

# La Vidéo

# L'image animée

- Principe basé sur la persistance optique: En échantillonnant une scène visuelle au moins 15 fois par seconde et en restituant les images au même rythme sur un fond neutre on produit un effet de mouvement continu

# L'image cinématographique (1)

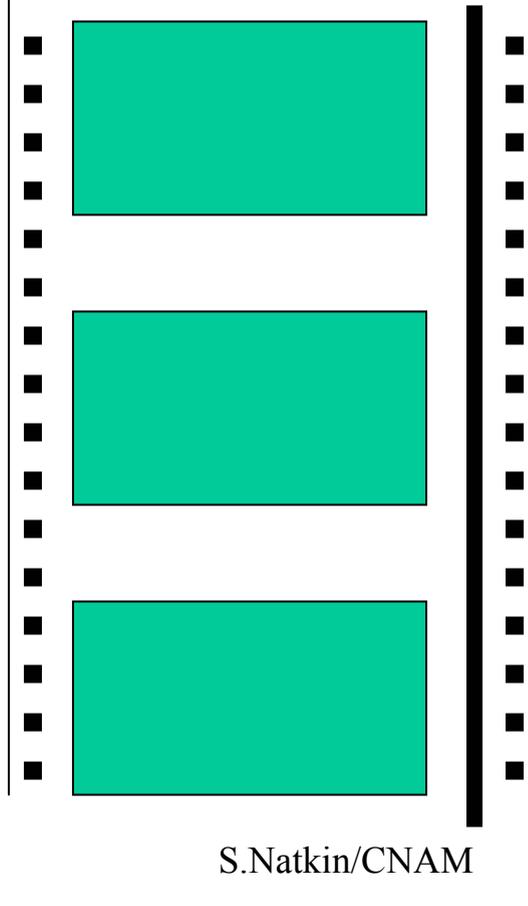
- Basée sur une prise de vue argentique pouvant atteindre une excellente définition:

La restitution en numérique de la définition du cinéma 35mm nécessite un 305922048 soit 292,75 Mb  
(3112 lignes x 4096 points x 24 bits pour les couleurs)

Ceci avec une cadence de 25 images par secondes soit un débit de 75 Gb/s

# Image cinématographique (2)

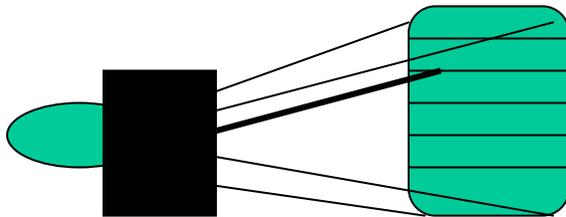
Perforations Images Piste son



Piste son:  
enregistrement  
optique ou  
magnétique  
2 à 6 pistes

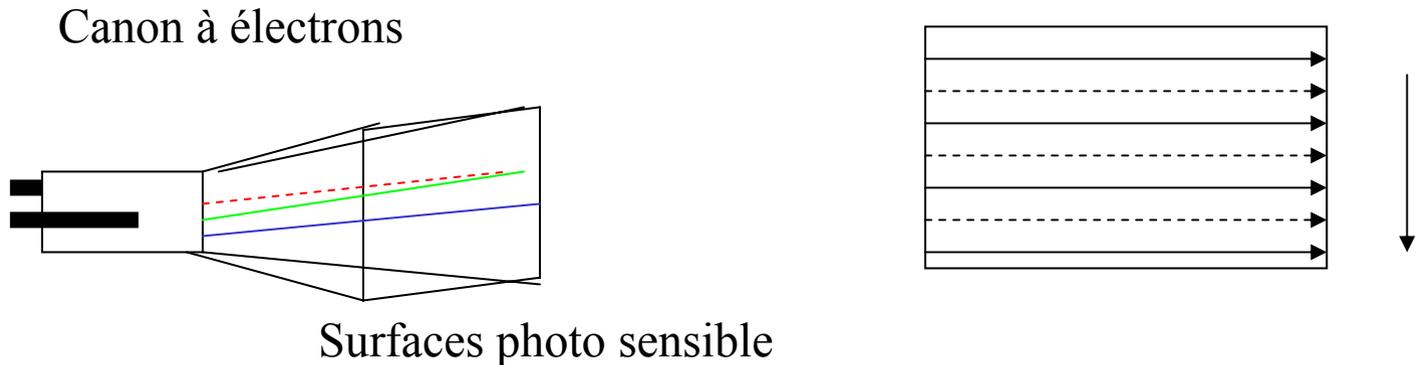
# Signal vidéo analogique

Signal basé sur le balayage du tube cathodique de l'écran en lignes (625 en PAL et SECAM 525 en NTSC) et la fréquence d'échantillonnage des images (25/s en Europe 30/s aux USA)



L'image est composée de deux demi images (lignes paires et impaires entrelacées)

# Balayage



Première passe lignes impaires

Seconde passe ligne paire

Une image = 2 trames

50 passes/s en Europe (PAL, SECAM),

60 passes/s aux USA et au Japon (NTSC)

# Standards télévisions

Se distinguent par le multiplexage fréquentiel des composants, le nombre de lignes et la fréquence de balayage

- National Television Standard Comitee (NTSC), Canada, Japon, USA, Amérique cetrale: 525 lignes, 30 images/s
- Phase Altenative Line (PAL), Europe et Moyen Orient, 625 lignes, 25 images/s
- Système Electronique pour Couleurs Avec Mémoire (SECAM), France, Russie et certaines régions Afrique, moyen orient...:625 lignes, 25 images/s

# Représentation de la couleur

En noir et blanc le signal représente le % de noir (luminance)

En couleur on pourrait avoir trois signaux en synthèse additive  
Rouge Vert Bleu ou soustractive (Cyan Jaune Magenta)

