

# TP 25 : Numérisation de l'information

## Document 1 Analogique et numérique

Un signal analogique est un ensemble continu d'informations.

Les ordinateurs ne traitent que des données binaires (0 ou 1), il est nécessaire de **discrétiser** les informations : on parle de **numérisation**. Pour cela on utilise un CAN (Convertisseur Analogique Numérique).

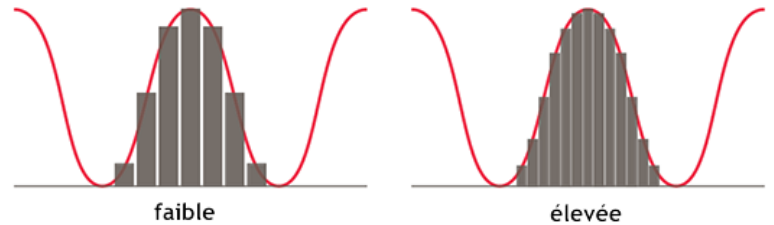


## Document 2 Fréquence d'échantillonnage

Numériser un signal consiste à le **découper en échantillons de durées égales**. La fréquence d'échantillonnage correspond au nombre d'échantillons par seconde.

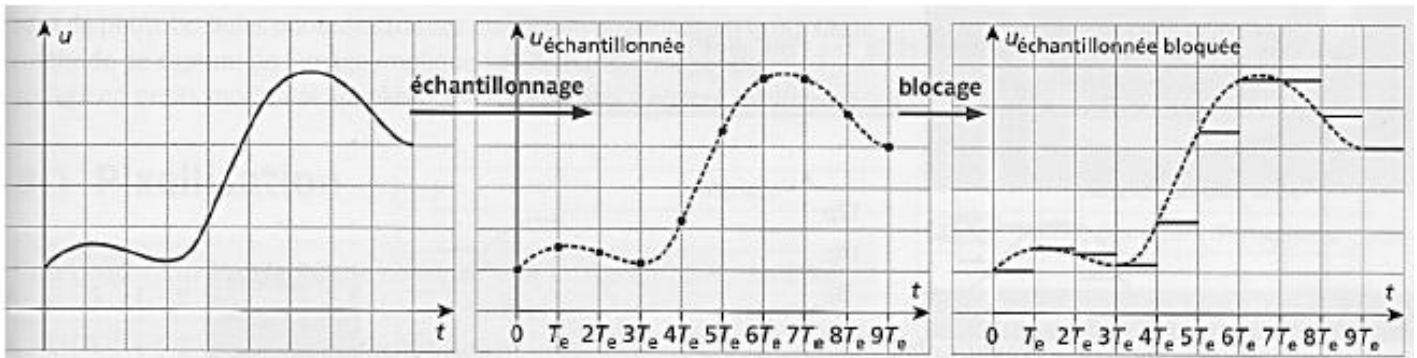
Plus la fréquence d'échantillonnage est importante plus le signal numérique aura l'allure du signal analogique initial

Fréquence d'échantillonnage



## Document 3 Echantillonnage et numérisation

Lors de l'étape d'**échantillonnage**, le CAN prélève des échantillons du signal analogique à intervalles de temps  $T_e$  égaux appelés **période d'échantillonnage**. Chaque valeur échantillonnée est **bloquée** pendant la durée  $T_e$  jusqu'à l'obtention de la valeur suivante.



## Document 4 Shannon

Vers la fin des années 1930, Claude Shannon démontra qu'il était possible d'effectuer des opérations logiques en associant le nombre "1" à la réponse "vrai" et la valeur "0" à la réponse "faux". Avec un **bit** (binary digit) il est possible d'obtenir deux états (1 et 0), avec deux bits quatre états (00, 01, 10, 11). Si on code sur  $n$  bits ( $n$  étant un entier) il est donc possible d'obtenir  $2^n$  états possibles.

L'octet est une unité d'information composée de 8 bits soit 256 possibilités.

Le nombre 170 peut être codé en un octet : 10101010

$$170 = 1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$

### 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.



Claude Shannon  
(1916-2001)

## Document 5 Résolution d'un Convertisseur Analogique-Numérique

La plus petite variation de tension que peut détecter le CAN dépend de sa résolution (appelée aussi le "pas

Le pas  $p$  dépend du **nombre de bits  $n$**  du CAN et de sa plage de mesure (intervalle entre la valeur maximale et minimale) :

$$p = \frac{\text{plage de mesure}}{2^n}$$

Le CAN Sysam est un convertisseur 12 bits.

Centrale d'acquisition  
multifonctions rapide



Étage d'entrée analogique  
à 4 convertisseurs 12 bits, 10 MHz.

