

NUMERISATION

Compétences

Reconnaître des signaux de nature analogique et des signaux de nature numérique

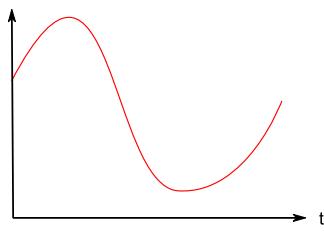
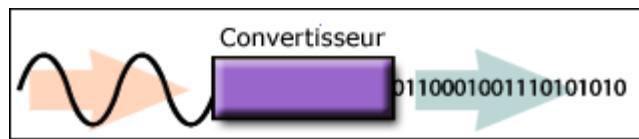
Mettre en oeuvre un protocole expérimental utilisant un échantillonneur-bloqueur et/ou un convertisseur analogique numérique (CAN) pour étudier l'influence des différents paramètres sur la numérisation d'un signal (d'origine sonore par exemple)

1. Signal analogique, signal numérique :

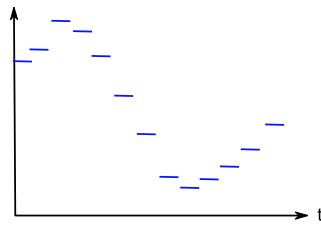
Un signal analogique est un ensemble **continu** d'informations. Les ordinateurs ne traitant que des données binaires (0 ou 1), pour numériser un signal, il faut **discréteriser** les informations : on parle de **numérisation**.

Ces 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** :



Signal analogique



Signal numérique

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

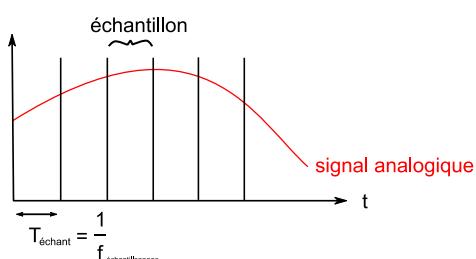
Pour cela, plusieurs paramètres ont leur importance.

2. La fréquence d'échantillonnage :

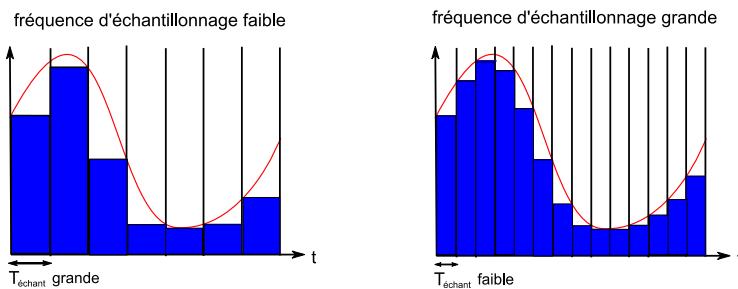
2.1. Généralités :

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 : $F_e = 1/T_e$



Plus la fréquence d'échantillonnage sera grande, plus le nombre d'échantillons sera grand, plus le signal numérique « collera » au signal analogique et donc meilleure sera la numérisation :



2.2. Approche expérimentale:

- Régler le GBF de la manière suivante :

Le GBF délivre un signal électrique analogique (signal continu au sens mathématique du terme)

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

- Relier ensuite le GBF à la centrale d'acquisition.
- Nous allons réaliser une acquisition avec Generis : 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 $F_E = 2 \text{ kHz}$. 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.

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.

☞ Expliquer pourquoi les sons des CD sont échantillonnés à 44,1 kHz.

☞ 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 ?

2.3. Influence de la fréquence d'échantillonnage sur les hautes fréquences du signal analogique :

☒ A l'aide du logiciel Audacity (voir notice ci-jointe)

- 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 en passant par le poste de travail. Conclure
-
- Ré-échantillonner le son « **8.wav** » en son 48 kHz. L'enregistrer en « **8vers48.wav** ». L'écouter. Le son est-il meilleur maintenant ?

☒ Exercice :

Un son aigu a une fréquence de 10 kHz. Un son grave a une fréquence de 100 Hz

1. Calculer les périodes de ces deux sons.
2. Si la fréquence d'échantillonnage choisie pour numériser ces sons est de 1 kHz, calculer la durée des échantillons.
3. Conclure : Si l'on réduit la fréquence d'échantillonnage, quel type de son est alors mal numérisé ?

