



# BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC

## Documents audiovisuels numériques

Stage pratique – Rabat (Maroc) 2012

**Mélanie Tremblay**

Technicienne principale en informatique

BANQ - Centre de conservation

**Bibliothèque  
et Archives  
nationales**

**Québec** 



# Documents audiovisuels numériques

**1. Audio**

**2. Vidéo**

**3. Compression**

**4. Formats de fichiers**

**5. Numérisation**



Audio

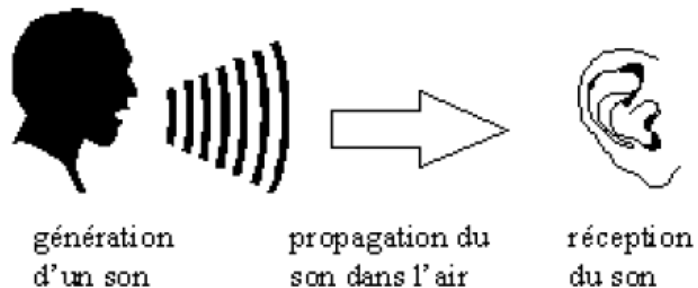
# 1. Audio

# Qu'est-ce qu'un son

## Définition

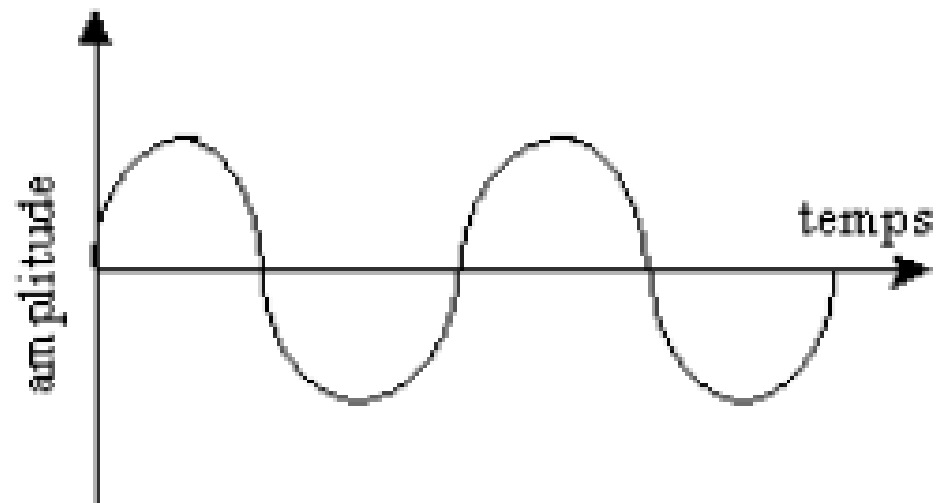
Un son est une **énergie** qui se **propage** sous forme de **vibrations** dans un **milieu compressible** (eau, air, matériaux solide). Dans l'air, les vibrations se traduisent par une suite de surpression et de dépressions par rapport à une moyenne qui est la pression atmosphérique

- Émission : **Une énergie met en mouvement un corps (muscle du larynx, chute d'un objet)**
- Propagation : **Un milieu élastique favorable à la transmission de la vibration (air, eau)**
- Réception : **Un récepteur sensible (oreille, microphone)**



# Son analogique - Caractéristiques

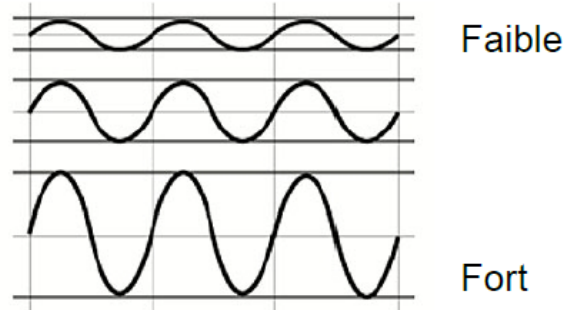
Comme tout phénomène vibratoire, le son peut être analysé comme un **signal** qui varie dans le temps. Les deux caractéristiques essentielles sont l'**amplitude** et la **fréquence**



# Son analogique - Caractéristiques

## Amplitude (intensité ou volume sonore)

Expression de la pression de l'air qui se mesure en décibels (dB)



Exemples :

