



Département
Education et
Technologie

- Images
- Sons
- Vidéos

CONCEVOIR UN PRODUIT MULTIMÉDIA AVEC DES OBJETS PARTICULIERS

Monique Colinet

5.74
FEVRIER 2001



Centre pour la formation à
l'Informatique dans le Secondaire

Répartition des contenus

La retouche d'images:

- la photo numérique
- les formats de fichiers générés
- le transfert vers un PC
- les primitives de base de retraitement

Traitement des sons

- l'enregistrement et la collecte à partir de divers supports
- les formats de fichiers générés
- les traitements par "copier-coller"
- les traitements par insertion, mixage
- les effets divers

La capture et le montage de séquences vidéos

- la vidéo numérique
- les formats de fichiers générés
- le transfert vers un PC
- le transfert vers un magnétoscope
- les primitives de base du montage d'un film.

Objectifs

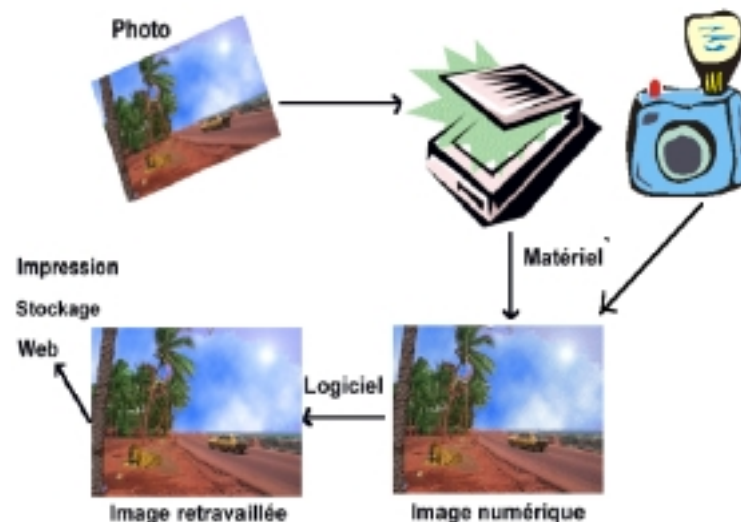
L'objectif de ce document est de donner des informations spécifiques sur les fichiers particuliers que sont les images, les sons et les vidéos. Ces fichiers étant, lors de leur création, souvent volumineux, il est important de les compresser. Les méthodes de compression donnent naissance à des formats de fichier différents. La connaissance et la compréhension de ces différents formats doivent en permettre une utilisation plus efficace dans la création de produits multimédias.

Concepts

Les images

Un peu de théorie

La numérisation d'une image



Numériser une image, c'est d'abord la transformer en

- un ensemble de vecteurs: on parle *d'image vectorielle*. Un avantage de ce genre de transformation est sa précision. L'image aura toujours la finesse maximum possible quelque soit le périphérique utilisé. Un inconvénient de ce genre de transformation, c'est qu'il n'existe pas de format standard. Les formats d'images vectorielles sont des formats propriétaires.

- un ensemble de points (pixel): on parle *d'image bitmap*. Elles sont les plus répandues et facilement manipulables grâce à des logiciels tout public. Nous nous attarderons donc plus spécifiquement sur les images bitmap.

Numériser une image, c'est ensuite transformer cet ensemble d'informations (vecteurs ou points) en nombres. Nous n'envisagerons que le codage des images par points.

Le codage des images par points.



Les informations codées et transmises sur l'image bitmap dépendront de deux éléments:

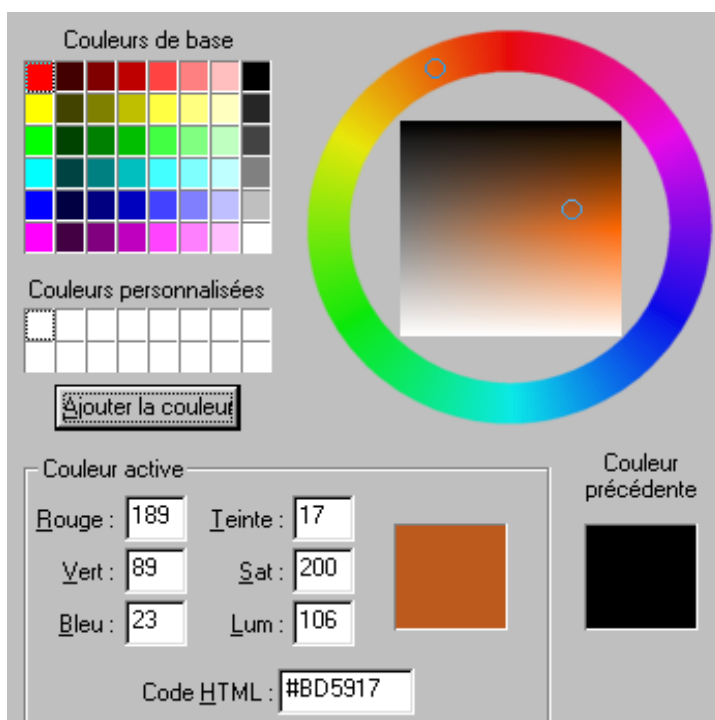
a) *la densité des pixels* (appelée résolution spatiale): c'est le nombre de points (pixels) par unité de longueur (ppp: points par pouce ou dpi: dot per inch).

La qualité de l'image restituée va résulter de sa définition ou de sa résolution. Le choix de cette résolution est fonction de la destination de l'image. Par exemple, pour un agrandissement futur, il vaut mieux utiliser une densité plus importante, donc un nombre de dpi plus grand.

b) *l'information donnée sur un pixel*: elle concerne essentiellement la couleur.