2.4. Conclusion : ☒ Deux idées à retenir sur le choix de la fréquence d'échantillonnage :

- Il faut choisir F_E de manière
- Une fréquence F_E trop faible enlève l'information portant sur

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

Ordres de grandeurs :

3. La quantification :

3.1. Présentation de la quantification

Lors de la numérisation, il faut également discréteriser les **valeurs de l'amplitude du signal**.

Le nombre de valeurs dont on dispose pour définir l'amplitude s'appelle la quantification. Elle s'exprime en « **bit** ».

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 = 2²**)

Avec **3** bits, on peut écrire : **000**, **001**, **010**, **011**, **100**, **101**, **110**, **111** soit **8** valeurs (**8 = 2³**)

Avec **4** bits, on peut écrire $2^4 = 16$ valeurs

Avec **n** bits, on peut écrire 2^n valeurs

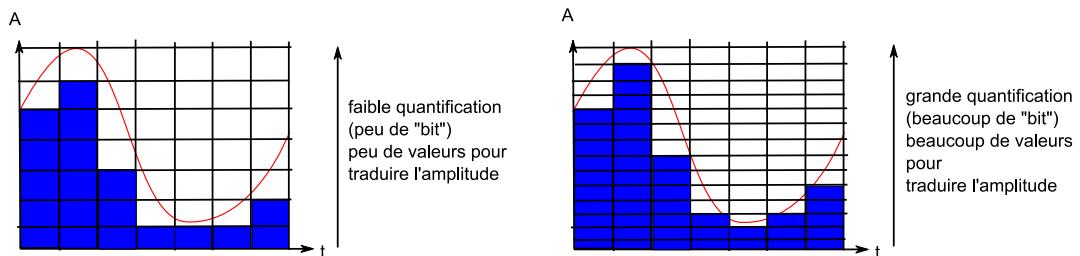
Conversion d'un nombre binaire en nombre décimal : un exemple vaut mieux qu'un long discours :

Que vaut l'octet (ensemble de 8 bits) **10110010** en décimal ?

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

Exemples de quantifications :

- Avec une quantification de 16 bit (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 ?
- Même question avec une quantification de 8 bit (soit une séquence binaire de 8 zéros ou un).



Plus la quantification est grande, plus l'amplitude du signal numérique sera proche de celle du signal analogique.

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

Ordres de grandeurs :

Exercice :

1. Calculer le nombre de « paliers » dont on dispose pour décrire l'amplitude en 24 bits. Idem en 4 bits.
2. Lequel permettra de bien distinguer un son intense d'un son moins intense ?

3.2. Influence de la quantification sur la qualité d'un son :

 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**

Fermer Audacity.

☛ A partir du poste de travail, ouvrir et écouter le fichier audio suivant : **piano_44kHz_16bits.wav**

Ouvrir et écouter maintenant le fichier : **piano_44kHz_8bits.wav**

Que remarque-t-on lorsque l'on réduit la quantification ?

4. Choix des critères de numérisation :

En résumé, plus la fréquence d'échantillonnage et la quantification sont grandes, meilleure sera la numérisation.

☛ Alors pourquoi se restreindre au niveau de ces valeurs ?

Piste de réflexion et information :

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

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

avec 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

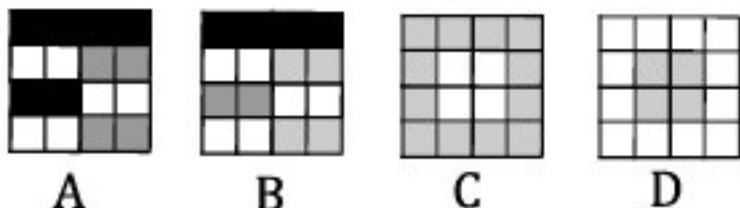
<http://xpose.avenir.asso.fr/viewxpose.php?site=8&subpage=/general/echantillonage.html>

5. Stockage des images :

5.a Codage d'une image en niveau de gris sur 8 bits : ANALYSER

1. Combien de nuances de gris peuvent prendre les pixels d'une image codées sur 8 bits en niveaux de gris ?

Dans ce type de codage, le blanc a pour valeur 255 et le noir 0. Plus un gris sera foncé, plus la valeur associée sera faible.



