

# Techniques Multimédias

## II. Composants multimédia

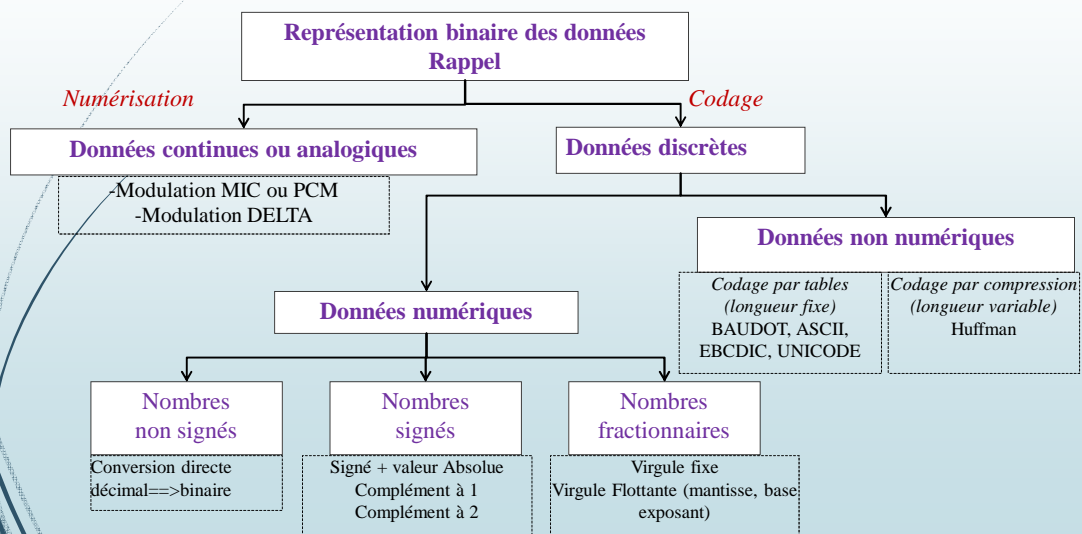
1. Numérisation des données
2. Composant Audio
3. Composant Image
4. Composant vidéo
5. Autres types de médias

Proposé par Mr Samir Belaid

1

### 1. Numérisation des données

- L'interactivité multimédia se traduit par un échange de signaux **numériques** entre les différentes composantes des équipements

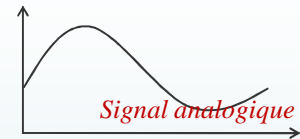


2

## Signal analogique vs Signal numérique

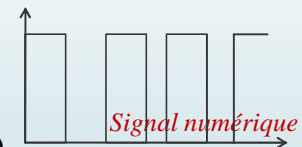
### i. Signal analogique,

- Contenu dans le temps,
- Représenté par un courant ou une tension,
- Amplitude prend une infinité de valeurs dans un intervalle fini,



### ii. Signal numérique,

- Signal discret dans le temps,
- L'amplitude représente deux états logiques 1 ou 0,
- Chaque état logique est représentée par une tension (+5V, 0V).



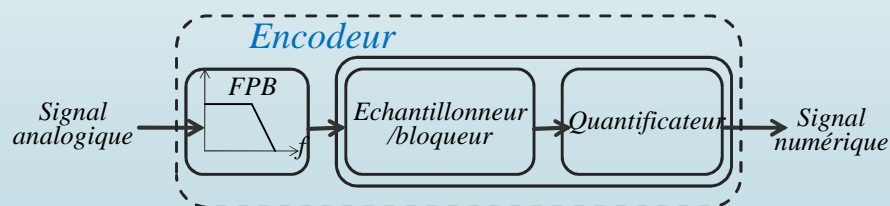
### iii. Atouts de la numérisation,

- Signal numérique plus stable et plus résistant aux parasites,
- Opération de transfert plus aisée grâce à la compression,
- Opérations mathématiques plus faciles et moins coûteuses.

3

## Principe de la numérisation

- Tout signal peut être décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences multiples par une **transformation de Fourier**
- Le **spectre des fréquences** des composantes sinusoïdales forme la **bande passante du signal**
- Un **encodeur** contient deux circuits :
  - Un **filtre passe-bas** (élimine les hautes fréquences inutiles)
  - Un **convertisseur analogique numérique** (échantillonneur/ quantifieur)



4

## Analyse de FOURIER

- Le principe est celui du prisme (un rayon de lumière solaire pénétrant dans un prisme de cristal en ressort décomposé en plusieurs rayons): le “prisme mathématique de FOURIER” décompose le signal en une somme de fréquences.
- L'analyse spectrale classique consiste à déterminer mathématiquement de quelles harmoniques se compose une **onde périodique**.

## L'analyse en fréquences et la transformée de Fourier

Le principe est le suivant : tout signal périodique (ce qui est le cas du son) peut se décomposer en une série d'oscillations sinusoïdales. Soit  $x(t)$  un signal sonore continu dans le temps  $t$ , la transformée de FOURIER de ce signal est définie comme suit :

$$X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)e^{-2\pi jft} dt$$

*Il s'agit d'une fonction dont la variable est la fréquence  $f$*

Un signal périodique est représenté par des raies, dont l'**emplacement** est fixé par la fréquence des oscillations observées dans le signal  $x(t)$ , et l'**amplitude** est fixé par la valeur des coefficients définis par FOURIER.

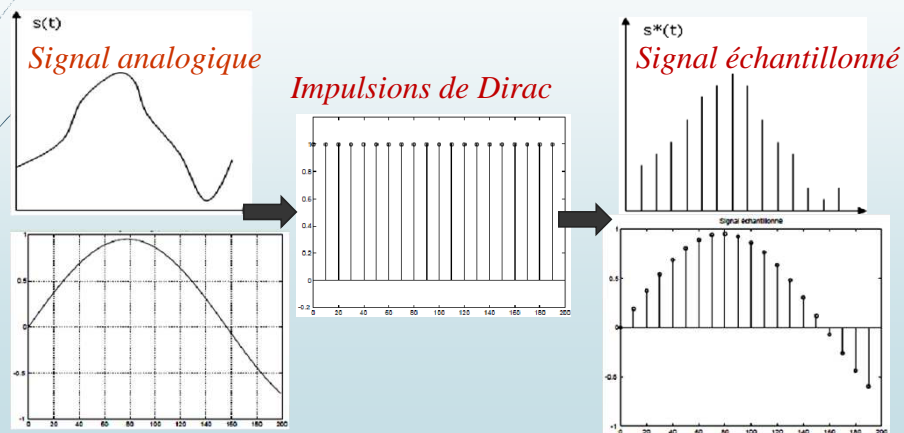
**Dans le sens inverse**, connaissant le spectre  $X(f)$  d'un signal, c'est-à-dire l'énergie de chacune des fréquences présentes dans le signal, on peut reconstituer sa forme initiale  $x(t)$  par la transformée de FOURIER inverse :

$$x(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} X(f)e^{2\pi jft} df$$

5

## Principe de l'échantillonnage

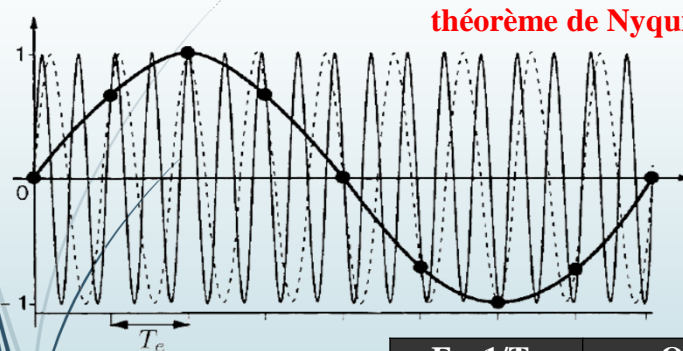
- Prélever  $n$  échantillons à intervalles  $T_e$  (période d'échantillonnage) d'un signal analogique  $s(t)$  pour générer un signal échantillonné noté  $s^*(t)$
- La **fréquence d'échantillonnage** est le nombre d'échantillons par unité de temps  $F_e = \frac{1}{T_e}$



6

## Choix de la fréquence d'échantillonnage

- Plus la fréquence d'échantillonnage est grande, plus la perte d'information pendant l'échantillonnage est faible (la forme de  $s^*(t)$  est proche de  $s(t)$ ).



