

La numérisation et le stockage d'un son

Enseignement scientifique première

Durée 1h – 10 points – Thème « Son et musique, porteurs d'information »

Cet exercice s'intéresse à différents aspects de la numérisation d'un son et du stockage du fichier obtenu.

Partie A. Échantillonnage et quantification

1- Une plateforme de service de musique en ligne propose de la musique avec une qualité « 16-Bit/44.1 kHz ». Expliquer ce que cela signifie.

16-Bits : quantification qui nous renseigne sur le nombre de valeurs pouvant être prise.

44.1 kHz : fréquence d'échantillonnage qui est le nombre de prélèvements effectués par seconde.

2- Pour chacune des questions suivantes, recopier sur la copie la réponse qui convient :

2-a- Pour échantillonner à 20 000 Hz un signal audio analogique, quelle est la durée de l'intervalle de temps entre deux mesures de la tension du signal audio ?

$$5 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$5 \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$5 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$2 \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$f=1/T$$

$$T=1/f$$

$$T=1/(20\ 000)$$

$$T=5.10^{-5} \text{ s}$$

2-b- Lorsqu'on quantifie un échantillon sur 24 bits, combien de niveaux de tension différents a-t-on la possibilité de coder ?

$$2 \times 24 = 48 \quad ; \quad 24^2 = 576 \quad ; \quad 2^{24} = 16\,777\,216 \quad ; \quad 24$$

$$2^{24} = 16\,777\,216$$

2-c- Dans cette question, on s'appuie sur le document 1 fourni en annexe. Parmi les choix ci-dessous, quelle est la fréquence d'échantillonnage choisie pour le signal audio représenté ?

$$2\,000 \text{ Hz} \quad ; \quad 12\,500 \text{ Hz} \quad ; \quad 26\,000 \text{ Hz} \quad ; \quad 44\,100 \text{ Hz}$$

