

Préface

Le montage vidéo numérique a depuis longtemps été l'apanage de produits propriétaires pour les professionnels ou les amateurs éclairés, nécessitant du matériel onéreux. Cependant, avec la montée en puissance des ordinateurs personnels, et le matériel devenu abordable, ce domaine s'est popularisé. Différents logiciels existent, propriétaires comme libres, et nous avons tous accès aux technologies nécessaires pour faire du montage vidéo.

L'inconvénient ? Nous n'avons pas nécessairement les connaissances techniques requises et évoluons dans un monde nouveau sans en connaître les fondements. Revoyons ensemble rapidement ces fondamentaux avant que vous ne plongiez au cœur du montage vidéo.

Commençons par le commencement, à savoir l'image. Dans le monde du numérique, toute image est représentée sous forme d'un rectangle composé de points indivisibles, les pixels (abréviation de *picture elements*). Pour chacun d'entre eux est définie une couleur, pouvant être codée de deux manières différentes. En vidéo analogique, on parle de YUV : luminance et chrominance ; la luminance correspond à la luminosité du point (avec elle seule, on obtient une image en noir et blanc), tandis que la chrominance, composée de deux signaux, représente le niveau du rouge et du bleu ; la troisième couleur primaire, le vert, est déduite de ces trois valeurs. Cette particularité est héritée d'une nécessaire compatibilité avec les appareils noir et blanc des débuts : un signal YUV devait être compris par ces appareils, ceux-ci pouvant ignorer les signaux de chrominance. De nos jours, on parle plus souvent de codage RGB (rouge, vert, bleu), où chacun des trois signaux représente simplement le niveau de chacune des couleurs primaires.

Un ensemble de pixels constitue donc une image. Chaque image fait une certaine taille : on parle de *définition* de l'image ; par exemple 768×576 pour une image PAL, ou 1920×1080 pour une image HD. La *résolution*, quant à elle, est la quantité de pixels qu'un support peut afficher sur une certaine surface : un écran d'ordinateur a généralement une résolution aux alentours de 72 dpi (points par pouce), une imprimante peut avoir une résolution de 300, voire 600 dpi. Ces deux termes sont souvent confondus, faites attention !

Une image peut être stockée sur un ordinateur sous différents formats : certains de ces formats sont sans perte (ils restituent exactement la même image), mais prennent beaucoup de place ; d'autres induisent une perte de qualité, parfois non visible, et sont moins gourmands en place. Plusieurs formats existent – on parle aussi de normes. Certains sont ouverts, tel OGG Vorbis, d'autres sont propriétaires, tel MPEG-4 dont H.264 est un sous-ensemble, et souvent soumis à licence. Pour manipuler ces fichiers, on utilise des logiciels de codage/décodage, appelés codecs : ainsi DivX est un codec pour le format MPEG-4, par exemple.

Voilà pour l'image ; nous manque maintenant le son – le cinéma muet a fait son temps ! Commençons par rappeler que le son est une onde, une vibration. Sa propagation est plus facile dans un milieu gazeux (l'air) que dans un solide (à travers les murs, vous entendrez peut-être les basses de cette horrible musique qu'écoute votre voisin, mais vous échapperez aux aigus). Ces vibrations sont enregistrées par un micro : l'air fait bouger une membrane, qui retranscrit ces vibrations en ondes électriques. Il est important d'enregistrer ces vibrations aussi tôt que possible, pour avoir un minimum de pertes : comme les ondes provoquées dans l'eau par un ricochet, le son s'atténue rapidement. Nos oreilles sont largement plus performantes que des micros, c'est pourquoi nous continuons de bien entendre même éloignés de la source du son, alors qu'un micro est peu sensible. Le procédé est inversé dans un haut-parleur : la membrane bouge pour faire vibrer l'air.

Tout comme une image, un son doit être numérisé, composé d'éléments indivisibles. Ici, on va découper le temps en minuscules tranches, et stocker l'état moyen des vibrations de l'air dans chacune de ces tranches ; on parle d'échantillonnage. Pour obtenir un son de bonne qualité, il faut des dizaines de milliers de tranches par seconde ; un échantillonnage de 48 000 Hz, habituel en vidéo, découpe une seconde en 48 000 parties : chacune de ces tranches dure environ 0,02 milliseconde ; assez court pour nous donner l'illusion d'une vibration « analogique ».

De la même manière, pour stocker un son numérique, il faut un format. Encore une fois, certains formats enregistrent sans perte (mais en prenant beaucoup de place), d'autres éliminent des informations générale-

ment inaudibles afin de gagner de la place. Vous verrez ce point plus en détails d'ici quelques dizaines de pages...

Enfin, il ne faut pas oublier d'enchaîner les images assez rapidement pour donner l'illusion du mouvement. En dessous de 15 images par seconde, on a du mal à ressentir ce mouvement : la lenteur du passage d'une image à l'autre nous fait percevoir un mouvement saccadé. À partir de 20 images par seconde, l'illusion du mouvement est presque parfaite. Si l'on parle souvent de 24 images par seconde, c'est parce que la technologie retenue aux débuts du cinéma parlant imposait une longueur minimale de la bande magnétique sonore ; cette longueur correspondait à 24 images sur une bobine de cinéma. La valeur de 25 images par seconde, quant à elle, nous vient de la télévision : pour simplifier cette dernière, il a été décidé de caler la synchronisation des images sur la fréquence de l'électricité. En l'occurrence, le réseau électrique français fonctionnant à une fréquence de 50 Hz, et une image étant dessinée en deux passes sur la télévision, 25 images pouvaient être dessinées à l'écran chaque seconde. Aux États-Unis et au Japon, la fréquence du réseau électrique est de 60 Hz : la télévision fonctionne à 30 images par seconde.