**théorème de Nyquist-Shannon:  $F_e > 2F_{max}$**

( $F_{max}$  fréquence maximale du signal)

Une infinité de signaux analogiques peuvent coïncider sur les mêmes échantillons

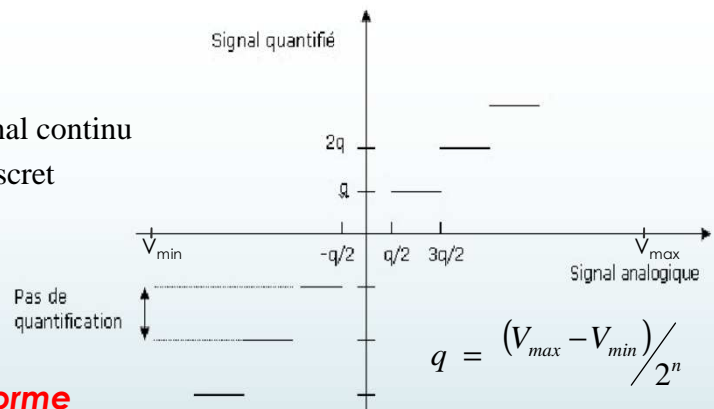
$F_e = 1/T_e$	Qualité du son
44 100 Hz	Qualité CD
22000 Hz	Qualité radio
8000 Hz	Qualité téléphone

7

## Quantification

- Procédé pour approximer un signal continu par des valeurs d'un ensemble discret

*Le pas de quantification dépend du nombre de bits  $n$  considérés pour le codage*



### Quantification scalaire uniforme

- Le découpage se fait en intervalle de quantification constante (le type le plus simple)
- Plus  $n$  est élevé, plus la valeur discrète est proche de la valeur instantanée du signal original.

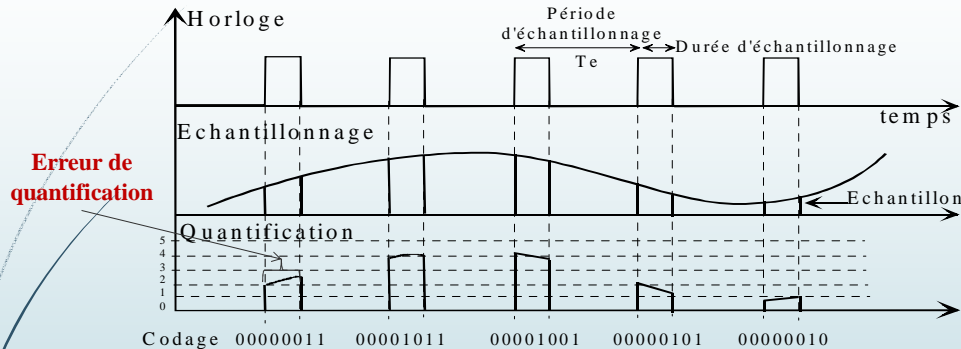
### Quantification vectorielle

- Regrouper les échantillons pour construire un « dictionnaire ».

8

## Codage

- C'est le fait de transformer en binaire la valeur discrète obtenue suite à la quantification



## Codes à longueur fixe/variable

- Généralement, on utilise un nombre de bits  $n$  fixe pour représenter tous les éléments du code. D'autres techniques, assimilable à la compression de données, emploient des codes de longueur  $n$  variable.

9

## Méthodes de numérisation

### i. Modulation MIC (PCM: pulse code modulation)

- Consiste à coder sur  $n$  bits chaque valeur mesurée de la donnée de quantification
- Utilisée dans les formats standards des sons numériques non compressés :
  - WAV (Windows)
  - AIF (Machintosh)

#### Exemple

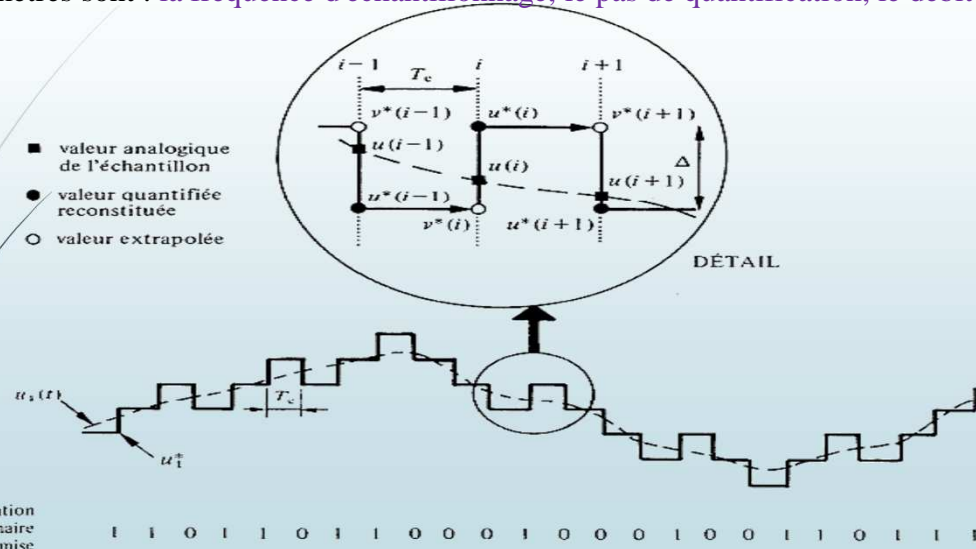
- Déterminer le nombre de bits nécessaires pour numériser la voix humaine avec  $F_{max}=4000\text{Hz}$  et le codage est sur 8bits.

**Solution :** \* Si on prend 4000Hz comme fréquence maximale à reproduire, la fréquence d'échantillonnage minimale est de :  $F_e \geq 2.F_{max}$   
 $= 2 \times 4000 = 8000 \text{ Hz}$  (8000éch/s) et  $T_e = 125\mu\text{s}$  (1/8000)  
 \* En codant chaque échantillon sur 8 bits il est nécessaire d'écouler :  
 $8000 \times 8 = 64000 \text{ bits sur le lien}$ . Ce qui correspond à un débit de 64kb/s

10

## ii. Modulation MIC Delta $\Delta$

- Modulation numérique différentielle caractérisée par une *quantification à un seul bit*,
- Ses paramètres sont : la fréquence d'échantillonnage, le pas de quantification, le débit  $D=f_e$