## I) Principe de la numérisation

Afin de numériser un signal, brancher sur la carte d'acquisition un générateur de tension sinusoïdale réglé sur une valeur maximale de 2V et de fréquence  $f=200\text{Hz}$ .

Les paramètres d'acquisition seront les suivants :

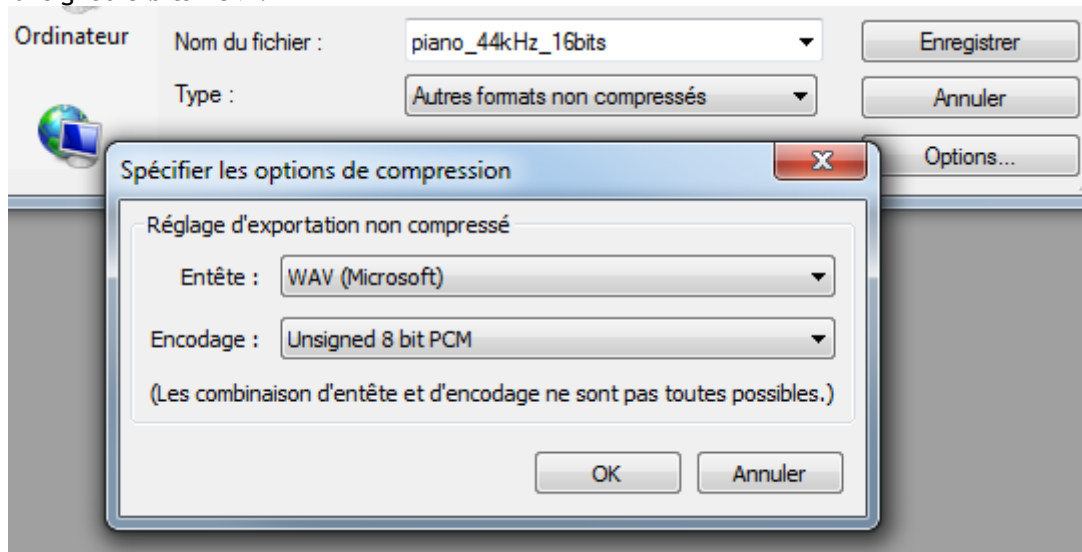
{Durée d'acquisition :  $\Delta t = 25\text{ms}$ , nombre de points = 5000, plage de mesure : calibre +/-10V}

1. Calculer la période du signal du GBF de la manière la plus précise possible.
2. A l'aide de la courbe, déterminer la période d'échantillonnage  $T_E$  (en s) correspondant à la numérisation effectuée.
3. En déduire la fréquence d'échantillonnage  $f_E$  (en Hz).
4. Quelle relation existe-t-il entre la durée de l'acquisition, le nombre de points et la période d'échantillonnage ?
5. Modifier le nombre de points de mesure (1000, 100 puis 20 points) et dans chaque cas calculer la période d'échantillonnage  $T_E$ , la fréquence d'échantillonnage  $f_E$ , le rapport  $f_E/f$ , et donner l'allure du signal. Regrouper ces données dans un tableau.
6. Dans quel cas, le signal numérique est-il le plus proche possible du signal analogique.
7. Déterminer graphiquement le pas du CAN et vérifier que la carte Sysam est bien une carte 12 bits.

## II) Compression audio

Aller sur le site de téléchargement gratuit de musiques JAMENDO et télécharger un morceau. Ce morceau non compressé est échantillonné à 44,1kHz.

1. Expliquer pourquoi l'échantillonnage est de 44,1kHz.
2. La voix humaine émet dans une bande de fréquence comprise entre 100 et 3400 Hz. Quelle fréquence d'échantillonnage doit-on choisir pour la téléphonie ?
3. A l'aide du logiciel Audacity ré-échantillonner puis enregistrer le morceau de musique aux fréquences : 32kHz, 22kHz, 16kHz puis 8kHz. Ecouter alors les morceaux de musique obtenus et conclure.
4. Charger le morceau de musique échantillonné en 8kHz et le ré-échantillonner en 44,1kHz. Après avoir écouté le morceau que pouvez-vous conclure ? Le son s'est-il amélioré ? Expliquer.
5. Charger le morceau de musique échantillonné en 44,1kHz et 16 bits et l'enregistrer en le quantifiant en 8 bits. Pour cela aller dans Fichier -> Exporter puis choisir le type "Autres formats non compressés" puis sur option choisir l'encodage "unsigned 8 bits PCM".



6. Conclure sur les intérêts et inconvénients de l'échantillonnage et de la quantification.

## III) Codage et bits

1. Combien d'états différents peut-on coder sur 3 bits ?
2. Quels sont les nombres binaires correspondant ?
3. Combien d'états peut-on coder sur 12 bits ?
4. A quel nombre binaire correspond le nombre binaire 1110 ? 1111 ?