

# Techniques Multimédias

## Acquisition et numérisation de l'information multimédia

October 2, 2015

Houcemeddine HERMASSI

houcemeddine.hermassi@enit.rnu.tn

École Nationale d'Ingénieurs de Carthage ENI-CAR  
Université Carthage  
Tunisie



# Plan de cour



## Acquisition et numérisation du son

Acquisition du son

Numérisation du son

## Acquisition et numérisation des images

Acquisition des images

Numérisation des images

# Acquisition du son

## Caractérisation d'un son



28

2

### Définition

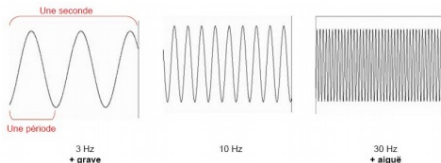
Comme tout phénomène vibratoire, le son peut être analysé comme un signal qui varie dans le temps. Deux caractéristiques essentielles sont l'**amplitude** et la **fréquence**.

### Amplitude

S'appelle aussi **intensité** ou volume sonore, c'est l'expression de la pression de l'air qui se mesure en **décibels (dB)**. 0 dB correspond au minimum que l'oreille humaine puisse percevoir (seuil d'audibilité)

### Fréquence

Exprimée en **Hertz (Hz)**, est le nombre de répétition d'une période par seconde. Plus elle est élevée et plus le son paraîtra aigu, à l'inverse, il paraîtra grave.



Le spectre de fréquence entendu par l'oreille humaine n'est pas infini, il s'étend environ de 20 Hz à 20 KHz.

# Acquisition du son

## Capture



### Capture de son analogique

Lorsqu'on capte un son à partir d'un microphone, ce dernier transforme l'**énergie mécanique** (la pression de l'air exercée sur sa membrane), en une variation de **tension électrique continue**.



### Capture de son numérique

Le signal électrique est capturé à partir du micro, il est converti en une suite de nombre, on parle alors de **numérisation du signal**. C'est la carte son qui s'en charge, elle contient des entrées (convertisseurs analogique vers numérique) et des sorties (convertisseurs numérique vers analogique).



# Numérisation d'un son

Son analogique vs Son numérique

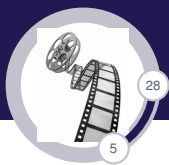


## Définition

**Un signal analogique** est un ensemble **continu** d'informations alors que **Un signal numérique** est un ensemble **discret** (c'est-à-dire discontinu) d'informations.

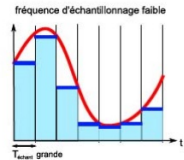
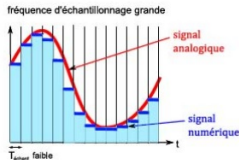
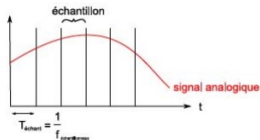
La conversion analogique numérique AN se fait en 3 étapes:

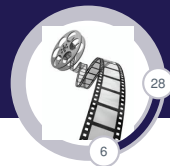




## Echantillonnage

Pour numériser un signal, il faut le découper en **échantillons** (samples en anglais) de durée égale  $T_e$ . **La fréquence d'échantillonnage** correspond au nombre d'échantillons par seconde et s'exprime en Hz :  $F_e = \frac{1}{T_e}$





## Théorème de Shannon

Pour numériser convenablement un signal, il faut que la fréquence d'échantillonnage soit **au moins deux fois supérieure** à la fréquence du signal à numériser.

| Type de support de sons | $F_E$ choisie |
|-------------------------|---------------|
| CD audio                | 44,1 kHz      |
| DVD                     | 48 kHz        |
| Téléphonie              | 8 kHz         |
| Radio numérique         | 22,5 kHz      |

# Numérisation d'un son

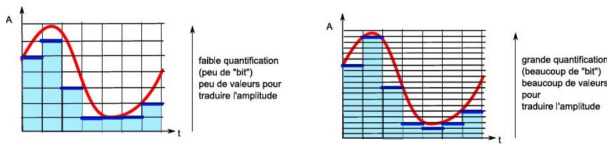
## Etapes de numérisation



28

## Quantification

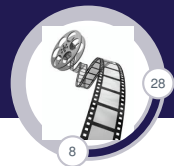
Lors de la numérisation, il faut également **discretiser les valeurs de l'amplitude du signal**. La quantification consiste, pour chaque échantillon, à lui associer une valeur d'amplitude. Cette valeur de l'amplitude **s'exprime en bit** et l'action de transformer la valeur numérique de l'amplitude en **valeur binaire** s'appelle **le codage**.