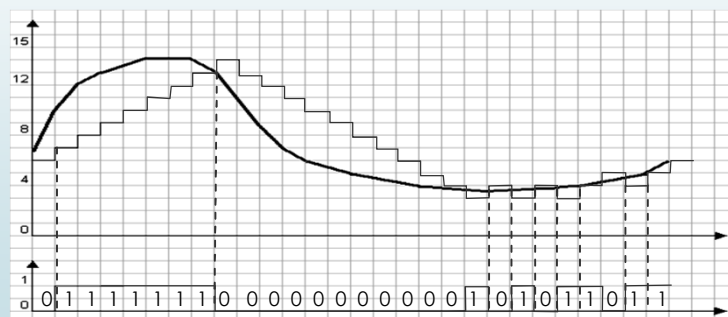


11

## ii. Modulation MIC $\Delta$ : Exemple

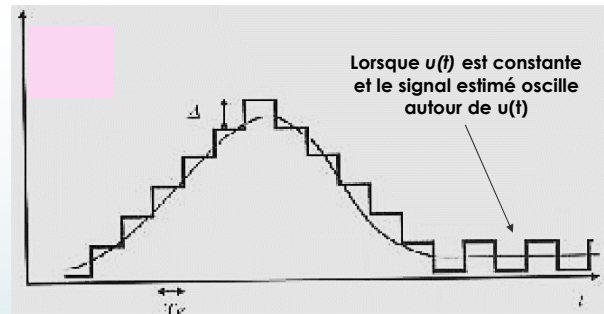
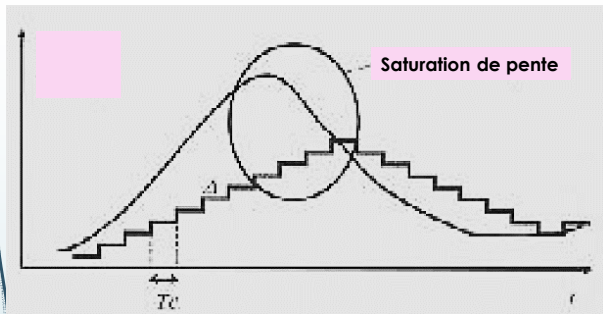
Soit les données analogiques suivantes à coder sur 4 bits (lignes verticales-instants d'échantillonnage).

- 1) Quelle est la séquence binaire en utilisant le codage Delta.
- 2) Déduire le taux de compression obtenu par rapport au codage MIC.



12

## ii. Modulation MIC $\Delta$ : Limites

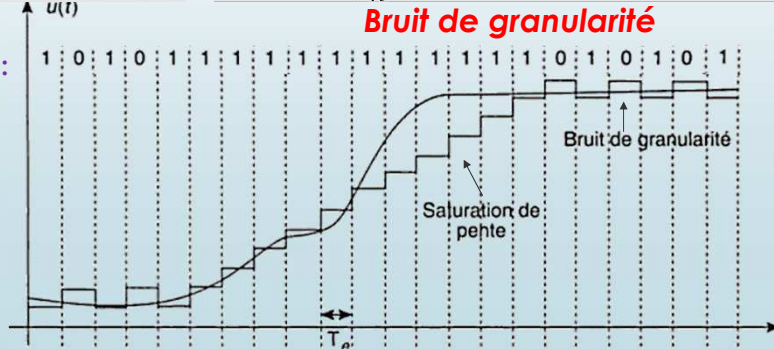


### Saturation de pente

Solution: Respecter la condition :

$$\frac{\Delta}{T_e} \geq \max \left| \frac{du(t)}{dt} \right|$$

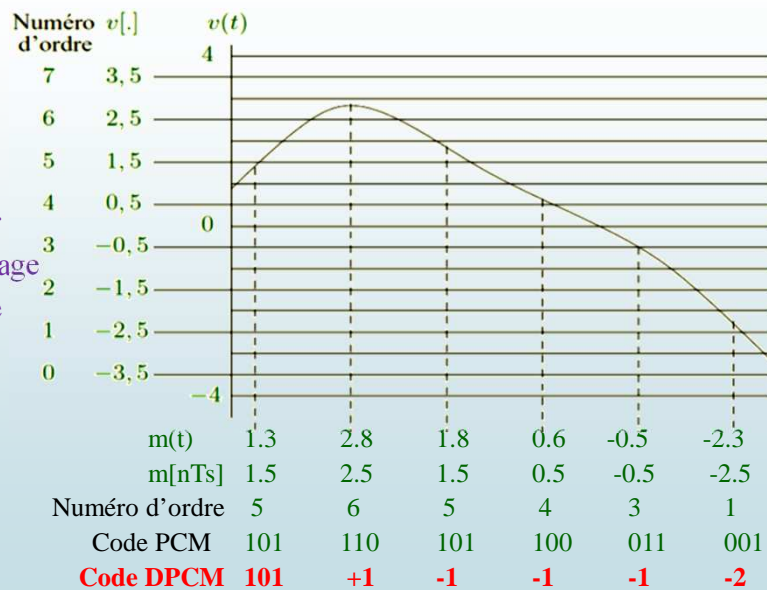
### Bruit de granularité



13

## iii. Modulation PCM différentielle (DPCM)

- Quantifier les échantillons avant d'être convertis en une suite de valeurs binaires 0 ou 1: codage **PCM** (Pulse Code Modulation),
- Coder la différence d'une valeur par rapport à la précédente: Codage **DPCM** (Differential Pulse Code Modulation)

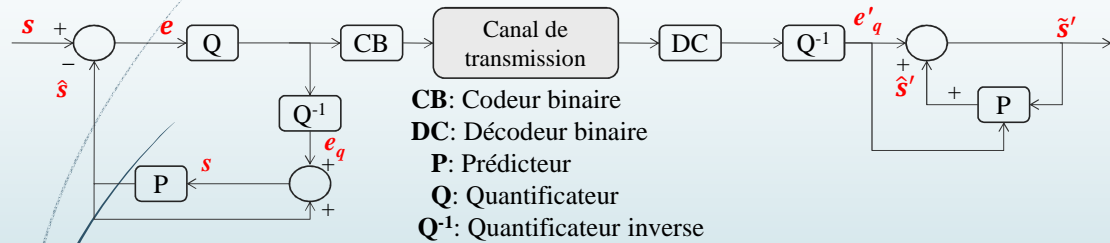


14



#### iv. Codage prédictive

**Principe** Prédire une valeur ensuite quantifier uniquement la différence (de manière non uniforme) entre la valeur prédite (état futur) et la valeur réelle.



*On prédit les valeurs futures d'après l'observation des valeurs passées*

- On peut réaliser une prédiction en **Intra** et **Inter**
  - Intra:** au sein d'une même séquence,
  - Inter:** en utilisant la corrélation forte entre les séquences successives.

15

#### iv. Codage prédictive

**Algorithme:**

- Calculer la différence entre le signal d'entrée  $s$  et une valeur de prédiction  $\hat{s}$ ,
- $\hat{s}$  est une combinaison linéaire de  $s$  et de ses prédécesseurs,
- Différentes combinaisons existent pour déterminer la valeur de prédiction  $\hat{s}$ ,
- Si  $s_i$  est l'échantillon considéré alors  $\hat{s}$  peut être défini par  $s_{i-1}$ ,  $s_{i-2}$ ,  $(s_{i-1} + s_{i-2} + s_{i-3})/3$ ,  $s_{i-1} + (s_{i-2} - s_{i-3})/2$ ,  $(s_{i-1} + s_{i-2})/2$  (La valeur de prédiction est connue du décodeur),
- L'erreur «  $s - \hat{s}$  » est ensuite quantifiée à l'aide d'un vecteur de quantification et on obtient  $e_q$  (Ces valeurs sont **codées** en mots binaires par **indexation**),
- On reconstruit simplement la valeur codée en ajoutant  $e_q$  à la valeur de prédiction.

*Exemple de table de quantification*

Erreur de prédiction	Valeur quantifiée de $e : e_q$	Erreur de prédiction	Valeur quantifiée de $e : e_q$
$-255 \leq e \leq -70$	-80	$9 \leq e \leq 18$	12
$-69 \leq e \leq -50$	-58	$19 \leq e \leq 32$	25
$-49 \leq e \leq -33$	-40	$33 \leq e \leq 47$	39
$-32 \leq e \leq -19$	-25	$48 \leq e \leq 64$	55
$-18 \leq e \leq -9$	-12	$65 \leq e \leq 83$	73
$-8 \leq e \leq -3$	-4	$84 \leq e \leq 104$	93
$-2 \leq e \leq 2$	0	$105 \leq e \leq 127$	115
$3 \leq e \leq 8$	4	$128 \leq e \leq 255$	140

16



#### iv. Codage prédictive

La forme la plus simple du codage prédictif est la **Modulation Delta** ou « **linéaire Modulation** ». Le prédicteur est une fonction, dépendant simplement de la valeur de la donnée précédente, et on utilise un quantificateur sur 1 bit ce qui permet une représentation sur 1 bit du signal.

