# Corrigé et barème – Le son, une information à coder

Numérisation (échantillonnage, quantification), fréquence d'échantillonnage, taille d'un fichier, compression (programme d'enseignement scientifique de 1re)

Durée : 120 min – Sans document – Sur 20 points · Enseignement scientifique 1re

## Exercice 1 – Échantillonner un violon *(4 pts)*

a) $T_e = \frac{1}{20\,000} = 5 \times 10^{-5}$ s $=$ **50 µs**. (1)

b) $20\,000 \times 1{,}8 =$ **36 000 échantillons**. (1)

c) Critère de Shannon : $f_{\max} \leq \frac{f_e}{2}$, donc **10 kHz**. (1)

d) 14 kHz $>$ 10 kHz : les harmoniques aigus seraient faussés, **le réglage ne convient pas**. Il faut $f_e \geq 2 \times 14 =$ **28 kHz**. (1)

**Erreur fréquente** — Le critère de Shannon porte sur la plus haute fréquence du son, harmoniques comprises, et non sur sa fréquence fondamentale.

## Exercice 2 – Niveaux et pas de quantification *(4 pts)*

a) $2^6 =$ **64 niveaux**. (1)

b) $q = \frac{4{,}8}{64} = 0{,}075$ V $=$ **75 mV**. (1)

c) Il faut $2^n \geq \frac{4{,}8}{0{,}001} = 4\,800$ ; $2^{12} = 4\,096 < 4\,800 \leq 8\,192 = 2^{13}$, donc **13 bits** (pas $\approx 0{,}59$ mV). (1)

d) Le nombre de niveaux passe de 64 à $2^{12} = 4\,096$ : il est **multiplié par $2^6 = 64$**. C'est la taille du fichier qui double, puisqu'elle est proportionnelle à $n$. (1)

**À retenir** — Chaque bit supplémentaire double le nombre de niveaux, alors que la taille du fichier n'augmente que proportionnellement au nombre de bits.

## Exercice 3 – Taille d'un enregistrement de studio *(4 pts)*

a) $D = 176\,400 \times 24 \times 2 =$ **8 467 200 bit/s** $\approx 8{,}47$ Mbit/s. (1)

b) $\Delta t = 90$ s ; $T = 8\,467\,200 \times 90 =$ **762 048 000 bits**. (1)

c) $762\,048\,000 \div 8 = 95\,256\,000$ octets $\approx$ **95,3 Mo**. (1)

d) $\frac{500 \times 10^9}{95\,256\,000} \approx 5\,249{,}0$ ; on ne compte que les morceaux entiers : **5 249 morceaux**. (1)

**Repère** — Une minute et demie en qualité studio pèse près de 100 Mo : c'est pourquoi les fichiers diffusés sont presque toujours compressés.

## Exercice 4 – Comparer deux compressions *(4 pts)*

a) FLAC : $\tau = \frac{50{,}4}{29{,}6} \approx$ **1,70** ; MP3 : $\tau = \frac{50{,}4}{5{,}6} =$ **9**. (1)

b) $\left(1 - \frac{5{,}6}{50{,}4}\right) \times 100 \approx$ **88,9 %**. (1)

c) **Le FLAC** : son gain modeste (taille divisée par 1,7) est typique d'un codage réversible, qui ne supprime aucune information ; le MP3 atteint 9 car il élimine les informations peu perceptibles. (1)

d) Le MP3 a définitivement perdu une partie de l'information. Le FLAC conserve exactement ce qu'on lui donne : il conserverait donc le son déjà dégradé. **La perte est irréversible.** (1)

**Le point clé** — Un format sans perte préserve fidèlement le fichier qu'il reçoit, mais il ne peut pas recréer une information qu'une compression avec perte a supprimée.

## Exercice 5 — Écouter les baleines *(4 pts)*

a) $f_e \geq 2 \times 3{,}5 = \mathbf{7\ kHz}$. (1)

b) $D = 10\,000 \times 12 \times 1 = 120\,000$ bit/s $= \mathbf{120\ kbit/s}$. (1)

c) $24$ h $= 86\,400$ s ; $120\,000 \times 86\,400 = 10\,368\,000\,000$ bits, soit $\div 8 = 1\,296\,000\,000$ octets $\approx \mathbf{1{,}3\ Go}$. (1)

d) $\frac{128}{1{,}296} \approx 98{,}8$ : **98 jours complets**. (1)

**Attention** — Convertir la durée en secondes et diviser par 8 avant de comparer une quantité de bits à une capacité exprimée en octets.

*Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).*