



Le transcodage de l'image et du son

Le transcodage, en vidéo ou en audio, est le fait de changer le format de codage d'un média utilisé pour comprimer ou encapsuler un média audio ou vidéo dans un fichier.

Il est principalement utilisé pour convertir un signal analogique en signal numérique.

On notera qu'il ne s'agit pas d'un codage au sens strict du terme car le plus souvent la transformation comporte des pertes.

Analogique ou Numérique

- Signal analogique :

Signal **continu** au cours du temps. Il est également continu en amplitude, ce qui signifie qu'il peut prendre **toutes les valeurs possibles** (donc des nombres flottants)

- Signal numérique :

Signal **non continu** dans le temps. On dit qu'il évolue de façon discrète. Cela signifie qu'il ne peut prendre que des **valeurs réelles** codés sous forme binaire.

Pour convertir ce signal qui varie dans le temps on utilise un convertisseur analogique numérique.



Les convertisseurs Analogique-Numérique

Un convertisseur analogique numérique (CAN) est un appareil permettant de transformer en valeurs numériques un phénomène variant dans le temps. Lorsque les valeurs numériques peuvent être stockées sous forme binaire (donc par un ordinateur), on parle de **données multimédia**.

Exemple de convertisseur :

- Lecteurs optiques
- Carte son
- Carte d'acquisition vidéo
- Etc.



La numérisation

La numérisation se divise en deux étapes :

- L'échantillonnage:

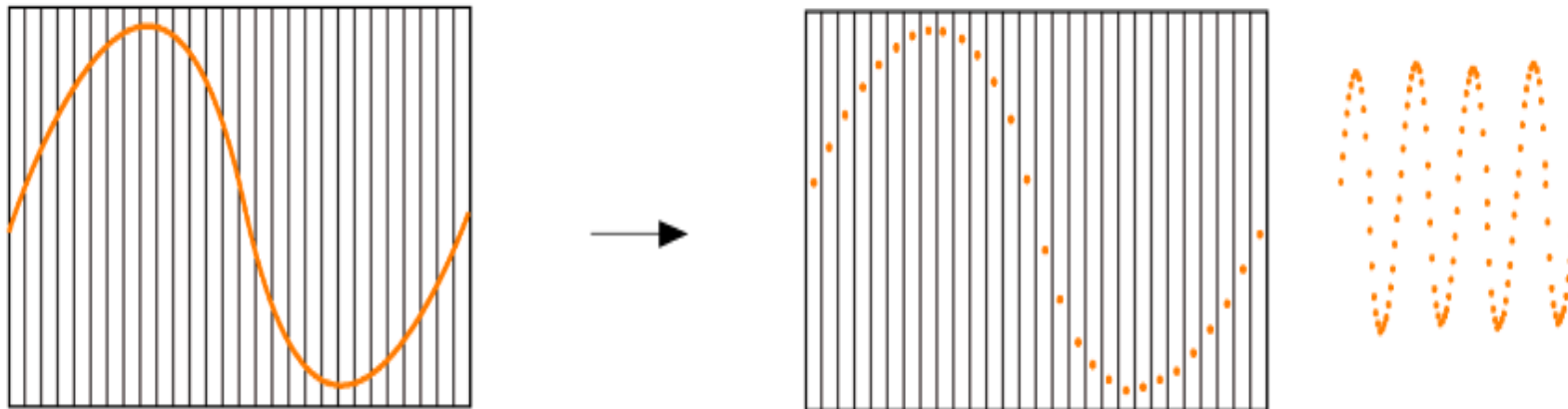
On prélève sur le signal analogique un certains nombres d'échantillons sur une « fréquences d'échantillonnages »

- La quantification

On code les valeurs numérique obtenue sur un certains nombre de bits.

L'échantillonnage

- On relève à des intervalles de temps précis l'amplitude du signal analytique.
- Plus la fréquence d'échantillonnage sera **grande** (c'est à dire un temps entre les relevé très court) plus les mesures seront **fidèle au modèle originale**.
- Taux d'échantillonnage exprimée en Hertz



Doubler la fréquence d'échantillonnage améliore la réponse dans les fréquences hautes (les sons aigus).

Théorème de Nyquist-Shannon

La fréquence d'échantillonnage doit être égale ou supérieur au **double** de la fréquence maximale contenue dans le signal.

Exemple :

- CD : fréquence entre 20 et 20 kHz = taux d'échantillonnage : 44kHz
- Téléphone portable : 300 et 4kHz = taux d'échantillonnage : 8kHz