##### Exercice

Si l'on considère que la valeur de prédiction pour l'indice  $i$  est obtenue par  $\hat{s} = (x_{i-1} + x_{i-2})/2$  pour  $i > 2$ . Si  $i = 2$  (2<sup>ème</sup> échantillon)  $\hat{s} = s_1$  et  $s_1$  est transmis tel quel. On utilise la table de quantification précédente, la transmission des **index** est codée sur 4 bits.

**Vecteur original**

100	102	106	92	98	100	104	100	70	80	92	98	72	76
-----	-----	-----	----	----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----

- 1) Calculer le vecteur de prédiction avec les règles énoncées plus haut.
- 2) Calculer le vecteur d'erreurs de prédiction.
- 3) Quantifier le vecteur d'erreurs de prédiction à l'aide de la table précédente.
- 4) Reconstruire le signal (en arrondissant à l'entier supérieur). Quelle est l'erreur moyenne ?

$$\hat{s}'_i = \frac{\hat{s}'_{i-1} + \hat{s}'_{i-2}}{2} + eq$$

$\hat{s}$	100	101	104	99	95	99	102	102	85	75	86	95	85
$e$	2	5	-12	-1	5	5	-2	-32	-5	17	12	-23	-9
$e_q$	0	4	-12	0	4	4	0	-25	-4	12	12	-25	-12
100	100	104	90	97	98	102	100	76	84	92	100	71	74

Erreur Moyenne = 26 / 14 = 1.86

17

## 2. Composant Audio



### • Concept du son :

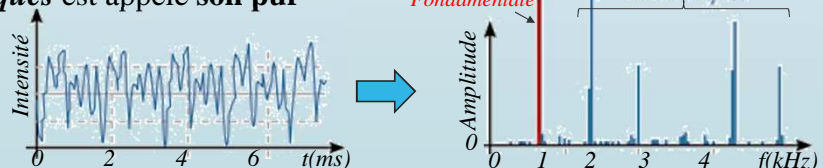
- **Vibrations** produites par des cordes vocales, haut-parleur, etc...
- Deux types de signaux : **Parole** = 50Hz à 10kHz et **Musique** = 15Hz à 20kHz,

<b>Basses</b>	15Hz à 300Hz
<b>Médiums</b>	300Hz à 1600Hz
<b>Aigües</b>	1600Hz à 20KHz

### • Caractéristiques Audio :

- **Ton** ou **hauteur tonale**: notion intimement liée à la fréquence,
- **Intensité acoustique** : Correspond au volume d'énergie d'une onde (amplitude de la pression d'air par unité de surface, exprimé en W/cm<sup>2</sup>)
- **Timbre** :
  - Carte d'identité du son, composée par la **fréquence fondamentale** du son + sons **harmoniques** (timbre ou spectre)
  - Son sans **harmoniques** est appelé **son pur**

Note mi<sub>4</sub> jouée par un violon

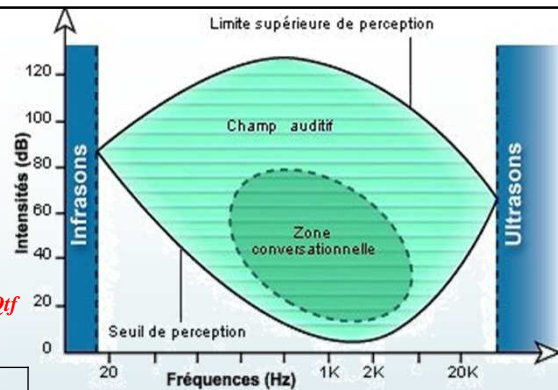


18

## Mesure de qualité du son

- **Intensité** audible : 0~120dB
- **Résolution sonore** (Bits de quantification):  
Parole=12 bits, Musique=16 bits,
- **Stéréophonie** : Mono, full stéréo, joint stéréo...
- **Débit binaire** (Bit rate):  $D(b/s) = f_{\text{échant}} \times n_{\text{bits}}$   
(Plus il est élevé, plus la qualité est bonne)

Qualité du son	Bit rate (CBR)
Qualité CD	1440 Kbit/s
Fichier MP3 compressé au minimum	320 Kbit/s
Qualité correcte au format MP3	128 ou 192 Kbit/s
Fichier MP3 compressé au maximum	64 Kbit/s
Son de qualité téléphonique	32 Kbit/s



**Joint Stéréo** : On enregistre la partie grave du spectre en monophonique. On fait 50% relativement à un enregistrement stéréomonophonique

- Codage 1 min CD Audio = 8,5Mo
- Codage 1 min son MP3 (avec **compression** 128 Kb/s) = 960 Ko
- Codage 1min son qualité téléphonique =240 Ko

19

## Compression du son,

- Supprimer les hautes fréquences quasiment inaudibles
  - Supprimer les vibrations parasites
  - Diminuer la fréquence d'échantillonnage
    - ☹ Diminue fortement le rendu sonore
    - ☺ Solution, VBR (Variable Bit Rate): la fréquence d'échantillonnage s'adapte au son.
- ↳ Le débit est différent à chaque instant



## Autres concepts,

- **Le Streaming**
  - Utilisé principalement par les **Web-Radios, WebTV, VoD (Video On Demand),...**
  - Permet la diffusion et l'écoute d'un flux direct audio ou vidéo (données brutes), stocké dans la mémoire vive (n'apparaît pas sur le disque dur)
  - Fourni par des plateformes: QuickTime, RealPlayer, Windows media Player, Youtube, ...
- Trois grands types d'applications possibles: **Streaming stocké (Youtube,...)**, **Conversations (Skype,...)**, **Streaming live (Sopcast, Twitch...)**

20

## Autres concepts

- **Gestion des droits numériques (DRM: Digital Rights Management)**
  - Mesure technique basée sur le chiffrement des œuvres numériques
  - Limite la lecture et l'enregistrement des fichiers audio/vidéo
  - Utilisé sur les boutiques de musique en ligne (*iTunes*, *VirginMusic*)

## Formats audio

- ☑ Environ **50 formats audio** plus ou moins utilisés.
- ☑ 98% des fichiers audio sont l'un de ces **8 principaux formats**:

**WAV - MID - MP3 - WMA - AAC - OGG - AIFF - RA**

### a. Format WAVE (.wav): Format « *basique* » développé par **Microsoft**

- ✓ Sans compression
  - ⊕ Qualité sonore incomparable
  - ⊕ Compatible avec tous les lecteurs audio
  - ⊖ Taille très importante (à ne pas utiliser pour la diffusion par Internet)

21

### b. Format MIDI (.mid): (*Musical Instrument Digital Interface*)

- ✓ **Pas de « son »**, mais une succession de notes (note jouée, vitesse, durée, etc...)
- ⊕ Taille extrêmement **réduite**
- ⊖ **Impossibilité de retranscrire la voix** dans ce format

### c. Format MP3 (.mp3): Le format **le plus répandu** actuellement.

- **Moving Picture Expert Group** : définit les standards de compression pour la vidéo et l'audio (Norme : ISO/IEC JTC1 SC29 WG11),
- Spécifications de **3 couches**, appelés **layers** : du niveau 1 au niveau 3 (**Note : MP3 = MPEG-1 layer 3**).
- **Point commun** : Utilisation conjointe d'un modèle **psychoacoustique** et d'une **représentation fréquentielle** du signal.
- ✓ Son **compressé** avec pertes
  - ⊕ Compatible avec presque tous les logiciels
  - ⊕ Idéal pour la diffusion libre par Internet
  - ⊖ Pas de **gestion des droits d'accès** (DRM) et Pas de **streaming**