0 à 10dB : seuil d'audibilité, désert

30 à 40 dB : forêt

60 à 70dB : sonnerie de téléphone

80 à 90dB : klaxon de voiture

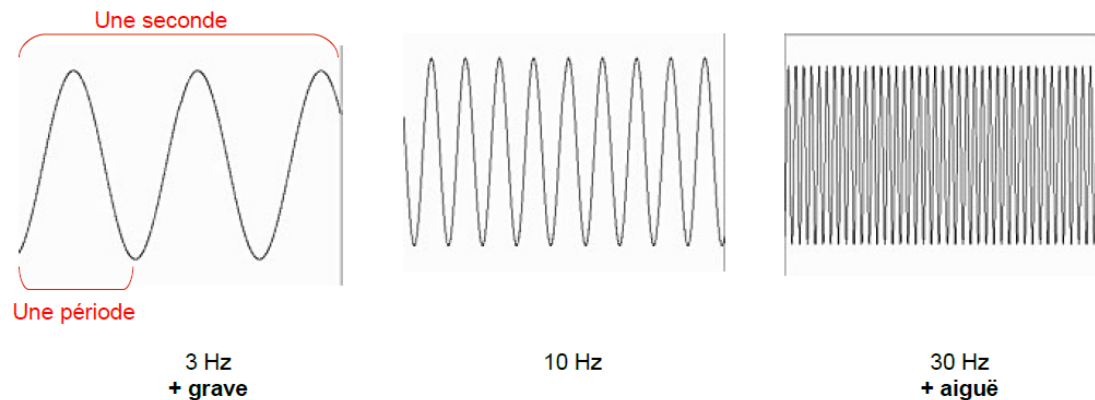
120dB : seuil de la douleur, avion au décollage

180dB : décollage d'une fusée

# Son analogique - Caractéristiques

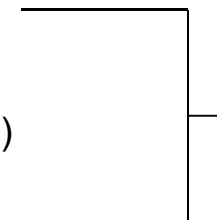
## Fréquence

Nombre de répétitions d'une période par seconde, s'exprime en Hertz (Hz).



Exemples :

- < 20Hz : Infra-son
- 20 - 200Hz : Basse
- 200 - 2000Hz : Bas-Médium
- 2000 - 12000Hz : Haut-Médium (ou aigus)
- 12000 - 20000Hz : aigu (ou sur-aigu)
- >20000Hz : Ultra-son



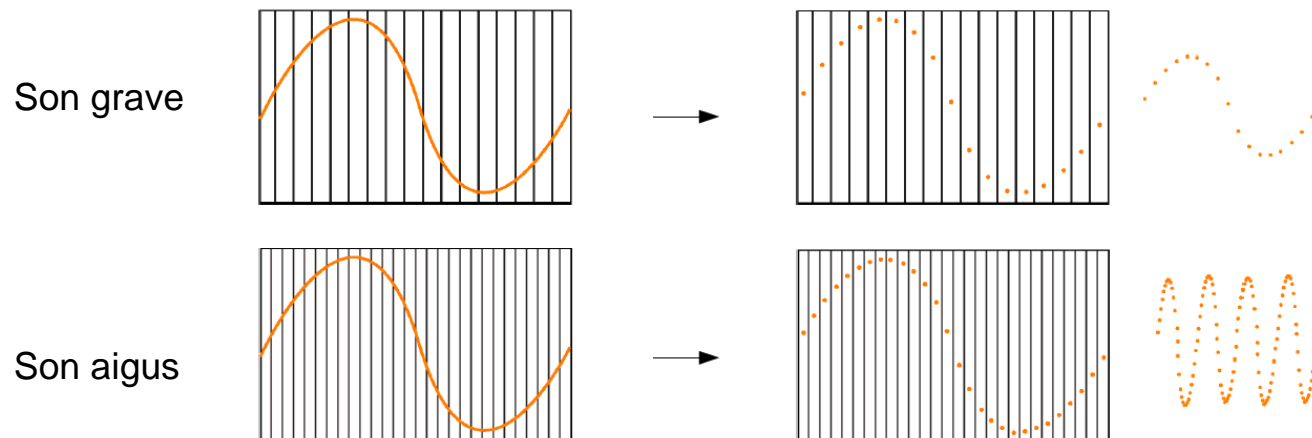
Perception de l'oreille humaine

# Son numérique - Caractéristiques

## Échantillonnage

Lorsqu'un son est numérisé, le signal est mesuré un certain nombre de fois par seconde. Le nombre d'échantillons disponibles dans une seconde d'audio s'appelle la **fréquence d'échantillonnage, exprimée en hertz**.

Plus la fréquence d'échantillonnage sera élevée, plus la traduction numérique du signal sera proche de l'original analogique. Ex., un cd audio = 44,1 MHz, soit 44 100 échantillons par seconde.

