

AE-Numérisation d'un signal analogique

Doc 1 : signal analogique et numérique

Un signal **analogique** est un ensemble **continu** d'informations. (exemple : son, capteur de température...)

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

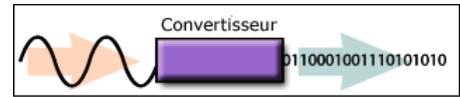
Pour transformer un signal analogique en signal numérique, il faut **discrétiser** les informations : on parle de **numérisation**.

Les ordinateurs ne traitant que des données binaires (0 ou 1), les informations sont ensuite traduites en binaire, c'est-à-dire en ensemble de 0 ou de 1.

La numérisation est faite par un **convertisseur analogique-numérique** (en abrégé : **CAN**) :

La numérisation est d'autant meilleure que le signal numérique se rapproche du signal analogique initial.

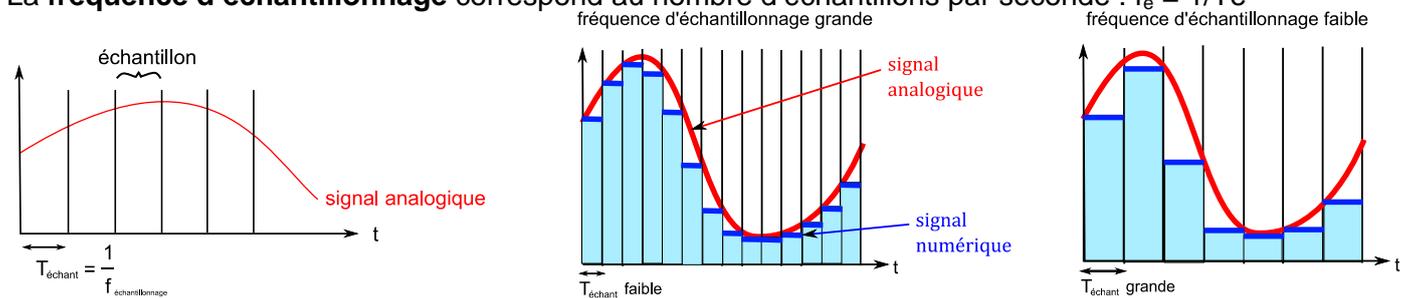
Pour cela, plusieurs paramètres ont leur importance : la fréquence d'échantillonnage et la quantification.



Doc 2 : la fréquence d'échantillonnage

Pour numériser un signal, il faut le découper en **échantillons** de durée égale T_e .

La **fréquence d'échantillonnage** correspond au nombre d'échantillons par seconde : $f_e = 1/T_e$



Doc 3 : Théorème de Shannon

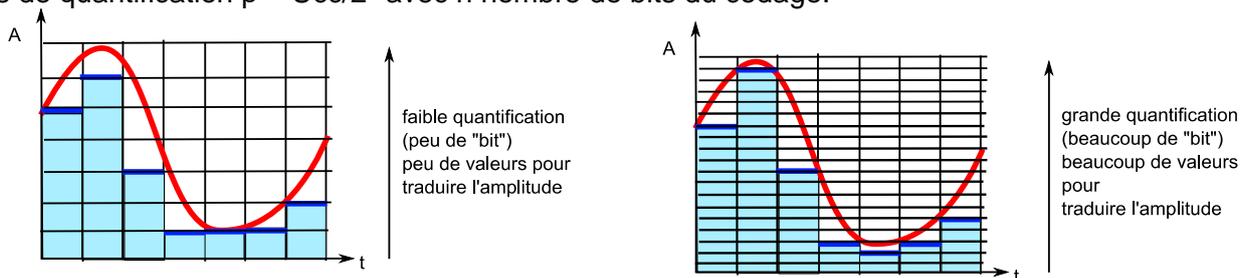
Pour numériser convenablement un signal, il faut que la fréquence d'échantillonnage soit au moins deux fois supérieure à la fréquence du signal à numériser.

Doc 4 : La quantification :

Lors de la numérisation, il faut également discrétiser 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**.

Le pas de quantification $p = U_{cc}/2^n$ avec n nombre de bits du codage.



Doc 5 : Qu'est-ce qu'un bit ?

Un « **bit** » (de l'anglais *binary digit*) est un chiffre binaire (0 ou 1)

Avec **2** bits, on peut écrire : **00, 01, 10** et **11** soit **4** valeurs. ($4 = 2^2$)

Avec **3** bits, on peut écrire : **000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111** soit **8** valeurs ($8 = 2^3$)

Avec **4** bits, on peut écrire $2^4 = \dots$ valeurs

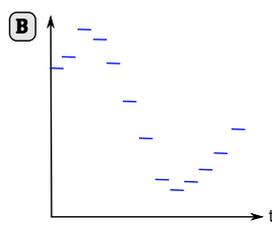
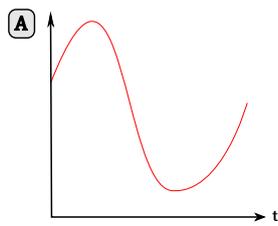
Avec **n** bits, on peut écrire \dots valeurs

Conversion d'un nombre binaire en nombre décimal : Que vaut l'**octet** (ensemble de 8 bits) **10110010** en décimal ?

