetooth offre un débit inférieur à 1 Mbit/s permettant les échanges sur des distances allant de 10 à 100 m entre deux appareils compatibles Bluetooth. Sa deuxième version 2.0, plus vélocité, autorise un débit de l'ordre de 10 Mbits/s, ce qui devrait lui permettre de prendre en charge davantage d'applications vidéo.

La technologie WiFi (également dans la bande des 2,4 GHz) évolue continuellement de telle sorte qu'elle pourrait bientôt remplacer toutes les connexions de l'ordinateur avec ses périphériques. Pour l'instant, elle connaît une immense popularité dans toutes les villes du monde, grâce aux centaines de milliers de bornes WiFi déjà implantées. Dans notre domaine du montage – vidéo personnelle tout au moins – la liaison filaire reste pour l'instant le moyen le plus sûr de transmettre le signal vidéo (et audio) notamment en haute définition.

### Résumé connectique

1 Il y a deux raisons pour lesquelles on doit effectuer un « branchement » entre deux appareils électroniques :

- Pour y faire transiter un signal, c'est-à-dire un courant électrique dont les modulations (analogique) ou les impulsions (numérique) représentent les variations de fréquence et/ou d'intensité de ce signal.
- Pour alimenter « l'autre appareil » en courant électrique. Dans tous les cas, la nature du signal transisant par un câble est inchangée depuis la « source » (connecteur d'entrée) à la « destination » (connecteur de sortie) ; raison pour laquelle on parle d'*interface*.

2 La liaison entre deux appareils peut être *unidirectionnelle* (de la source à la destination) ou *bidirectionnelle*, quand le signal peut aussi bien se véhiculer de la sortie de l'appareil A à l'entrée de l'appareil B, que de la sortie de l'appareil B à l'entrée de l'appareil A.

3 Un même câble (et ses connecteurs) peut être *monopolaire* (le signal transite par un seul conducteur, plus un conducteur de retour et/ou un *blindage*) ou *multipolaire* : plusieurs signaux transitent indépendamment dans des conducteurs isolés électriquement entre eux.

4 Enfin, mais c'est le noyau dur de cet ouvrage, les signaux image et son autrefois *analogiques* sont aujourd'hui *numériques*.

5 L'un des plus gros avantages du numérique, c'est que l'on peut faire transiter tous les signaux constituant le « programme » (par exemple une chaîne de télévision) par un unique canal de transmission. Pour le transit, ces signaux sont en effet codés et multiplexés en *trains de données binaires*, pour n'être redistribués (image, son, signaux de service, etc.) dans le récepteur qu'après séparation et remise en forme dans le codec du récepteur.



# La formation

Voici une liste non exhaustive des principaux centres en France spécialisés dans la formation à l'audiovisuel et au cinéma. Ces organismes privés ou publics proposent des cursus de formation initiale mais souvent aussi des stages ciblés accessibles à tout un chacun. Ces stages peuvent bénéficier de divers types de prises en charge, dans le cadre d'un agrément de l'AFDAS, d'un DIF (droit individuel à la formation), d'un CIF (congé individuel de formation) ou d'un plan de formation d'entreprise.

## **ACT Formation**

6 rue de Plaisance 31000 Toulouse  
05 61 12 00 55  
[www.act-formation.fr](http://www.act-formation.fr)

## **Cadase**

20 rue Robert-Schuman 83000 Toulon  
04 94 03 54 82  
[www.cadase.org](http://www.cadase.org)

## **Crea-Image Communication**

20 rue Lucien-Sampaix 75010 Paris  
01 48 03 57 43  
[www.crea-image.net](http://www.crea-image.net)

## **EFET – École privée de communication audiovisuelle**

110 rue de Picpus 75012 Paris  
01 43 46 86 96  
[www.efet.com](http://www.efet.com)

## **EICAR – École internationale de création audiovisuelle et de réalisation**

50 avenue du Président-Wilson – bât. 136 – BP 12  
92314 La Plaine Saint-Denis  
01 49 98 11 11  
[www.eicar.fr](http://www.eicar.fr)