22

## Famille MPEG

- *Idée psychoacoustique*: Identifier les échantillons inaudibles afin de les supprimer.
- *Idée représentation fréquentielle*: Le signal numérique temporel est découpé en segments de 26 ms (« *frames* »). On stocke le spectre fréquentiel de chaque frame.
- Le MP3 utilise la technique classique de l'algorithme d'Huffman
  - Pas de perte d'information pendant cette étape,
  - Permet de compresser jusqu'à 50%,
- Amélioration de la qualité par utilisation d'un VBR,

		Taux de compression avec qualité proche de celle du CD
<b>Layer 1</b>	Destiné à la DCC (Digital Compact Cassette)	4:1 pour 384 Kbps en stéréo
<b>Layer 2</b>	Compromis entre complexité et performance	6:1 ... 8:1 pour 256 ... 196 Kbps en stéréo
<b>Layer 3</b>	Conçu au départ pour un bitrate très bas (ex : MP3)	10:1 ... 12:1 pour 128 ... 112 Kbps en stéréo

23

### d. Format Windows Media Audio (.wma): Créé par Microsoft

- ✓ Alternative au MP3, *plus souple mais moins répandu*.
- ⊕ Compressé, non compressé, avec ou sans DRM, streaming
- ⊕ Adapté à la **diffusion par Internet**
- ⊖ Uniquement Compatible avec les logiciels Microsoft.

### e. Format Advanced Audio Coding (.aac): Concurrent du WMA créée par Apple

- ✓ Spéciale iPod et iTunes
- ⊕ Son **compressé** mais de très bonne qualité
- ⊕ Possibilité de DRM : technique *Fairplay*
- ⊖ Peu compatible

### f. Format OGG Vorbis (.ogg) : Amélioration du MP3

- ✓ **librement** exploitable et entièrement **gratuit**.
- ⊕ Bonne **compression**, très bonne qualité sonore
- ⊖ Peu compatible

24

**g. Format Real Audio (.ra):** Introduit par **RealMedia**.

- ✓ Uniquement destiné à la **diffusion par Internet**
  - ⊕ Bonne possibilité de **compression**
  - ⊖ Peu manipulable, **peu compatible** avec d'autres logiciels (à part RealPlayer)

**h. Format CD Audio (.cda):**

- ✓ Uniquement utilisé sur les **CD Audio** pour représenter les pistes du CD.
- ✓ Les pistes sont en fait au format WAV.
  - ⊕ Meilleure qualité possible, **aucune compression**
  - ⊖ Exploitable en **lecture seulement**
  - ⊖ Ce n'est pas un fichier. Un logiciel pour extraire le fichier WAV.

*En résumé...*

Nom	Taille de fichier	Qualité sonore	Compatibilité	Diffusion sur Internet	Possibilité de streaming	Possibilité de DRM
WAV	★	★★★★★	★★★★★	★	Non	Non
MID	★★★★★	★	★★★	★★★	Non	Non
MP3	★★★	★★★	★★★★	★★★★★	Non	Non
WMA	★★★★	★★★	★★★	★★★★	Oui	Oui
AAC	★★	★★★★	★	★★	Non	Oui
OGG	★★★	★★★★	★★	★★★	Oui	Non
RA	★★★★	★★	★	★★★★	Oui	Non
CDA	★	★★★★★	★	0	Non	Non

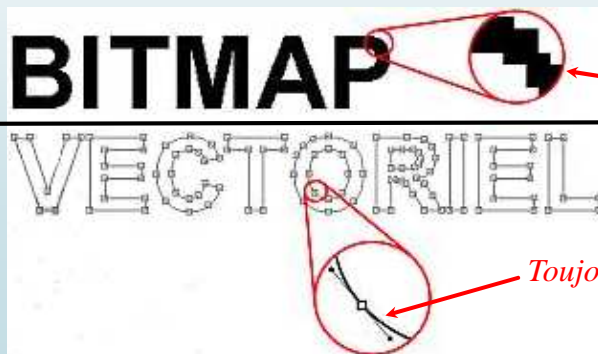
25

### 3. Composant Image

- ✓ Il existe une très grande diversité de formats d'images.
- ✓ Chaque logiciel ne peut traiter qu'un nombre limité de formats.
- ✓ Classé en deux grandes catégories :
  - Images vectorielles ou vectorisées
  - Images matricielles ou codées par points (codage Bitmap)

*Image bitmap*

*Image vectorielle*



*Pixellisation ou effet d'escalier*

*Toujours nettes à l'impression*

26

### 3.1 Images Vectorielles

- **Description géométrique** de l'image: des *courbes mathématiques* (dites de *Bézier*) ou des *droites* décrivant des formes élémentaires (carré, cercle,...).
- Chaque forme possède un certain nombre **d'attributs** (couleur, épaisseur du trait,...)
- les formes sont **éditables** (modifiables) : points, tangentes, couleur de fond, couleur de contour, style de contour, transparence..
- **Stockage plus économique** que celui d'une image *matricielle*.
- **Codage** particulièrement **adapté** pour les *dessins techniques* (composés de formes géométriques ou de schémas).

☺ Les logos sont généralement réalisés sous forme vectorielles.  
 ☺ Principaux formats (*produits par les logiciels*) : **AI** (*Adobe Illustrator*), **SVG** (*SVG-Edit ou Inkscape*), **EPS** (*compatible avec tous les logiciels d'édition graphique*), **ODG** (*Draw*)

27

### 3.2 Images matricielles

- Image codée par points (pixels)
- Le codage de chaque pixel se fait sur
  - Un bit (noir et blanc)
  - 2 bits (quatre nuances de gris)
  - 4 bits (16 couleurs)
  - 8 bits (256 couleurs)
  - 16 bits (65536 couleurs)
  - True color :
    - 24 bits (plus de 16 millions de couleurs)
    - Rajouter une information de transparence : 32 bits

**Passage du bitmap au vectoriel:** possible grâce à des *algorithmes de vectorisation*

**Exemple:** Soit une image, de dimension 19x14,2 cm scannée en 300 dpi et codée sur 24 bits. Quelle sera sa taille en octets?

**Solution:** Les 24 bits correspondent à 3 octets,  $L=300 \times (19/2.54)$  et  $H=300 \times (14.2/2.54)$   
 La taille en octets =  $L \times H \times 3 \text{ octets} = 2244 * 1677 * 3 = 2.755 \text{ Mo}$

28



## Formats de fichiers

Extension	Nombre de couleurs	Compression	Commentaires
BMP	16 M	Non	Format standard Windows
JPG	16 M	Oui	Format courant sur Internet
GIF	256	Oui	Permet les animations ainsi que le mode transparence. Très utilisé sur Internet
ICO	16 ou 256	Non	Format des icônes sous Windows
TIFF	16 M	Oui	Utilisé en gestion de document.
PCX	16 M	Non	Ancien format (Paintbrush)
PNG	16 M	Oui	Concurrent libre du Gif
TGA	16 M	Oui / Non	Haute qualité adapté aux cartes Targa
...			

