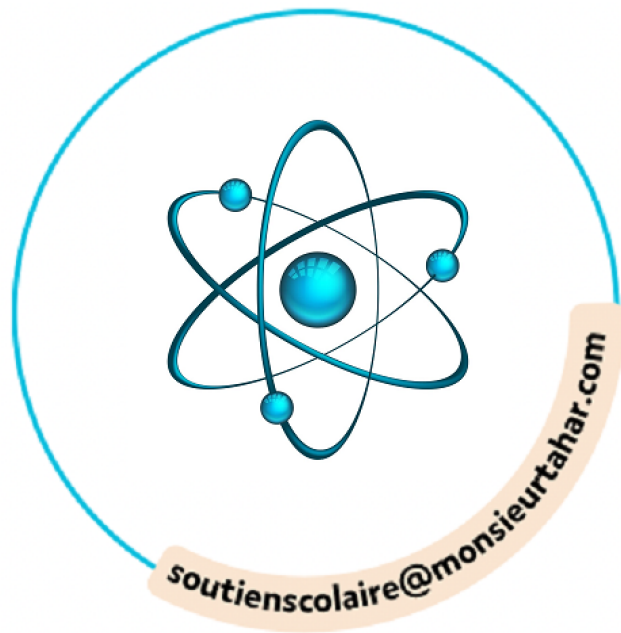


ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE

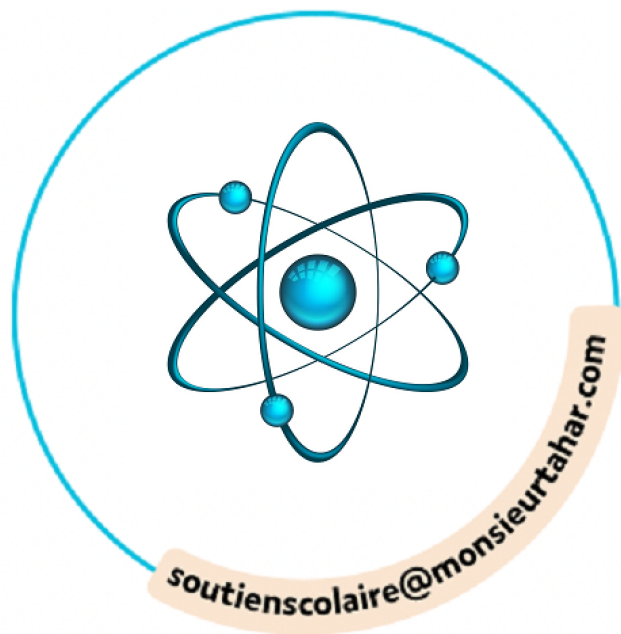
CORRECTION

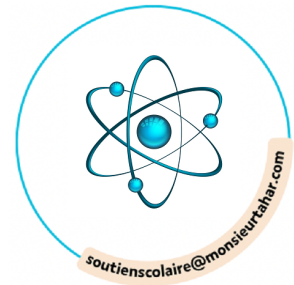


SVT

CHAPITRE 7

PARTIE I





Tester ses connaissances

1 QCM

1. **b)** l'échantillonnage et **c)** la quantification.
2. **a)** 40 000 Hz (La fréquence d'échantillonnage doit être au moins le double de la fréquence maximale du signal)
3. **b)** 12,7 % (taux de compression = taille du fichier compressé/taille du fichier d'origine = 10 668/84 082 = 0,127)
4. **a)** la résolution est élevée.

2 Phrases à construire

- a.** Plus la fréquence d'échantillonnage est élevée, plus la restitution sera fidèle mais le fichier sera plus lourd.
- b.** Une numérisation de qualité permet d'obtenir un signal numérique fidèle au signal analogique.

3 Définitions inversées

- a.** Échantillonnage
- b.** Quantification
- c.** Dynamique
- d.** Débit binaire

4 Calculs !

Taille (bit) = F_e (Hz) $\times n \times$ durée (seconde) \times nombre de voies

	Fréquence d'échantillonnage					
	8 000 Hz	22 050 Hz	44 100 Hz	48 000 Hz	96 000 Hz	192 000 Hz
Mono ¹ 8 bit	0,48	1,32	2,64	2,88	5,76	11,52
Stéréo ² 8 bit	0,96	2,64	5,28	5,76	11,52	23,04
Mono 16 bit	0,96	2,64	5,28	5,76	11,52	23,04
Stéréo 16 bit	1,92	5,28	10,56	11,52	23,04	46,08
Mono 24 bit	1,44	3,96	7,92	8,64	17,28	34,56
Stéréo 24 bit	2,88	7,92	15,84	17,28	34,56	69,12

1. un canal
2. deux canaux

▲ Espace disque à prévoir approximativement en Mo pour un enregistrement audio d'une minute en format non compressé.

Exercices

5 Qualité FM !

1. Avec une fréquence d'échantillonnage F_e de 22 050 Hz, les sons les plus aigus qui pourront être restitués avec une qualité suffisante et auront une fréquence de 11 025 Hz (la moitié de la fréquence F_e).
2. Cela est suffisant pour un journal d'informations (11 025 Hz > 1 200 Hz) mais insatisfaisant pour des morceaux de musique (11 025 Hz < 20 000 Hz).