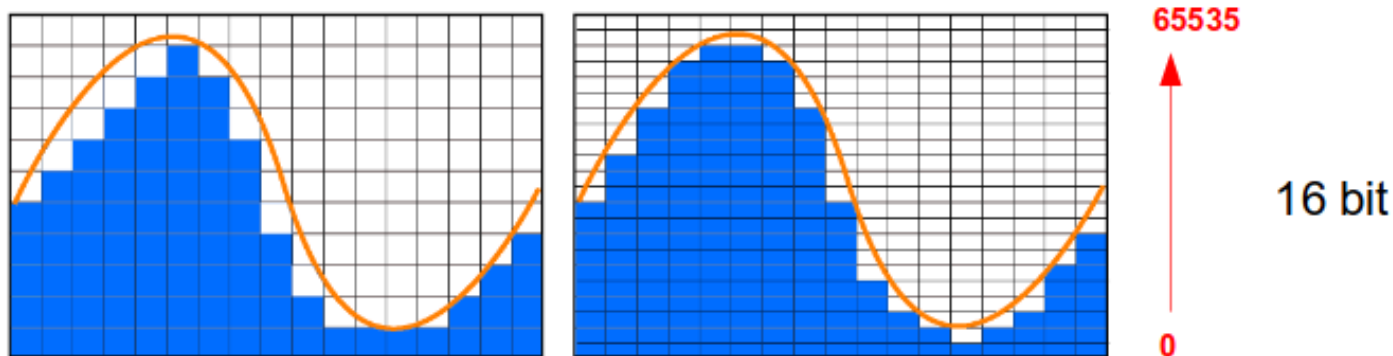
Type	Fréquence en Hz	Echant. (Hz)	Codage	Description	Taille de fichier
Oreille humaine	15 → 16 000			Voix + Musique (tenant compte des harmoniques extrêmes)	
Téléphone	300 → 3400	8000	8 bits	Suffisant pour une qualité vocale	8 Ko/s
Radio AM		11025	8 bits	Radio AM en Mono	11 Ko/s
Radio FM		22050	16 bits	Stéréo	86 Ko/s
CD	20 → 20 000	44100	16 bits	Stéréo	172 Ko/s
DAT		48000	16 bits	Digital Audio Tape (son de haute qualité)	187 Ko/s

La quantification

Le quantificateur détermine dans quel intervalle de quantification (de taille Q) l'échantillon se situe, et lui affecte une valeur qui représente le point central de cet intervalle.

Ce procédé permet d'attribuer à l'amplitude de chaque échantillon un nombre binaire réel.

Plus la capacité de quantification (c'est à dire le nombre de bits sur lesquels l'information va pouvoir être stockée) plus le son de chaque échantillon sera proche du réel. On parle de **résolution numérique**



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.



Stocker le son

Les valeurs obtenues après échantillonnage et quantification sont stockées sous forme binaire.

Avec une résolution de 16bits, on dispose de 65535 valeurs possibles pour traduire l'amplitude du son.

Formule pour calculer le poids d'une séquence sonore :

Taux d'échantillonnage * (nbrBits /8) * nbrSecondes * nbrVoies.

Exemple du CD

- La taille d'un échantillon dépend du nombre de bits sur lequel il est codé. Si on code en 16 bits chaque échantillons occuperas 2octet.
- Poids d'une minute d'enregistrement : Avec un taux d'échantillonnage de 44,1 kHz (norme pour les CD) et codage en 16 bits : $44100(\text{Hz}) * 2(\text{octet}) * 60 = 5292\text{ko/minute}$
- Dans le cas du CD le son est en stéréo (2pistes d'enregistrements) donc on double l'espace occupé : 10Mo/min
- Un CD ayant 700Mo de capacité on ne peut pas stocker plus de 70 minutes d'enregistrement.

D'ou la nécessité de compresser les fichiers audio

La compression audio

- Le taux de compression peut être **augmenté** en choisissant un débit binaire **plus faible**. On considère en général qu'il faut au moins 160 kilobits par seconde (kbit/s) pour bénéficier d'une qualité audio acceptable pour un morceau de musique. Au minimum, à 8 kbit/s, le son est fortement altéré (bruits parasites, spectre « sourd »...).
- Différents types de compression:
 - CBR (Constant bitrate) : les bits par seconde sont constants, à tout instant pour la musique. À 128 kbps, lors des moments simples, la qualité est excellente car le son perçu est pareil à de la musique compressée sans perte. À 128 kbps, lors des instants complexes, la qualité sonore perçue est mauvaise à cause d'un débit insuffisant.
 - VBR (Variable bitrate) : le débit varie plusieurs fois par seconde en vue de maintenir une qualité d'écoute théoriquement constante au sein de la musique.
 - ABR (Average bitrate) : l'encodeur se sert d'un débit moyen et tolère des variations pas trop importantes autour dudit débit ($\pm 10\%$). Compromis entre le CBR et le VBR

Exemple : Le MP3

- Développez dans les années 90 et démocratisé auprès des consommateurs au début des années 2000
- Méthode de compression : réduction du flux de données: le bitrate ou débit binaire
- Cette technique de compression est « partiellement destructive » :
- Il opère des regroupements de données identiques afin de compresser sans perdre en qualité.
- Tout le spectre des fréquences audio n'est pas retransmis. Le signal est plus atténué pour les sons aigus que les graves et médiums.
- Les sons les moins perceptibles sont supprimés en priorité de façon à ce que les dégradations soient les plus discrètes possibles.



Coder les images

Parmi les contenus multimédias, comment les images sont-elles codées dans un ordi ?