La qualité du son dépend du pas de quantification, donc, de **la résolution binaire**:

| Type de support de sons | Quantification choisie |
|-------------------------|------------------------|
| CD audio                | 16 bits                |
| DVD                     | 24 bits                |
| Téléphonie              | 8 bits                 |
| Radio numérique         | 8 bits                 |





## Taille d'un enregistrement son

Le nombre  $N$  d'octets (ensemble de 8 bits) nécessaires pour d'écrire numériquement une minute de son est:

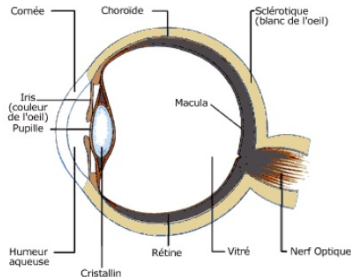
$$N = F \times (Q/8) \times 60 \times n$$

- ▶  $F$ : fréquence échantillonnage en Hz
- ▶  $Q$ : quantification en bits
- ▶  $n$ : nombre de voies (si le son est stéréo,  $n=2$ ; en mono:  $n=1$ )
- ▶  $N$  s'exprime en octet

⇒ Plus la fréquence d'échantillonnage et la quantification sont grandes, meilleure sera la numérisation et la quantité d'informations est plus élevée.

# Acquisition des images

## La perception visuelle



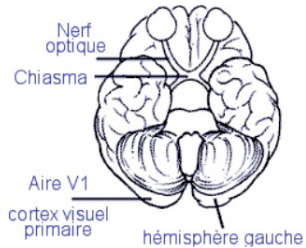
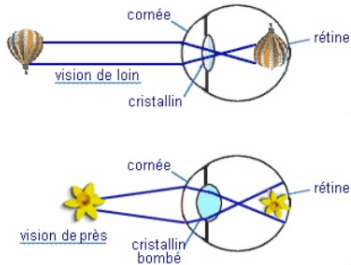
- ▶ **La fonction de l'oeil** est de recevoir et de transformer les vibrations électromagnétiques de la lumière en influx nerveux qui sont transmis au cerveau.
- ▶ **La cornée** : principale lentille de l'oeil
- ▶ **Le cristallin** : lentille auxiliaire
- ▶ **L'iris** : diaphragme de l'oeil
- ▶ **La pupille** : trou au centre de l'iris permettant de faire passer les rayons lumineux vers la rétine.
- ▶ **La rétine** : c'est la couche sensible à la lumière grâce aux photorécepteurs.
  - ▶ **Les bâtonnets** (130 millions) très grande sensibilité à la lumière -> vision de nuit
  - ▶ **Les cônes** (5 à 7 millions) sensibilité aux couleurs , pas à la lumière -> vision de jour

# Acquisition des images

## La perception visuelle



10



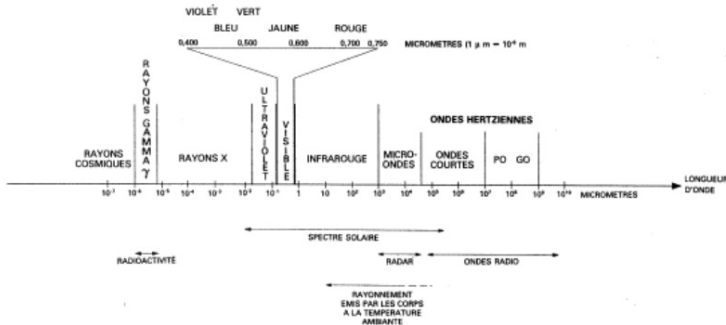
- Système très complexe
- Grande capacité à interpréter
- Grande capacité à « inventer » (information manquante)
- Parfois pris en défaut

# Acquisition des images

## Le domaine de visibilité



11



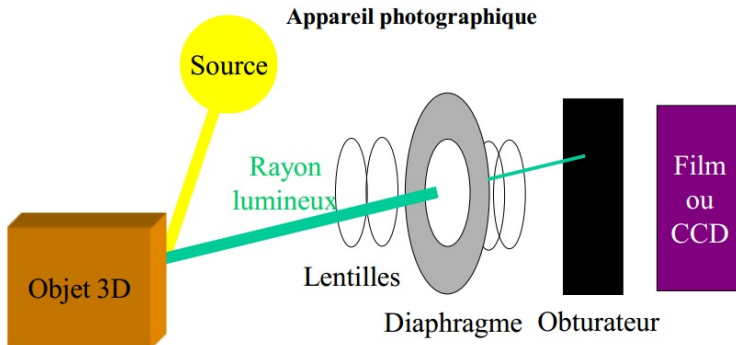
- ▶ Domaine du **visible** (0.4-0.8 micrometre) : ce que voit l'oeil
- ▶ Domaine **infrarouge** (0.8-103 micrometres) : proche-moyen-thermique
- ▶ Domaine **micro-ondes** (1-102mm) : radar