## Exemples de formats

### i. Format d'échange graphique GIF (Graphic Interchange Format),

- Chaque image est précédée
  - d'une signature (no de version, etc.),
  - une définition d'écran
  - et une échelle de couleur.
- Compressé avec l'algorithme LZW.
- Facilité d'emploi + largement diffusé

29

### ii. Format GIF,

- Chaque image possède une palette de 256 couleurs maximum.
- Chaque pixel est codé par l'index de la couleur dans la palette.
- Permet de réaliser de courtes animations tournant en boucle

### iii. Format PNG (Portable Network Graphics),

- En plus de fonctionnalités de GIF, PNG devrait supporter:
  - des images en couleur vraie de plus de 48 bits/pixel
  - un canal de texte (masque transparent)
  - des infos sur le gamma de l'image
  - un affichage progressif rapide

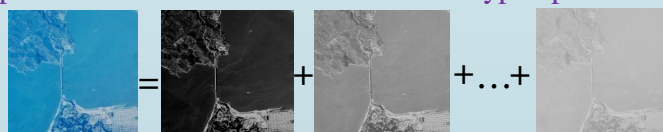


Gif animé

GIF et PNG conviennent les images de type **logo** ou **bande dessinée**,

## 3.3 Images multispectrales, hyperspectrales

- Informations dans une multitude de bandes spectrales (plus de 200)
- Exemples d'images hyperspectrales
  - Caractérisation quantitative des surfaces terrestres et de l'atmosphère
  - Agriculture de précision à l'aide de la télédétection hyperspectrale



30



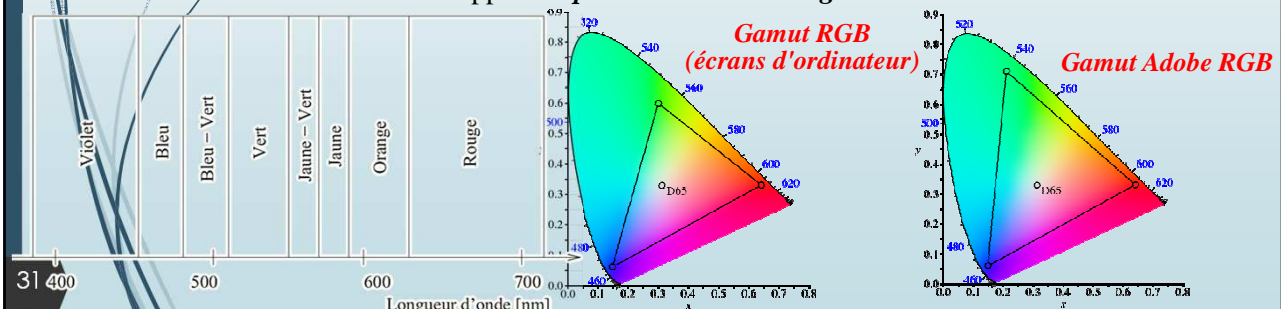
### 3.4 Codage des couleurs

#### Système CIE RGB

- Proposé par la *Commission Internationale de l'Eclairage* (1931).
- Fondé sur des **expériences** où on présente des **stimulus de couleur** à des personnes qui doivent égaliser les couleurs.
- L'ensemble de ces couleurs s'appelle **diagramme de chromaticité**.

#### Diagramme de chromaticité

- Utilisé pour placer les points RVB des **systèmes de synthèse des couleurs**.
- Seules les couleurs situées dans ce triangle RVB peuvent être reconstituées.
- L'ensemble de ces couleurs s'appelle **espace de couleurs** ou **gamut**.



#### a) RGB (Rouge, Vert, Bleu)

- Le choix de trois couleurs primaires RVB est un résultat du système visuel humain (Il y a trois types de cône: tri-stimulus)
- *Ordinateurs et Télévision* utilisent le codage RVB
- Par synthèse *additive*, on peut recomposer toutes les couleurs visibles
- Pour des applications de vision industrielle (télédétection, classification,...), il est plus intéressant d'utiliser d'autres systèmes de codage

#### b) CMJN (Cyan, Magenta, Jaune, Noir)

- En imprimerie, la synthèse des couleurs étant *soustractive*, on utilise les **trois primaires de la peinture** auxquels **on ajoute le Noir** (les 3 primaires ne donnent pas un noir satisfaisant). On travaille en **quadrichromie**.
- Le codage de base est le plus souvent en 32 bits ( $4 \times 8$ ).
- Peu de logiciels permettent le codage des couleurs directement en CMJN (ex. Corel Draw)

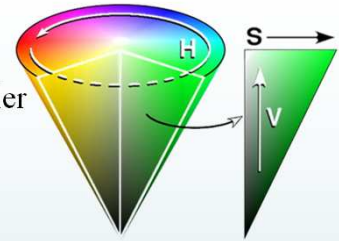


(cyan, magenta, yellow, black (key))

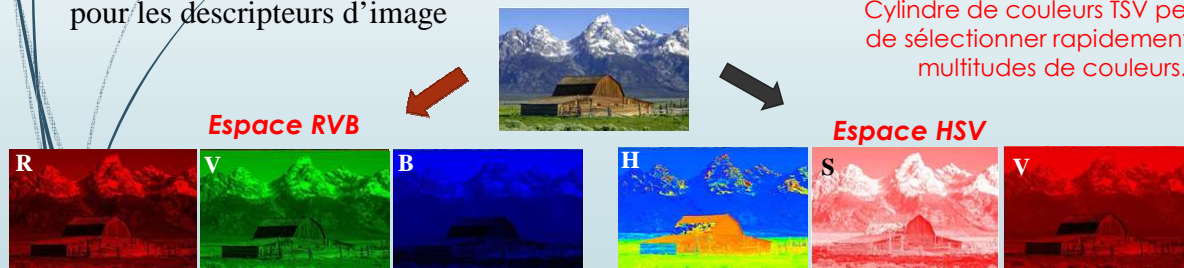
*La conversion RVB vers CMJN peut réserver des surprises car certaines couleurs RVB ne pourront être correctement imprimées.*

### c) Espaces de couleur TSV (HSV: Hue Saturation Value)

- Basé sur la **Teinte**, la **Saturation**, la **Valeur**
- Transformation non linéaire à partir de RVB, mais facile à calculer
- L'espace couleur TSV est
  - Intuitif et facile à comprendre
  - presque perceptif
- Bon spectre de couleurs pour la recherche de similarité
- Utilisé dans la norme MPEG-7 comme l'un des espaces de couleur pour les descripteurs d'image



Cylindre de couleurs TSV permet de sélectionner rapidement des multitudes de couleurs.



33

### d) Espace XYZ

- Fondé sur des valeurs virtuelle
- **Idée de base**: tous les couleurs peuvent être présentée par des valeurs positives
  - Y : luminosité
  - X et Z : couleur

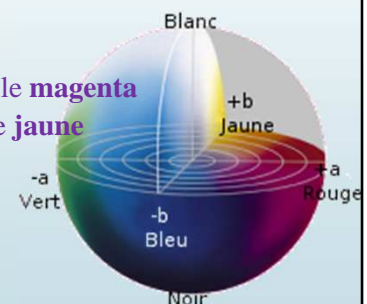
$$\begin{aligned} X &= 2,7689 R + 1,7518 G + 1,1301 B \\ Y &= 1,0000 R + 4,5907 G + 0,0601 B \\ Z &= 0,0000 R + 0,0565 G + 5,5943 B \end{aligned}$$

### e) Espaces de couleur CIE (Lab)

- La CIE a proposé en 1976 l'espace **Lab** de transformation non linéaire des valeurs RVB:
  - Aussi connu sous le nom  $L^* a^* b^*$  ou CIELab
  - $L^*$ : luminance,  $L^* = [0; 100]$ ; (0 pour le noir à 100 pour le blanc)
  - $a^*$ : les valeurs *negatives* indiquent le **vert** et les valeurs *positives* le **magenta**
  - $b^*$ : les valeurs *negatives* indiquent le **bleu**, les valeurs *positives* le **jaune**
- CIE est basé sur l'opposition et la trichromatie
  - **Bleu-Jaune et Rouge-Vert**

$$\begin{aligned} L &= 10 * \sqrt[3]{Y} \\ a &= 17,5 * (((1,02 * X) - Y) / \sqrt[3]{Y}) \\ b &= 7 * ((Y - (0,847 * Z)) / \sqrt[3]{Y}) \end{aligned}$$

- Il est implémenté dans **Photoshop** et dans la plupart des systèmes de gestion des couleurs



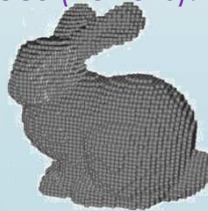
34

Deux couleurs proches en distance le sont aussi pour l'œil

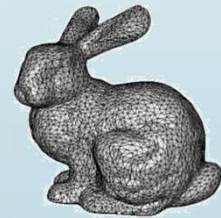
### 3.5 Images en 3D

- Les images en 2D possèdent une représentation simple (bitmap ou vectoriel),
- Les images en 3D sont plus complexes à manipuler,
  - Pas de **représentation standard**, à cause de la diversité des sources d'acquisition (scanneur 3D, modélisation 3D, imagerie médicale...).
  - Le **passage** d'une représentation à une autre est **complexe**,
  - Le **choix** de la forme de représentation doit être judicieux en fonction du **domaine** d'application.
- Les formes de représentation des objets 3D sont classés en 2 catégories :
  - Représentations **volumétriques** (voxels),
  - Représentations **surfiques** (vertices).