RAPPEL :

- Concerne domaine particulier de l'informatique : l'infographie.
- Différence entre image numérique et analogique : « code génétique » / support matériel.
- Processeur envoie infos image, de la mémoire vive vers carte graphique qui convertie les données pour affichage.

Ex : Photographie noir et blanc

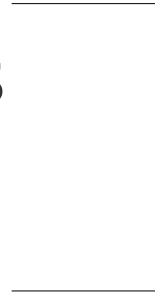
- 1 point donné sur une photographie argentique peut prendre n'importe quelle nuance entre noir et blanc = valeur continue
- 1 point donné dans une image numérique ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs entre noir et blanc = Niveau de gris

=> Avantage : nombreuses répliques identiques et facilité de transmission et stockage

MAIS forte dépendance de l'apparence finale avec interprétation (logiciels et écrans ou imprimantes utilisés)

Définition image

- nombre de colonnes
- nombre de lignes



= DEFINITION,
taille en pixels

- nombre de couleurs par pixel

Ainsi, à un pixel donné = case = valeur

Deux catégories de codage

- Codage vectoriel (JPEG)

- ensemble de formules mathématiques

=> Accepte les « étirements »

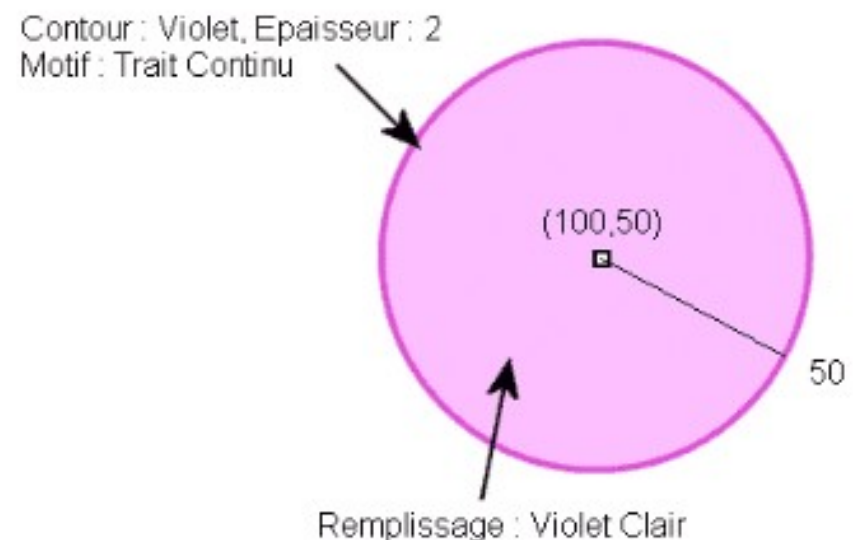
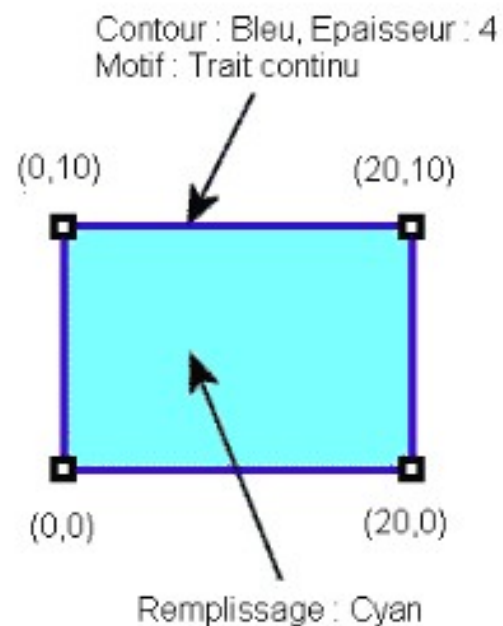
- Codage Bitmap ou matriciel (RLE, LZW)


- tableau de points

=> subie une dégradation

= ECHANTILLONAGE

Codage vectoriel





Selon nombre de couleurs autorisées, valeur stockée sur certain nombre de bits, plusieurs formats :

- Bitmap noir et blanc : 0 ou 1 = image binaire
- Bitmap 16 couleurs : 2^4 possibilités
- Bitmap 256 couleurs : 2^8 possibilités
- True Color : RVB soit 2^{24} possibilités soit plus de 16 millions de possibilités

Choix définition

- Conséquences sur qualité de l'image
- Généralement 256 possibilités mais on peut aller au-delà

Par contre :

- Taille en octets image Bitmap =
$$\text{Nbr de lignes} * \text{Nbr de colonnes} * \text{Nbr de bits par pixel} / 8$$
- Plus résolution baisse, moins de pixels et moins bonne qualité

Important d'identifier utilisation image

Pour diminuer impact : compression

- Compression RLE (Run Length Encoding) : .bmp ; vise à repérer séquence de répétition d'un même élément (à partir de 3)
- Compression LZW (Lempel-Ziv-Welch) : .gif et .tiff ; repérer séquences mais en parallèle constitution d'un dictionnaire qui attribue indice
- Compression JPEG (Joint Photographic Expert Group) : .jpg ; atténuer les détails en éliminant certaines composantes de haute fréquence