10 échantillons	0,0008
1 échantillon	0,00008

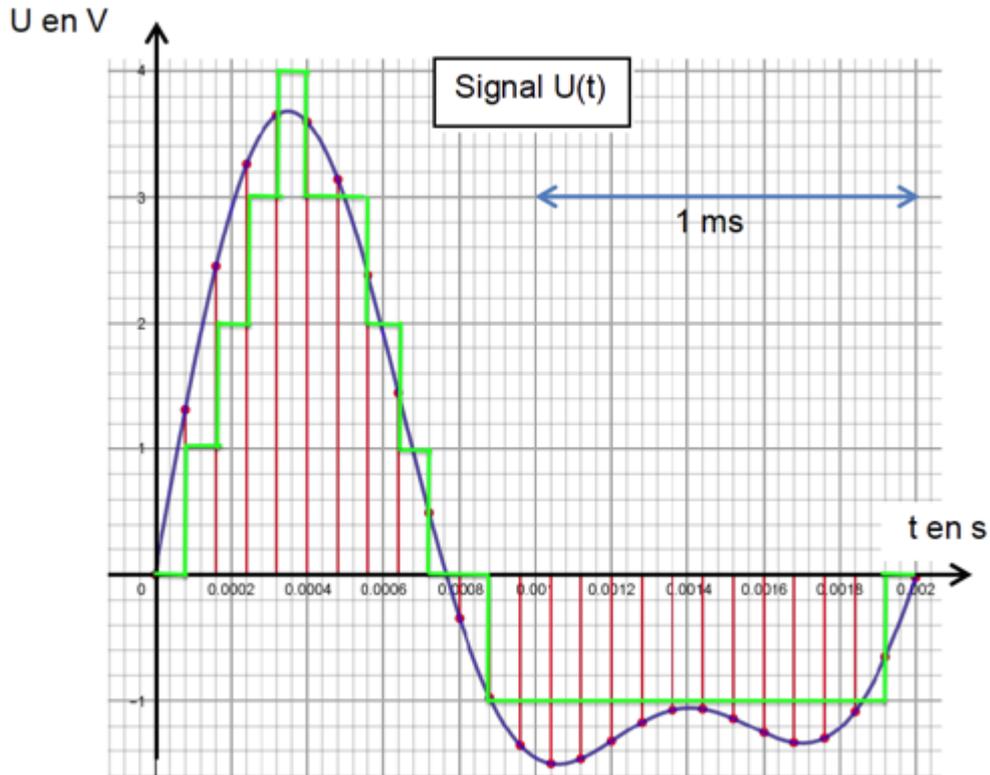
$$f=1/T$$

$$f=1/0,00008$$

$$f=12\,500 \text{ Hz}$$

3- Cette question s'appuie également sur le document 1 fourni en annexe. On procède à la quantification, par codage sur 3 bits, des valeurs de la tension obtenues après l'échantillonnage du signal audio. Après quantification, la tension (exprimée en volt), peut prendre pour valeurs les 8 nombres entiers relatifs compris entre -4 et $+3$, la valeur quantifiée d'une tension étant l'entier le plus proche de cette tension.

Sur le document 1, à rendre avec la copie, représenter la courbe des tensions après échantillonnage et quantification.



Partie B. Taille de fichier

La taille T (en bit) d'un fichier audio numérique s'exprime en fonction de la fréquence d'échantillonnage f_e (en hertz), du nombre n de bits utilisés pour la quantification, de la durée Δt de l'enregistrement (en secondes) et du nombre k de voies d'enregistrement (une en mono, deux en stéréo) selon la relation :

$$T = f_e \times n \times \Delta t \times k$$

Dans un studio d'enregistrement, on enregistre un morceau de musique en stéréo en choisissant un encodage sur 24 bits et une fréquence d'échantillonnage de 192 kHz.

4- Vérifier que l'espace de stockage nécessaire pour enregistrer une seconde de musique avec cette qualité est de 1,152 Mo.

$$T = f_e \times n \times \Delta t \times k$$

$$T = 192 \cdot 10^3 \times 24 \times 1 \times 2$$

$$T = 9,216 \cdot 10^6 \text{ bits}$$

$$T = (9,216 \cdot 10^6) / 8$$

$$T = 1,152 \cdot 10^6 \text{ octets}$$

$$T = 1,152 \text{ Mo}$$

5- Un espace de stockage de 200 Mo est-il suffisant pour enregistrer un fichier contenant un morceau de musique de cinq minutes dans cette qualité ?

Méthode 1 :

1 seconde	1,152 Mo
5 min = 5 × 60 = 300 secondes	x

$$x = (300 \times 1,152) / 1$$

$$x = 345,6 \text{ Mo}$$

Avec 200 Mo de stockage on ne dispose pas de suffisamment d'espace pour enregistrer un fichier contenant un morceau de musique de cinq minutes dans cette qualité.

Méthode 2 :

$$T = f_e \times n \times \Delta t \times k$$

$$T = 192 \cdot 10^3 \times 24 \times 5 \times 60 \times 2$$

$$T = 2,7648 \cdot 10^9 \text{ bits}$$

$$T = (2,7648 \cdot 10^9) / 8$$

$$T = 3,456 \cdot 10^8 \text{ octets}$$

$$T = 345,6 \text{ Mo}$$

Avec 200 Mo de stockage on ne dispose pas de suffisamment d'espace pour enregistrer un fichier contenant un morceau de musique de cinq minutes dans cette qualité.

6- Le dispositif d'encodage et de compression FLAC (Free Lossless Audio Codec) permet de compresser le fichier obtenu à la question précédente avec un taux de compression de 45 %. Avec 200 Mo de stockage, dispose-t-on de suffisamment d'espace pour enregistrer ce fichier compressé ?

On rappelle que le taux de compression est le quotient de la taille du fichier compressé par la taille du fichier initial.

$$\frac{45}{100} \times 345,6 = 155,52 \text{ Mo}$$

Avec 200 Mo de stockage on dispose de suffisamment d'espace pour enregistrer ce fichier compressé par FLAC.

Document réponse à rendre avec la copie

La numérisation et le stockage d'un son

Document 1 : Signal audio en fonction du temps

En ordonnée, la tension U est exprimée en volt, en abscisse le temps t est exprimé en seconde.

Lors de l'échantillonnage du signal, les mesures sont réalisées aux instants repérés par des lignes verticales.