*Représentation  
volumétrique*



*Représentation  
Surfacique*



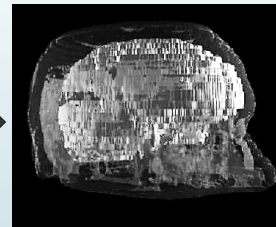
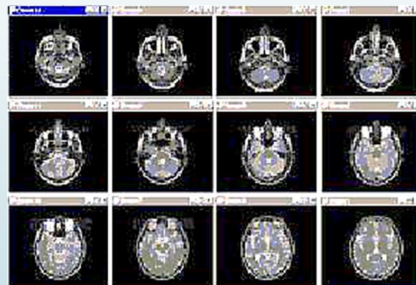
35

### Représentations volumétriques

Connue sous le nom de **reconstruction multi-planaire (MPR: multi-planar reconstruction)**, elles génèrent une **approximation polyédrique** (grille de voxels) d'un objet 3D.

 **Voxels** : Grille uniforme d'échantillons volumétriques. L'acquisition se fait à l'aide de **CT (CAT Scan), MRI, ...**

*Empilement de  
coupes (images)*



*Epaisseur de  
chaque coupe*

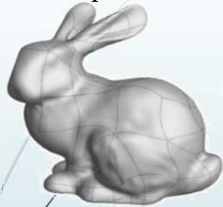
- ⊕ Information globale, visualisation directe.
- ⊕ Simple, rapide, parallélisable.
- ⊖ Compromis précision/complexité, transparence trompeuse.

36

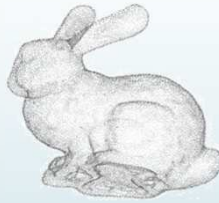
## Approches surfaciques

Les formes de représentation surfacique peuvent être classés en 2 catégories :

- ⇒ Représentations basées sur des **surfaces paramétriques**,
- ⇒ Représentations **non structurées** (nuage de points, maillage triangulaire).



**Surfaces paramétriques**  
Représentation par subdivisions successives de surfaces paramétriques



**Nuage de points (vertexs)**  
Ensemble de points appartenant à la surface de l'objet à modéliser



**Maillage triangulaire**  
Ensemble de triangles (ou facettes) issus d'une triangulation 3D des points.

### Différentes représentations d'un lapin

- ⊕ Précis,
- ⊕ Réduction des données,
- ⊖ Informations locales : nécessitent des connaissances préalables des données

37

## Formats d'images 3D

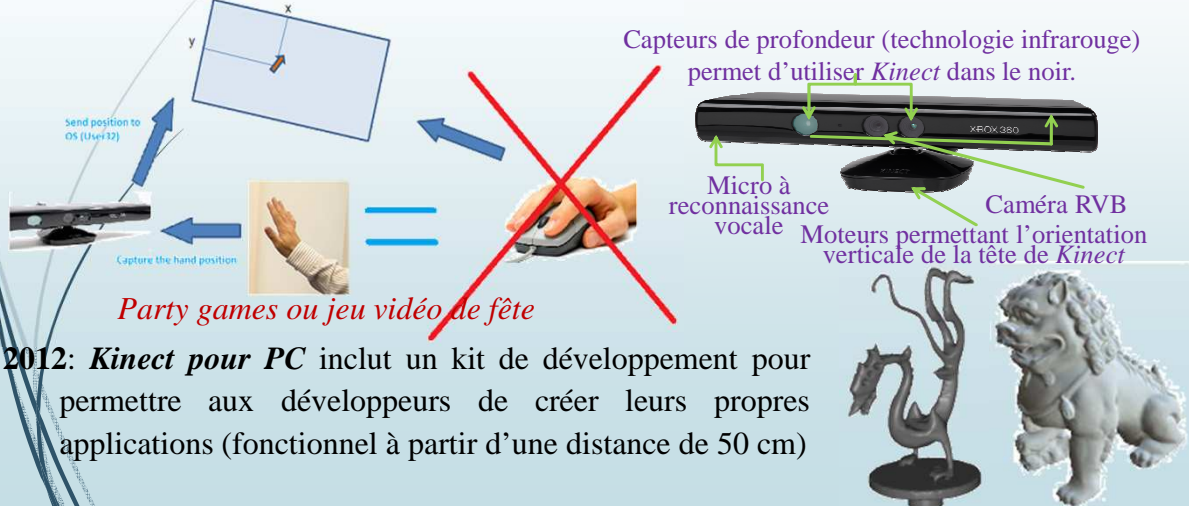
- Selon le type d'application:
  - Format **Blender** (.blend) pour la **création Multimédia**
  - Format **Pro/Engineer** (.prt) pour la **CAO industrielle**
  - Format **OpenFlight** (.FLT) pour la **simulation de vol et/ou de conduite**.
- Parmi les formats les plus répandus on peut citer :
  - **3DS**, **DXF** d'**AutoCAD**, **BLEND** de **Blender**
  - **IGES** normalisé, **X Direct 3D**, **OBJ** de **Wavefront**
  - **LWO** de **LightWave 3D**
  - **VRML** de réalité virtuelle, avec ses versions (1, 2 et **X3D**) de **Silicon Graphics**.
  - **COB** de **TrueSpace**.
- La tendance actuelle est de privilégier le format descriptif de type **X3D** (évolution du **VRML** avec un formatage **XML**).
- L'un des critères de choix des **modeleurs 3D** est de pouvoir lire (Import) et créer (Export) plusieurs formats.
- Le format libre **COLLADA** permet d'échanger des données entre différents logiciels.

38



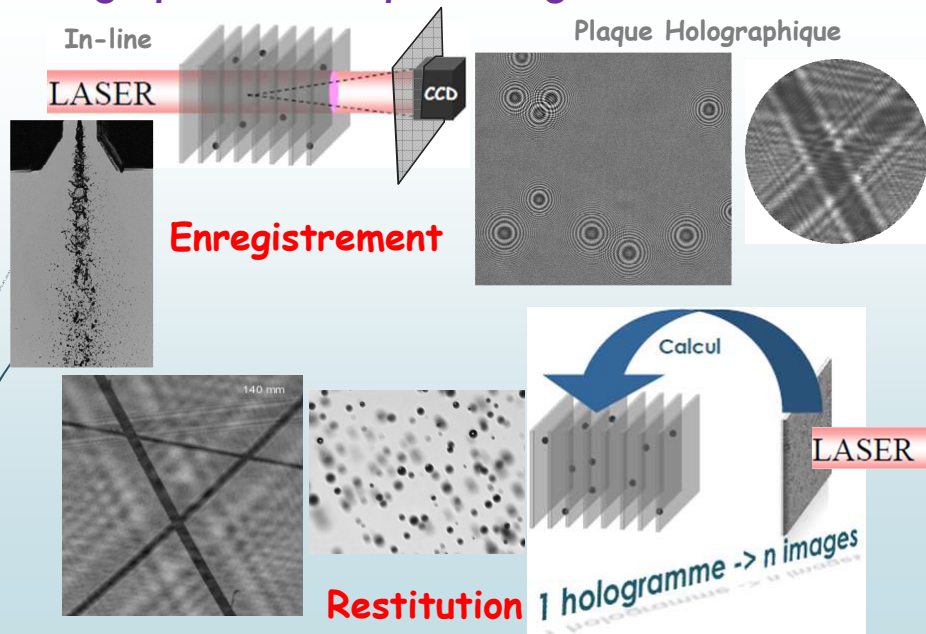
### Kinect: Capteur 3D par triangulation

**2009:** Annoncée par Microsoft, **Kinect** est un périphérique pour contrôler des jeux vidéo sans utiliser de manette (interaction par le corps: **Party games** ). Il permet d'interagir par **commande vocale**, **reconnaissance de mouvement** et **d'image**.