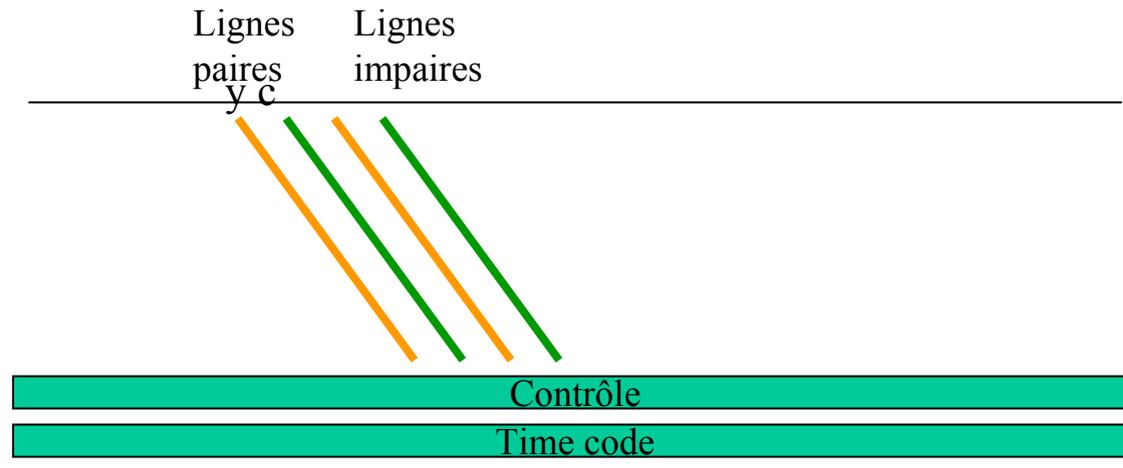
Pour des raisons de compatibilité avec les téléviseurs noirs et blancs on utilise des signaux composites: un signal noir et blanc (luminance) est multiplexé en fréquence avec un signal représentant le bleu, un signal représentant le rouge et un signal de synchronisation.

Pour des raisons psycho perceptives il n'est pas nécessaire d'échantillonner la chrominance autant que la luminance

# Processus de conversion

- 1) Passage de RVB en YUV: format composante
- 2) Multiplexage fréquentiel U et V sur un canal C  
format Y/C
- 3) Multiplexage Y U et V sur un canal: format  
composite NTSC, PAL, SECAM

# Exemple de support magnétique en Y/C



# Formats magnéto analogiques

Un format se distingue par la combinaison d'un support et d'un codage du signal:

Taille et qualité de bande et conditionnement (1pouce, 3/4, 1/2, 1/4, 8mm, natures et densité des oxydes, cassettes...)

Représentation du signal image, son, synchronisation et contrôle

Umatic, Umatic SP, BVU, BVU SP, Betacam, Beta SP  
VHS, S-VHS, V8, Hi8,

# Les formats de vidéo analogique

Format	VHS	S-VHS	8mm	Hi-8	U SP	Beta SP
Taille bande	1/2	1/2	1/3	1/3	3/4	1/3
Vidéo/Enr	Cp/Cp	Y/C Cp	Cp/Cp	Y/C Cp	Cp/Cp	YUV/YUV
Y (Mhz)	2,6	3,5	3	4	4	5,5
C (Mhz)	0,6	0,6	0,6	0,6	1,5	1,5

Cp: Composite

# Le time code (SMPTE)

Signal numérique permettant le repérage des images

hh:mm:ss:ff

hh: heure

mm: minutes

ss: secondes

ff: trames (1:30 NTSC, 1:25 PAL/SECAM)

LTC Linear Time Code: sur 80 bits et une piste horizontale

VTC Vertical Time Code: sur 90 bits, et sur des pistes

verticales d'intertrames. Plus précis.

# SMPTE et formatage

Le SMPTE est un codage absolu

L'enregistrement séquentiel avec un SMPTE continu, suppose de ne pas « laisser de trou » ou de préformater les bandes (vertical uniquement)

# Vidéo numérique

# Principe

- On part de trois signaux analogiques Y,U,V correspondant à la suite des valeurs d'un balayage de l'image analogique de ligne en ligne avec ou sans entrelacement
- On numérise le signal avec une quantification sur 8 ou 10 bits non linéaire

# L'échantillonnage

## norme 4:X:X:X CCIR 601

4:1:1	Luminance 13,5 Mhz Chaque composante de chrominance 3,375 Mhz
4:2:0	Luminance 13,5 Mhz Chaque composante de chrominance 6,75 Mhz une ligne sur deux
4:2:2	Luminance 13,5 Mhz Chaque composante de chrominance 6,75 Mhz
4:2:2:4	Luminance 13,5 Mhz Chaque composante de chrominance 6,75 Mhz Signal de découpe à 13,5 Mhz
4:4:4	Luminance 13,5 Mhz Chaque composante de chrominance 13,5 Mhz
4:4:4:4	Luminance 13,5 Mhz Chaque composante de chrominance 13,5 Mhz Signal de découpe à 13,5 Mhz

# Débits du signal numérisé

4:4:4 avec une quantification sur 10 Bits

$$3 * 13,5 * 10 = 405 \text{ Mb/s}$$

4:2:2 avec une quantification sur 10 Bits

$$(13,5 + 6,75 + 6,75) * 10 = 270 \text{ Mb/s}$$

4:1:1 avec une quantification sur 8 Bits

$$(13,5 + 3,375 + 3,375) * 10 = 114,75 \text{ Mb/s}$$

# Résolution

Pour traiter l'image numérique on filtre le signal numérique pour se ramener à un format matriciel qui dépend du dispositif de restitution. La taille en nombre de pixels est la résolution de l'image

## Pour une image

- 352x288=>MPEG1 (LOW)
- 720x576=>VIDEO (MAIN)
- 800x600=>Standard écran informatique
- 1280x720=>HDTV 1
- 1920x1080=>HDTV 2 (HIGH)

# La compression: les formats MPEG

Norme de compression et de codage:

JPEG: Image fixe

MPEG1: Standard pour les CDI, CD Vidéo

MPEG2: Standard des applications professionnelles,  
HDTV, DVD

MPEG 3 abandonné

MPEG4: Visiophonie, téléconférence, Internet...

