

L'usage d'une calculatrice EST autorisé

## Exercice Casque audio à réduction de bruit et disque blu-ray (extraits)

## Traitement numérique du bruit

Le signal anti-bruit émis résulte d'un traitement numérique du bruit selon les étapes suivantes :

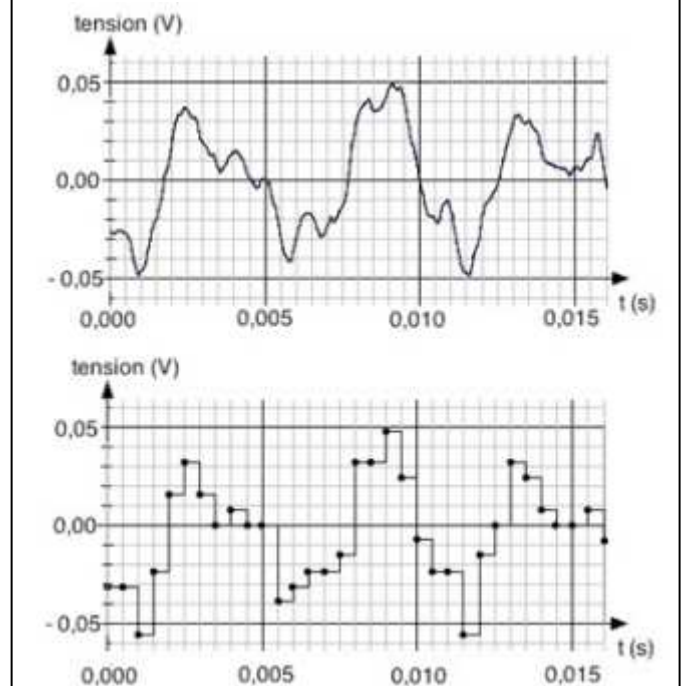
- le bruit est capté par le microphone ;
- le signal électrique correspondant est numérisé ;
- le signal numérique est traité pour produire le signal numérique anti-bruit ;
- le signal numérique anti-bruit est converti en signal analogique.

Les graphiques du document 5 ci-contre illustrent, pour une fréquence d'échantillonnage  $f_e$  et un pas de quantification  $p$  donnés, le début du processus de traitement.

1. À l'aide des graphiques ci-contre, calculer la fréquence  $f_e$  d'échantillonnage et estimer la valeur du pas  $p$  de la quantification.

2. La plage de conversion a pour valeur  $\Delta U = 2 \text{ V}$ . S'agit-il d'un codage sur 8 ou sur 16 bits ? Justifier.

Document 5. Numérisation du signal



3. Dans le cas du casque, le bruit est traité par séquences enregistrées de durée 6,4 ms avec une fréquence d'échantillonnage de 20 kHz et un codage sur 8 bits.

3.1. Calculer en bit ou en octet la taille du fichier associé à la séquence numérisée de durée 6,4 ms.

3.2. La fréquence d'échantillonnage choisie remplit-elle la condition de Shannon dans le cadre du traitement des bruits dont les spectres sont donnés dans les documents 2 et 3 ? Justifier votre réponse.

4. Un disque blu-ray peut contenir jusqu'à 46 Gio de données, soit environ 4 heures de vidéo haute définition (HD).

Calculer le débit binaire de données numériques dans le cas de la lecture d'une vidéo HD (en Mibit/s).

Données : 1 Gio =  $2^{30}$  octets ; 1 octet = 8 bits ; 1 Mibit =  $2^{20}$  bits

5. La haute définition utilise des images de résolution d'au moins 720 pixels en hauteur et 900 pixels en largeur. Chaque pixel nécessite 24 bits de codage (8 par couleur primaire).

5.1. Montrer que la taille numérique d'une image non compressée est d'environ 15 Mibit.

5.2. Combien d'images par seconde peut-on obtenir sur l'écran de l'ordinateur avec le débit binaire calculé à la question 4. ?

5.3. Pour éviter l'effet de clignotement, la projection d'une vidéo nécessite au moins 25 images par seconde. Pourquoi faut-il réduire la taille des images à l'aide d'un protocole de compression d'images.

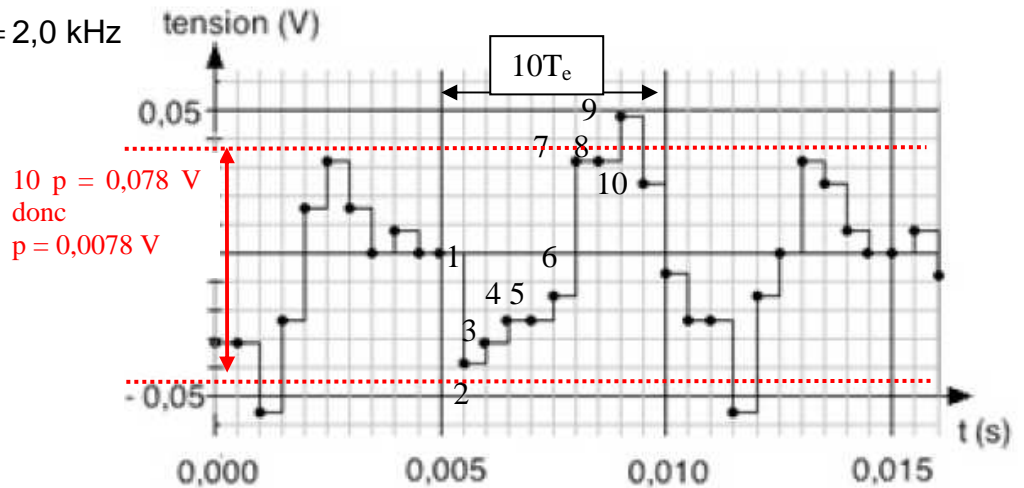
**Exercice1 Casque audio à réduction de bruit (extrait)****Traitement numérique du bruit**