39

### 3.6 Holographie numérique: enregistrement d'un volume



40

## 4. Composant Vidéo

- Séquence d'images diffusées à un taux constant (par ex. 24 img/sec).
- **Comment encoder une vidéo ?**
- Utilisation de la redondance
  - Au sein d'une image (dans un ciel, deux pixels différent peu...)
    - ✓ Au lieu d'envoyer  $n$  pixels identiques, on envoie 2 valeurs : la couleur et le nombre de répétitions...
  - Entre deux images (peu de différences dans un même plan).
- Codage des différences pour limiter le nombre de bits nécessaires.



### Encodage vidéo

- **Entrelacé ( $i$ ) :**
  - Doubler le nombre d'images par seconde perçues avec le même débit.
    - ✓ Une fois les **lignes paires**, une fois les **lignes impaires**.
- **Progressif ( $p$ ) :**
  - Toutes les lignes en même temps.
    - ✓ 720 $p$  vs 1080 $i$  par exemple.

41

## Codage Vidéo

- **Normes Vidéo de 1<sup>ère</sup> génération**
  - JPEG et Motion JPEG
  - H.261
  - MPEG-1
- **Normes Vidéo de 2<sup>ème</sup> Génération**
  - H.263 (H.263+)
- MPEG-2/H.262
- **Normes Vidéo de 3<sup>ème</sup> Génération**
  - MPEG-4 partie 2
  - MPEG-4 AVC/H.264 partie 10
  - MPEG-7
  - MPEG-21

## Applications

### • Le Streaming

Trois grands types d'applications possibles:

1. **Streaming stocké** (audio, vidéo) : **Youtube, Netflix, télévision en replay...**
  - Peut être joué avant d'être entièrement téléchargé.
  - Stocké sur un serveur (peut être envoyé plus rapidement que reçu : nécessite un buffer côté client) (ou P2P (Spotify)),
2. **Conversations** (audio/vidéo sur IP): **Skype, Google...**
3. **Streaming live** audio/vidéo : **Sopcast, Twitch...**

42

## Conteneur

- **Rôle** : réunir le *son* et l'*image*
- Contient en plus des *informations diverses*:  
*Chapitres, Menus, Sous titres, etc...*

## Formats de conteneurs

- **AVI** : le plus répandu, crée par *Microsoft* pour Windows
  - Peut contenir tout type de fichier **audio** et **vidéo**, mais pas de textes
  - Pas de chapitres (1 seule piste vidéo)
  - **Double** multilingue (jusqu'à 99 pistes audio)
  - Format très répandu, fonctionne sur tous les lecteurs vidéo
- **QuickTime** : le plus souple, crée par *Apple*
  - Peut contenir des **pistes audio**, **vidéo**, et des **textes** (pour les sous titres)
  - Une piste peut être également un **stream** (diffusion en temps réel par internet)
  - Nécessite le lecteur *Quicktime*

### Conteneur (AVI, QT, ASF, MP4...)

Vidéo (DivX, XVid, MPEG...)	Audio (MP3, WMA, ...)	Divers -Chapitres -Sous titres - Menus - Méta données ...
--------------------------------------	-----------------------------	--------------------------------------------------------------------------

43

## Formats de conteneurs

- **ASF** : le plus prometteur, format récent développé par *Microsoft*
  - Supporte tous les formats **audio** et **vidéo**
  - **AVI amélioré** : plusieurs pistes **audio**, **vidéo** et **texte**
  - Très utilisé pour le **streaming** par internet
  - Compatible avec les **DRM** (gestion des droits numérique)
  - Format utilisé sur les successeurs du **DVD** : Blu-Ray et HD-DVD
- **RealMedia**: en perte de vitesse, développé par *RealNetworks*
  - Supporte de nombreux formats (spécialement les formats **Real Audio** et **Real Movie**)
  - Adapté au **streaming**
  - Supporte uniquement le **CBR** (Constant Bit Rate) Mauvaise compression des données
  - De plus en plus délaissé au profit des formats **ASF** et **Quicktime**
  - Lecture uniquement avec *RealPlayer*, souvent jugé trop intrusif.
- **MP4**: **Quicktime amélioré**, utilisé pour les *DivX*. Très souple, peut contenir des images.
- **3GP**: Dérivé du **MP4** pour les téléphones mobiles.

44



Nom	Compatibilité	Pistes vidéo	Pistes audio	Sous titres	Possibilité de streaming	Possibilité de DRM
AVI	★★★★★	1	99	Non	Non	Non
QuickTime	★★★★	infini	infini	Oui	Oui	Oui
ASF	★★★★	infini	infini	Oui	Oui	Oui
RealMedia	★★	1	1	Non	Oui	Oui
MP4	★★★	infini	infini	Oui	Oui	Oui
3GP	★★	1	1	Non	Oui	Oui

### Récapitulatif des conteneurs

#### Autres formats des vidéos

- **MPEG-2**: Format le plus répandu,
  - Compression peu performante, adaptée aux résolutions standards mais pas à la HD
  - Format du DVD : Compatible avec tous les logiciels et les platines DVD.
- **DivX**: Format récent, moins répandu,
  - Compression très performante (jusqu'à 7 fois plus efficace que le MPEG-2)
  - Compatible avec la plupart des logiciels, et les platines DVD récentes.
- **XviD**: Format basé sur le DivX, mais non compatible,
  - Créé pour des raisons de propriété intellectuelle (format libre)
  - Compatible avec peu de logiciels et très peu de platines DVD.

45

### Les formats de fichiers Multimédias

Catégorie	Formats
Images	PNG, MNG, TIFF, JPEG, GIF, TGA, OpenEXR, BMP
Dessin vectoriel	VML, SVG, Silverlight, SWF, AI, EPS, DXF
3D	XCF, BLEND, SKP, (SKB), DXF, 3DS, Max, C4D, VRML, X3D, IFC, DWG
Son	OGG, FLAC, MP3, WAV, WMA, AAC
Vidéo	MPEG, OGM(DVD, DivX, XviD), AVI, Theora, FLV
Page	PDF, PostScript, HTML, XHTML, XML, PHP
Document de traitement de texte	ODT, TXT, DOC, RTF
Exécutable	BIN, ELF, EXE, SDC, BAT
Archives (fichier compressé)	7Z, TAR, GZIP, ZIP, LZW, ARJ, RAR, SDC

46

## 5. Autres types de médias

- Basé sur le type de récepteur
  - Support visuel / optique
  - Supports acoustiques
  - Support haptique - à travers les sens tactiles
  - Support odorant - à travers l'odeur
  - Support gustatif - à travers le goût
- basé sur le temps
  - Dynamique
  - Statique



## Supports de transmission?

- Un transporteur d'informations à travers une connexion de communication
- Il est indépendant de l'information transportée
- Le support utilisé peut être changé lors du transfert d'informations