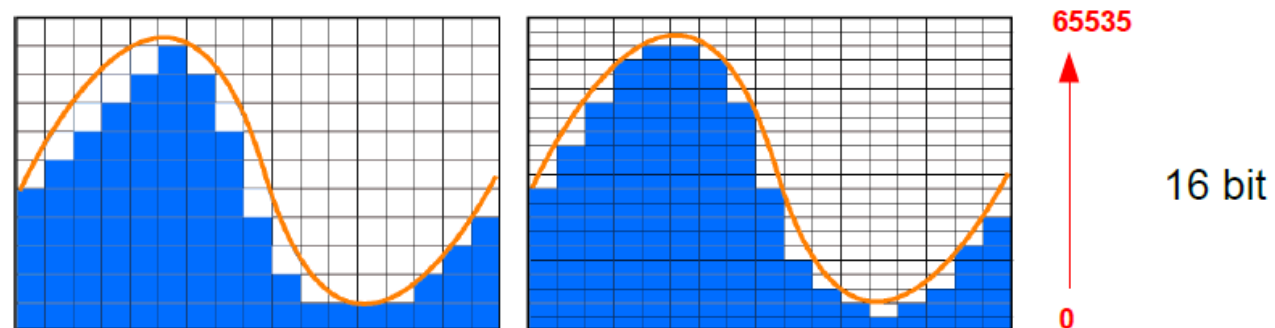




# Son numérique - Caractéristiques

## Résolution

Une autre caractéristique importante est la **résolution** numérique du son, soit le nombre de « niveaux » ou de « paliers » qu'il est possible d'enregistrer pour reproduire **l'amplitude** du signal. Avec une résolution de **16 bits**, on dispose de  $2^{16}$ , soit **65 535** valeurs possibles pour traduire l'amplitude du son. Ainsi, plus la résolution est élevée, meilleur sera la **dynamique**.

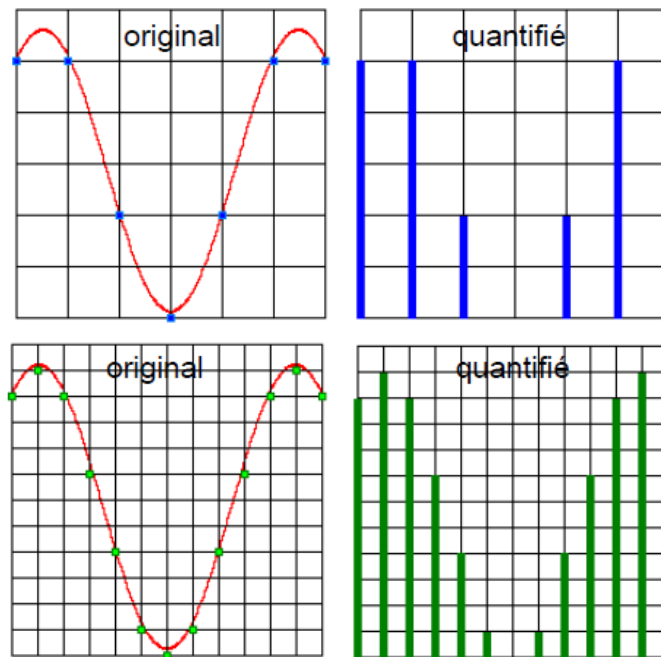


La zone bleue montre qu'en doublant la résolution, on est plus proche de la courbe « analogique », soit le signal parfait que l'on souhaite reproduire.

# Son numérique - Caractéristiques

## Quantification

La **quantification** consiste en une deuxième phase où le chiffre de l'amplitude prélevé sera arrondi à l'entier le plus proche.

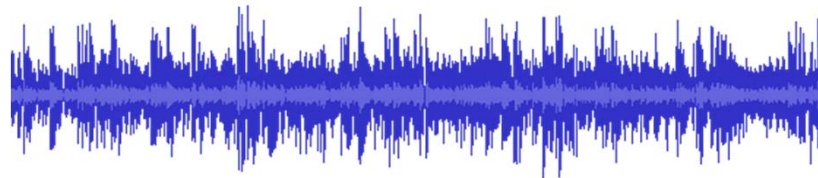


# Son numérique - Caractéristiques

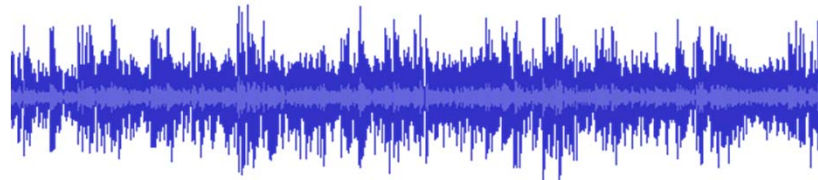
## Nombre de voies

- **Mono** (1 canal) :
- **Séréo** (2 canaux) :

Gauche



Droit



- **5.1** (6 canaux) :
  - FL (avant gauche)
  - C (centre)
  - FR (avant droit)
  - SL (arrière gauche)
  - SR (arrière droit)
  - LFE (caisson de grave)

# Caractéristiques - Résumé

Chacune des quatre caractéristiques du son numérique est responsable de la restitution du son :

- **Fréquence d'échantillonnage**
- **Résolution**
- **Quantification**
- **Nombre de canaux**

Exemples :

Son qualité téléphone: 8000 Hz 8bit

Son qualité radio FM: 22050 Hz 16bit

**Son qualité CD: 44100 Hz 16bit**

Son qualité DVD: 48000 Hz 24bit

Son audio professionnel: 96000 et 192000 Hz 24 et 32bit



# Stockage

La taille d'une séquence sonore **non compressée** se calcule en multipliant la **fréquence d'échantillonnage (Hz)**, la **résolution (octet)**, le **durée (secondes)** de la séquence et le **nombre de voies utilisées**.