Attendez un peu... pourquoi l'image est-elle dessinée en deux passes ? Cette technique appelée l'entrelacement consiste à dessiner une ligne sur deux de l'image, avant de dessiner les lignes restantes ; cela vient aussi des débuts de la télévision : l'image s'estompait trop rapidement si on l'affichait en une seule passe, le premier pixel de l'image étant presque éteint lorsqu'on allumait le dernier. Alternier les lignes paires et les lignes impaires permettait d'arriver au bas de l'écran lorsque le premier pixel n'était éteint qu'à moitié, l'effet étant plus agréable à l'œil.

Nous savons à présent nous affranchir de ce référentiel qu'est le réseau électrique et nous sommes libres de définir la vitesse de défilement des images : une vidéo à 60 images par seconde permet de se sentir « dans le film » plus facilement, notre œil perçoit un mouvement plus réaliste. Cela permet également de créer un ralenti sans pour autant que la séquence vidéo ne soit saccadée.

De nombreux supports sont aujourd'hui disponibles pour diffuser nos vidéogrammes : le DVD vidéo (DVD signifiant *Digital Versatile Disc* et non *Digital Video Disc*), désormais courant dans les foyers ; le Blu-Ray, si on travaille sur une vidéo en haute définition ; enfin, bien sûr, pour des vidéos à large diffusion par Internet, on peut s'orienter vers des sites de vidéo comme DailyMotion ou YouTube, accessibles de partout, y compris sur nos téléphones mobiles... Ou, pour faire simple, on peut encore se contenter de stocker les vidéos au format DivX, sur disque dur ou sur un CD... Car le DivX, ce n'est pas que pour les films piratés !

Pixel, image, son, mouvement, supports... Tous les éléments sont réunis pour construire une vidéo ; il ne reste plus qu'à les assembler et, qui sait, peut-être devenir le prochain Stanley Kubrick. À vous de jouer, et bonne lecture !

Sébastien Maccagnoni-Munch

Consultant informatique spécialisé en infrastructures Open Source

Utilisateur de systèmes libres depuis le XX^{me} siècle

<http://www.tiramiseb.fr>

Avant-propos

Aujourd'hui, de plus en plus de personnes accèdent aux nouvelles technologies qui intègrent notre quotidien et qui nous ouvrent de nouveaux horizons. Acheter un « bon » ordinateur est devenu accessible à tous, et celui-ci est de plus en plus souvent compatible avec le système informatique de logiciels libres GNU/Linux.

Il y a de plus en plus d'utilisateurs de logiciels libres, y compris des personnes utilisant un système propriétaire comme Microsoft Windows ou Apple Mac OS X sur lequel elles installent des logiciels libres portés pour ces systèmes, comme les excellents Firefox, Thunderbird, Gimp, OpenOffice.org, etc. Tous ces logiciels, libres ou propriétaires, offrent de plus en plus d'usages de votre ordinateur qui ne se contente plus d'être une machine à écrire, une messagerie courriel ou un navigateur Internet pour le Web, mais peut, moyennant quelques installations/configurations, se transformer en véritable studio audio-vidéo numérique ouvrant les portes de la musique et de la vidéo.

Cette possibilité d'utiliser quelques logiciels libres importants et très puissants dans un système propriétaire assure la découverte des grandes qualités des logiciels libres auprès du plus grand nombre et résout au quotidien, dans les foyers ou dans les entreprises, de nombreux « soucis informatiques » ! Cependant, si vous désirez vous lancer dans le montage vidéo, il vous faudra faire un choix, car, dans ces systèmes propriétaires, de grands éditeurs de logiciels comme Microsoft, Adobe et bien d'autres verrouillent le secteur du multimédia, secteur le plus « attractif » dans les usages de l'ordinateur, et empêchent le développement des logiciels libres de montage. Il existe donc peu de solutions libres dans certains domaines du montage vidéo sous Microsoft Windows et Apple Mac OS X.

Le choix à réaliser est alors simple et logique : il faut utiliser, de façon complète et cohérente, un système informatique complet libre avec des logiciels libres de montage vidéo qui fonctionnent et s'appuient sur le cœur du système informatique GNU/Linux. Pour ceux qui ne sont pas sous un système libre, un double amorçage est possible.

En 1995, les premiers supports numériques DVD apparaissent, véritable révolution numérique sur des supports physiquement similaires à de simples CD (12 cm de diamètre). Il est alors possible de stocker suffisamment de données pour mettre une vidéo de longue durée et de très grande qualité visuelle et auditive sur le disque optique.

Pourquoi ce retour en arrière jusqu'à cette date ? Le DVD est, aujourd'hui, en 2009, considéré par les grands industriels du marché multimédia comme une technologie vieillissante qui doit être remplacée par une nouvelle technologie : des disques optiques toujours physiquement identiques, soit 12 cm de diamètre, mais sur lesquels il est possible de graver avec de nouveaux lasers, ce qui permet de stocker plus de données et donc d'accroître la qualité finale de la vidéo et de l'audio de votre film. Ainsi, des guerres commerciales de standards/normes sont réapparues entre Blu-ray et HD DVD (dont le Blu-ray est sorti vainqueur) et ont fortement influencé le prix et la compatibilité des appareils disponibles pour le grand public.

Nous ne partageons pas cette opinion qui condamne la technologie DVD au profit d'une nouvelle dernière, plus chère pour le grand public et donc souvent moins accessible. Pour nous, le DVD et les couches techniques cachées derrière ces trois lettres sont intéressants, car cette technologie est mûre, bien maîtrisée et économiquement accessible au plus grand nombre d'entre nous.