## **ESAV – École supérieure d'audiovisuel**

56 rue du Taur 31000 Toulouse  
05 61 50 44 46  
[www.esav.info](http://www.esav.info)

## **ESMA – École supérieure des métiers artistiques**

140 rue Robert-Koch 34080 Montpellier  
04 67 63 01 80  
Centre également à Toulouse  
[www.esma-montpellier.com](http://www.esma-montpellier.com)

## **ESRA – École supérieure de réalisation audiovisuelle**

135 avenue Félix-Faure 75015 Paris  
01 44 25 25 25  
Centres également à Nice et à Rennes  
[www.esra.edu](http://www.esra.edu)

## **FCP3 – Formation continue Paris III**

13 rue Santeuil 75005 Paris  
01 45 87 40 83  
[www.fcp3-univ-paris3.com](http://www.fcp3-univ-paris3.com)

## **FDG – Les Films du Genièvre**

Lacroix 46000 Creysse  
05 65 37 00 71  
[www.fdg-formation.com](http://www.fdg-formation.com)

## **FEMIS (La) – École nationale supérieure des métiers de l'image et du son**

6 rue Francœur 75018 Paris  
01 53 41 21 00  
[www.lafemis.fr](http://www.lafemis.fr)

## **Gobelins (École de l'image)**

73 boulevard Saint-Marcel 75013 Paris  
01 40 79 92 12  
Centre également à Noisy-le-Grand  
[www.gobelins.fr](http://www.gobelins.fr)

**IIS – Institut international de l'image et du son**

Parc de Pissaloup 78190 Trappes  
01 30 69 00 17  
www.iis.fr

**IMCA Provence – Institut des métiers de la communication audiovisuelle**

74 place des Corps-Saints 84000 Avignon  
04 90 86 15 37  
Centre également à Arles  
www.imca-provence.com

**INA – Institut national de l'audiovisuel**

4 avenue de l'Europe 94366 Bry-sur-Marne  
01 49 83 20 00  
www.ina.fr

**LISAA – Institut supérieur d'arts appliqués**

13 rue Vauquelin 75005 Paris  
01 47 07 17 07  
Centres également à Rennes, à Nantes et à  
Strasbourg  
www.lisaa.com

**Louis Lumière  
(École nationale supérieure)**

7 allée du Promontoire  
93161 Noisy-le-Grand  
www.ens-louis-lumiere.fr

**Studio-M  
École supérieure des arts et médias**

3320 boulevard Paul Valéry 34000 Montpellier  
04 99 52 98 68  
Centres également à Lyon, à Marseille, à Toulouse  
et à Casablanca  
www.studio-m.fr

**TIL Productions**

Galerie Le Sévrien – 99-103 rue de Sèvres  
75006 Paris  
01 42 22 91 73  
www.formations-audiovisuelles.com