→ Calculer la taille d'une minute d'audio stéréo de qualité cd

Fréquence d'échantillonnage :

Résolution :

Durée :

Nombre de voies :

# Stockage

La taille d'une séquence sonore **non compressée** se calcule en multipliant la **fréquence d'échantillonnage (Hz)**, la **résolution (octet)**, le **durée (secondes)** de la séquence et le **nombre de voies utilisées**.

→ Calculer la taille d'une minute d'audio stéréo de qualité cd

Fréquence d'échantillonnage : 44100 Hz

Résolution : 16 bits = 2 octets

Durée : 60 secondes

Nombre de voies : 2

= 44100 Hz x 2 octets x 60 sec. x 2 voies

= 10584000 octets

= 10335 Ko

= 10 Mo



Audio

**Questions ?**

## 2. Vidéo





# Qu'est-ce qu'une vidéo

## Définition

Une vidéo est une succession d'images affichées selon une certaine **cadence (fréquence)**.

Trois éléments la composent :

- **Fréquence d'affichage des images**
- **Couleurs de l'images**
- **Dimensions de l'images**



# Standards

## NTSC (National Television System Committee)

- Premier système de TV couleur mis au point par les américains en 1954.
- Il compte 525 lignes.
- Il utilise 30 images par seconde car la fréquence du courant électrique aux États-Unis est de 60Hz.
- Adopté par les pays qui utilisent cette fréquence : Canada, Japon, Mexique, etc.
- Peu performant.



# Standards

## PAL (Phase Alternate Line)

- Il est le standard de la télévision européenne
- Il compte 625 lignes (576 seulement sont affichées car 8% des lignes servent à la synchronisation)
- Il utilise 25 images par seconde car la fréquence du courant électrique en France est de 50Hz.
- Mis au point en Allemagne par Walter Bruch en 1960
- Le standard PAL est une amélioration du standard NTSC
- Utilisé principalement dans certains pays de l'Europe de l'Est, en Australie, et dans certaines régions d'Afrique et de l'Amérique Latine



# Standards

## SECAM (SEquence de Couleur Avec Mémoire)

- Créé par un français en 1967, Henri de France, employé de la Compagnie Française de Télévision.
- Basé sur le même principe que le NTSC.
- Il compte 625 lignes.
- Il utilise 25 images par seconde car la fréquence du courant électrique en France est de 50Hz.
- Adopté par les pays qui utilisent cette fréquence: pays de l'est, l'Afrique, le Moyen-Orient, etc.

# Bande passante

## Définition

Capacité d'un canal (composant, équipement ou simple câble) à transmettre des signaux électriques avec une qualité optimale entre telle et telle fréquence.

- **Analogique**

- S'exprime en mégahertz (MHz).
- En vidéo, les bandes passantes se situent entre 3 et 6,3 MHz, en fonction du type de signal vidéo et de son utilisation.

- **Numérique**

- S'exprime en nombre de bits par seconde (Kbit/s ou Mbit/s).
- Calcul de la bande passante : poids de l'img x nb img/s.

Pour une images **RVB** ayant une définition de **640 x 480** et affichée à une fréquence de **30 img/s**, la bande passante nécessaire est **27 Mbit/s**

= 3 octets x 640 pixels x 480 pixels x 30 img/s



# Caractéristiques

## Résolution temporelle

Fréquence d'affichage des images

< 20 images par seconde = scintillement de l'image  
mouvements saccadés

> 20 images par seconde = images animée

Exemples : Cinéma : 24 images/s.  
PAL et SECAM : 25 images/s.  
NTSC : 30 images/s.