# Acquisition des images

capture image



- ▶ Passage du monde 3D (ou 4D) vers image 2D
  - ▶ Stéréoscopie = Passage inverse :
    - ▶ deux images  $\Rightarrow$  3D
- $\Rightarrow$  Nécessité de modéliser le passage



# Acquisition des images

## Défauts



- ▶ Aberration chromatique (effet prisme)
  - ▶ Franges colorées-Image floue



- ▶ Astigmatisme
  - ▶ Images floue sur les bords ou au centre



- ▶ Distorsion
  - ▶ Altération géométrique



Source: Kinglake (1992).

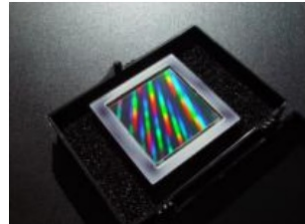


Il existe deux grandes familles:

- ▶ Argentique (pellicules)
- ▶ Numériques (CCD)

Les capteurs CCD:

- ▶ Ensemble de sites photo-sensibles
- ▶ Transformation photons  $\rightarrow$  électrons
- ▶ Les sites sont sensibles sur le visible + proche IR
- ▶ Pour plusieurs couleurs sur un même site, deux possibilités :
  - ▶ Mosaïque
  - ▶ Tri-capteur





## Définition

**Un pixel** est l'unité indivisible permettant de **coder** l'information relative à la luminosité en une certaine position.



En niveau de gris

- ▶ les pixels sont généralement carrés
- ▶ pixel vient de « **picture element** »
- ▶ La taille du pixel



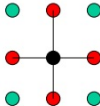


## Système de voisinage

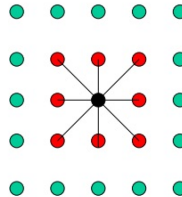
$V = \{V(s) / s \in S\}$  est un système de voisinage si

- ▶  $s \notin V(s)$
- ▶  $s \in V(t) \Leftrightarrow t \in V(s)$

Exemples :



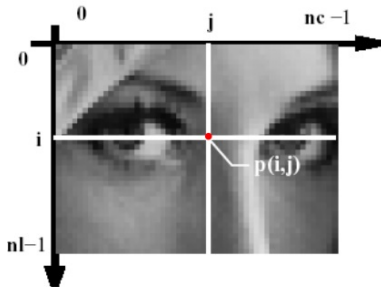
4-connexité



8-connexité



Une image est un **tableau de pixels**: si le nombre de lignes vaut **nl** et le nombre de colonnes vaut **nc**:



Un pixel est donc composé de:

- ▶ De coordonnées  $(i, j)$  permettant de **le situer**
- ▶ D'une valeur  $v = p(i, j)$  représentant **sa couleur**

La résolution est donnée par le nombre de pixels  $n_l \times n_c$



La résolution correspond à la finesse de la description spatiale de l'image (taille du pixel)



On peut voir l'image comme une fonction  $u$  et donc une surface:

$$u : I \times J \rightarrow V$$

$$(i, j) \rightarrow p(i, j)$$

A un point on associe une valeur d'intensité

**En discret**

$$I = \{0, \dots, nI-1\}$$

$$J = \{0, \dots, nJ-1\}$$

$$I = \{0, \dots, I\}$$

$$J = \{0, \dots, J\}$$

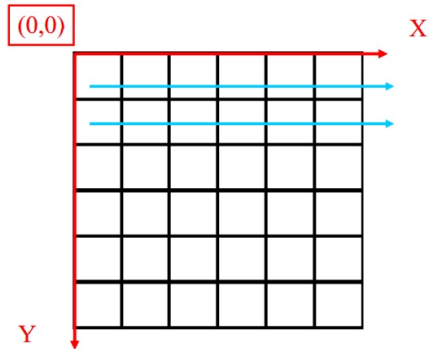
et, par exemple

$$V = \{0, \dots, 255\}$$

**En continu**

$$\text{et: } V = [0, 1]$$

L'avantage d'une telle représentation continue vient de la possibilité de dériver...