Il est déjà possible de coder une image en noir et blanc ou en niveaux de gris, mais dans la plupart des cas, on utilise un codage des couleurs sur 3 octets. Ces couleurs proviennent d'un mélange des 3 couleurs de base.

Il existe plusieurs modèles de codage des couleurs:



- le modèle RGB (ou RVB): système additif. Le modèle additif se prête aux couleurs qui seront restituées sur des périphériques de sortie tels que les moniteurs, les téléviseurs, les projecteurs.

- le modèle CMYK (ou C M J N): système soustractif. Ce modèle est utilisé dans le domaine de l'impression.

- le modèle HSL (ou TSL): teinte - saturation (appelée aussi chrominance) - luminosité (parfois appelée luminance). Ce modèle se fonde sur la perception des couleurs par l'oeil humain, celles-ci étant définies en fonction de trois caractéristiques fondamentales:

- *La teinte* est l'impression de couleur proprement dite. La teinte correspond à un emplacement sur la roue chromatique, plus exactement à un angle compris entre

0° et 360°;

- *La saturation* désigne la pureté d'une couleur. Elle correspond à la quantité de gris contenu dans une teinte et s'exprime sous forme de pourcentage, compris entre 0% (gris) et 100% (saturation totale);

- *La luminosité* décrit le degré de luminosité de la couleur. Il s'agit d'un pourcentage compris entre 0% (noir) et 100% (blanc).

Ce modèle de couleur n'est pas directement utilisé en informatique mais la plupart des logiciels de retouche d'images le propose. Les composantes HSL sont alors converties en RVB.

Les principaux modes de codage sont les suivants:

Type de codage	Nombre de bits par pixel	valeurs possibles	Interprétation de ces valeurs
trait	1 bit	0 ou 1	0 = noir, 1 = blanc
nuances de gris	8 bits	de 0 à 255	256 niveaux de gris, entre le noir (0) et le blanc (255)
couleurs réelles (true color) RVB	24 bits (3x8)	3 valeurs de 0 à 255	chaque valeur représente une intensité de rouge, de vert ou de bleu. 0 = pas de couleur, 255 = intensité maximale. On obtient ainsi 16 millions de couleurs.
Couleurs indexées par une palette	8 bits	de 0 à 255	une table appelée palette établit la correspondance entre ces 256 numéros de couleur et les couleurs réelles qu'ils représentent, codées dans le mode RVB

Remarque: Il est fréquent de rencontrer des problèmes de couleurs lors du collage d'une image codée par palette donc 8 bits dans une autre: les mêmes indices ne référant pas forcément les mêmes couleurs. C'est l'image hôte qui impose sa palette. Dans le cas d'un montage, il vaut mieux utiliser les "couleurs vraies" ou couleurs RVB.

Les méthodes de compression

Dès que l'on envisage le multimédia (image, son et vidéo), la taille des fichiers utilisés devient assez importante, et il devient nécessaire d'effectuer des compressions de ces fichiers. Celles-ci peuvent être de deux catégories: les compressions sans perte d'information et les compressions avec perte d'information. Le choix du type de compression va essentiellement dépendre de la destination finale du fichier. Il est intéressant de comprendre les différents types de compression. En voici quelques détails:

La compression non destructive

Ces techniques de compression sont réversibles et ne modifient en rien la qualité du fichier. Aucune information n'est perdue. Ces procédés sont basés sur la redondance des informations. Les méthodes de compression le plus souvent utilisées sont:

la méthode RLE (run-length encoding) est sans doute une des plus simple qui soit. La compression consiste à remplacer une séquence de n octets identiques de valeur v par le couple (n,v). Pour décompresser, il suffit d'écrire de manière séquentielle n fois la valeur v. Pour être efficace, cette méthode demande la présence de séquences identiques, par exemple une image présentant une profondeur de couleur faible (maximum 8 bits).

Exemple:

Séquence :

125 125 125 125 125 125 005 005 005 005 000 255 255 255 255 076 076 076 076 076 076

Codage :

006/125 004/005 001/000 004/255 006/076

La méthode LZW (Lempel-Ziv-Welch). Cette méthode consiste en la création d'un dictionnaire comprenant les termes employés dans un fichier et cela au fil de la compression. Ces termes peuvent être de taille quelconque. On associe à chacun d'eux un code de taille moins importante.

Exemple:

Séquence :

1573157 2557255 1573157 070007 070007 2557255 08990899 1573157 08990899

1573157 est remplacé par code 1

2557255 est remplacé par code 2

070007 est remplacé par code 3

08990899 est remplacé par code 4

Codage :

code1 code 2 code 1 code3 code3 code2 code4 code1 code 4

Le codage de Huffman est basé sur la fréquence d'apparition d'un caractère ou d'un pixel. Un arbre est créé sur base des informations les moins fréquentes. Plus une information est fréquente, plus le code la traduisant est court. On procède pour ce faire à la création d'un arbre dans lequel les caractères les plus fréquents sont le plus près de la racine.

Exemple:

Séquence :

125 234 125 125 005 009 005 234 234 099 099 125 099 125 099

125 est remplacé par 01

099 est remplacé par 001

234 est remplacé par 0011

005 est remplacé par 00011

009 est remplacé par 000111

Codage :

01 0011 01 01 00011 000111 00011 0011 0011 001 001 01 001 01 001

La compression destructive

Les méthodes les plus employées sont:

La norme JPEG (Joint Photographic Expert Group) est une norme ISO/CEL. La technique de codage repose, après une transformée discrète en cosinus (DCT), sur une quantification suivie d'un codage de Huffman. La rigueur de la spécification peut être précisée au moment du codage.