# Caractéristiques

## Balayage progressif

Afficher l'image de gauche à droite, de haut en bas

## Balayage entrelacé (réduction temporelle)

- Doubler la fréquence d'image en omettant une ligne sur deux, tout en gardant une quantité d'information constante.
- Diminuer de moitié de la bande passante



# Caractéristiques

## Résolution de couleurs

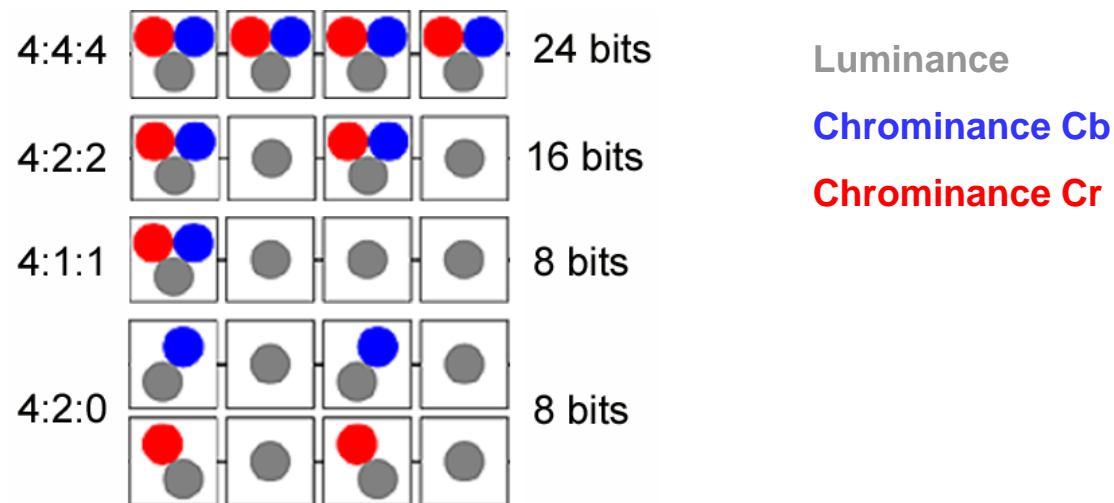
Nombre de couleurs affichées simultanément à l'écran

- **Format RVB** (rouge/vert/bleu)
  - 8:8:8 = 24 bits/pixel
  - 5:5:5: = 15 bits/pixel
- **Format YUV / YCbCr**
  - Traiter les composantes du signal en fonction de la **luminance** et des **chrominances**
  - Représenter les couleurs en fonction de la sensibilité de l'œil, soit un ratio de 60(rouge) /30(bleu)/10(vert)
    - Y = luminance
    - U = Chrominance – bleu = Cb
    - V = Chrominance – rouge = Cr
    - Le vert est recomposé à partir des trois signaux



# Caractéristiques

Une fois le signal RVB codé en signal YUV, le principe est d'échantillonner le signal de luminance à un certain taux et les signaux de chrominance à d'autres taux inférieurs ou égaux sur une base de 4 pixels :



→ Diminuer la bande passante de 33% (par rapport au balayage entrelacé) avec un format YCbCr 4:2:2.

# Caractéristiques

## Résolution spatiale

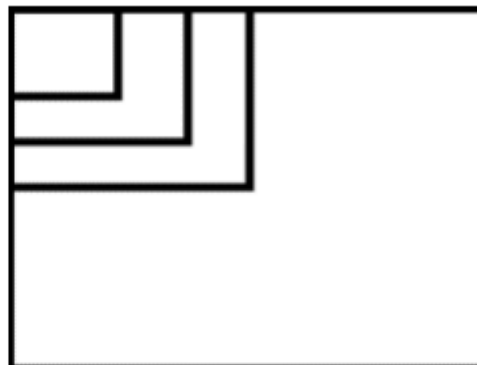
La taille de l'image doit respecter un ratio d'affichage de 4:3 C'est-à-dire 4 unités de largeur par 3 unités de hauteur. Pour la télévision HD, un ratio 16:9 est utilisé.

PAL / SECAM = 720:576

NTSC = 640:480

→ Réduire la taille de l'image réduit le nombre de pixels et par conséquent la bande passante. Les principales tailles d'écran utilisées :

640 x 480  
320 x 240  
240 x 180  
160 x 120





# Caractéristiques

## Systeme composante

Les composantes de la vidéo sont codées séparément et transmis dans des signaux distincts

- Plus robuste aux interférences
- Qualité améliorée

## Systeme composite

Les signaux sont combinés dans un même et unique signal avant la transmission

- Moins robuste aux interférences
- Qualité réduite

# Stockage

La vidéo numérique est l'une des applications informatiques les plus gourmandes tant en terme d'**espace** requis pour son enregistrement que **débit** pour sa diffusion.

Malgré tous les efforts à réduire l'information, que ce soit avec une **réduction temporelle, chromatique ou spatiale**, que ce soit avec le choix d'un système composante ou composite, les débits restent très élevés (même supérieurs aux meilleures connexions actuelles) et les capacités de stockages restent importantes. Voilà les deux principaux inconvénients de la vidéo numérique.

Ex. : de fichier vidéo non compressé

- Taille : 1,5Go/min
- Débit : 27Mo/sec.