**Vidéo Design/Vidéo Design Formation**

11-13 rue Desargues 75011 Paris  
01 48 06 10 18  
www.video-d.com



# Index

- A**
- Accélééré 171, 270
  - Accessoires du caméscope 175-187
  - Alimentation du caméscope 175-179
  - Alimentation électrique de l'éclairage 212
  - Anatomie du caméscope 8, 140
  - Angle de champ 152-153
  - Animation 171
  - Authoring DVD/BD 307-311
  - Autofocus (AF) 161
  - AVCHD 136-137, 394-395
  - Azimutage des têtes 362
- B**
- BAB 6, 165
  - Balance des blancs (BdB) 6-7, 165
  - Bande magnétique 411-415
    - fabrication 413
    - caractéristiques 414
    - enduits magnétiques 413
  - Bande sonore (esthétique dans le montage) 111-118
  - Banques d'images 339-342
  - Bases du montage audio 291-309
  - Bases du montage image 253-263
  - Batterie caméscope 176-179
  - Betacam SP 370
  - Betacam SX 407
  - Blanc de référence 7
  - Blu-ray : voir *Disques optiques BD*
  - BMB 7, 165
- C**
- Cadrage (différents types de) 13
  - CAG (Contrôle Auto de Gain) 162-165
  - Caméscope (section caméra) 142-157
  - Capteur (CCD ou CMOS) 142-150
  - Caractéristiques techniques des systèmes vidéo 127-129
  - Carte mémoire flash (CM) 133, 402-405
  - Cassette (différents formats) 132-133
  - Champ/Contrechamp 24
  - Chroma key/luma key 286-288
  - Chrominance 350
  - Cinéma électronique 408-409
  - Clip vidéo 82-85, 117
  - Codage à longueur variable (VLC) 385
  - Codage couleur TV 351
  - Codage DCT 384
  - Codage entropique 382
  - Code Temporel (Tc) 97
  - Coercivité 398
  - Commentaire (écriture) 62-63
  - Commentaire en direct sur le montage 114, 287
  - Complément optique : voir *Modificateur de focale*
  - Compression du temps 21-23
  - Compression en vidéo numérique 379-395
  - Connecteurs
    - BNC 426
    - BNC-SDI 429
    - Cinch (RCA) 426
    - DVI 427
    - eSATA 431-432
    - FireWire (IEEE-1394) 430
    - HDMI 430-431
    - jack, minijack 428
    - Péritel 427
    - port Ethernet 431
    - USB 429-430
    - VGA (D-Sub.15) 427
    - XLR 428
    - Y/C 417
  - Connectique analogique 425-429
  - Connectique et branchements 425-431
  - Connectique numérique 429-432
  - Connexion micro symétrique/asymétrique 192-193
  - Console d'éclairage 211-212

Continuité 21  
 Contre-jour 214  
 Correction des couleurs 281-284  
 Correction des erreurs de numérisation 385-386

## D

Débit numérique 378-379  
 Découpage technique 58-59  
 Définition horizontale 130  
 Définition verticale 129-130  
 Diaphragme 6, 163  
 Diffusion du vidéofilm terminé 329-337  
 Digital 8 (D8) 401-402  
 Digital Betacam 406  
 Diode électroluminescente : voir *LED*  
 Disque dur (HDD) 416-418  
 Disque dur embarqué 133  
 Disques optiques (DVD, BD, etc.) 133, 404-406  
 DV 136-137, 389, 397-401  
 DVD (esthétique et authoring) 119-123  
   jaquette et étiquette 122-123  
   styles de titres 122  
   touches et fenêtres 121

## E

Échantillonnage 375-376  
 Éclairage  
   de base 41  
   de studio 39-41  
   du décor 42  
   mixte 43  
 Écrire un film 57-63  
 Écriture du scénario 57-58  
 Effets à la prise de vues 170-171  
 Effets spéciaux 284-287  
 Égalisation audio 308-309  
 Ellipse 101  
 Émetteur/récepteur HF 185-186  
 Enregistreur vidéo 185-186  
 Équipements d'éclairage 199-214  
 Esthétique de l'image 14-21  
 Esthétique et authoring DVD et BD 119-123  
 Étapes du montage 265-290  
 Exposition 9, 162-165

## F

Film de formation ou de démonstration 81  
 Filtres à effet 291  
 Filtres gélatine 44  
 Filtres optiques 179-180

Flash électronique 180  
 Fluorescents (tubes) 45, 203-204  
 Focale 151-152  
 Fonctions du camescope 159-174  
 Fondus audio 300-301  
 Formats audio au montage 293-294  
 Formats de vidéo numérique 397-410  
 Forme d'onde 299

## G

Généralités sur la prise de vues 3-10  
 Générateur de musique 304  
 Générique 276-281  
 Gestion des pistes audio 294-299  
 GOP 391  
 Gradateur 209-210

## H

HDV 136-137  
 Hi8 368-369

## I

Illustration musicale 115-117  
 Impédance 192  
 Incrustation et superposition d'images 108-110  
 Informatique pour le montage 221-235  
 Insert 14  
 Intensité sonore 189-190  
 Intervallomètre 171  
 Interview planifiée 80  
 ISO (sensibilité) 6