Ce paramètre va interférer sur la qualité du résultat:

- 10:1 à 20:1 sans perte visible
- 30:1 à 50:1 avec perte modérée
- 100:1 pour des images de faible qualité (prévisualisation, index d'archives,...)

l'utilisation de fractales (développées par Iterated Systems): l'idée de base de la compression fractale est la description de l'image par des équations. L'image est définie par un ensemble de transformations et non plus point par point. Lorsqu'on effectue un zoom sur une fractale, on n'observe pas d'effet de pixelisation. On peut obtenir des taux de compression de 30:1 sans que des effets de mosaïque n'endommagent l'image. Un inconvénient important est pourtant à signaler: c'est le temps de compression. Les calculs nécessaires demandent beaucoup de puissance et nécessitent d'adjoindre au système une carte de compression.

le codage par ondelettes: Dans ce cas aussi, l'image est considérée dans son ensemble. Le principe de la compression par ondelettes est de décomposer l'image en de multiples images de plus faible résolution. Pour cela, on effectue des moyennes successives de la valeur des pixels dans le sens horizontal puis vertical. Le taux de compression peut atteindre 50:1.

Actuellement, ces 2 derniers types d'images compressées peuvent être visualisées par l'intermédiaire d'un navigateur à condition d'y associer les plug-ins adéquats:

Pour les fractales (Netscape ou Internet Explorer),

<http://www.altamira-group.com/ftp/fvp16w32.exe>

Pour les ondelettes (Netscape uniquement), <ftp://ftp.scsn.net/software/summus/npsi32.exe>

Avec le navigateur Internet Explorer, le composant *ActiveX WI_NET* permet la lecture de ces images.

Pour de plus amples informations sur les méthodes de compression, vous pouvez consulter les documents suivants:

Codage et traitement formel: <http://www.det.fundp.ac.be/cefis/publications/documents/codage-552.pdf>

La compression informatique: <http://sinfo.umh.ac.be/~olivier/CompressionInformatique/>

Les formats de fichiers pour les images

Les formats de fichiers pour les images de type “bitmap” sont nombreux. Chaque logiciel de retouche d’images ou de dessin développant le sien. Attention également, un même format évolue et il n’est pas sur qu’un programme d’une autre génération puisse lire les versions les plus récentes.

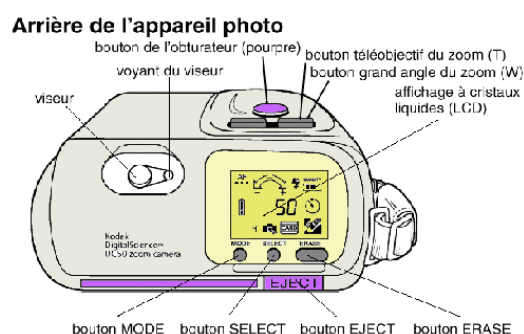
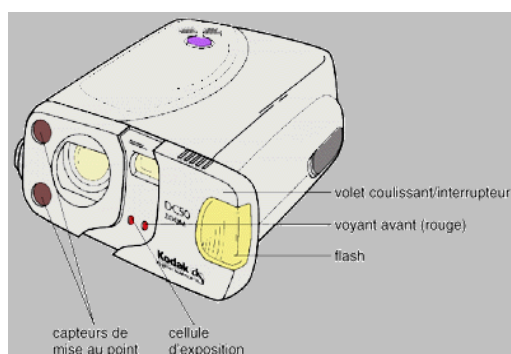
Voici, ci-dessous, un tableau résumé des principaux formats d’images “bitmap”:

Formats	Type	Remarques
BMP: Bitmap Format. Extension BMP	sans compression	Format standard avec Windows. Tous types d’images noir et blanc + couleur
PICT Extension PCT	sans compression	Format standard sur les Macintosh Tous types d’images noir et blanc + couleur
TIFF: Tagged Image Format Extension TIF	compression non dégradante possible	format très classique pour les images
GIF: Graphics Interchange Format Extension GIF	Forte compression non dégradante	format d’images compressées destiné surtout aux diffusions sur les réseaux de télécommunications. Images de 256 couleurs maximum
JPEG: Joint Photographic Expert Group Extension JPG	norme internationale de compression dégradante	tous types d’images (noir et blanc + couleur) plusieurs niveaux de qualité possibles suivant le taux de compression
Ondelettes Extension WI ou TIF-WI	modèle mathématique compression dégradante	format propriétaire
Fractales Extension FIF	modèle mathématique compression dégradante	format propriétaire

La photo numérique et ses particularités

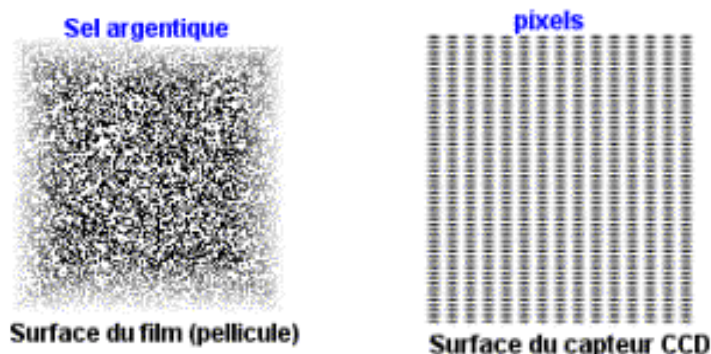
Principe de fonctionnement de l’appareil photo numérique:

Le principe d’un appareil photo numérique est fondamentalement le même qu’un appareil photo traditionnel, à la différence que la pellicule est remplacée par un capteur CCD (muni d’une multitude de cellules photosensibles) capable de capter l’image et une mémoire chargée de stocker l’image.