2. Associer à chaque image un tableau exprimé en décimal :

$$1 \begin{pmatrix} 255 & 255 & 255 & 255 \\ 255 & 127 & 127 & 255 \\ 255 & 127 & 127 & 255 \\ 255 & 255 & 255 & 255 \end{pmatrix} \quad 2 \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 255 & 255 & 63 & 63 \\ 0 & 0 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 63 & 63 \end{pmatrix} \quad 3 \begin{pmatrix} 127 & 127 & 127 & 127 \\ 127 & 255 & 255 & 127 \\ 127 & 255 & 255 & 127 \\ 127 & 127 & 127 & 127 \end{pmatrix} \quad 4 \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 255 & 255 & 127 & 127 \\ 63 & 63 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 127 & 127 \end{pmatrix}$$

On trouve que l'image C est trop « claire ». On veut la foncer. Un logiciel de traitement d'image (Photoshop, Gimp etc...) modifie pour cela la valeur de chaque pixel.

3. Ecrire le tableau de nombres correspondant à l'assombrissement maximal permettant de conserver le contenu de C.

4. Même question pour éclaircir D, sans forcément vouloir conserver le contenu.

5. En informatique, au niveau des fichiers, les tableaux sont écrits en hexadécimal. Sachant que le blanc correspond à « FF » et le gris foncé à « 7F », écrire le 3ème tableau en hexadécimal. Quel est l'intérêt de cette écriture ?

Dans Gimp, observer une conversion en niveau de gris sur « Palmier » : Image >> Mode >> Niveaux de gris.

5.b. Le codage RVG 24 bits : un codage de 8 bits par couche :

Dans le codage RVB, on associe à chaque pixel 3 valeurs de couleurs : une valeur de Rouge, une de Vert et une de Bleu. La couleur du pixel sera le résultat de la synthèse additive des ces 3 couleurs.

Dans le codage RVB 24 bits, chaque couleur primaire sera codée sur 8 bits.

Exemple : Un pixel bleu d'une image aura pour code en hexadécimal : **00 00 FF** (Rouge : 0, Vert 0, Bleu 255, la valeur maximale c'est-à-dire FF en hexadécimal)

1. Combien de nuances de chaque couleur pourra-t-on obtenir ?

2. Au final, combien de couleurs différentes pourra avoir cette image ?

3. Compléter le tableau ci-dessous (127 vaut 7F en hexadécimal) :

Couleur du pixel	Rouge	Vert	Bleu	Blanc	Noir	Orange	Rose
Valeur en décimal							
Valeur en hexadécimal							

Vérification informatique : VALIDER / ANALYSER

Dans GIMP, Créer une nouvelle image en 3x3 et en mode couleur RVB. Zoomer à 4000%. La remplir de bleu.

Enfin la sauver dans votre dossier personnel au format « PPM » (en ASCII) sous le nom « Bleu.ppm ».

Ouvrir le bloc-note Windows, charger le fichier « bleu.ppm » et vérifier que les pixels ont bien été codés en bleu (après l'entête).

Dans le fichier : on peut lire les triplets de couleur complémentaire à mélanger (rouge, vert, bleu) 255 étant l'intensité maximale et 0 l'intensité minimale.

Modifier le fichier dans le bloc note de manière à dessiner le drapeau français.

Sauvegarder le fichier (« Enregistrer sous... ») sous le nom « Drapeau.ppm » (ne pas oublier ici les guillemets).

Ouvrir le fichier « drapeau » dans Gimp pour vérifier (zoom à 4000%)

5.c. Le problème de la pixellisation :

* L'agrandissement d'une image numérique :

Dans Gimp, agrandir l'image « Palmier » : Largeur :4000 pixels et « Interpolation aucune » (voir notice)

Observer la qualité de la nouvelle image et conclure.

*Une solution au problème de pixellisation : l'image numérique vectorielle :

Les images rencontrées jusqu'à présent sont dites « Bitmap » (c'est-à-dire « Plan des pixels ») ou encore matricielles (car les pixels se trouvent dans un tableau appelé en mathématique « matrice »). Leur gros inconvénient est qu'on ne peut pas les agrandir sans perte de qualité. Les fichiers ont comme terminaison bmp, jpg, gif, psd...

Il existe un format d'image dite « vectorielles » : les objets affichés ne sont plus vus comme des pixels mais comme des formes géométriques simples et sont donc définis par des coordonnées. On peut les agrandir à volonté sans perte de qualité.

Les logiciels permettant de créer de telles images s'appellent Inkscape (gratuit), Illustrator ou encore CorelDraw... Ces images sont utilisées pour des formes simples (carrés, cercles) et ne pourraient pas être utilisées pour notre palmier...

Lancer Word, et dessiner un cercle de taille quelconque. Diminuer la taille de ce cercle. Puis l'augmenter. La qualité a-t-elle été modifiée ?