## J

Journalisme électronique (ENG) 75-76  
 JPEG (compression) 386-388

## K

Kelvin 7, 165, 199-200

## L

Lampes  
   à incandescence 200-202  
   HMI (type) 202-203  
   tungstène 200  
   tungstène-halogène 201-202  
 Langage et syntaxe de la création vidéo 11-24  
 LED 204-205, 214  
 Liaisons sans fil 174, 416

Logiciels de création de menus DVD/BD 323-327  
 Logiciels de montage 311-322  
 LTO 415  
 Lumière et éclairage 36-47  
 Luminance 350

## M

Macro (fonction), 5  
 Magnétoscope 359-370  
 Master vidéo 329-337  
 Mélange sonore final 118, 305-307  
 MicroMV 402-403  
 Microphone  
   différents types 190-191  
   directivité 51  
   externe 50-55  
   HF 197  
   incorporé 50  
   micro cravate 197  
   micro-zoom 53  
   sensibilité 191  
 Mini-caméra embarquée 183-185  
 Minidisque (camescopes à) 404-406  
 Mise au point automatique : voir *Autofocus*  
 Mise au point, 5, 154  
 M-JPEG (compression) 386-388  
 Modes d'exposition 163-165  
 Modificateur de focale 179  
 Moniteur (camescope) 167  
 Moniteur (écran informatique) 228-232  
 Montage en ligne 339-343  
 Montage en mode *off-line* 97-98  
 Montage en mode *on-line* 98-99  
 Montage linéaire 217-220  
 Montage par assemblage 219-220  
 Montage par insertion 219-220  
 Montage  
   automatique 288-289  
   équipe de montage 93-96  
   fonctions logicielles de base 101-105  
   transitions 104-105  
   maquette de montage 97  
   multicaméra 289  
   philosophie et esthétique 91-110  
   raccords 99-101  
   style, préparation 91-93  
   titres et sous-titres 105-106  
 Mouvements de caméra 28-34  
 MPEG (compression) 390-395  
 MPEG-1 392  
 MPEG-2 136-137, 392-394

MPEG-4 AVC/H.264 136-137, 394-395  
 Multicanal (son) 196-197, 297-299  
 Multiplexage 354

## N

Nature du signal audio 131-132  
 Nature du signal vidéo 130-131  
 NTSC 351  
 Numération binaire 372-374  
 Numérisation 375-377

## O

Objectif 150-153  
 Objectif zoom : voir *zoom*  
 Obturateur électronique 74-75  
 Ombre et lumière 35-36  
 Orientation de la lumière 36-38

## P

PAL 352  
 Panoramiques 31-32  
 Péritel (prise) 427  
 Photographie avec le camescope 172-173  
 Pied, trépied 27, 181  
 Plan de coupe 99  
 Plan de montage audio 112  
 Plan de tournage 60-62  
 Plans et séquences 13  
 Point de vue 24  
 Poste de travail (de montage) 234-235  
 Principes d'enregistrement de l'image  
   et des sons 127-137  
 Principes de la vidéo numérique 371-395  
 Prise de son 189-198,  
 Prise de son directe 49-55  
 Profondeur de champ (PdC) 154-156  
 Projecteurs d'éclairage 205-207

## Q

Quantification 375-376

## R

Raccords 21, 99  
   au montage 271-276  
   de continuité 100-101  
   de rupture 100  
   ellipse temporelle 101  
 RAID (systèmes) 226-228  
 Ralenti 74-75, 286

Ratio d'image 129-130  
 Rémanence écran 230  
 Rémanence magnétique 414  
 RVB (signal vidéo) 6

## S

SECAM 351  
 Sensibilité ISO 6  
 Signal audio Dolby Surround 5.1 196-197, 297-299  
 Signal vidéo 346-349  
 Signal vidéo Y/C : voir Y/C  
 Sonothèque 113  
 Sources type « lumière du jour » 45, 202-204  
 Spécifications des systèmes grand public 134-137  
 SSD : voir *Carte mémoire flash*.  
 Stabilisateur électronique 27  
 Stabilisateur inertiel 27, 182  
 Stabilisateur optique 27, 169  
 Stabilité de l'image 25-28  
 Stéréophonie (enregistrement) 193-196  
 Stockage de masse 226-228  
 Story-board 59-60  
 Structure d'échantillonnage couleur 377-378  
 Suivi de piste (ATF) 370  
 Superposition et incrustation d'images 108-110  
 Supports d'enregistrement 132-133, 411-423  
 S-VHS, S-VHS-C 364-365  
 Synthèse additive des couleurs 350