Les éléments importants d'un appareil photo numérique sont:

le capteur CCD: c'est la pièce principale de l'appareil. Il remplace la pellicule de l'appareil traditionnel. Sa caractéristique est exprimée par sa résolution qui va de 150 000 à plus de 3,5 millions de pixels. Actuellement, les appareils photos numériques ont des capteurs disposant de plus de 1,5 millions de cellules.



la mémoire: on peut rencontrer deux types de mémoire: mémoire fixe ou mémoire amovible (plusieurs types peuvent être cités: la disquette, la compact flash, la smart média...) La capacité peut être variable. Le nombre de photos qu'il est possible de stocker va également dépendre de la qualité des images capturées.

le transfert des photos sur l'ordinateur:

Plusieurs solutions existent. Le câble série, le câble USB si la mémoire de l'appareil photo est interne. Le lecteur de cartes ou l'adaptateur permettant de recevoir directement la mémoire flash, si celle-ci est amovible.

Le logiciel de récupération des photos:

Il a pour but principal de transférer les données numériques relatives aux images de l'appareil photo vers la mémoire vive de l'ordinateur. Il permet également le pilotage de l'appareil photo numérique (pilote TWAIN). Il permet enfin une sauvegarde des images sur le disque dur de cet ordinateur. Les formats pris en charge dépendent de l'appareil photo. Les plus courants sont BMP, TIF ou JPG. Le choix dépendra des utilisations ultérieures de ces photos.

La récupération des photos étant faite, l'étape à envisager est le traitement de ces images par l'intermédiaire d'un logiciel de retouche d'images.

Quelques traitements et retouches de ces images

L'idéal est, au moment de l'acquisition par l'intermédiaire d'un scanner ou d'un appareil photo numérique, d'avoir réglé les paramètres correctement afin de ne plus devoir retoucher l'image. Cependant, certains traitements peuvent être nécessaires en vue de l'insertion de ces images dans une publication multimédia.

Certaines fonctions peuvent être envisagées afin:

- d'améliorer la qualité en fonction de l'utilisation future: conversion de format, rééchantillonnage ou redimensionnement de l'image, cadrage,...
- de supprimer certains défauts: élimination de poussières,...
- de modifier l'image: ajout ou suppression d'éléments de l'image, correction et réglages des couleurs de l'image (netteté, contraste, luminosité,...)
- de produire des effets spéciaux: transparence, applications de filtres ou de déformations...

Les outils de sélection, de masques (lasso, baguette magique, pipette) et de calques permettent de travailler sur des parties d'image.

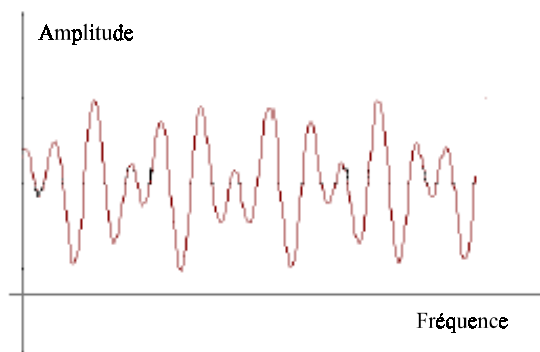
Certains logiciels de retouche d'images possèdent également des fonctions plus avancées de dessin et de peinture (aérographe, pinceau, crayon) qui permettent de tracer des courbes ou de remplir des zones de l'image avec d'autres couleurs.

Les sons

Un peu de théorie

Actuellement, les séquences sonores peuvent être produites et enregistrées suivant deux méthodes différentes. Elles donnent naissance à des sons **échantillonnés** ou des sons **synthétisés**.

Les sons échantillonnés



Le son est une vibration de l'air. C'est donc un signal que l'on peut représenter sous la forme d'une courbe mathématique indiquant l'intensité en fonction du temps. Ce signal analogique doit encore être numérisé pour pouvoir être exploité sur un ordinateur. Pour cela, il est échantillonné, c'est-à-dire découpé dans le temps, par une carte son.

Le nombre de découpes dans le temps correspond à la fréquence d'échantillonnage. Plus la fréquence est élevée, plus le son numérisé sera bon et proche

de l'original. L'unité de mesure étant le Hertz (nombre de découpes par seconde), ces fréquences peuvent varier de 8 kHz à 44 kHz.

Outre la fréquence d'échantillonnage, la finesse du découpage de l'amplitude permettra de restituer des faibles variations d'intensité. On parle dans ce cas de résolution de l'intensité du

signal sonore. Le codage de l'amplitude peut se faire sur:

4 bits = 16 niveaux de volume (très médiocre) exemple GSM

8 bits = 256 niveaux de volume (acceptable)

16 bits = 65536 niveaux de volume (qualité CD).

Un inconvénient: ces fichiers sont très volumineux. Pour éviter ce désagrément, il existe des techniques de compression: des CODECS (pilotes de compression et de décompression). Ces codecs sont installés d'abord par Windows puis lors de l'ajout d'une carte son ou encore lors de l'installation d'un logiciel multimédia.

Les principaux codecs sont:

- **PCM (Pulse Code Modulation)** compression de 2,5 pour 1, en fréquence de 8 à 44,1 kHz en 8 ou 16 bits. C'est le plus connu et le plus simple.
- **ADPCM (Adaptative Delta Pulse Code Modulation)**, est une technique non standardisée de compression du son par transformation du codage des informations de 16 vers 4 bits donc de 4:1. Il existe 3 algorithmes, celui de Microsoft (MS ADPCM), celui de Creative Labs (Creative ADPCM) et celui de l'IMA.
- **GSM 6.10** employé en Europe pour la téléphonie
- **CCITT A-law** (en Europe) et **μ-law** (aux USA et Japon) (les u-law sont échantillonnés à 8kHz) utilisés pour la téléphonie.
- **DSP TrueSpeech Codec** convient pour la voix sur Internet avec des débits lents.

La plupart de ces codecs sont basés sur le modèle psychoacoustique de l'oreille humaine:

- Celle-ci ne perçoit que les fréquences situées entre 20 Hz et 20 kHz

- Certaines fréquences délivrées à très haute puissance masquent les fréquence voisines, un peu comme une lumière trop vive perturbe la vision. L'oreille perd de sa sensibilité en fonction de la puissance du signal sur une fréquence donnée. Elle est incapable d'entendre les fréquences délivrées à faible puissance, proches des pics de puissance (appelées masqueurs).