	$2^7=128$	$2^6=64$	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	1	0	1	1	0	0	1	0
Octet =	1 x 128	0 x 64	1 x 32	1 x 16	0 x 8	0 x 4	1 x 2	0 x 1
somme de:	$1 \times 128 + 0 \times 64 + 1 \times 32 + 1 \times 16 + 0 \times 8 + 0 \times 4 + 1 \times 2 + 0 \times 1 = 178$							

Travail :

1- Classer les signaux décrits ou représentés ci-dessous en « analogique » ou « numériques »



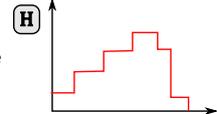
C Evolution de la température au cours d'une journée

D Affichage toutes les heures des températures

E Film diffusé en streaming sur internet

F Son émis par un haut-parleur relié à un lecteur CD (via un amplificateur)

G Film enregistré par un magnétoscope sur cassette VHS



2- Influence de la fréquence d'échantillonnage sur un signal numérisé.

• Régler le GBF de la manière suivante :

Le GBF délivre un signal électrique analogique

• Relier ensuite le GBF à l'interface d'acquisition ESAO.

• Nous allons réaliser une acquisition: régler les paramètres de manière à réaliser une acquisition de durée totale 10 ms.

☞ 1^{er} cas : faible fréquence d'échantillonnage : régler le nombre de points de manière à ce que la fréquence d'échantillonnage soit $f_E = 1$ kHz. Observer et conclure.

☞ 2^{nde} cas : grande fréquence d'échantillonnage : régler le nombre de points de manière à ce que la fréquence d'échantillonnage soit de 20 kHz. Observer et conclure quant au choix de la fréquence d'échantillonnage.

➤ Signal sinusoïdal
➤ Fréquence 500 Hz
➤ Amplitude mesurée au voltmètre (sur AC donc valeur efficace mesurée) : 2 V.

4- Expliquer pourquoi les sons des CD audio sont échantillonnés à 44,1 kHz (voir Doc3).

La voix humaine est comprise dans une bande de fréquence comprise entre 100 et 3400 Hz. Quelle fréquence d'échantillonnage doit-on choisir pour la téléphonie ?

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

5- Numérisation d'un son :

- ouvrir le logiciel Audacity, vérifier la fréquence d'échantillonnage (la fixer à 44kHz) et la quantification à 16bits(edition/preferences/qualité)
- enregistrer un son à l'aide du logiciel et d'un micro en 44kHz et 16 bits. L'enregistrer dans votre dossier personnel sous le nom : « **44.wav** »
- Ré-échantillonner le son à l'aide du logiciel en 8kHz. L'enregistrer sous le nom : « **8.wav** »
- Ecouter ces deux sons. Conclure

6- Conclure sur **le choix de la fréquence d'échantillonnage pour obtenir un signal bien numérisé en** en barrant un des deux adjectifs entre les crochets :

Plus la fréquence d'échantillonnage sera grande, plus la période d'échantillonnage sera [*grande / petite*], plus le nombre d'échantillons sera [*grand / petit*], plus le signal numérique sera [*proche/éloigné*] du signal analogique et donc [*meilleure/moins bonne*] sera la numérisation

7- Influence de la quantification

- Avec une quantification de 16 bits (soit une séquence binaire de 16 zéros ou un), de combien de valeurs dispose-t-on pour traduire l'amplitude du signal dans chaque échantillon ? idem avec 8bits.
- Ouvrir Audacity et le fichier : **piano_44kHz_16bits.wav**
- Modifier la quantification du fichier audio en 8 bits. L'enregistrer en **piano_44kHz_8bits.wav**
- Ecouter ces deux sons. Conclure

8- Compléter en barrant un des deux adjectifs entre les crochets :

Lors de la quantification, plus le codage s'effectue avec un nombre important de bits, plus l'amplitude du signal numérique sera [*proche/éloignée*] de celle du signal analogique et donc [*meilleure/moins bonne*] sera la numérisation.

Conclusion : Regarder l'animation sur l'ENT

L'échantillonnage consiste à prélever périodiquement des échantillons d'un signal analogique.

La quantification consiste à affecter une valeur numérique à chaque échantillon prélevé.

Plus la fréquence d'échantillonnage (f_e) et la quantification (n) sont grandes, meilleure sera la numérisation

☞ Pourquoi ne choisit-on pas des valeurs bien supérieures pour f_e et n ?