## T

Télécommande infrarouge 7, 173  
 Télédiffusion en numérique 354-357  
 Télévision analogique 353  
 Télévision et vidéo 347-357  
 Télévision et vidéo en couleur 350-352  
 Température de couleur (Tc) 43, 199-200  
 Tête vidéo rotatives 361

## Thèmes vidéographiques :

clip vidéo 82-85  
 constitution d'archives vidéo 86  
 équipe de tournage 77-78  
 fêtes familiales et entre amis 67  
 filmer pour convaincre 85  
 films à découpage et mise en scène 77-90  
 histoire locale 86-87  
 Interview et commentaire en direct 78-81  
 film de formation ou de démonstration 81  
 Vidéo-portrait 82  
 le genre reportage 65-76  
 le monde de l'enfance 66-67  
 mariage et autres cérémonies formelles 68-71  
 réalisation de vidéo Web 88-90  
 reportage sportif 74-75  
 voyages et vacances 71-74  
 Titres et sous-titres 105-106, 276-281  
 Torche vidéo 180, 213-214  
 Travelling optique : voir *zooming*  
 Travelling 32-33  
 Tubes fluorescents 203-204

## V

VHS stéréo Hi-Fi 365  
 VHS, VHS-C 134, 364-366  
 Vidéo analogique 130, 359-370  
 Vidéo HD 135-136  
 Vidéo numérique 130-131  
 Vidéo subaquatique 186-187  
 Vidéo-8 366-368  
 Viseur électronique 166

## X, Y, Z

XDCam, XDCam-EX, XDCam HD422 407  
 Y/C (signal vidéo) 365, 368  
 Zoom 5, 161  
 Zoom numérique 168  
 Zooming 30, 161

René Bouillot • Gérard Galès



# COURS DE VIDÉO

## Matériels

## Tournage et prise de vues

## Post-production

Unique en son genre et fidèle à l'esprit des indispensables *Cours de photographie* de René Bouillot, ce **Cours de vidéo** dresse un panorama exhaustif des **aspects théoriques, esthétiques et techniques de la vidéo**, tant du point de vue des matériels que des pratiques :

- **Art vidéo et tournage** : Généralités sur la prise de vues. Langage et syntaxe. Stabilité de l'image et mouvements de caméra. Lumière et éclairage. Écriture et mise en scène. Esthétique de la bande sonore dans le montage. Esthétique et authoring DVD et Blu-ray.
- **Équipements de prise de vues** : Principes de l'enregistrement de l'image et des sons. Fonctions et accessoires du caméscope. Matériels de prise de son et d'éclairage.
- **Montage et post-production** : Bases et étapes des montages image et audio. Logiciels de montage et modules annexes. Logiciels de création de menus interactifs DVD et Blu-ray. Masterisation vidéo et diffusion. Montage en ligne et banques d'images.
- **Complément technique** : Télévision et vidéo. Principes et formats de la vidéo numérique. Supports d'enregistrement. Connectique et branchements.

Illustré par près de 400 schémas et photographies, cet ouvrage de référence est un véritable outil d'apprentissage, de travail ou de perfectionnement pour les amateurs avertis, les étudiants et les professionnels du domaine.

RENÉ BOUILLOT

Ancien chef du service audiovisuel du groupe Thomson, journaliste et traducteur spécialisé, expert reconnu dans les domaines de l'image fixe ou animée, tant argentique que numérique. Il est l'auteur des fameux *Cours de photographie*.

GÉRARD GALÈS

Cameraman, réalisateur indépendant et formateur en audiovisuel. Journaliste rédacteur spécialisé, il collabore régulièrement avec le magazine *Caméra Vidéo & Multimédia*. Il est l'auteur de courts métrages de fiction plusieurs fois primés dans les festivals ainsi que de documentaires vidéo.