Les sons synthétisés



Ce n'est pas le signal qui est codé mais les notes qui lui correspondent. Il s'agit d'un fichier reprenant les caractéristiques de ces notes (hauteur, intensité, durée, instrument,...). Un avantage des sons synthétisés est la taille des fichiers qui sont beaucoup moins volumineux. Un autre avantage est la possibilité de modifier certains paramètres (changement d'un instrument, par exemple). Cependant le

résultat va dépendre de la carte son qui peut restituer ou interpréter ce son. Mais attention, il y a un inconvénient à ce type de codage. Le codage des instruments n'est pas toujours normalisé. Les sons se trouvant dans la carte son, ils ne sont pas toujours strictement identiques à ceux utilisés par le compositeur (sauf si les cartes sons sont les mêmes). Pour régler ce problème, une norme a été créée: *GM* (Général Midi). Les fichiers sont encodés à la Norme *MIDI* (Musical

Instrument Digital Interface). Cette norme classe les sons et leur attribue un numéro de programme. Il est donc nécessaire de vérifier si la carte son de l'ordinateur répond exactement à cette norme.

L'encodage des séquences audios suivant ces 2 techniques et les différents codecs donne naissance à différents formats. Les principaux sont:

Formats	Caractéristiques
WAVE Extension WAV	C'est le format standard pour les sons échantillonnés dans l'environnement Windows. Le codage de base de ce format utilise le codec PCM. La compression peut ensuite se faire de plusieurs manières.
AIFF ou AIFC Extension AIF	C'est le format standard pour les sons échantillonnés dans l'environnement Macintosh. Les procédures de compression sont semblables à celles des sons WAVE.
MPEG Audio Extension MP2 ou MP3	Format compressé de sons échantillonnés. Provient de la norme MPEG (voir plus bas). Ce format comprend plusieurs niveaux de compression: Audio Layer I : basé sur les codecs psychoacoustiques Audio Layer II : nécessite un encodeur plus performant capable de supprimer plus de signaux redondants Audio Layer III: conçu pour les applications nécessitant de plus faibles débits (suppression de signaux redondants et extraction améliorée des fréquences faiblement audibles). Ce dernier principe donne naissance au format MP3
MIDI (Musical Instrument Digital Interface) Extension MID ou RMI	C'est un format de fichier. Dans ce cas, ce ne sont pas les sons qui sont enregistrés mais les données concernant la valeur, la puissance, la longueur... des notes ainsi que les instruments. Un fichier midi stocke des instructions pour recréer des sons sur un synthétiseur. C'est aussi une norme adoptée par les constructeurs de synthétiseurs pour permettre aux instruments de communiquer entre-eux. C'est encore une interface numérique (prise DIN 5 broches) qui transmet des signaux de commande pour instruments de musique.
VOC Extension VOC	format propriétaire de Creative Labs (Sound Blaster)

Les logiciels d'édition de sons

Parmi les plus connus et les plus utilisés, on trouve, pour les sons échantillonnés: le *magnétophone* de Windows, *Wave Studio* fournit avec une carte son *SoundBlaster* ou *Goldwave 4.21* que vous pouvez télécharger sur le site <http://www.goldwave.com>.

Ces logiciels permettent d'éditer les sons échantillonnés et donc de les modifier. Les principales fonctions de ces logiciels sont:

- la sélection, la suppression, l'insertion de tout ou partie de fichiers,
- le mixage de fichiers permettant la combinaison de plusieurs sons (parole et fond sonore par

exemple).

La modification du format (en fréquence et en échantillonnage) permet également de modifier la taille des fichiers. Certains logiciels permettent aussi l'insertion d'effets spéciaux (écho, effet doppler, effet mécanique, inversion, insertion de silence,...) ou de filtres (fondu en ouverture ou en fermeture,...).

En ce qui concerne les sons synthétisés, le logiciel *Studio4* dans sa version démo ou le logiciel *Anvil Studio* (<http://www.anvilstudio.com>) permettent également la création, la modification de fichiers. Dans ce cas, il s'agit de modifier des notes, des durées, des instruments,...

Les animations et vidéos

Un peu de théorie

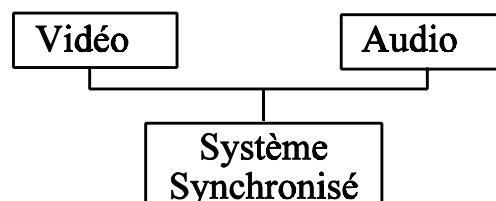
De manière générale, une animation peut être définie assez naïvement comme une succession d'images effectuée à un certain rythme.

Les images pouvant être de natures et de formats très différents comme cela a déjà été signalé auparavant (dessins, graphiques, photos), les animations peuvent, elles aussi, avoir des caractéristiques fort différentes. Suivant que l'animation provient d'une série de photos ou de dessins, que cette animation est accompagnée d'une séquence audio ou non, on parlera tantôt de vidéos, tantôt d'images animées.

La vidéo

Principe

Les vidéos sont composées de deux parties: une partie sonore et une partie vidéo (image). Ces deux parties sont synchronisées.

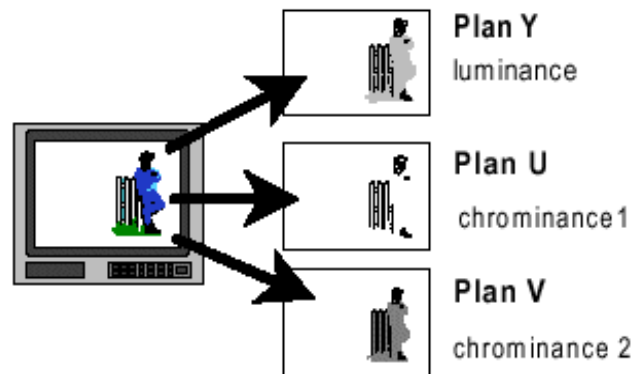


Les sons ayant déjà été traités plus haut, nous n'envisageons ici que la partie image.