# MPEG (1)

Trois types de trames

I (Intra): Image fixes de type JPEG (norme voisine)

P (Prédite): Calculée comme différentielle de la trame I la plus récente

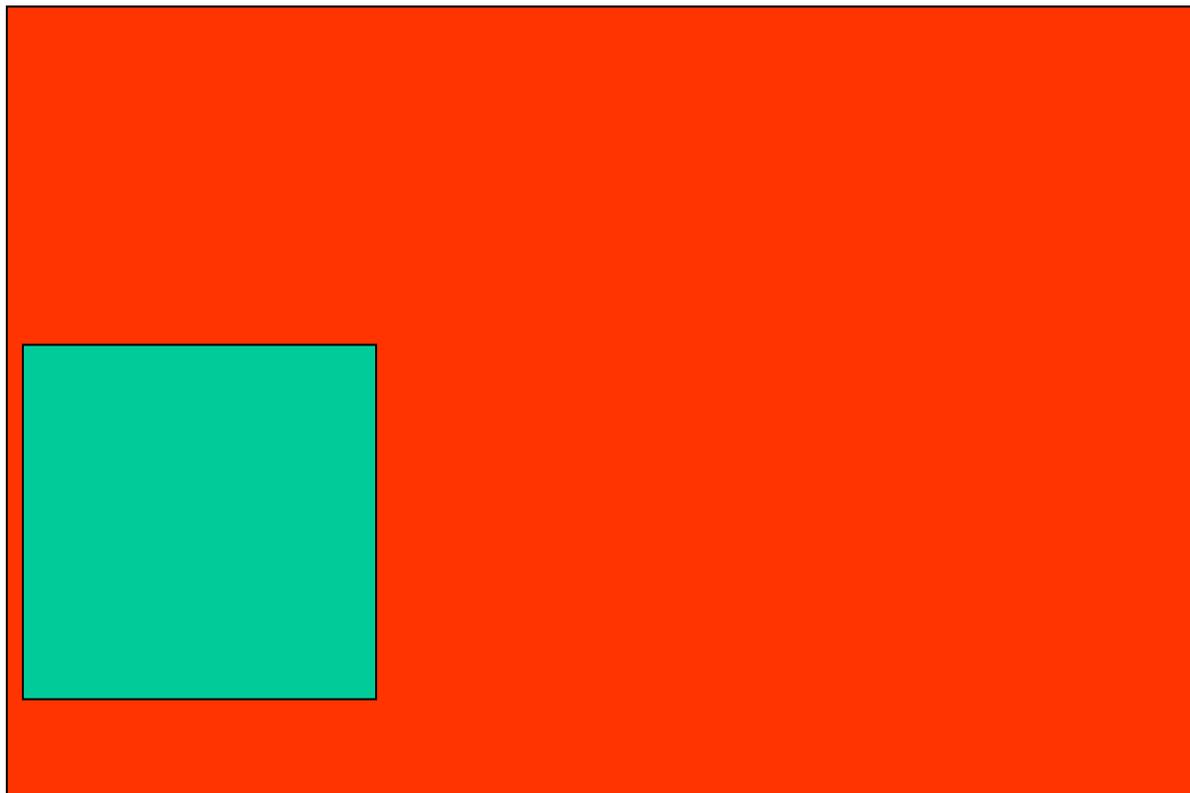
B (Bidirectionnelle): Interpolation entre les deux trames I ou P l'encadrant