Cet ouvrage se propose donc de vous guider dans le choix du matériel nécessaire au montage vidéo, dans vos achats et dans l'installation du système GNU/Linux et des logiciels adaptés à vos besoins au travers de la chaîne de vidéo numérique disponible sous GNU/Linux, afin de vous permettre d'exploiter pleinement le matériel informatique et audiovisuel dont vous disposez déjà ou que vous allez acheter pour débiter en montage vidéo.

À qui s'adresse cet ouvrage ?

Cet ouvrage s'adresse à :

- ceux qui débutent complètement et envisagent un équipement matériel et logiciel pour le montage audio-vidéo libre ;
- ceux qui débutent et qui veulent utiliser leurs ordinateurs de façon avancée en multimédia audio et vidéo sous GNU/Linux ;
- ceux qui font déjà du montage audio-vidéo et qui veulent migrer d'un système propriétaire Microsoft Windows ou Apple Mac OS X vers le système libre GNU/Linux.

Structure de l'ouvrage

Ce livre est découpé en 17 chapitres qui permettent d'aborder une chaîne de montage audio-vidéo numérique. Conçu avant tout pour le grand public débutant qui lira l'ouvrage du premier chapitre au dernier, il est aussi prévu pour un public plus confirmé qui puisera des informations précises en consultant certains chapitres indépendamment les uns des autres.

Première partie : découvrir les bases, choisir le matériel et les logiciels de montage audio-vidéo

Le **chapitre 1** aborde les principales bases théoriques sur les fichiers informatiques vidéo en rappelant les notions de conteneur, flux, codec, résolution, débit et lecteur multimédia. Sa lecture sera indispensable pour les grands débutants.

Le **chapitre 2** aidera le futur utilisateur à acquérir le matériel audio-vidéo le mieux adapté à son usage et à son budget d'achat en donnant un maximum d'informations techniques sur les Caméscopes, microphones, câbles, carte-son, carte graphique, ordinateur, prises, téléviseur, platines de salon, etc.

Le **chapitre 3** aidera à connecter l'ensemble du matériel acquis au chapitre 2 afin de fabriquer une chaîne numérique matérielle pleinement fonctionnelle.

Le **chapitre 4** enfin aidera à choisir les logiciels et la distribution GNU/Linux les plus adaptés à ses usages multimédias.

RÉFÉRENCE

La référence absolue de P. Bellaïche « Les secrets de l'image vidéo »

Si Wikipedia peut être une bonne ressource de départ, pour toute définition de format, nous recommandons très vivement la bible exhaustive de Philippe Bellaïche sur la question. De l'histoire des formats jusqu'à la sortie sur les derniers supports, toute la chaîne de l'image vidéo est décortiquée avec une précision et une actualité qui satisferont les passionnés de technologie se posant les questions les plus pointues : caméras numériques, normes de compression, formats d'images...

 Philippe Bellaïche, *Les secrets de l'image vidéo*, Eyrolles, 2008.

Deuxième partie : écrire son scénario, trouver des ressources libres et réaliser son tournage

Dans cette partie, le **chapitre 5** indiquera des ressources libres sur Internet pour compléter votre projet vidéo avec des images, des vidéos, de la musique et des sons libres.

Le **chapitre 6** vous aidera à écrire votre scénario et storyboard, indispensables à la réalisation d'un bon projet vidéo, tandis que le **chapitre 7** aidera à la mise en œuvre sur site du matériel acquis au chapitre 2 pour obtenir images et son de qualité afin de faciliter par la suite le montage vidéo.

Le **chapitre 8** vous aidera à récupérer dans l'ordinateur de montage les séquences tournées appelées rushes vidéo.

Troisième partie : montage audio-vidéo et post-production

Les **chapitres 9, 10 et 11** vous proposent un accompagnement au montage vidéo avec les trois logiciels les plus utilisés : Kino, pour débiter ; Kdenlive, pour une difficulté intermédiaire ; et enfin Cinelerra, orienté pour un usage professionnel. Ces trois chapitres peuvent être lus ensemble ou séparément selon les besoins du lecteur.

Les **chapitres 12 et 13** apporteront des compléments d'informations sur les logiciels qui permettent d'enrichir ou d'améliorer votre montage audio-vidéo par les techniques de post-production. À vous les techniques de transformations et d'améliorations de vos films et bandes-son !

Quatrième partie : finalisation, création de DVD vidéo et diffusion en réseau

Les **chapitres 14, 15 et 16** aideront à choisir les bons paramètres d'encodage audio-vidéo pour assurer la construction de fichiers vidéo cohérents avec votre projet. Le **chapitre 15** s'attardera sur la production de DVD vidéo avec menus interactifs alors que le **chapitre 16** donne les clés de la construction d'une web radio ou d'une web télévision diffusant vos fichiers multimédia dans un réseau local ou sur Internet.

Enfin, le livre se termine par le **chapitre 17**, foire aux questions qui regroupe trucs et astuces concernant les problèmes techniques le plus fréquemment rencontrés dans l'usage de votre chaîne de montage audio-vidéo numérique, et un glossaire.

Dans cet ouvrage, il sera régulièrement fait appel ou référence à des ressources d'accompagnement accessibles depuis le site www.editions-eyrolles.com ainsi que le site de l'auteur lprod.org.

Licence des ressources multimédias

Toutes les ressources multimédias proposées dans le livre sont placées sous licence libre GNU/FDL.

Sur les ressources d'accompagnement

Des apartés « Ressources d'accompagnement » signalent les fichiers ou exemples présents sur les sites www.editions-eyrolles.com et le site lprod.org.