Bien qu'actuellement, on trouve de plus en plus de caméras digitales, c'est encore souvent à partir d'une caméra vidéo "traditionnelle" (analogique) que les images animées sont enregistrées puis numérisées. C'est la caméra qui se charge de la transformation de la lumière en courant électrique par l'intermédiaire d'un capteur CCD. A la sortie du capteur, on trouve 3 signaux fondamentaux: rouge - vert -bleu (RVB ou RGB en anglais). A partir de ces trois signaux, il est possible de reconstituer toutes les images. Cependant, les différentes combinaisons de ces 3 signaux donnent naissance à plusieurs formats d'enregistrement et de transmission.

- le format RVB (ou RGB): les 3 informations de base (RVB) sont transmis sur des câbles séparés. La qualité est maximale mais le volume des informations est alors très élevé. Ce procédé est donc très peu utilisé si on ne possède pas le matériel professionnel adéquat. Les informations sont généralement immédiatement transformées en 3 autres signaux analogiques correspondant à la luminance (1 signal) et à la chrominance (2 signaux): c'est le système YDrDb (ou YUV).



Luminance: C'est la partie du signal vidéo transportant le signal de lumière. La luminance Y est calculée par la formule $Y=0,30R + 0,59V + 0,11B$

Chrominance: C'est la partie du signal vidéo transportant les signaux de couleur. Les deux signaux de chrominance sont calculés (la différence de rouge $Dr = Y - R$ et la différence de bleu $Db = Y - B$).

- le format composante: les informations de luminance (Y) et de chrominance (RY et BY) sont transmises et enregistrées sur des pistes différentes. Lors de l'enregistrement, les informations concernant la couleur sont réduites; l'oeil humain ne pouvant distinguer toutes les nuances de chrominance.

- le format S-vidéo (S-VHS): il transmet les informations de luminance et de chrominance via 2 câbles différents mais les informations sont enregistrées sur une même piste.

- le format composite: les informations de luminance et de chrominance sont combinées en un seul signal (format VHS). Les informations sont également enregistrées sur une seule piste. Ce mode de combinaison a donné naissance à trois standards: PAL, SECAM et NTSC (pour le continent américain).

Numérisation de la vidéo

Pour numériser une séquence vidéo, on numérise le signal vidéo. Ce sont donc les informations de luminance et de chrominance qui sont codées. Pour cela, l'utilisation d'une carte de numérisation vidéo est nécessaire.

Le découpage en une série de 25 images par seconde est déjà réalisé dans le signal. Pour chaque image, un découpage en lignes a aussi été effectué.

La résolution verticale des images est fixée par la nature du signal vidéo (575 lignes pour le PAL)

ou le SECAM), tandis que la résolution horizontale dépend de la fréquence d'échantillonnage du signal vidéo. L'échantillonnage du signal dans le temps correspond à un découpage de la ligne en points. Chaque portion de ce signal peut être décomposée en variations de la luminance et de la chrominance.

Dans la pratique, on échantillonne les composantes de chrominance avec une fréquence égale à la moitié ou au quart de celle utilisée pour la luminance, étant donné que l'oeil est plus sensible aux informations de luminance qu'à celles de chrominance. Dans ce format, la luminance est codée sur 8 bits pour chaque pixel et les deux composantes de chrominance sont chacune codée sur 4 bits. Le codage résultant est appelé YUV 4:2:2 (ou YUV 4:1:1 pour une fréquence de 1/4).

Ce procédé de numérisation doit se faire très rapidement étant donné qu'une image traditionnelle contient plusieurs milliers de points et que le défilement de la vidéo est de 25 images par seconde en PAL (30 images par seconde en NTSC).

Un exemple frappant: Calcul du débit d'une vidéo de 720 x 486 pixels de résolution numérisée en utilisant la norme YUV 4:2:2.

- Nombre d'octets pour une image: $720 \text{ (points)} \times 486 \text{ (points)} \times 2 \text{ (octets/point)} = 699\,840$ octets/image

- Nombre d'octets par seconde : $699\,840 \times 25 = 17\,496\,000$ octets/seconde soit 17,496 Mo/s.

Compression

Avec un tel débit, on se trouve confronté à deux problèmes:

- La capacité de stockage: la vidéo non compressée nécessite énormément de place sur un disque dur.
- La rapidité de transmission.

Pour pallier à ces inconvénients, il faut réduire le débit des données donc compresser les informations. Ces méthodes de compression vont engendrer une dégradation de la qualité des images. Elles sont basées sur deux constatations:

- la redondance spatiale: dans une image, deux points voisins sont souvent similaires. On parle de compression spatiale.
- la redondance temporelle: deux images successives sont souvent fort similaires. On parle de compression temporelle. Dans ce cas, deux techniques sont envisagées: le codage par différence entre les images successives et le codage par prédiction de mouvement.

La compression des données va donc consister à déterminer ces redondances et les éliminer. La plupart des algorithmes de compression mis au point combinent les compressions temporelles et spatiales mais, tout comme pour les images fixes, nous trouvons des compressions avec perte d'information et des compressions sans perte d'information.

Pour restituer les images compressées, il faut aussi des algorithmes de décompression suffisamment rapides pour assurer le flux correct à l'affichage. Les séquences vidéo sont compressées et décompressées par des routines: les CODECS (**compression/décompression**). Le codec a pour rôles de compresser la vidéo pour la rendre transportable et de la décompresser pour la rendre lisible par l'utilisateur.