GOP: Group Of Picture entre deux images I

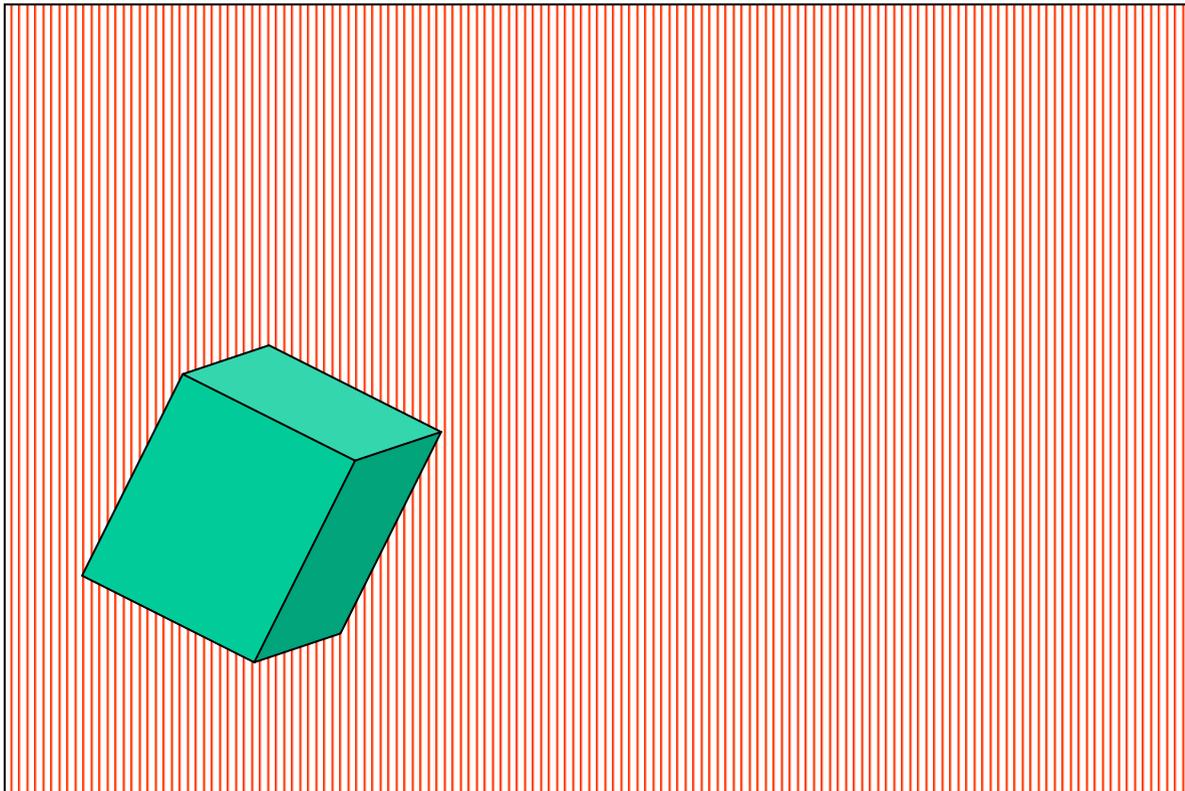
MPEG 1 GOP de 12 images

IBBPBBPBBPBBIBBPBBPBBPBBIBBPBBPBBPBB

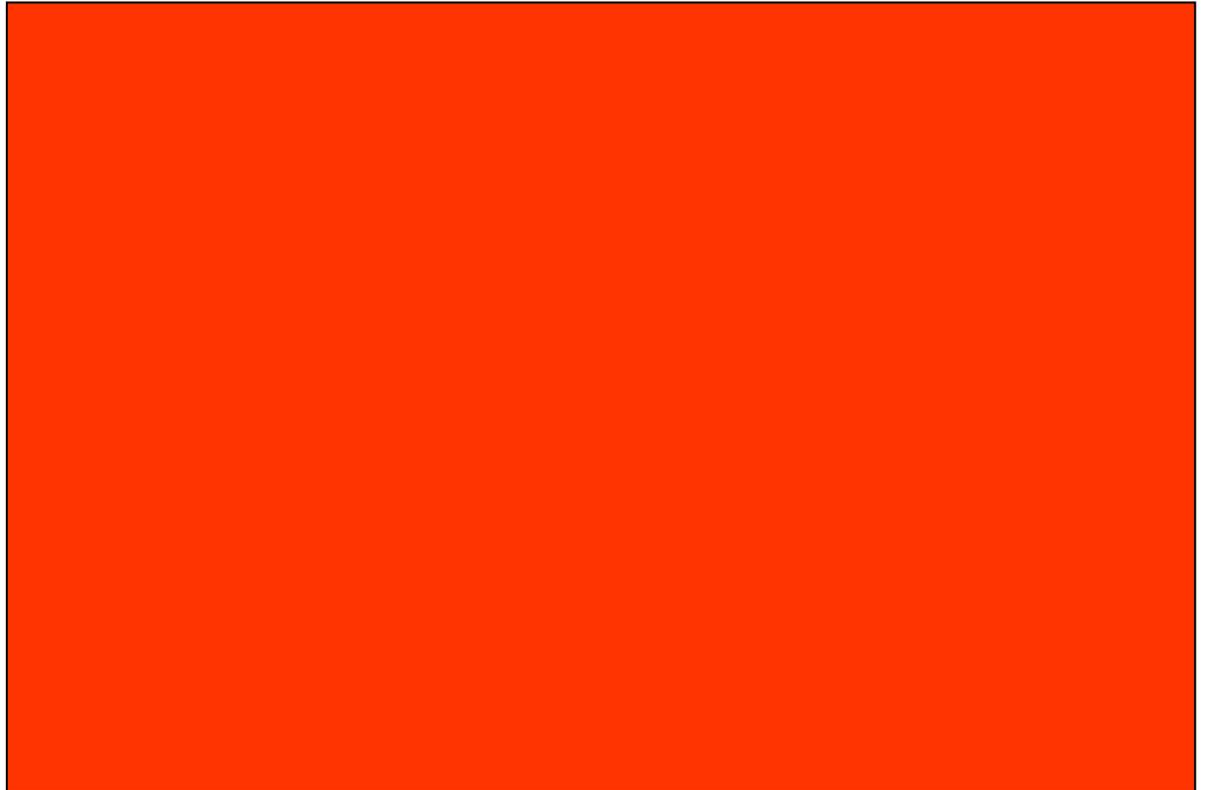
# Exemple



# Exemple

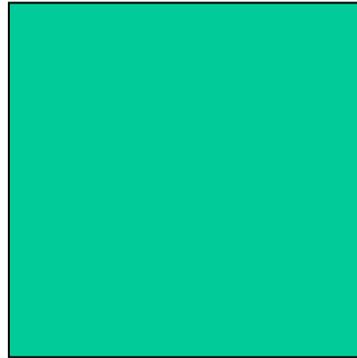


# Trame I



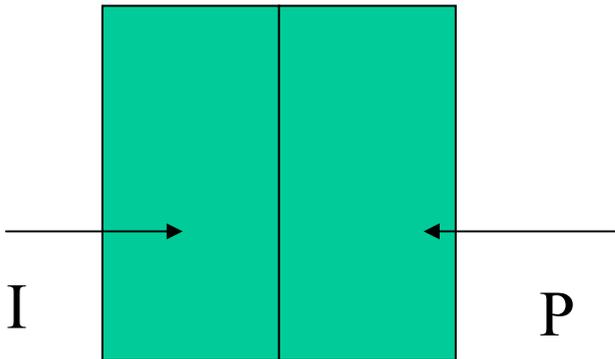
# Trame P

Ajoute au fond de I



# Trame B

Ajoute le fond de I et les déplacements d'un  $1/2$  carré venant de I et un demi carré venant de P



# Compression temporelle MPEG

Par rapport à un image I, le gain est environs de

- 50% pour une image P
- 85% pour une image B

La compression peut se faire par image ou par trame (sur les formats avec entrelacement)

Elle n'est pas conservative car les calculs différentiels par blocs sont approximatifs

# MPEG1

Supporte de nombreuses définition en entrée mais est utilisé généralement

324x240x30tr/s

352x288x25tr/s

Le taux de compression est variable selon la qualité visée mais on compte 26:1 (audio+video)

Le débit est de l'ordre de 1,25 Mb/s pour l'image et 0,25 Mb/s pour la vidéo pour une qualité restituée supérieure au VHS PAL par exemple

# MPEG2

Norme pour les applications de vidéo professionnelle,  
TVHD et DVD support de différentes résolution

Amélioration:

codage de l'entrelacement

Amélioration de la quantification

Conversion facilitée vers les formats de video analogique

Support de nombreuses représentation du son multipistes

débit typique: 1,5 à 15 Mb/s. Typiquement 4Mb/s

Qualité comparable au standards de vidéo professionnelle  
hors Betacam/Betamax

# Profils MPEG 2

Profils= Résolution, échantillonnage, débit max ou GOP (optionnel)

Profile@ Level	High	Main	Low
4:4:4	1920x1080 Frame only Post Production cinéma		
4:2:2	1920x1080 Post production archivage HDTV	720x576 Post production archivage 4:3	
Main 4:1:1	1920x1080	720x576 DVD diffusion TV	352x288 vidéo grand public