Il devient impératif de **compresser** une vidéo pour l'adapter à la taille des unités de stockage et aux débits pour la transmettre.



Vidéo

**Questions ?**



# Compression

## **3. Compression**



# Compression

## Définition

Opération informatique qui consiste à transformer une suite de bits A en une suite de bits B plus courte, contenant les mêmes informations, en utilisant un algorithme particulier

La compression de données permet d'obtenir des fichiers plus légers :

- Améliore la vitesse de transfert
- Limite l'espace de stockage



# CODEC (Compression / DECompression)

## Définition

Issue de normes, les algorithmes utilisés par des CODEC prennent la forme d'un fichier qui regroupe une série d'instructions.

Les codecs encodent des flux ou des signaux pour la transmission, le stockage ou le chiffrement de données. Puis, ils décodent ces flux ou signaux pour l'édition ou la restitution. Ils sont donc utilisés les logiciels de capture, de conversion et de lecture.

Par exemple, MPEG-4 AVC/H.264 est une norme vidéo, et x264 est un codec capable de produire un flux vidéo respectant cette norme.

Il existe différents algorithmes de compression plus ou moins performants. Chaque codec possède ses spécificités et ses domaines de prédilection.

- Les plus anciens : MPEG 1, Sorenson Video, Cinepak, H.263

- Les plus récents : DIVX, XVID, WMV, H.264





# Norme MPEG

## Définition

- Mis au point par le Moving Picture Experts Group entre 1989 et 1992.
- Elle va permettre un développement spectaculaire de la diffusion vidéo numérique.
- MPEG appartient à la classe des algorithmes de compression hybrides (plusieurs techniques sont employées conjointement)
- La compression MPEG est de type asymétrique: le codage s'avère beaucoup plus complexe (quatre fois plus long) que le décodage.

## Spécifications

- MPEG-1 concerne la vidéo numérique à bas débit (de 0,8 à 1,5 Mbit/s).
- MPEG-2 améliore la qualité de la vidéo et assure l'adaptation à des débits plus importants (de 6 à 40 Mbit/s) ainsi qu'à des formats plus importants (4 fois MPEG-1).
- MPEG-4 propose une norme de compression satisfaisant aux applications ne disposant que de très faibles débits: vidéophonie, multimédia mobile, streaming vidéo, commerce électronique, etc.



# Norme MPEG

## Formats

- .mpg : fichier compressé selon la norme MPEG-1.
- .m2p : fichier audio/vidéo compressé selon la norme MPEG-2.
- .m2v : fichier contenant exclusivement de la vidéo compressé selon la norme MPEG-2.
- .mp4 : fichier vidéo compressé selon la norme MPEG-4.
- .vob (video object): fichier vidéo type DVD compressé selon la norme MPEG-2.
- etc.



# Compression

## Compression non destructive (lossless)

- Des algorithmes mathématiques (basés par exemple sur la recherche de redondance) compressent les données sans aucune perte d'information
- La décompression restitue les données initiales
- Le gain de taille par rapport à l'original est minime (10 à 30 %)
- Le fichier obtenu reste très volumineux

## Compression destructive (lossy)

- Supprime définitivement les informations peu représentatives (détails) ou non perceptibles (fréquences non audibles, silences, nuances de couleurs...)
- Exploite la redondance dans un flux de données numériques
- Le gain de taille est très important. Habituellement le rapport est de 10 pour 1 et +



# Compression- Audio

- **Limite de perception**

Exploite les caractéristiques de la perception acoustique humaine et supprime les fréquences moins audibles par l'oreille

- **Masquage de Fréquences**

Fusionne en une seule fréquence deux sons de fréquences très proches.

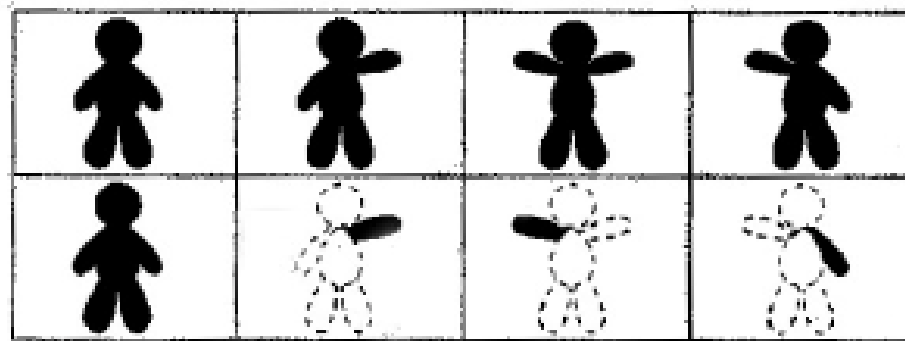
# Compression - Vidéo

- **Compression spatiale**

- Exploite la similarité des pixels à l'intérieur d'une **même images**
- Chaque image est traitée indépendamment sans référence aux images voisines
- Taux de compression faible pour une bonne qualité d'image