Il existe plusieurs codecs. Le choix du codec utilisé doit dépendre du type de séquence vidéo, du

système d'exploitation utilisé, mais également de plusieurs facteurs:

- la qualité: préservation des couleurs, vitesse de défilement, détails des images,...
- le taux de transfert des données: il faut une réduction sensible pour obtenir un taux acceptable.
- le volume de stockage: la compression doit permettre une réduction du volume des données.
- le temps: nécessaire à la compression et à la décompression des informations.

Ci-dessous, un tableau reprenant les principaux codecs et leur caractéristiques.

Codec	Caractéristiques
Microsoft RLE	Méthode codant sur 8 bits (256 couleurs) Méthode de compression rapide pour les animations, les séquences qui présentent des champs de couleurs uniformes.
Cinepak	Méthode utilisée pour la décompression des séquences vidéo diffusées sur cédérom (15 images/s à la taille de 320 x 240 et taux de transfert de 150 ko/s). La séquence est codée sur 3 octets donc préserve mieux les informations de couleur. La technique de compression (dissymétrique) engendre une durée de compression excessivement longue: une heure de compression pour une minute de vidéo à 15 images par seconde à la taille de 320 x 240
Microsoft Vidéo 1	Durée relativement courte pour la compression. La séquence est codée sur 8 bits ou sur 16 bits.
Intel Indeo (TM) Video R4.3	Fournit une vidéo de haute qualité (15 images/s à la taille de 320 x 240) en utilisant une technique dissymétrique de compression. Utilise un format de 24 bits pour la couleur.
Intel Indeo (TM) Video Raw	Format YUV non compressé.

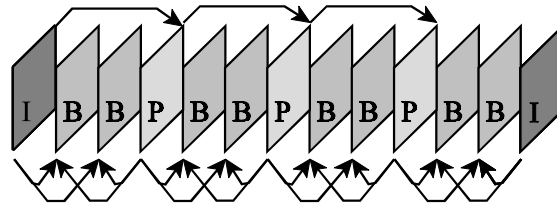
L'encodage des séquences vidéos suivant ces principaux codecs donne naissance à différents formats. Les principaux sont:

La norme MPEG (Motion Pictures Experts Group)

Le grand principe de ce type de codage repose sur les redondances qui existent entre les images successives. On analyse les changements d'une image à l'autre en étudiant les changements dans l'espace et les mouvements par blocs de pixels. Certains blocs restent inchangés, d'autres subissent de légers déplacements et sont totalement modifiés. On déduit de la succession de plusieurs images un vecteur de mouvement par blocs. A partir de ces éléments, on obtient trois sortes d'images:

- les images intra (I), qui sont codées intégralement (avec compression spatiale). Elle servent de référence aux autres images. Il y en a au moins une toutes les 12 images. Leur taille est importante.
- les images Prédictives (P), codées par prédiction temporelle, à la fois par différence spatiale avec les images déjà codées (I ou P) et avec prédiction du mouvement.

- les images bidirectionnelles (B) sont obtenues par interpolation à partir des images I et des images P situées avant et après et en utilisant les vecteurs de mouvement.



On trouve plusieurs niveaux de la norme *MPEG*:

MPEG 1: destinée aux vidéos de faible résolution (325 x 288 x 25 images/seconde) et avec une qualité de son CD. Le débit est de maximum 1,15 Mbits/s. Elle convient pour les applications multimédias.

MPEG 2: pour la vidéo numérique de qualité TV (800 x 600 x 25 images/s). Le débit est compris entre 4 et 10 Mbits/s. La qualité est supérieure à la précédente.

MPEG 4: prévu pour les applications avec un très faible débit (4800 à 64000 bits/s) et destiné aux communications mobiles comme la visioconférence. La résolution est, elle aussi, très faible (176 x 144 x 10 images/s).

Le format AVI (Audio Video Interleaved)

Le codec couramment utilisé avec le format *AVI* est *Indeo*. L'encodage pratiqué par le codec *Indeo* est formé d'une succession d'images clés (compressées dans leur intégralité) et d'images intermédiaires (qui ne contiennent que des informations qui ont changé par rapport à l'image précédente). En principe, une image clé est insérée toutes les 15 images. Pour améliorer encore la compression, le codec *Indeo* utilise aussi la technologie des ondelettes (voir compression des images).

Le format MOV (Quick Time)

Il est aussi basé sur l'utilisation de 5 codecs: les codecs *graphisme et Photo/JPEG*, le codec *animation* ainsi que les codecs *Apple Vidéo et Vidéo Compacte* (plus connu sous le nom de *Cinepak*).

Lorsqu'on souhaite visualiser des fichiers d'extension *AVI* ou *MOV* sur un ordinateur, il faut que le codec correspondant soit installé.

Le transfert vers un PC ou vers un magnétoscope

La capture et/ou le transfert des données vers un ordinateur peut se faire en temps réel ou en différé. Deux technologies sont actuellement à la disposition de l'utilisateur.

La carte d'acquisition vidéo (analogique)

Le transfert des informations analogiques vers un ordinateur doit obligatoirement passer par la conversion des informations. C'est la carte d'acquisition (accompagnée de son pilote) qui se charge de cette conversion. Ces signaux peuvent être transmis soit dans un format composite, soit

dans un format S-VHS (voir plus haut).

La carte firewire (numérique)

La norme Firewire (IEEE-1394) est une interface permettant la transmission des données à grande vitesse entre des composants traitant des informations numériques. Il faut donc disposer d'une caméra vidéo numérique. Il n'y a dans cette opération de transfert aucune conversion de données; celles-ci étant déjà numérisées par la caméra.