# Formats sans compression temporelle

Différent mode d'échantillonnage du signal  
vidéo

D2,D3 : Composite, 142 Mb/s

D1,D5 : Composante 8 ou 10 bits 216 ou 288 Mb/s

MJPEG familles de standards propriétaires

Ex Digital Betacam Numérisation du Betacam

avec un taux de compression 2:1 professionnel

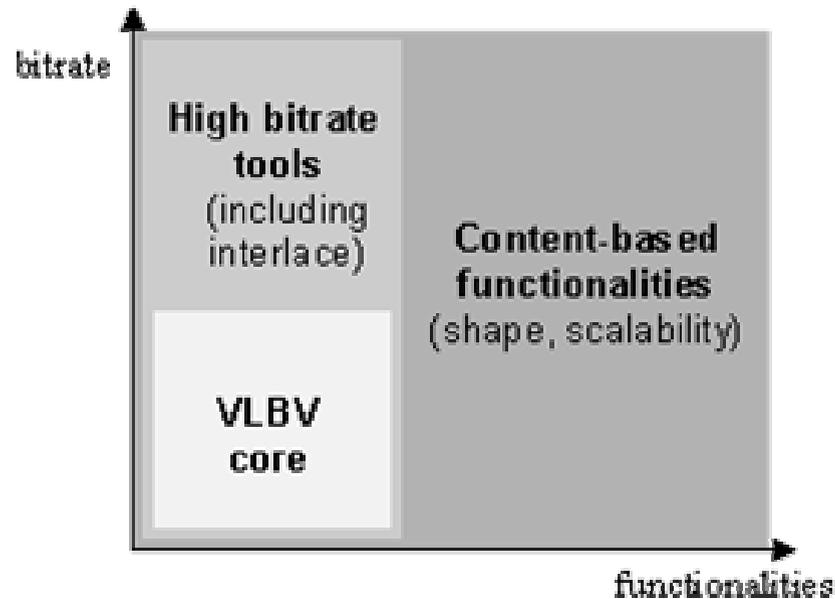
# La famille DV

Codage (type MPEG)+ supports  
vidéo+standard de transfert

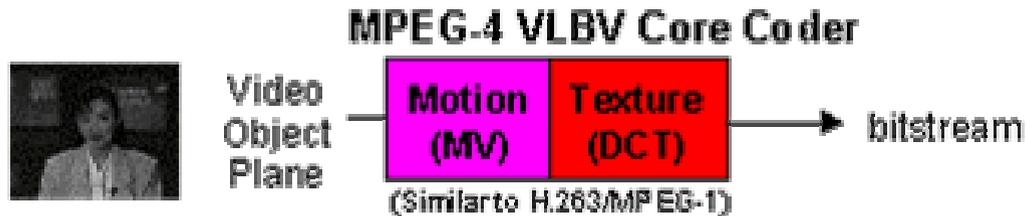
Exemples

Sony DVCAM: 4:1:1@ML, trames I, bande  
6,35 mm, débit 25 Mb/s

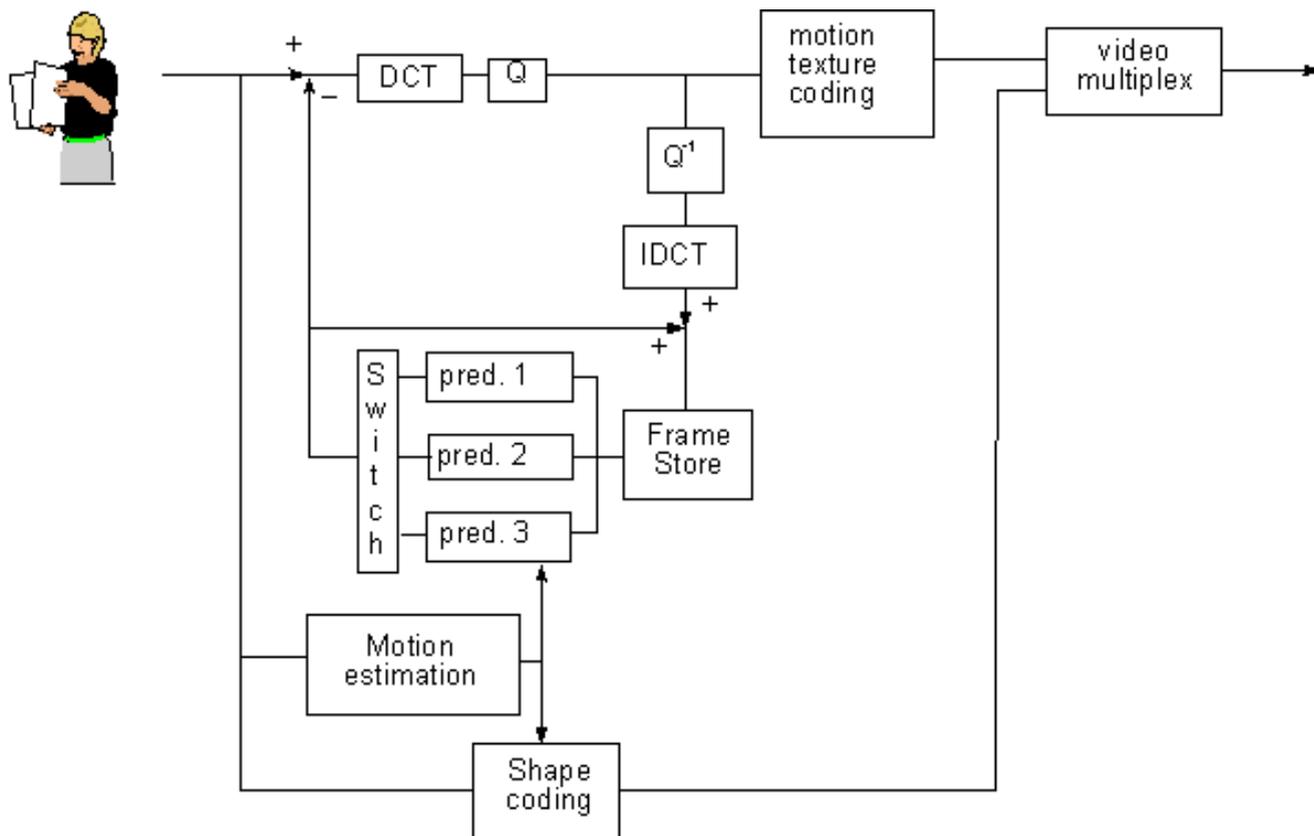
# Les codages MPEG4



# Les codages MPEG4 (2)



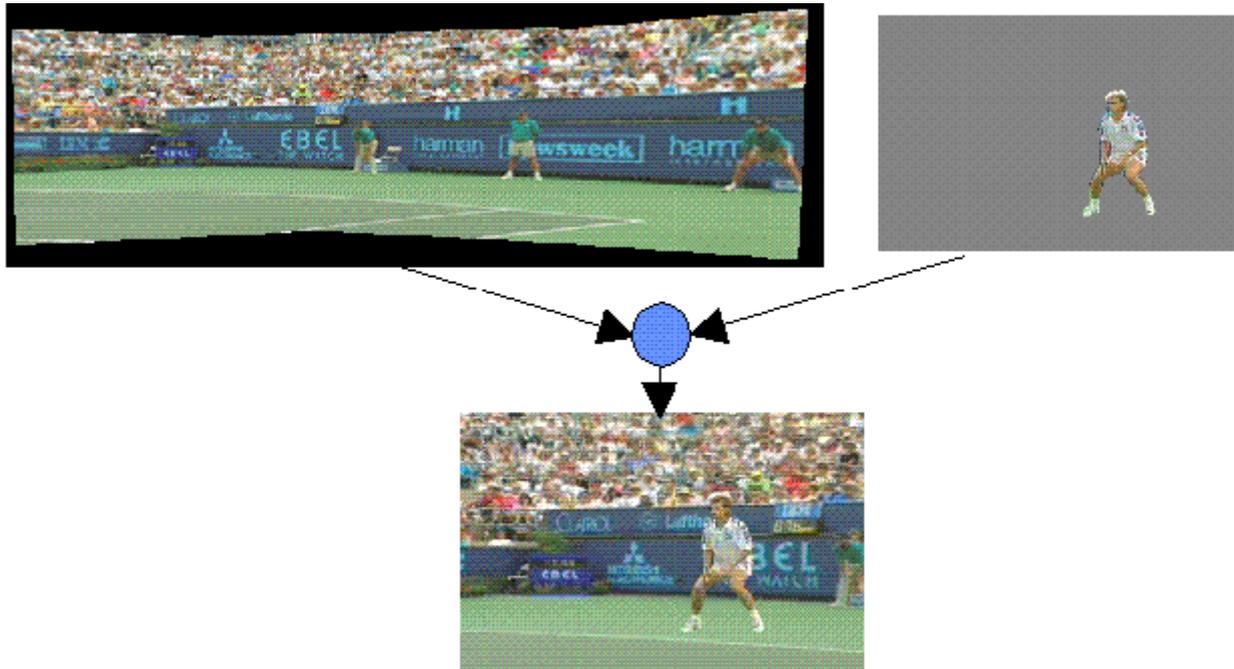
# Le codeur vidéo MPEG4



# Prédicteur de mouvement

- Standard 8x8 or 16x16 pixel block-based motion estimation and compensation,
- Global Motion Compensation (GMC) for video objects: Encoding of the global motion for a object using a small number of parameters. GMC is based on global motion estimation, image warping, motion trajectory coding, and texture coding for prediction errors.
- Global motion compensation based for static “sprites”. A static sprite is a possibly large still image, describing panoramic background. For each consecutive image in a sequence, only 8 global motion parameters describing camera motion are coded to reconstruct the object. These parameters represent the appropriate affine transform of the sprite transmitted in the first frame.