Remerciements

Avant de débiter la mise au point de votre studio audio-vidéo numérique, nous tenons à remercier les personnes suivantes :

- Sophie Bellegarde, Ania Lesca, Jean Peyratout, Véronique Beauchamp-Lanquetin pour leurs relectures attentives et critiques qui garantissent l'accessibilité du livre aux débutants ;
- tous les auteurs connus et anonymes de sources documentaires libres, comme Wikipédia, l'encyclopédie libre sans qui ce livre n'aurait jamais pu voir le jour ;
- Richard Stallman et les contributeurs du projet GNU, Linus Torvalds et tous les passionnés qui développent des logiciels Open Source, Jean Peyratout, Éric Seigne, Didier Roche, Jesús Muñoz et tous ceux qui par leurs actions volontaires ont fait avancer les logiciels libres dans les esprits et les ordinateurs afin que le plus grand nombre d'entre nous puissent en bénéficier ;
- Jacques alias iago33, Aurélien du studio audio professionnel libre AMMD, Karlheinz (Allemand de la liste internationale Ubuntu Studio), Didier Merleteau alias Bluedid29 et Frank de LinuxMAO, Isabelle de Giroll pour les explications pertinentes permettant la rédaction de la section audio ;
- Arnaud Nevers, Olivier Saraja, Samuel Laroye pour les conseils éclairés sur le logiciel Blender ;
- Muriel Shan Sei Fan, éditrice responsable du secteur informatique d'Eyrolles, pour son aide précieuse, pour son regard critique et pour l'ensemble des conseils donnés durant la rédaction, ainsi que pour sa patience et la dernière main à l'édition finale de l'équipe Eyrolles, Sophie Hincelin, Anne-Lise Banéath, Pascale Sztajn bok, sans oublier Gaël Thomas ;
- Isabelle Hurbain et Sandrine Burriel pour leurs nombreuses relectures critiques et idées de présentation ;
- les utilisateurs de la liste lprod.org, de LinuxMAO, qui m'ont apporté d'innombrables petites contributions issues d'expériences de terrain.

LICENCE La licence libre GNU/FDL

La licence libre GNU/FDL est l'équivalent, pour les ressources libres (textes, images, vidéos, sons, etc.), de la célèbre licence GNU GPL qui protège GNU/Linux et les logiciels libres. Elle autorise entre autres la copie légale, l'utilisation et la modification de la ressource. Pour connaître les détails de cette licence, consultez le site officiel :

► <http://www.gnu.org/licenses/licenses.fr.html>

📖 R. Stallman et al., *Richard Stallman et la révolution du logiciel libre*, Eyrolles, 2010

La vidéo numérique : quelques bases

1

Une vidéo est une succession d'images et de sons dans le temps. Simple dans sa conception, une vidéo numérique repose sur l'usage de logiciels de compression, de décompression, de lecture et de création. Pour profiter pleinement de la vidéo numérique et éviter les soucis standards (comme une vidéo partiellement lue, impossible à ouvrir, trop volumineuse, une image pixellisée et dégradée...), décortiquons ensemble les bases de la vidéo numérique.

SOMMAIRE

- ▶ Décortiquer un fichier vidéo
- ▶ Les codecs audio-vidéo
- ▶ Les définitions vidéo
- ▶ L'échantillonnage sonore

MOTS-CLÉS

- ▶ Vidéo
- ▶ Conteneur
- ▶ Flux audio
- ▶ Flux vidéo
- ▶ Codec
- ▶ Pixel
- ▶ Définition
- ▶ Échantillonnage

Décortiquer un fichier vidéo

Utiliser un fichier vidéo est, en apparence, un jeu d'enfant. Bien souvent, lorsque vous recevez une vidéo par courriel, sous la forme d'un lien Internet ou sur un support physique de type CD-Rom, DVD-Rom ou clé USB, vous avez une chance sur deux de la visionner sans difficulté. Pour comprendre pourquoi votre ordinateur ne parvient pas à lire ce fichier vidéo, décortiquons-le !

Un fichier vidéo est composé au minimum :

- d'un conteneur vidéo ;
- d'un flux vidéo encodé ;
- d'un flux audio encodé.

Accessoirement, le fichier peut comporter des données numériques complémentaires appelées en anglais des *tags*, comprenez des étiquettes d'information comme l'auteur, le titre, la licence, etc.

Conteneur vidéo

Le conteneur vidéo est un format de fichier permettant « d'emballer » plusieurs types de données numériques, un peu comme une archive est capable de regrouper différents éléments dans un fichier compressé. Il est directement utilisable sur votre ordinateur et peut être ouvert à l'aide d'un logiciel de lecture multimédia. Le fichier de conteneur sert donc à organiser et à classer les données pour en permettre l'accès aux logiciels de lecture multimédia.

Un conteneur vidéo renferme traditionnellement un flux vidéo encodé avec un codec vidéo ou un flux audio encodé avec un codec audio.

TECHNIQUE Liste des conteneurs audio-vidéo

Pour en savoir plus sur les différents conteneurs audio-vidéo, vous pouvez consulter cette page de Wikipédia :

- ▶ http://fr.wikipedia.org/wiki/Format_conteneur

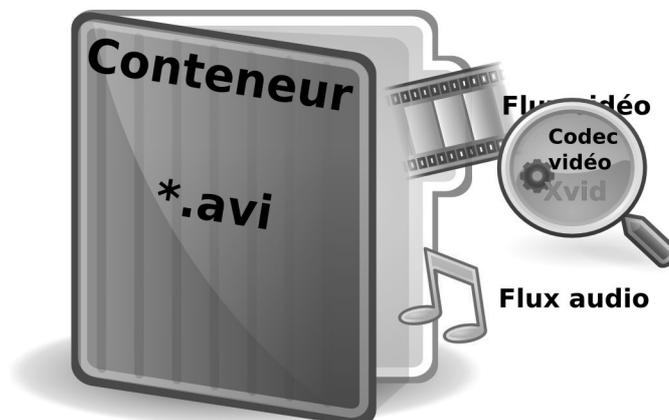


Figure 1-1
Conteneur vidéo avec un flux vidéo encodé à l'aide du codec libre Xvid

RESSOURCES D'ACCOMPAGNEMENT

Film_eyrolles_introduction_multimedia_xvid_HQ.avi

OUTILS Vous n'arrivez pas à lire le film d'introduction ? VLC est là !