Les primitives de base du montage d'un film

L'utilisateur peut parfois avoir besoin de retraiter les fichiers obtenus lors de la capture d'une séquence vidéo. Tout traitement entraînera fort probablement des pertes de qualité. Il faut donc veiller à ne pas répéter trop fréquemment ces transformations sans quoi les détériorations deviennent trop importantes. *Adobe Premiere* est un de ces logiciels qui permettent le traitement et les montages comportant de nombreux effets (transition, filtre, titre, ...)

Quelques conseils de départ

Pour obtenir un résultat valable, les fichiers sources doivent être de la meilleure qualité possible. L'idéal serait d'en disposer sous forme non compressée.

Il est conseillé d'utiliser aussi des fichiers ayant les mêmes caractéristiques (format, fréquence des images,...)

Afin de ne pas devoir trop compresser les fichiers avant de pouvoir les retravailler, il est important de disposer de suffisamment d'espace libre sur le disque dur de l'ordinateur.

Première approche du logiciel

Le logiciel possède trois fenêtres (modules) importantes:

le projet: C'est, en fait, une série d'instructions. Il comprend la liste de tous les éléments (vidéos, images, sons,...) qui seront utilisés dans la version finale de la séquence vidéo ainsi que les modifications effectuées à ces éléments (filtres, transitions, niveaux sonores,...) Le projet ne contient pas les fichiers eux-mêmes, mais les références à ces fichiers. Les fichiers sources ne sont donc pas modifiés lors du travail de préparation de la séquence.

le moniteur: (fenêtre moniteur) Ce module permet d'une part d'effectuer les modifications nécessaires sur le fichier source et d'autre part, de voir le montage de manière sommaire. Les transitions et les effets ne sont visibles que lors du montage final.

la construction: (fenêtre montage) il s'agit d'une table de montage constituée de deux pistes vidéo, d'une piste de transition, de trois pistes audio. Les différents éléments du projet sont placés sur ces différentes pistes afin d'y être assemblés.

Lors de la création d'un nouveau projet, une série de paramètres doivent être déterminés. Il est important, dès ce moment, de connaître la destination finale du produit pour régler ces paramètres: réglages généraux, vidéo, audio, ...

Animations

Quant aux images animées, elles sont aux séquences vidéo, ce que le dessin est à la photo. C'est

un ensemble d'images dont l'affichage s'enchaîne à une vitesse suffisante pour donner l'impression de mouvement. Elles sont constituées d'une suite d'images ou de photos. Ces séquences ne comportent pas de sons. Les formats les plus universellement reconnus correspondent, sous *Windows*, aux extensions *GIF* (animé), ou *FLI* et *FLC* d'*Autodesk Flic*. Les plus connues sont sans conteste les *gifs animés* qui foisonnent sur le *Web*.

Parmi les logiciels permettant la création de séquences animées, citons *Animation Shop 2* de *Jasc*. Ce logiciel est un module du logiciel de retouche d'images *Paint Shop Pro*.

Pour plus d'informations concernant la création d'animations, consultez le document Concevoir un produit multimédia - Etape n°6 que vous pouvez télécharger à l'adresse suivante:

<http://www.det.fundp.ac.be/cefis/formations/distance/publications/etape6.pdf>

Bibliographie

Le multimédia en général

STANCK W., LEE P. *L'édition électronique sur CD-ROM et en ligne* Simon et Schuster Macmillan, Paris, 1996

VAUGHAN T. *Multimedia. Making it work.* McGraw-Hill, Montréal, 1998

CHOUKA *L'ordinateur multimédia (Story-Board)* Les Nouvelles éditions Marabout, Verviers, Allier, 1999

HOLSINGER E. *Le multimédia... Comment ça marche?* Dunod, Paris, 1994

MALLENDER A. *Ecrire pour le multimédia* Dunod, Paris, 1999

RATHBONE A. *Multimédia et CD-ROM pour les nuls* Sybex, Paris, 1994

Le traitement des images

PROSISE J. *Le graphisme sur micro... comment ça marche?* Dunod, Paris, 1995

GRADIAS M. *Scans et Retouche d'Images* Micro Application, Paris, 1998

GRADIAS M. *La photographie numérique. Prise de vue - Retouche - Effets spéciaux* Micro Application, Paris, 1998

GRADIAS M. *Scannez et Retouchez facilement (Guidexpress)* Micro Application, Paris, 1999

PAVIE O. *Numériser et retoucher ses images (Se former en un jour)* Simon & Schuster Macmillan, Paris, 1998

COTTET P. *L'image et le graphisme (Un week-end pour comprendre et utiliser)* Eyrolles, Paris, 1999

Scanner et traitement d'image Sybex, Paris, 1999

SCHIFFERMÜLLER S. *Paint Shop Pro 5. Maîtrisez le traitement et la retouche d'images* Micro Application, Paris, 1998

Le traitement des sons

VAN WELL M. *Musique et PC* Micro Application, Paris, 1999

VON SCHILLING A. *Gravez vos CD audio (Guidexpress)* Micro Application, Paris, 1999

Internet et le multimédia

WERLE R. *Internet. Connexion - Navigation. Courrier électronique. (Formation)* Micro Application, Paris, 1998

LYNCH P., HORTON S. *Web Style Guide. Basic Design and Principles for Creating Web Sites*

Yale University Press, 1999

WERLE R. *Créez vos pages WEB (Guidexpress) Micro Application*, Paris, 1999

Guides et modes d'emploi

MICHEL-DUTHEL G. *PowerPoint 97. Mode d'emploi* Sybex, Paris, 1997

WEMPEN F. *PowerPoint 97 (Se former en un jour)* Simon & Schuster Macmillan, Paris, 1997

SCALA, *MultiMedia MM200, Manuel de l'utilisateur*. SCALA Inc., Herndon, Virginia, USA, 1997

PRESENTER Version 3, Guide de l'utilisateur LMSOFT Inc., Montréal, Canada