- Quarter Pel Motion Compensation enhances the precision of the motion compensation scheme, at the cost of only small syntactical and computational overhead. A accurate motion description leads to a smaller prediction error and, hence, to better visual quality.
- Shape-adaptive DCT: In the area of texture coding, the shape-adaptive DCT (SA-DCT) improves the coding efficiency of arbitrary shaped objects. The SA-DCT algorithm is based on predefined orthonormal sets of one-dimensional DCT basis functions.

# Codage par Sprite



# Quelques idées de débits

Film 35mm	75 Gb/s
4:2:2 10 bits couleur D5	288 Mb/s
4:2:2 10 bits Beta digital	128 Mb/s
MPEG2 DVD (4:2:2 longs GOP)	3 Mb/s
MPEG1	1,25 Mb/s

# Chaînes de Montage

- Enregistrement (cinéma ou vidéo) avec préparation des effets
- Numérisation si enregistrement analogique
- Dérushage
- Traitement des séquences: Ajout d 'images de synthèse, effets...
- Montage image puis image et son
- Conformation

# Effets et transformations numériques

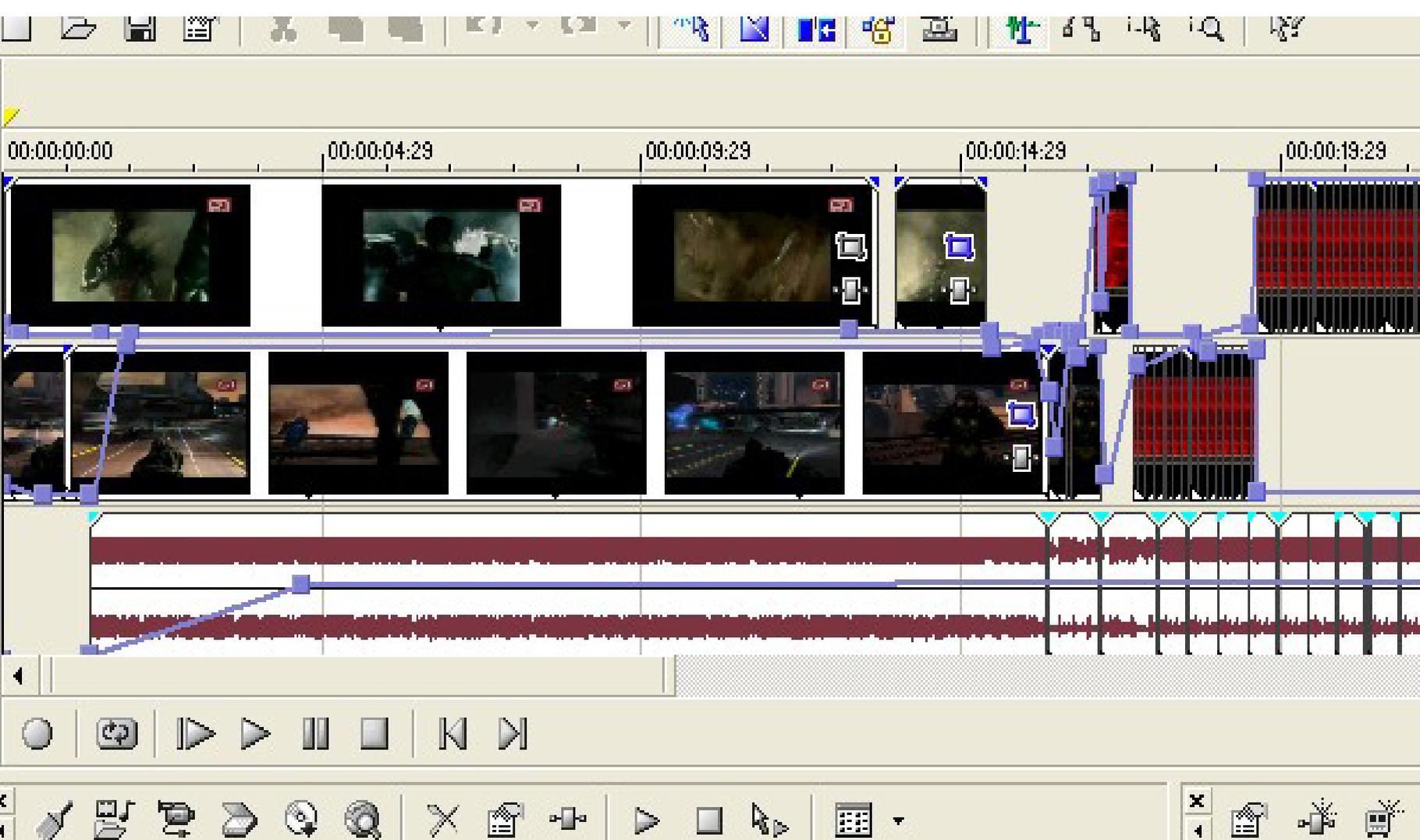
- Dérivés des effets des images fixes avec application automatique à une séquence temporelle
- Exemple fusion de calques => fondu enchaîné numérique