Vous n'arrivez pas à lire correctement ce fichier ? Installez et utilisez le lecteur multimédia VLC, que vous trouverez dans le DVD fourni avec ce livre (voir chapitre 4).

BIOLOGIE **La vision**

La vision humaine n'est pas une perception directe. La rétine, couche cellulaire qui tapisse le fond de l'œil, contient des neurones photosensibles. Les rayons lumineux excitent les cônes et les bâtonnets de ces neurones, qui envoient des influx nerveux vers le cerveau par le nerf optique. Ce sont les neurones du cortex postérieur qui décodent ces influx nerveux et composent une image qui varie d'un individu à l'autre. Pour en savoir plus, lisez les articles de Wikipédia sur la vision et le cortex visuel :

- ▶ http://fr.wikipedia.org/wiki/Perception_visuelle
 - ▶ http://fr.wikipedia.org/wiki/Cortex_visuel
-

TECHNIQUE **60 images par seconde**

Les caméras qui filment en 60 images par seconde permettent de créer, par la suite, des ralentis très fluides avec une grande précision d'image, typiquement pour une action sportive. Certains Caméscopes grand public haute définition commencent à proposer cette option de tournage.

Prenons un exemple concret dans le DVD fourni avec ce livre. Pour ce fichier vidéo, le conteneur est AVI. À l'intérieur du conteneur, vous découvrirez :

- un flux vidéo encodé en Xvid, un codec vidéo libre ;
- et un flux audio encodé en MP3, un codec audio propriétaire.

Dans ce conteneur AVI, on aurait pu déposer des flux audio et vidéo dans d'autres encodages. Beaucoup d'utilisateurs débutants confondent le conteneur avec les codecs employés pour la compression des flux audio-vidéo. Ainsi, le conteneur AVI est souvent confondu avec le codec vidéo DivX, alors que tous les fichiers AVI ne sont pas nécessairement des fichiers vidéo encodés en DivX.

Un conteneur audio contient seulement un flux audio encodé et des métadonnées de type *tags* (telles que le titre de la chanson, le nom de l'auteur, l'album, la licence et diverses autres informations).

Flux vidéo

Une vidéo est une succession d'images qui se déroule dans le temps. L'œil humain perçoit la succession d'images et, lorsque celle-ci comporte des changements visibles, l'interprétation cérébrale de la perception visuelle donne une « impression » de mouvement.

En matière de vidéo, on compte en nombre d'images par seconde. On considère que les mouvements d'une séquence sont fluides lorsque la vidéo comporte 25 images par seconde.

Toutes les vidéos, quels que soient le support et le format, contiennent donc une succession d'images appelée flux vidéo.

Ce flux vidéo est encodé dans un format de lecture vidéo par un programme informatique appelé codec vidéo.

Flux audio

Un flux audio est en fait une succession de sons qui se déroule dans le temps. L'oreille humaine perçoit cette succession, dont l'intensité est mesurée en décibels (dB). À partir de 110 dB, des dégâts apparaissent sur les cellules ciliées.

La hauteur d'un son correspond à une fréquence de vibration (c'est-à-dire un nombre de vibrations par seconde). Cette fréquence est exprimée en hertz (Hz). Le tableau suivant donne une équivalence entre les hauteurs de sons courantes et leurs fréquences.

Tableau 1-1 Hauteurs de sons courantes et leurs fréquences

Type de son	Fréquence en Hz
Graves	inférieure à 20 Hz
Mediums	comprise entre 500 et 3 000 Hz
Aigus	supérieure à 3 000 Hz

BIOLOGIE La perception du son

Le son est une vibration de tranches d'air, transmise au tympan puis aux osselets. Ensuite, cette vibration parvient à la cochlée ou, plus exactement, au liquide qu'elle contient. Les mouvements du liquide sont captés par des terminaisons nerveuses, les cellules ciliées. Les informations sont transmises par le nerf auditif au cerveau, qui crée la perception auditive.

Comme tout organe de perception, l'oreille a ses limites : il est communément admis que l'oreille saine perçoit les sons compris entre 20 Hz et 20 KHz (20 000 Hz).

Toutes les pistes audio, quels que soient le support et le format, contiennent donc une succession de sons appelée flux audio.

Ce flux audio est encodé dans un format de lecture audio par un programme informatique appelé codec audio.

Autres données numériques

D'autres données numériques peuvent figurer dans un fichier vidéo :

- des données de sous-titrage pour différentes langues ;
- des métadonnées identifiant l'auteur, la date de création, les logiciels de création, la licence, un descriptif, etc.

Encodage et décodage d'une vidéo

Un codec est un programme informatique permettant de réaliser sur un flux audio-vidéo les opérations de codage ou compression (CO), d'une part, et de décodage ou décompression (DEC), d'autre part.

Il existe énormément de codecs audio-vidéo pour l'encodage de flux. Globalement, on peut les classer en quatre catégories suivant deux critères, à savoir la licence et la conservation des données des flux :

- propriétaires sans perte ;
- propriétaires avec perte ;
- libres sans perte ;
- libres avec perte.