- **Compression temporelle**

- Exploite les similarités existantes entre **des images successives**





# Compression

## Temps de compression

- **Facteurs matériels**

- Type du micro-processeur équipant l'ordinateur
  - Quantité de mémoire installée

- **Facteurs logiciels**

- Codec et logiciel utilisés
  - Options choisies

- **Qualité du rendu final**

- Nombre d'images par seconde
  - Taille de l'image
  - Résolution



# Compression

**Questions ?**

## 4. Formats de fichiers



# Fichier numérique audiovisuel

Les fichiers vidéo et certains fichiers audio sont composés de deux éléments :  
Conteneur et Flux

## Conteneur

- Type de fichier qui contient un ou plusieurs flux audio et/ou vidéo.
- Son rôle est d'organiser ces flux au sein d'un fichier (découpage des flux, entrelacement, ajout d'informations complémentaires (durée, titre des pistes, sous-titres...)).  
Ex. : audio : WAVE (.wav), Audio Interchange File Format (.aif)  
Ex. : vidéo : Audio Video Interleave (.avi), Quicktime (.mov), Real Audio (.rm, .ra)

## Flux de données audio et vidéo

- Les flux, souvent compressés à l'aide d'un CODEC, Les flux prennent places à l'intérieur des conteneurs.
- Ainsi, un flux vidéo au format DV peut être « encapsulé » dans un conteneur AVI ou Quicktime par exemple.

# Formats – Fichiers audio

## Sans compression

**WAVE** (Microsoft) et **.AIFF** (Apple)

Formats de fichiers flexibles conçus pour stocker plus ou moins n'importe quelle combinaison de taux d'échantillonnage ou de bitrates (bit rate). Ce sont les formats de fichier appropriés pour le stockage et la réalisation d'enregistrements originaux.

**RA** (*Real Audio Wrapper*)

Comparable aux fichiers WAV ou AIFF en taille, le fichier RAW ne contient aucune information d'en-tête (métadonnées).

## Compression sans perte

**ATRAC** (*Adaptive Transform Acoustic Coding*)

Développée par Sony en 1992.

**FLAC** (*Free Lossless Audio Codec*)

Format libre. Alternative aux formats de compression avec perte type MP3.

**ALAC** (*Apple Lossless Audio Codec*)

Créé en 2004 par Apple.

# Formats – Fichiers audio

## Compression avec perte

### **MP3** (MPEG-1/2 Audio Layer 3 )

Spécification sonore du standard MPEG-1/MPEG-2 du MPEG,

Réduit drastiquement la quantité de données mais conserve une qualité (cd audio) qui, pour l'auditeur, ressemble à une reproduction du son original non compressé.

Les taux de compression sont d'ordinaire de 1 pour 10 (1:10) (1:4 à 1:12).

L'encodage est très rapide.

### **Ogg Vorbis** (.ogg)

Format libre.

Peu de faiblesses, conserve la même qualité quel que soit le type de musique.

### **AC3**

Format très courant dans les DVD, la norme permet d'utiliser jusqu'à 6 canaux sonores indépendants.

# Formats – Fichiers audio

## Compression avec perte

### **WMA** (*Windows Media Audio*)

Créé par Microsoft à partir des recommandations MPEG-4 en 1999, est utilisé par le logiciel *Windows Media Player*.

### **ACC** (*Advanced Audio Coding*)

Codec MPEG-4 Version 2 et MPEG-4 Version 3.

Seul format de compression à pertes plus performant que le MP3 qui soit supporté par les iPod.

### **AU**

Format de fichier audio très simple développé par Sun Microsystems, assez bien répandu grâce à Unix et Linux.



# Formats – Fichiers vidéo

## **AVI** (Audio Video Interleave)

Peut contenir des données audio et vidéo compressées ou non. Chaque composante audio ou vidéo peut être compressée par n'importe quel codec, DivX et mp3 sont souvent utilisés.

## **MPEG1** (Windows uniquement)

Ensemble de normes MPEG qui permet de produire des contenus vidéo et audio à des débits avoisinant les 1,5 Mbits/s. En général, les films MPEG-1 peuvent être diffusés dans des formats de type CDROM et sous forme de fichiers à téléchargement progressif sur le Web.

## **MPEG2** (.mpeg)

Ensembles de normes MPEG qui permet de produire des contenus vidéo et audio à des débits avoisinant les 15 Mbits/s. MPEG 2 permet d'obtenir des animations vidéo intégrale plein écran de très grande qualité. Qualité dvd.