# Le montage linéaire analogique

- Les séquences sont mises bout à bout
- Toute modification nécessite la reprise de tout le montage

# Montage virtuel

- Prémontage en numérique sur une version de travail faible définition et génération d'une liste de commandes
- Montage réel en analogique piloté par la liste de commandes
- En cas de modification, la première phase peut être reprise, mais la seconde est à refaire



# Exemple de commande

- Durée time code T1, T2
- Sources:
  - Fichier F1, Time code T3,  $T3+T2-T1$
  - Fichier F2, Time code T4,  $T4+T2-T1$
- Opération: Fondu enchaîné (Paramètres),  
contraste (Paramètres)
- Destination: Fichier F3

# Montage tout numérique

- Toutes les phases sont réalisées sur des fichiers numériques
- On peut reprendre toutes les étapes tant que l'on conserve les rushes et les commandes

# CD et DVD

## d 'après Jean Marc Farinone

# Présentation

Galette de 12 cm de diamètre

15 g composé de polycarbonate et d'aluminium

Peut contenir :

- 74mn 30 s audio stéréo digitalisée en PCM (Pulse Code Modulation) à 44,1 Khz d'échantillonnage codée sur 16 bits (cf. Red Book)
- 5 heures audio stéréo digitalisée en ADPCM (Adaptive Pulse Code Modulation) à 32,8 Khz d'échantillonnage et 4 bits de codage (CD I audio)
- 20 h audio mono digitalisée en APDCM Level C à 18,9 Khz d'échantillonnage et 4 bits de codage (CD I audio)
- 660 Mo de données informatiques (Yellow Book)

# Différents CD

Nom	Applications	norme de référence	Logo	Date de sortie
CD Audio (CD DA)	enregistrement audio	Red Book	digital audio	1980
CD ROM	données informatiques	Yellow Book	data storage	1984, 1989 (XA)
CD-I	cd interactif	Green Book	Interactive	1987
CD video	films et karaoké	White Book	dicotal video	
CD R	CD enregistrables	Orange Book	Recordable	

# Structure d'un CD

## **structure de base**

une spirale partant du centre du disque  
vitesse 530 tours / mn jusqu'à 200 tours / mn car :  
vitesse linéaire constante à 1,2 m/seconde environ

## **piste d'un CD**

La spirale du CD est divisée en pistes (de 1 à 99)  
chaque piste peut contenir :

- une chanson (CD DA)
- des données informatiques, des textes, des graphiques
- du code exécutable
- ...

## **secteur d'un CD**

Une piste est découpée en secteurs de longueur fixe.  
un secteur =  $1/75$  ième de seconde = 3234 octets

# Structure d'un CD (2)

un secteur = 4 champs

données utilisateur	1ere partie EDC/ECC	2ime partie EDC/ECC	octets de contrôle
2352	392	392	98

trois derniers champs inaccessibles à l'utilisateur. Ce sont :

- champs 2 et 3 (détection et correction d'erreurs)
  - champs 4 : utilisé par exemple dans le Red book pour stocker les informations de durée et numéro de sélection (affichage en permanence du temps écoulé)
- 2352 octets car pour un CD DA à 44,1 KHz d'échantillonnage codée sur 16 bits  
 $44100 \times 2$  (stéréo)  $\times 2$  (sur 16 bits) = 176400 octets pour 1 seconde  
et  $2352 \times 75$  (1 secteur = 1/75 s) = 176400

176400 octets par seconde = 30 Mo de données pour un morceau de 3 mn.

l'adressage sur un CD ROM se fait en durée depuis le début du CD et non pas en cylindre-tête comme sur un disque dur

# Format des données

**Il faut pouvoir relire un CD sur un ordinateur géré par MS-DOS, Unix ou Mac**  
**comité d'études de mai 1986 à avril 1988 définit un système de fichiers indépendant**  
**standard ISO 9660**

**Un CD ROM ISO 9660 est caractérisé par :**

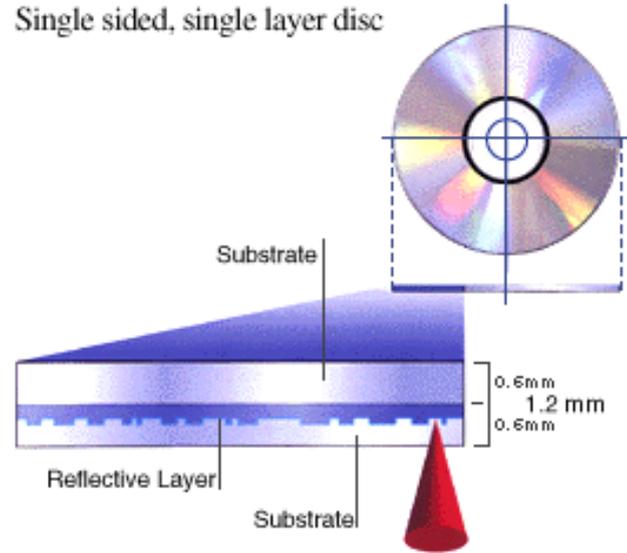
- **un descripteur de volume de label "CD001"**
- **une table des répertoires**
- **une table des chemins d'accès**
- **des noms de fichiers normalisés "8.3" (8 caractères, un point, 3 caractères d'extension)**
- **des noms de répertoires limités à 8 caractères (sans extension)**
- **une profondeur d'imbrication maximale de 8 niveaux de répertoires**
- **tous les fichiers doivent être contigus.**

