

COURS

Le son, une information à coder

1^{re}

Programme d'enseignement scientifique de première générale — BO 2023 n°25 — MENE2312806A

Un son est continu : à chaque instant, une valeur. Un fichier ne peut contenir qu'une suite finie de nombres. Passer de l'un à l'autre suppose donc de **jeter** de l'information — à intervalles réguliers, et par arrondis. Toute la question est de savoir combien on peut en jeter sans que l'oreille s'en aperçoive.

1 Les deux découpages

DÉFINITION

La **numérisation** comporte deux opérations distinctes, sur deux axes différents. L'**échantillonnage** découpe le **temps** : on relève la valeur du signal à intervalles réguliers, et la **fréquence** d'échantillonnage dit combien de relevés par seconde. La **quantification** découpe l'**amplitude** : chaque valeur relevée est arrondie à l'un des niveaux disponibles, dont le nombre dépend des bits alloués. Deux axes, deux découpages indépendants.

RÈGLE

Numériser, c'est perdre volontairement de l'information : on relève des valeurs à intervalles réguliers et on les **arrondit** à des niveaux discrets. La qualité ne consiste pas à ne rien perdre — c'est impossible — mais à perdre ce que l'oreille ne distingue pas.

$$\text{signal continu} \rightarrow \text{échantillonnage(temps)} \rightarrow \text{quantification(amplitude)}$$

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Confondre la fréquence d'échantillonnage et la résolution de quantification. — L'échantillonnage découpe le **temps**, la quantification découpe l'**amplitude** : deux découpages indépendants, sur deux axes différents. Augmenter l'un n'améliore pas ce que l'autre dégrade, et le **débit** dépend des deux. Les confondre rend tout calcul de taille de fichier impossible.

Le réflexe : Situer chaque grandeur sur son axe : le **temps** pour l'échantillonnage, l'**amplitude** pour la quantification.

2 Débit et taille

PROPRIÉTÉ

Le **débit** binaire est le nombre de bits produits par seconde : il vaut la **fréquence** d'échantillonnage multipliée par le nombre de bits de **quantification**, puis par le nombre de voies. La taille du fichier s'en déduit en multipliant par la durée. Un **octet** valant huit bits, il reste à diviser par huit pour passer à une unité de stockage.

$$\text{débit} = f_e \times n_{\text{bits}} \times \text{voies}$$

EXEMPLE

Un enregistrement échantillonné à 44 100 Hz, quantifié sur 16 bits, en deux voies. Quel est son débit ?

① Bits par échantillon et par voie, multipliés par le nombre de relevés :

$$44100 \times 16 = 705600$$

② puis par les deux voies :

$$705600 \times 2 = 1411200$$

Environ 1,41 million de bits par seconde, soit 1 411 kbit/s.

3 Compresser

DÉFINITION

Une **compression sans perte** réduit la taille en éliminant des redondances : le signal d'origine est restituable **exactement**. Une compression **avec perte** supprime en plus des informations jugées peu perceptibles, et le signal d'origine n'est alors **pas** récupérable. La seconde réduit beaucoup plus, au prix d'une dégradation irréversible — chaque réencodage l'aggrave.

D'où une règle pratique qui vaut d'être retenue : on archive dans un format **sans perte** et l'on diffuse dans un format compressé, jamais l'inverse. Repartir d'un fichier déjà compressé avec perte pour en produire un autre cumule les dégradations, et aucune opération ultérieure ne restitue ce qui a été supprimé.

CALCULER LA TAILLE D'UN FICHIER SONORE

- ① Multiplier la **fréquence d'échantillonnage** par le nombre de bits de **quantification**.
- ② Multiplier par le nombre de **voies** pour obtenir le **débit** en bits par seconde.
- ③ Multiplier par la **durée** pour obtenir le nombre total de bits.
Un octet vaut huit bits : diviser par huit pour passer des bits aux octets.
- ④ Convertir dans une unité **lisible** avant de commenter.
- ⑤ Vérifier l'**ordre de grandeur** contre un repère connu.

À VÉRIFIER

- Ai-je distingué **échantillonnage** (temps) et **quantification** (amplitude) ?
- Ai-je dit que numériser, c'est perdre volontairement ?
- Ai-je multiplié par le nombre de **voies** pour le **débit** ?
- Ai-je converti les bits en **octets** en divisant par huit ?
- Ai-je distingué **compression** avec et sans perte ?

À RETENIR

- La **numérisation** comporte deux opérations : échantillonner, quantifier.
- **Échantillonnage** : découpe le **temps**. **Quantification** : découpe l'**amplitude**.
- **Numériser** = perdre volontairement de l'information.
- **Débit** = fréquence d'échantillonnage × bits × voies.
- Un **octet** vaut 8 bits : diviser par 8 pour passer aux octets.
- $44\,100\text{ Hz} \times 16\text{ bits} \times 2\text{ voies} = 1\,411\,200\text{ bits/s}$.
- Une minute à ce débit pèse environ 10,6 Mo.
- **Compression** sans perte : restitution exacte. Avec perte : irréversible.
- Archiver sans perte, diffuser compressé — jamais l'inverse.