6 Stocker de la musique

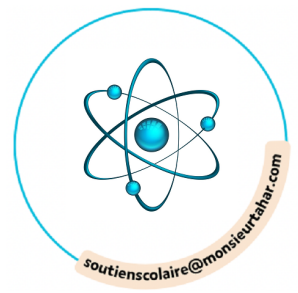
La durée des albums en secondes est de :

- 44 min 01 s = $44 \times 60 + 1 = 2\,641$ s pour One of the Boys
- 46 min 45 s = $46 \times 60 + 45 = 2\,805$ s pour Teenage Dream
- 48 min 42 s = $48 \times 60 + 42 = 2\,922$ s pour Prism
- 57 min 28 s = $57 \times 60 + 28 = 3\,448$ s pour Witness

Le total fait donc 11 816 s.

Taille des mp3 à 192 kbit/s pour une durée totale de 11 816 secondes : temps (s) \times débit (kbit/s)/8 000 : App. Num. : $11\,816 \times 192/8\,000 = 284$ Mo.

Espace libre restant : 620 - 284 = 336 Mo, donc $336/14\,600 = 0,023$ soit 2,3 % libre seulement
Il est donc possible pour Clémence de transférer les 4 albums sur sa clé USB.



7 Débit binaire et streaming

Taille (bit) = fréquence d'échantillonnage (Hz) × nombre n de bits × durée (seconde) × nombre de voies

– La taille d'une seconde de musique pour le CD Audio est de :

$$44\,100 \times 16 \times 1 \times 2 = 1\,411\,200 \text{ bits soit (en divisant par 8) } 176\,400 \text{ octets}$$

– La taille d'une seconde de musique pour le fichier HD est de :

$$96\,000 \times 24 \times 1 \times 2 = 4\,608\,000 \text{ bits soit (en divisant par 8) } 576\,000 \text{ octets}$$

Les débits nécessaires pour chaque format sont donc respectivement de 176 ko/s et 576 ko/s.

Avec 250 ko/s, seul le CD pourra être écouté en streaming sur le réseau WiFi.

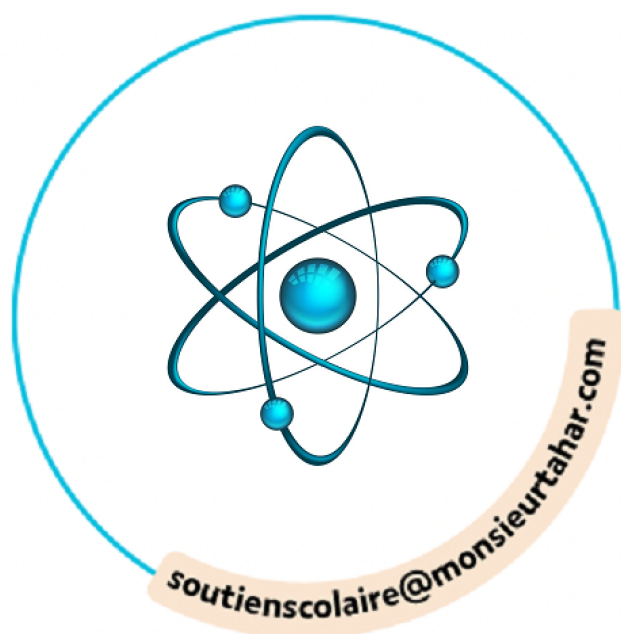
8 Qualité audio - Perte d'informations

1. En écoutant au casque la chanson, Maxime n'entend le son que du côté gauche (canal par défaut en son mono) et perçoit une qualité très moyenne, en particulier avec un manque de dynamique (8 bits seulement – 256 niveaux seulement pour coder les écarts de volume entre les sons) et des aigus pas assez définis. (La fréquence de 22 050 Hz ne permet de restituer correctement que les fréquences jusqu'à 11 025 Hz).
2. La même écoute après transformation permet de percevoir le son des deux côtés (2 canaux en stéréo), mais sans effet «stéréo» (le signal est identique à gauche et à droite). Pas d'amélioration quant aux aigus.
3. Il est impossible d'améliorer la qualité du fichier de départ. Les informations non codées dans le fichier initial sont définitivement perdues et ne peuvent pas être restaurées.

9 Transmission de la voix par téléphone

1. La fréquence d'échantillonnage doit être au moins le double de la fréquence maximale du signal transmis.
 $2 \times 3\,400 \text{ Hz} = 6\,800 \text{ Hz}$ et on vérifie que $8\,000 \text{ Hz} > 6\,800 \text{ Hz}$
Le choix de cette fréquence d'échantillonnage est correct.
2. Avec un codage logarithmique, on discerne plus finement les variations à bas niveau, donc à faible volume.
C'est adapté à une conversation téléphonique où le niveau sonore est rarement élevé.
3. 8 bits à la fréquence de 8 kHz (8000 fois par seconde) correspondent à un débit par seconde de :
 $8 \times 8\,000 = 64\,000 \text{ bits par seconde soit } 64 \text{ kbps.}$
4. Avec des échantillons de 14 bits, on aurait eu un débit de : $14 \times 8\,000 = 112\,000 \text{ bits par seconde}$ soit 112 kbps.