**Bref très restrictif. D'où "extensions" de la norme :**

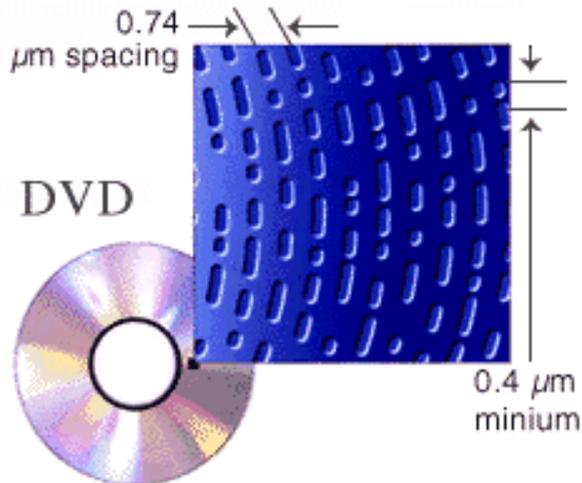
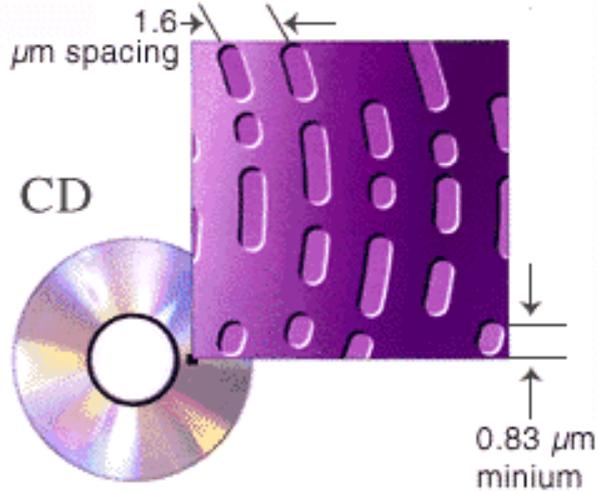
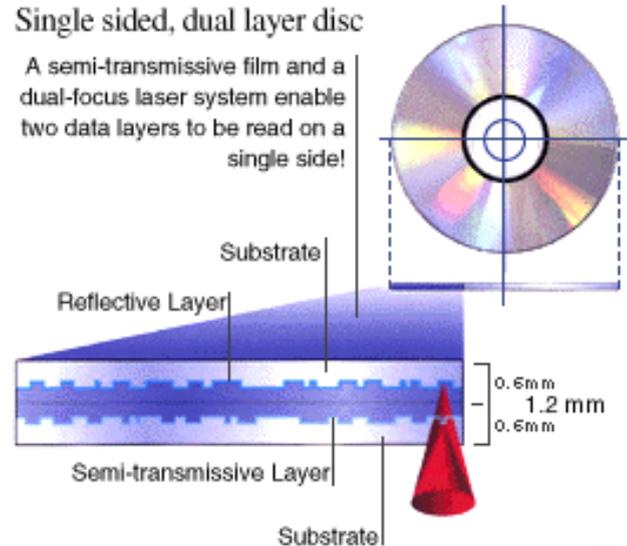
- **par Apple (ISO 9660 Extension)**
- **les normes pour Unix (Rock Ridge = RRIP)**
- **l'European Computer Manufacturer Association (ECMA 168 du groupe de travail Frankfurter Group).**

# DVD (d'après Sony)

Single sided, single layer disc



Single sided, dual layer disc



# Les différents DVD

	DVD ROM	DVD vidéo	DVD R	DVD Ram
Capacité	4,7->17 Go	4,7->17 Go	4,7 Go	2x 2,6 Go
Cible	Lecture seule	Vidéo MP2 lecture	Enr données simple session	Enr données multiples sessions
Transfert Max	4,7 Mb/s	9,8 Mb/s	11 Mb/s	5 Mb/s
Temps d'accès	150 ms	150 ms	650 ms	120 ms

# Bibliographie (Images fixes)

- Jean Marc Farinone, Cours les fichiers d'images, CD ROM, CNAM 1997**
- D.Murray, W. VanRyper, Encyclopedia of graphics file formats James ed O'Reilly**
- C. Lepecq, N.Rimoux, Les fichiers graphiques sur ordinateurs 1/Fichiers bitmap ed Armand Colin**
- Foley, Van Dam..., Introduction à l'Infographie, Addison Wesley, 1995**
- G.Weidenfeld...Techniques de base pour le multimédia, Masson, 1997**
- FAQ JPEG par ftp à**  
`rtfm.mit.edu:/pub/usenet/news.answers/jpeg-faq`
- FAQ compression à**  
`rtfm.mit.edu:/pub/usenet/news.answers/compression-faq/part[1-3]`
- FAQ formats de fichiers graphiques à**  
`ftp://grasp.insa-lyon.fr/pub/faq/graphics/fileformats-faq/`  
`ftp://grasp.insa-lyon.fr/pub/faq/`

# Bibliographie (Vidéo)

**J.C Fouché, La vidéo numérique, comment ca marche, DIXIT CIFAP,2000**

**D. Bertou, Le montage de l'artistique au numérique, Ed Dujarric, 1997**

**G. Legrand, Trucages numériques et images de synthèse, Dixit 1998**

**V. Pinel, Techniques du cinéma, QSJ 1873**

**[http://le-village.ifrance.com/titione75/informatique/glossaire\\_AV.html](http://le-village.ifrance.com/titione75/informatique/glossaire_AV.html)**

**<http://www.dtvgroup.com/DigVideo/DVD/SonyDVD/feat.html>**

**<http://www.mediavalue.com/glossary.html>**