Cette notion de perte est très importante. Quand vous réalisez une vidéo d'une certaine durée, le flux vidéo est conséquent (grand nombre d'images), tout comme le flux audio (grand nombre de sons). Toutes ces données numériques prennent de la place et doivent, suivant le support final choisi pour votre projet vidéo, être plus ou moins compressées afin de « rentrer » dans le support. Cette compression des données peut donc

être accompagnée de dégradations ou pertes qui, suivant le degré de perte retenu, sont plus ou moins perceptibles dans votre vidéo finale.

À titre d'exemple, une vidéo contenue dans un DVD vidéo est compressée par le codec vidéo MPEG2 et présente des pertes par rapport au tournage initial. Perte ne signifie toutefois pas forcément mauvaise qualité, puisque le DVD vidéo que vous lisez sur votre platine de salon fournit une vidéo finale d'excellente qualité.

Voyons maintenant ensemble ce que le codec vidéo et le codec audio doivent encoder et compresser pour créer un fichier vidéo.

Rappels sur l'image, élément atomique d'une vidéo

Rappelons qu'une vidéo est composée d'images ayant une définition et un format déterminés, se succédant selon un débit donné, et recourant à des algorithmes de compression et décompression visant à en alléger le flux.

Définition vidéo

La définition vidéo détermine le nombre de pixels présents dans la largeur et dans la hauteur de l'image qui constitue la vidéo. Comme le montre l'exemple ci-dessous, une vidéo de définition 800×600 présente à l'écran des images de 800 pixels en largeur et de 600 pixels en hauteur.

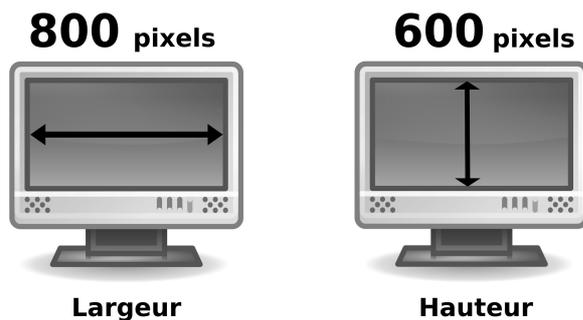


Figure 1-2
Définition 800×600 : l'image comporte 800 pixels en largeur et 600 pixels en hauteur

La définition vidéo est donc directement liée aux images qui constituent la séquence, puisqu'une vidéo est une simple succession d'images fixes. Dans le monde de la vidéo, il existe des définitions qui servent de points de repère en matière de qualité. Une vidéo haute définition a pour définition $1\,920 \times 1\,080$ pixels alors qu'une vidéo basse qualité a pour définition 144×120 pixels.

TECHNIQUE **Cassette VHS de magnétoscope**

Pour mémoire, une cassette VHS de magnétoscope possède une définition standard de 300×360 pixels.

La définition détermine donc la qualité de votre vidéo. Plus les images qui la composent sont riches en pixels, plus votre vidéo est affinée et lissée.

Le tableau ci-dessous résume les principales définitions vidéo rencontrées en montage numérique.

Tableau 1-2 Définition vidéos utilisées en montage numérique

Définition vidéo	Cible de lecture	Remarques
1 920 × 1 080	Téléviseur Full HD ou HD TV 1080p	Image excellente mais encore trop peu d'appareils compatibles.
1 440 × 1 080 ou 1 080 × 720	Téléviseur HD Ready ou HD TV	Image excellente, technologie HD plus accessible aujourd'hui.
1280 × 1024	Moniteur LCD 19 pouces	Définition fréquente sur les ordinateurs actuels (2008/2009).
800 × 600	Téléviseur cathodique, moniteur 15 pouces	Définition fréquente sur les vieux moniteurs d'ordinateur et sur l'ensemble des téléviseurs à tube cathodique.
720 × 576	Téléviseur LCD et cathodique, vidéoprojecteur	Définition moyenne d'un DVD vidéo PAL encodé pour les appareils européens, une référence en montage vidéo finalisé. Définition native du DV.
640 × 480	Moniteur d'ordinateur, téléviseur cathodique	Définition très utilisée lors de la création de DivX pour copier et compresser des DVD vidéo.
512 × 288	Vidéo de site web haute qualité	Définition en développement pour diffusion HD dans les pages web de sites vidéo, format 16/9.
320 × 240	Vidéo de site web qualité moyenne	Définition fréquente dans les pages de sites web permettant de diffuser de la vidéo via le Net. Très utilisé, format 4/3.
140 × 122	Vidéo de site web basse qualité	Définition ancienne dans les pages de sites web permettant de diffuser de la vidéo via le Net. En perte de vitesse.

TECHNIQUE **Les formats cinéma et télévision**

Le format d'une vidéo est l'objet d'une guerre technico-commerciale de longue date. Initialement, le cinéma tournait ses films en CinémaScope, avec un ratio de 2,55 abandonné depuis pour le Panavision en 2,35. La télévision avait, quant à elle, adopté un format 1,33 pour se rapprocher des premiers films américains tournés en *Academy ratio* 1,37. Dans cette jungle, vous pourrez vous y retrouver grâce à cette excellente explication :

- ▶ <http://www.son-video.com/Conseil/HomeCinema/FormatsCinema.html>

Tous les détails dans Wikipédia :

- ▶ http://fr.wikipedia.org/wiki/Formats_de_projection

Depuis près de dix ans, la définition de référence en montage vidéo est le DV en 720×576 . Aujourd'hui, tous les appareils permettant de lire ou de monter cette définition sont considérés comme SD compatibles (SD voulant dire Standard Definition). Par opposition, la nouvelle référence en cours d'adoption est la HD, HD signifiant *haute définition*. La définition de référence en HD est plus floue car des guerres technico-commerciales ont actuellement lieu. Il est admis que la version la plus haute est la référence, soit $1\,920 \times 1\,080$.