## **MPEG4** (.mp4)

Contient des données de type multimédia (audio et vidéo), également utilisé pour des fichiers ne contenant que du contenu de type audio. Qualité blu-ray

# Formats – Fichiers vidéo

## **H.264**

Norme MPEG-4-conçue pour l'encodage de nombreux périphériques, notamment pour les écrans haute définition, les téléphones mobiles 3GPP, les appareils iPod vidéo et les PSP (PlayStation Portable).

## **Adobe Flash Video** (.flv, .f4v)

Format Adobe pour la diffusion de vidéo et d'audio sur le Web et d'autres réseaux. Équivalent et concurrent de Silverlight.

## **QuickTime** (.mov)

Architecture multimédia d'Apple Computer qui contient plusieurs codecs. Contient des données audio, vidéo et texte (sous-titre).

## **RealMedia** (Windows uniquement) (.rm)

Format multimédia de Real Network pour la diffusion de vidéo et d'audio sur le Web ou d'autres réseaux. Permet de diffuser son et vidéo en streaming

## **Windows Media** (Windows uniquement) (.wmv)

Une architecture multimédia de Microsoft contenant plusieurs codecs, notamment pour la diffusion sur le Web



# Choix d'un format

Tenir compte des trois facteurs suivants :**Pérennité**

**Qualité**

**Fonctionnalité**

Considérer les documents **source** et évaluer nos **besoins**

Disposer d'une **documentation** complète (spécifications techniques, outils disponibles)

**Minimiser le nombre de formats** utilisés pour réduire les risques (problèmes de traçabilité, de nommage, difficultés en cas de retraitements ultérieurs) et ne pas obérer les possibilités de migration future

**Maintenir le choix de format** tout au long du processus de numérisation

# Formats BAnQ

Type de document	Format(s) de diffusion	Format(s) de conservation
Son	Flash ou MP3	Wave
Vidéo	Flash	MPEG-4 ou MPEG2 (format DVD)





# Formats de fichiers

**Questions ?**

## 5. Numérisation



# Numérisation

## Définition

Action qui consiste à transférer le contenu du support analogique d'un enregistrement audio ou vidéo sur un support informatique :

- Échantillonner
- Quantifier
- Coder

## Objectifs

- Conserver la qualité lors de copie multiple
- Faciliter le stockage, la manipulation et la transmission

# Matériel

- Appareil de lecture pour lire la source
- Carte d'acquisition ou convertisseur

*StarTech SVID2USB22 USB Video Capture Cable.*



- Un ordinateur

## Logiciel de capture

- Les convertisseurs sont habituellement fournis avec un logiciel de capture  
Pour les vidéos nous travaillerons avec **GrabBee**, logiciel de capture qui accompagne le câble **StarTech SVID2USB22**.
  
- La plupart des logiciels de montage propose aussi la fonction de capture  
Pour l'audio nous travaillerons avec **Audacity**, un logiciel libre.

# Logiciels

## **Logiciels de montage « grand public »**

- Simple à utiliser, souvent gratuit (fonction limitées pour le montage)
- **Satisfont la plupart des besoins de numérisation et permettent d'effectuer des montages**

Ex. : Windows Movie Maker (Windows XP et +), Imovie (Mac)

## **Logiciels de montage « semi-professionnel »**

- Complet, plus ergonomique, prix abordable

Ex. : Premiere Element, FinalCut Pro Expert, Pinnacle Studio

## **Logiciels de « professionnel »**

- Très complet mais complexe à utiliser, onéreux

Ex. : Adobe Premiere Pro, Avid Xpress



# Installation

## Installation

Les logiciels de capture, de conversion et de lecture utilisent des **CODEC** qui doivent au préalable être installés sur l'ordinateur

Bien que quelques codecs soient livrés avec les systèmes, la plupart du temps ils doivent faire l'objet d'une installation séparée. C'est le cas pour le DIVX et le XVID.

Certains lecteurs (comme Windows Media Player) tentent automatiquement de récupérer sur Internet et d'installer un CODEC manquant au début de la lecture d'une vidéo.

# Installation

## Installation autonome

Le codec est livré avec un logiciel d'installation dédié. Ce dernier est téléchargeable sur le site de l'éditeur du codec. Exemples :

- [www.divx.com](http://www.divx.com) pour le DIVX
- [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com) pour le WMV
- [www.xvid.org](http://www.xvid.org) pour le XVID

## Installation avec pack de codecs

Certains développeurs proposent des packs de codecs regroupant plusieurs codecs audio et vidéo (par exemple le divx, le xvid, le mp3). Ces packs présentent comme principal intérêt leur intégration dans un unique logiciel d'installation. Exemple :

- <http://www.free-codecs.com/>

## L'installation avec logiciel

Certains logiciels sont accompagnés de codec. C'est le cas par exemple de Windows Media Player 9 et ultérieure qui installe le codec WMV



## Questions ?