PARTIE II



Tester ses connaissances

1 QCM

1. b) 2. a) 3. b) et c) 4. b) et c) 5. b)

2 Définitions inversées

- a. Audible
- b. Oreille externe
- c. IRM fonctionnelle

3 Schéma à légender

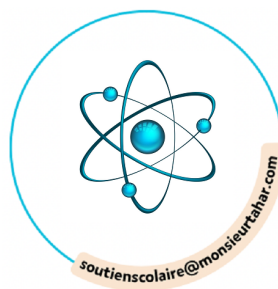
- a. Pavillon ou oreille externe
- b. Tympan
- c. Osselets
- d. Cochlée

4 Remettre dans l'ordre

d. ; c. ; b. ; a.

5 Calculs !

- 1. $R_1 = 419 \text{ kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ et $R_2 = 1,61.10^6 \text{ kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.
- 2. $R_2 / R_1 = 3,85.10^3$.
- 3. $L = 20 \log (\sqrt{3,85.10^3}) = 35,8 \text{ dB}$ soit une perte d'environ 36 dB.



Exercices

6 L'organe auditif de la mante religieuse

Décrire : La chauve-souris chasse en émettant des cris qui, lorsqu'ils atteignent un obstacle ou une proie, se réfléchissent en produisant un écho revenant aux oreilles de l'animal.

Expliquer : Ces cris, de fréquences correspondant aux ultrasons, sont testés sur des mantes religieuses privées ou pourvues d'une « oreille thoracique » fonctionnelle. On peut observer que le groupe de mantes ayant cet organe intact a un taux de survie supérieur (76 %) au taux du groupe dépourvu de cet organe des sens (34 %). Ceci permet de formuler l'hypothèse que cet organe sensible aux ultrasons permet à la mante d'entendre les cris de localisation de la chauve-souris et donc lui permettre de se mettre hors de portée.

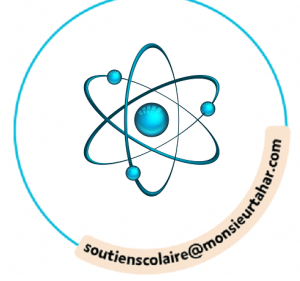
7 La cochlée

D'après l'image fournie et la vidéo, on peut voir que la zone de l'organe de Corti vibrant suite à l'arrivée d'un stimulus sonore n'est pas la même selon sa fréquence. La partie la plus proche de l'oreille moyenne vibre plutôt suite à des sons de hautes fréquences alors que sa partie terminale vibre plutôt à basse fréquence. Or si la membrane basilaire vibre, elle entraîne les cellules ciliées du conduit cochléaire. Ces cellules étant à l'origine de la formation du signal nerveux envoyé au cortex par le nerf auditif. On en conclut que l'organe joue le rôle d'un « clavier » activé par les ondes sonores selon leur fréquence et transmettant ces informations au cerveau des cellules ciliées au cortex auditif.

8 L'évolution du nombre de cellules ciliées

Chaque tache blanche chez ces différents individus représente une cellule ciliée : trois rangées de cellules ciliées externes (en haut des images) et une rangée de cellules ciliées internes (en bas de l'image). On peut observer que l'âge avançant, alors qu'aucun des individus étudiés n'a subi de traumatisme auditif, le nombre de cellules ciliées diminue, rendant les rangées de plus en plus clairsemées. On peut alors supposer que l'individu de 86 ans possède une acuité auditive plus faible que celle la personne de 39 ans. Le nombre de cellules ciliées dans la cochlée d'une personne diminue avec l'âge, même sans problème ou traumatisme auditif, expliquant ainsi la baisse de la qualité de l'audition observée au cours de la vie.

Remarque : On parle alors de presbycousie, par analogie avec la presbytie (trouble de la vue lié à une perte de capacité d'accommodation du cristallin).



9 Une origine physiologique du découpage des gammes en demi-ton?

1. Seules f_1 (2116 Hz) et f_2 (2002 Hz) ont une intensité supérieure à 2,5 dB et leur rapport $f_1/f_2 = 2116/2002 \approx 1,0569$.
2. La valeur d'un $\frac{1}{2}$ ton dans la gamme tempérée vaut $\sqrt[12]{2} \approx 1,0594$.
3. On peut observer une réaction plus marquée de la cochlée lorsqu'on la stimule avec des fréquences dont le rapport est d'environ 1,056 ce qui est proche de la valeur du rapport de fréquences de deux notes séparées d'un $\frac{1}{2}$ ton dans la gamme tempérée (environ 1,059). Cette proximité entre ces deux valeurs peut être interprétée comme un argument en faveur de la « théorie naturelle de la musique ».