Format de l'image

L'image d'une vidéo peut avoir différents formats. Les plus connus du grand public sont le 4/3 (forme des anciens écrans de téléviseurs cathodiques) et le 16/9 (forme des nouveaux écrans plats de téléviseurs). Dans la réalisation professionnelle de films de cinéma, les tournages ne se font pas en 4/3 ou en 16/9 mais en 2,35 qui est le format dit « Panavision ».

Pour le format 4/3, on obtient le format de l'image ou ratio en réalisant la division 4 par 3, soit un ratio de 1,33. Quand vous trouvez la notion 1.33:1, cela signifie que pour une hauteur de 1, la largeur de l'image est égale à 1,33. Le tableau ci-dessous rappelle les principaux formats utilisés en montage vidéo.

Tableau 1-3 Principaux formats en montage vidéo

Définition	Format	Ratio	Cible
1 920 × 1 080	16/9	1,77	Téléviseur HD TV 1080p
1 440 × 1 080	4/3	1,33	Téléviseur HD TV 1080p
1 280 × 720	16/9	1,77	Téléviseur HD TV 1080p ou HD TV
1 024 × 768	4/3	1,33	Moniteur LCD 15 pouces/17 pouces, vidéoprojecteur
800 × 600	4/3	1,33	Téléviseur cathodique, vidéoprojecteur
720 × 576	Proche du 4/3	1,25	Téléviseur cathodique
640 × 480	4/3	1,33	Web, DivX
512 × 288	16/9	1,77	Web
320 × 240	4/3	1,33	Web

Les principales conséquences sur votre vidéo sont :

- la présence de bandes noires au-dessus, en dessous et sur les côtés de l'image ;
- l'étirement des images avec l'écrasement des personnages et des scènes en cas de ratio erroné.

vidéo 1920 × 1080



vidéo 1440 × 1080



Téléviseur Full HD ou HD TV 1080p



vidéo 1280 × 720



vidéo 720 × 576

Figure 1-3
Flux vidéo, ratio, format et téléviseur

Pour éviter ces désagréments, définissez le ratio de votre cible, et donc celui de votre projet vidéo, avant le tournage. Une fois votre ratio choisi, définissez la définition de votre projet. Réalisez ensuite votre tournage avec les moyens adaptés.

Débit vidéo

La qualité d'une vidéo dépend aussi du débit des données qui composent les images de la séquence. Pour une définition identique, une baisse du débit vidéo se traduit par une qualité d'image moins bonne. Ce paramètre est rarement exploité lors de la création d'un fichier vidéo car il est moins déterminant que la définition et souvent moins connu. La mesure du débit vidéo est exprimée en kilobits par seconde, soit Kbit/s.

Ceux qui sont intéressés par la production de vidéos à destination d'Internet doivent se pencher sur ce paramètre, pour optimiser le temps d'attente des données dans le navigateur de l'internaute. La valeur de 564 Kbit/s est souvent utilisée comme une valeur optimale.

À l'opposé, ceux qui fabriquent des vidéos de bonne qualité, de type DVD, doivent veiller à ne pas faire tomber cette valeur en dessous de 6 000-7 000 Kbit/s pour obtenir une image de bonne qualité. En haute définition, il peut être intéressant de monter le débit jusqu'à 10 000 Kbit/s.

Codec vidéo

Lors de la création d'une vidéo, vous devez choisir un codec vidéo, algorithme mathématique complexe qui sert à « compresser les données des flux avec plus ou moins de perte ». Le choix du codec vidéo est essentiel pour garantir une bonne qualité et une bonne accessibilité de votre montage vidéo à un public cible.

Si, par exemple, vous réalisez une vidéo et que vous décidez de l'encoder avec le codec MPEG2, cette vidéo pourra facilement être lue par tous les ordinateurs Apple, Windows et GNU/Linux, ainsi que par l'ensemble des platines de salon de type DVD, soit un public cible large.

À l'opposé, un encodage avec le codec propriétaire Windows Media Video (WMV) dans sa dernière version permettra uniquement aux détenteurs de la dernière version de Windows et du lecteur Windows Media Player de visionner votre travail, soit un public cible très restreint.

Nous vous recommandons ces solutions, que nous utilisons régulièrement lors de nos productions.

Tableau 1-4 Choix de formats recommandés en fonction du type de vidéo

Type de codec vidéo	Type de vidéo et raisons du choix
Xvid (codec libre)	Vidéos pour le Web et ordinateurs, de 320 × 240 à 640 × 480, très compatible avec DivX, bonne qualité, poids optimal. Excellent aussi en HD, en 1920 × 1080, dans un conteneur AVI.
MPEG2 (codec propriétaire)	Vidéos à destination d'un DVD 720 × 576, en matière de vidéo finalisée.
Ogg Theora (codec libre)	Vidéos HD en 1920 × 1080, une très bonne qualité d'image avec un poids optimal, idéal en sauvegarde de longue durée 1 920 × 1 080 et 720 × 576.
DV (codec propriétaire)	Vidéos pour montage sur ordinateur.

L'utilisation d'un codec vidéo très propriétaire restreint le public cible de façon drastique. Évitez d'employer ces codecs si vous voulez qu'un grand nombre de personnes puisse visionner votre travail. Pensez aussi que ce choix conditionne la « durée de vie » de votre vidéo. Choisir un codec ouvert et libre est la garantie de pouvoir relire longtemps votre travail vidéo.

