

TD n°1 Son & compression

Exercice N°1 : Numériser un son

Document 1 : Echantillonnage à différentes fréquences

Le mathématicien Claude Elwood Shannon (1916-2001) a démontré qu'un signal était correctement numérisé si sa fréquence d'échantillonnage f_e est telle que $f_e > 2f_{\text{max signal}}$. Si la fréquence est trop petite, le son est sous échantillonné et à l'oreille on pourra percevoir une différence.

1. Déterminez la fréquence d'échantillonnage permettant de numériser le signal sonore du document 1.
2. Déduisez-en le lien entre la fréquence d'échantillonnage et la qualité de la numérisation.
3. Déterminez le nombre de bits de quantification permettant de numériser le signal sonore du document 2 le plus fidèlement possible.
4. Déduisez-en le lien entre le nombre de bits de quantification et la qualité de la numérisation.

Document 2 : La quantification

Après avoir échantillonné le signal, il faut mesurer la valeur de chaque échantillon et lui attribuer une valeur entière en base binaire. C'est l'étape de quantification. Puis on attribue à chaque échantillon le palier dont il se rapproche le plus.



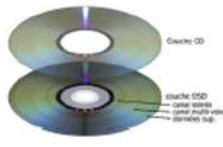
Exercice 2 : Taille et stockage d'un son numérique

1. Déterminer l'influence des paramètres de numérisation sur la taille d'un fichier puis en déduire le lien entre taille et qualité audio d'un fichier.

2. Calculez la taille, en bits puis en Mo, d'une chanson de 3 minutes sur un CD et sur un SA-CD, et en déduire quel support permet une meilleure qualité audio.

Document 3: Comparatifs pour différents supports audios

En 1999, apparaît le super audio CD (SA-CD), un disque de même diamètre que le CD-audio mais pouvant stocker plus de données. Comme sa fréquence d'échantillonnage est très grande, et ses échantillons donc très rapprochés les uns des autres, sa quantification peut se faire sur un seul bit. Ainsi, un bit 1 signifie que le signal augmente, et un bit 0 signifie que le signal diminue. Le SA-CD n'atteint pas le succès commercial attendu, en grande partie à cause de l'apparition des plateformes de musique sur Internet.

			
Durée stockée	40 à 60 minutes	74 minutes	256 minutes
Fréquence échantillonnage	NA (Analogique)	44100 Hz	2822400 Hz
Nombre de bits de quantification	NA (Analogique)	16	1
Débit binaire	NA (Analogique)	1411200 bits/s	5 644 800 blts/s
Nombre de canaux	1 ou 2	2	2

Exercice 3 : Réduire la taille d'un fichier son : la compression

1. Pourquoi est-il devenu nécessaire de compresser les fichiers numériques ?
2. Vérifiez qu'il est possible de reconstruire sur la fig. 1 le signal original à partir de signal compressé.



Figure 1.Compression sans perte

3. Déterminez les différences entre la compression sans perte et avec pertes.
4. Montrez qu'une chanson de 3min, enregistrée en stéréo et échantillonnée à une fréquence de 44,1kHz avec une quantification de 16 bits représente un fichier audio d'environ 32Mo.
5. Combien pourrait-on en stocker sur une micro carte SD de 128Go. Même question si on compressé le fichier au format mp3 avec un taux de compression 3 : 1.
Remarque : un taux 3 : 1 signifie que le fichier compressé est trois fois plus petit que le fichier original. La plupart des ingénieurs du son considèrent qu'à partir d'un taux 10 : 1, on perd en qualité sonore.

Exercice 4 : Codage Huffman

On appelle alphabet l'ensemble des symboles (caractères) composant la donnée de départ à compresser. Dans cet exercice, nous utiliserons un alphabet composé seulement des 8 lettres A, B, C, D, E, F, G et H.

1. On cherche à coder chaque lettre de cet alphabet par une séquence de chiffres binaires.

- a.** Combien de bits, au minimum, sont nécessaires pour chacune des 8 lettres de cet alphabet ?
- b.** Combien d'octets seront alors nécessaires pour coder un message de 1 000 caractères construits sur cet alphabet ?
- 2.** Proposer un code de taille fixe pour chaque caractère de l'alphabet de 8 lettres.
- 3.** On considère maintenant le codage suivant, la longueur du code de chaque caractère étant variable.

Lettre	A	B	C	D	E	F	G	H
Code	10	001	000	1100	01	1101	1110	1111

Ce type de codage est dit préfix, cela ne signifie qu'aucun mot du code ayant pour préfixe un autre mot du code. En clair, aucun des codes retenus ne doit être le début d'un autre code. Cette propriété permet de séparer les caractères lors du décodage de manière non ambiguë.

- a.** En utilisant la table précédente, donner le code du message : BADGE
- b.** Quel est le message correspondant au code : 00010000111101?