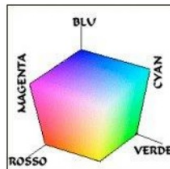
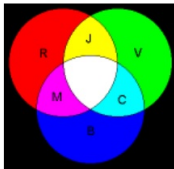


# Image numérique

Intensité: L'image en couleur

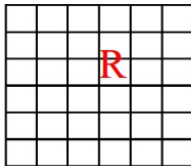
21

28

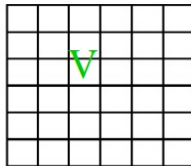


Avec du **rouge**, du **vert** et du **bleu**, on peut représenter toutes les couleurs

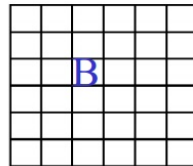
Un image couleur est représentée comme la superposition de 3 images N&B



+



+





## Nature de l'image

- ▶ L'image est physiquement continue
- ▶ Les images numériques sont à précision finie

⇒ nécessité de passer du continu au discret

## Etapes de numérisation

- ▶ Échantillonnage
  - ▶ ⇒ résolution spatiale (taille du pixel)
- ▶ Quantification
  - ▶ ⇒ résolution spectrale (niveau de gris)



## Occupation physique

- ▶ Le nombre de niveaux disponibles dépend de la taille allouée à chaque pixel
- ▶ En général :
  - ▶ N&B : 1 octet / pixel = 8 bits = 256 niveaux
  - ▶ Couleur : 1 octet / couleur = 3 octets / pixel = 24 bits = 16 777 216 niveaux
  - ▶ Caméra numérique : 12 bits / pixel = 4096 niveaux

Exemple : occupation physique pour des images de  $4096 \times 4096$  :

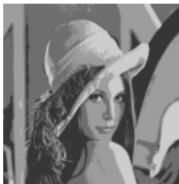
- ▶ 1 bits : 2 Mo soit 325 par CD
- ▶ 8 bits : 16 Mo soit 40 par CD
- ▶ 16 bits : 32 Mo soit 20 par CD





## Quantification et qualité

- ▶ La quantification est liée au rapport signal / bruit
- ▶ Elle devrait dépendre
  - ▶ de la scène
  - ▶ de l'observateur
  - ▶ du bruit
- ▶ Sur-quantification = perte de place
- ▶ Sous-quantification = perte de données



Lena 4 niveaux (2 bits)



Lena 256 niveaux (8 bits)

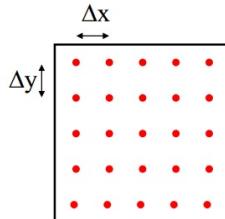
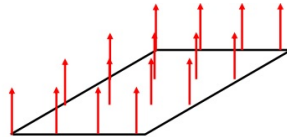
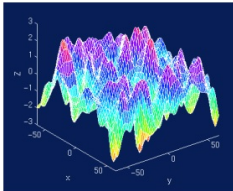


Lena 2 niveaux (1 bit)



## Principe

- Image : cas 2D
- Modélisée par le peigne de Dirac



# Numérisation des images

## Echantillonnage



### Sous-Echantillonnage

Diverses méthodes :

- Décimation
- Moyenne
- Gaussienne

Décimation



Moyenne



Gaussienne





### Sur-Echantillonnage

Diverses méthodes :

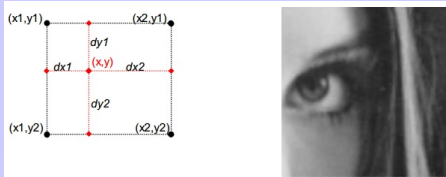
- ▶ réplication de pixel
- ▶ bilinéaire
- ▶ bicubique

### Bilinéaire

Interpolation linéaire entre les 4 voisins:

$$fr(x,y)=dy1(dx1.f(x1,y1)+dx2.f(x2,y1))+dy2(dx1.f(x1,y2)+dx2.f(x2,y2))$$

- ▶ + Relativement rapide
- ▶ - Images floues





### Sur-Echantillonnage

Diverses méthodes :

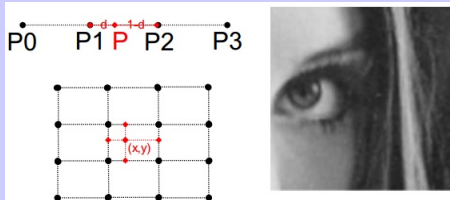
- ▶ réplication de pixel
- ▶ bilinéaire
- ▶ bicubique

### Bicubique

Polynôme de degré 3 approchant le sinus cardinal sur 16 voisins:

$$P = -d(1-d)^2 P_0 + (1-2d^2 + d^3) P_1 + (d(1+d-d^2)) P_2 - d^2(1-d) P_3$$

- ▶ + Peu flou
- ▶ - Plus lent que les précédents



Merci pour votre attention!