Son d'une vidéo

Le flux sonore d'une vidéo est un élément essentiel à la qualité de votre travail finalisé. Dans un bon montage vidéo, le son influence fortement la perception que nous avons des images. Au cinéma, quand le public pleure devant un film, ce n'est jamais vraiment par hasard : la musique du film, à ce moment-là, crée ou renforce le sentiment de tristesse et d'émotion dégagé par les images, suscitant ainsi les larmes du spectateur.

Échantillonnage du son

Un son est une série de vibrations de l'air, dans des gammes différentes, au cours d'un intervalle de temps déterminé. L'échantillonnage du son consiste à définir combien de vibrations par seconde le capteur doit enregistrer. La procédure est assez complexe à expliquer dans les détails ; l'important est de retenir que, plus l'échantillonnage est élevé, plus la qualité sonore est grande. Pour un amateur, il est globalement inutile de dépasser les valeurs 48 000 Hz ; 44 100 Hz suffisent : un CD audio du commerce, dont le son est excellent, est échantillonné à 44 100 Hz.

Le tableau ci-dessous résume les principales fréquences d'échantillonnage.

Tableau 1-5 Principales fréquences d'échantillonnage

Échantillonnage (Hz)	Usages courant
192 000	Son de très grande qualité, studio audio professionnel.
96 000	Son de très grande qualité, studio audio professionnel, maquette de CD.

Tableau 1-5 Principales fréquences d'échantillonnage (suite)

Échantillonnage (Hz)	Usages courant
48 000	Son de qualité, norme DV PAL des Caméscopes.
44 100	Son de qualité, souvent utilisé en MP3, CD audio.
22 050	Radio analogique, qualité moyenne, des distorsions apparaissent.

RESSOURCES D'ACCOMPAGNEMENT

Vous trouverez des exemples d'encodages son sur la fiche de l'ouvrage téléchargeable depuis le site www.editions-eyrolles.com.

Débit audio

Suivant la qualité à obtenir, vous compressez plus ou moins fortement le flux audio. Le débit audio influence aussi beaucoup la qualité de ce que vous entendez. Il est exprimé en kilobits par seconde (Kbit/s).

Pour vous faire une idée « auditive » personnelle, écoutez l'extrait (15 secondes) du morceau libre « Les râteaux, les vestes et les vents » décliné dans différents encodages, du plus conservateur au plus destructeur :

- meilleure qualité sans perte (format FLAC) ;
- excellente qualité avec pertes minimales (format WAV) ;
- très bonne qualité compressée avec pertes faibles (format Ogg Vorbis-192 Kbit/s) ;
- bonne qualité compressée avec pertes acceptables (format MP3-128 Kbit/s) ;
- qualité moyenne compressée avec pertes audibles (format MP3-64 Kbit/s).

En écoutant ces différents morceaux, nous nous rendons compte que, jusqu'au MP3 encodé en 128 Kbit/s, il est difficile de percevoir le niveau de « dégradation » sonore. Cela explique le succès commercial du MP3, qui permet de compresser fortement une bande-son avec une très bonne qualité.

En montage audio-vidéo, le format WAV peu compressé est la référence.

Codec audio

Le codec audio détermine la qualité de votre vidéo finale ainsi que sa facilité de lecture. Tout comme pour le codec vidéo, nous vous invitons à éviter les codecs très propriétaires comme le Windows Media Audio (WMA) ou le Real Audio (RA).

Nous vous recommandons ces solutions utilisées régulièrement lors de nos productions.

Tableau 1-6 Codecs que nous recommandons et pourquoi

Type de codec vidéo	Niveau de compression	Type de vidéo et raisons du choix
FLAC (codec libre)	Très faible, top qualité	La meilleure qualité avec le minimum de pertes.
PCM WAV (codec propriétaire)	Faible, top qualité, meilleur réglage 256 Kbit/s	Codec référence pour l'audio des montages sur ordinateur, très bonne qualité.
MPEG2 (codec propriétaire)	Moyen, bonne qualité, meilleur réglage 224 Kbit/s	Codec pour l'audio à destination d'un DVD 720 × 576, la référence en matière de vidéo finalisée, sa prise en charge est très répandue.
AC3 (codec propriétaire)	Moyen, bonne qualité, meilleur réglage 224 Kbit/s	Codec pour l'audio des DVD diffusant un son spatial 2.1 à 5.1 de type Dolby Digital, 5 enceintes plus un caisson de basse.
Ogg Vorbis (codec libre)	Moyen, bonne qualité, meilleur réglage 192 Kbit/s	Codec pour l'audio très performant pour les bandes-son, meilleur réglage à 192 Kbit/s. Idéal pour stockage de longue durée.
MP3 (codec propriétaire)	Fort, meilleur réglage 128 Kbit/s	Codec pour l'audio destiné au Web, aux baladeurs, aux auto-radios et aux ordinateurs à 128 Kbit/s, très compatible avec DivX, Xvid, sa prise en charge est très répandue.

Le débit est le principal paramètre que vous réglez dans votre encodage vidéo. Il est possible aussi de spécifier le type de débit ; pour le codec MP3, on dispose des options CBR (Constant Bit Rate), offrant un débit constant adapté au streaming en ligne sur Internet, et VBR (Variable Bit Rate), permettant un débit variable adapté aux baladeurs MP3 et platines de DVD. Vous pouvez aussi choisir un encodage mono, stéréo, stéréo joint ou Dolby Digital 2.0, 2.1, 3.1, 4.1, 5.1, 7.1.