

# CONVERSION ANALOGIQUE NUMÉRIQUE D'UN SON



## Capacité(s) contextualisée(s) mise(s) en jeu durant l'activité :

- Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un échantillonneur-bloqueur et/ou un convertisseur analogique numérique (CAN) pour étudier l'influence des différents paramètres sur la numérisation d'un signal (d'origine sonore par exemple).

## I. But

- Découvrir le principe de la numérisation et numériser un signal sonore.

## II. Documents

(s'approprier)



### II.1. Doc.1 : L'échantillonnage

L'échantillonnage consiste à prélever périodiquement des échantillons d'un signal analogique (Fig.1).

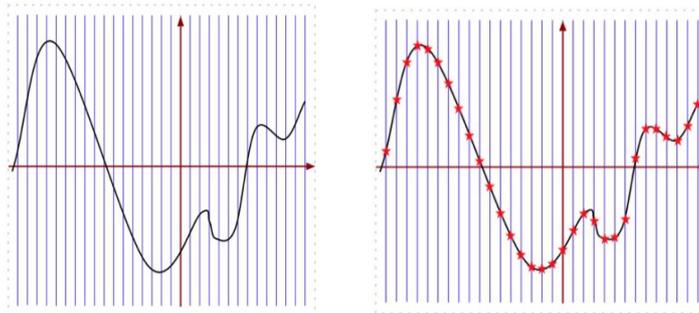


Fig.1 : Echantillonnage d'un signal analogique

La qualité du signal numérique dépend de la fréquence d'échantillonnage (appelé taux d'échantillonnage) : plus celle-ci est grande (c'est-à-dire que les échantillons sont relevés à de petits intervalles de temps) plus le signal numérique sera fidèle à l'original (Fig.1).

En pratique, on applique le **théorème de Shannon** qui précise que la fréquence minimale d'échantillonnage d'un signal doit être au moins le double de la fréquence maximale contenue dans le signal à échantillonner.

$$F_{\text{échant}} \geq 2 F_{\text{signal}}$$



Fig.6 : Taux d'échantillonnage

On parle de **sous-échantillonnage** si la fréquence d'échantillonnage n'est pas suffisante pour représenter de façon adéquate le signal. Le résultat issu d'une reconversion en analogique n'a alors plus rien à voir avec le signal de départ.

À l'inverse, un **sur-échantillonnage** consiste à prendre trop d'information, beaucoup plus qu'il n'en faut pour représenter de façon adéquate le signal analogique. Il n'en résulte pas forcément une meilleure qualité sonore détectable, mais en tout cas une quantité de données beaucoup plus importante à traiter.

## II.2. Doc.2 : La quantification et le débit binaire

La **quantification** consiste à affecter une valeur numérique (nombre composé d'une suite de 1 et de 0, les éléments binaires ou bits) à chaque échantillon prélevé (**Fig.2**).

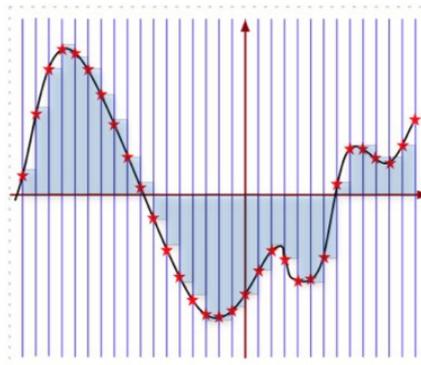


Fig.2 : Quantification des échantillons prélevés

C'est le rôle d'un **convertisseur analogique numérique (CAN)**.

En amont du convertisseur analogique numérique, l'échantillonneur permet d'acquérir la grandeur analogique à un instant  $t$  et le bloqueur de maintenir cette grandeur pendant la durée de la numérisation.

La qualité du signal numérique dépend du nombre de bits sur lequel on code les valeurs : il s'agit en fait du nombre de valeurs différentes qu'un échantillon peut prendre. Plus celui-ci est grand, meilleure est la qualité.

### II.3. Doc.3 : La résolution d'un convertisseur

La **résolution** d'un convertisseur à N bits, notée r, est l'intervalle de tension analogique permettant de passer du nombre n à (n+1).

Pour une tension analogique d'entrée allant de 0 V à une amplitude  $V_{\max}$ , on a une résolution :

$$r = \frac{V_{\max}}{2^N - 1}$$

### III. Etude préliminaire

(s'approprier, analyser)



1. Sachant qu'un diapason émet un son pur d'une fréquence de 440 Hz, quelle est la fréquence minimale d'échantillonnage nécessaire pour numériser ce son ?
2. En déduire la période d'échantillonnage correspondante.
3. Combien de valeurs différentes peut donner un convertisseur analogique numérique codé sur 12 bits.
4. Quelle sera la résolution de ce convertisseur pour un calibre d'entrée -10/+10 V ?

### IV. Conversion analogique numérique d'un signal sonore

#### IV.1. Manipulations

(réaliser)



- Brancher le microphone sur la carte d'acquisition reliée à l'ordinateur.
- Lancer le logiciel **Latis-Pro**.
- Faire l'acquisition du signal sonore émis par un diapason avec les différents paramètres suivants :

	Calibre	Période d'échantillonnage $T_e$	Durée de l'acquisition
Numérisation n°1	-0,2/+0,2	2 $\mu$ s	20 ms
Numérisation n°2	-0,2/+0,2	20 $\mu$ s	20 ms
Numérisation n°3	-0,2/+0,2	200 $\mu$ s	20 ms
Numérisation n°4	-0,2/+0,2	2 ms	20 ms
Numérisation n°5	-5/+5	2 $\mu$ s	20 ms
Numérisation n°6	-10/+10	2 $\mu$ s	20 ms

- Afficher les différents signaux numérisés avec le calibre  $-0,2/+0,2$  V sur un même graphique.
- Afficher les différents signaux numérisés avec la même fréquence d'échantillonnage également sur un même graphique.

Appel du professeur

#### IV.2. Exploitation des résultats

(analyser, valider)



- Comment varie la qualité du signal numérique avec la fréquence d'échantillonnage ?
- Rechercher dans la notice technique sur combien de bits est codé le signal numérique obtenu et déterminer le débit binaire de chaque numérisation. Commenter.
- Décrire l'allure du signal numérique n°4 par rapport aux trois premiers et proposer une explication.



**Vous pouvez vous aider de l'animation présente à l'adresse suivante pour vous aider à interpréter vos résultats :**

[http://www.ostralo.net/3\\_animations/swf/echantillonnage.swf](http://www.ostralo.net/3_animations/swf/echantillonnage.swf)

- Comment varie la qualité du signal numérique avec le calibre de la carte d'acquisition ?
- Déterminer la résolution de la carte d'acquisition pour chaque calibre.
- Retrouver ces valeurs sur les différentes courbes obtenues.
- Conclure.

Appel du professeur

#### V. Compte-rendu

(communiquer)



- Rédiger le compte rendu de cette activité expérimentale.



**Fiche méthode : Rédiger un compte rendu d'activité expérimentale**