1. Le 2<sup>ème</sup> graphique nous montre que 10 mesures sont réalisées entre 0,005 s et 0,010 s.

La période d'échantillonnage est donc  $T_e = 0,0005$  s soit  $5,0 \times 10^{-4}$  s.

La fréquence d'échantillonnage (nombre d'échantillons par seconde) est  $f_e = \frac{1}{T_e}$  donc

$$f_e = \frac{1}{5,0 \times 10^{-4}} = 2,0 \times 10^3 \text{ Hz} = 2,0 \text{ kHz}$$



Le pas de quantification est la valeur de la plus petite variation de tension du signal numérisé.

Sur le deuxième graphique, on lit  $p = 0,0078$  V que l'on arrondit à 0,01 V vu le manque de précision pour cette lecture graphique.

Rq : l'énoncé demandait juste d'estimer la valeur de p.

2. D'après les données,  $p = \frac{\Delta U}{2^n}$  avec  $\Delta U = 2$  V.

$$\text{Si } n = 8 \text{ bits : } p = \frac{2}{2^8} \approx 0,0078 \text{ V ;}$$

$$\text{si } n = 16 \text{ bits : } p = \frac{2}{2^{16}} \approx 0,000031 \text{ V}$$

On a estimé que  $p \approx 0,01$  V, il s'agit donc d'un codage sur 8 bits.

**3.1.** Pas de formule « magique » de cours à appliquer pour répondre !

La fréquence d'échantillonnage est 20 kHz : cela signifie qu'il y a  $20 \times 10^3$  échantillons par seconde.

À partir de la durée  $\Delta t$  de l'enregistrement et de la fréquence d'échantillonnage  $f_e$  (nombre d'échantillons par seconde), on peut déterminer le nombre d'échantillons  $N_e$  :

$$N_e = f_e \times \Delta t$$

↙ sans unité
↙ Hz
↙ s

De plus, chaque échantillon est codé sur 8 bits soit 1 octet.

La quantité de données numériques d'une séquence de durée  $\Delta t$  est donc  $n = f_e \times \Delta t$  (n en octets)

$$n = 20 \times 10^3 \times 6,4 \times 10^{-3} = 128 \text{ octets} \approx 1,3 \times 10^2 \text{ octets}$$

**3.2.** D'après le théorème de Shannon (données), la fréquence d'échantillonnage d'un signal doit être égale ou supérieure au double de la fréquence maximale contenue dans ce signal, afin de le numériser correctement.

Ici, la fréquence d'échantillonnage étant de 20 kHz, on peut numériser correctement jusqu'à une fréquence de 10 kHz ce qui est suffisant pour les bruits dont les spectres sont indiqués sur les documents 2 et 3 (8 kHz et 5 kHz environ pour la fréquence maximale)

Pour en savoir plus, lire l'article de Mme Delphine Chareyron :

<http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/numerisation-acoustique-Chareyron1.xml>

4. 46 Gio de données en 4 heures  $46 \times 2^{30}$  octets =  $46 \times 2^{30} \times 8$  bits =  $\frac{46 \times 2^{30} \times 8}{2^{20}}$  Mibits en  $4 \times 3600$  s.

Soit un débit binaire de  $\frac{46 \times 2^{30} \times 8}{4 \times 3600} = \frac{46 \times 2^{30} \times 8}{2^{20} \times 4 \times 3600} = \mathbf{26 \text{ Mibits/s}}$

5.1. (0,25 pt) Taille de l'image (bits) = nombre de pixels  $\times 24$  Taille de l'image (Mibits) =  $\frac{720 \times 900 \times 24}{2^{20}} = \mathbf{15 \text{ Mibits}}$

5.2. Nombre d'images par seconde =  $\frac{\text{débit binaire}}{\text{taille d'une image}}$

Nombre d'images par seconde =  $\frac{26}{15} = 1,8 \text{ image/s}$  calcul avec les valeurs non arrondies

Le débit binaire permettrait d'afficher moins de deux images par seconde.

5.3. Pour éviter l'effet de clignotement, il faut augmenter le nombre d'images par seconde afin qu'il atteigne 25.

Comme il n'est pas possible d'augmenter le débit binaire du lecteur de DVD, alors il faut réduire la taille des images à l'aide d'un protocole de compression.

*Pour en savoir plus lisez cet article issu de « Pour la Science - N° 387 - Janvier 2010 »*