





## Exercice 1 (obligatoire) – Niveau première (mathématiques)

### Organisation d'un marathon

Sur 8 points

En 2020, un marathon a eu lieu, comme tous les ans depuis l'année 2000, dans la ville de Poumoncity. Un tirage au sort est organisé pour pouvoir courir ce marathon.

**Les deux parties de cet exercice sont indépendantes.**

#### Partie A

En 2020, 90 000 personnes ont participé au tirage au sort, et seulement 40 % d'entre elles ont été retenues. Sur ces personnes retenues, 85 % se sont présentées le jour de l'épreuve.

**1-a-** Vérifier que 30 600 personnes se sont présentées au départ de ce marathon.

**1-b-** Déterminer le pourcentage des personnes au départ par rapport aux personnes ayant participé au tirage au sort.

En course à pied, la catégorie « Master » regroupe les personnes de 35 ans ou plus. Voici la répartition des coureurs par sexe et par catégorie :

	Hommes	Femmes	Total
Master	18 050	3 800	
Autres	6 150	2 600	
Total			30 600

**2-a-** Recopier et compléter ce tableau.

**2-b-** Calculer le pourcentage de personnes en catégorie « Master » parmi l'ensemble des coureurs, puis parmi les femmes. *Arrondir les résultats à 0,1 %.*





**4-b-** Si l'évolution se poursuit ainsi, à partir de quelle année, le nombre de participants dépassera-t-il 40 000 pour la première fois ? Détailler la démarche.

Le vainqueur de ce marathon a couru 3 km pour s'échauffer avant la course, puis a couru son marathon à une vitesse moyenne de 20 km/h. On admet que la distance parcourue (exprimée en km) en fonction du temps  $t$  (exprimé en heures) est donnée par la fonction  $d$  définie sur  $[0 ; +\infty[$  par  $d(t) = 3 + 20t$ .

**5-a-** Justifier le choix de modéliser la situation par une fonction plutôt que par une suite.

**5-b-** Quelle distance ce coureur a-t-il parcourue au bout d'une heure et demie ?





- 1- À partir du document 1, décrire l'évolution de l'anomalie de la température de la Terre et celle de la puissance surfacique solaire reçue par la planète depuis 1900.

### Document 2 – L'énergie solaire

Depuis son existence il y a 4,6 milliards d'années, le Soleil fournit en permanence à la Terre l'énergie indispensable à la vie. L'énergie solaire est issue de réactions de fusion nucléaire ayant lieu au cœur du Soleil à une température très élevée (environ 15 millions de Kelvin) en comparaison avec celle de la surface (environ 6 000 Kelvin).

Ainsi, ce sont 620 millions de tonnes d'hydrogène qui, chaque seconde, sont transformées en 615,7 millions de tonnes d'hélium. Cela signifie que, chaque seconde, l'énergie libérée par des réactions de fusion qui se produisent au sein du Soleil est de  $3,9 \times 10^{26}$  J soit une puissance totale émise par le Soleil de  $3,9 \times 10^{26}$  W. Cette valeur fluctue selon un cycle de 11 ans avec l'activité du Soleil.

La puissance surfacique solaire à la distance Terre-Soleil en Watts s'exprime ainsi :

$$P_S = \frac{P_{\text{soleil}}}{4 \times \pi \times d_{TS}^2}$$

Avec  $P_{\text{soleil}}$ , la puissance émise par le Soleil en Watts et  $d_{TS}$ , la distance Terre-Soleil en mètres.

Donnée :  $d_{TS} = 1,5 \times 10^8$  km

Source : d'après l'article du CEA « De l'étoile à l'énergie domestique », 2009

- 2- Montrer par un calcul que la valeur de la puissance surfacique solaire  $P_S$  reçue sur Terre est voisine de  $1400 \text{ W.m}^{-2}$ . Comparer cette valeur à celle du document 1.
- 3- Préciser à partir du document 2, l'origine de la puissance du rayonnement solaire reçue sur la Terre.
- 4- À l'aide des documents 1 et 2, justifier que l'activité du Soleil n'est pas un facteur du réchauffement climatique au cours de la dernière soixantaine d'années.

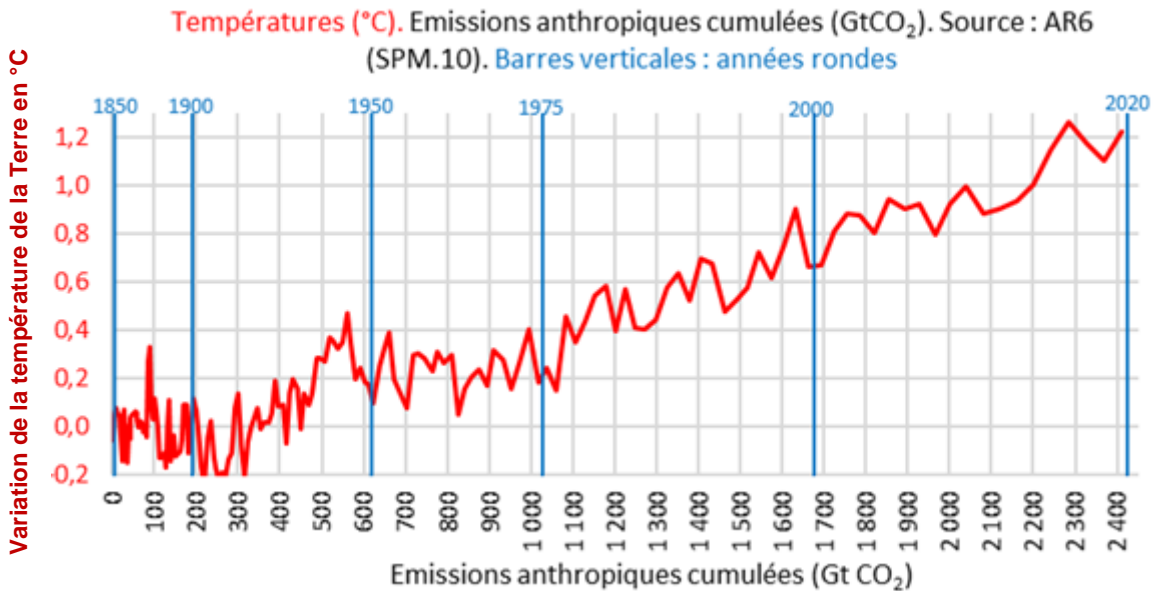




## Document 4 – Le GIEC

Au niveau international, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été créé en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE). Pour chaque rapport, les experts du GIEC analysent plusieurs milliers de publications scientifiques. Unique au monde, ce réseau de scientifiques a pour mission de compiler et de rendre compte des connaissances les plus avancées relatives à l'évolution du climat mondial, à ses impacts et aux moyens de les atténuer. Le GIEC est organisé de manière à garantir la qualité et l'indépendance du travail scientifique.

Le GIEC s'appuie sur la représentation ci-dessous pour suggérer une relation entre la température terrestre moyenne et les émissions anthropiques cumulées de dioxyde de carbone, gaz à effet de serre (1 Gt = 1 milliard de tonnes). Cette relation est représentée graphiquement ci-dessous.



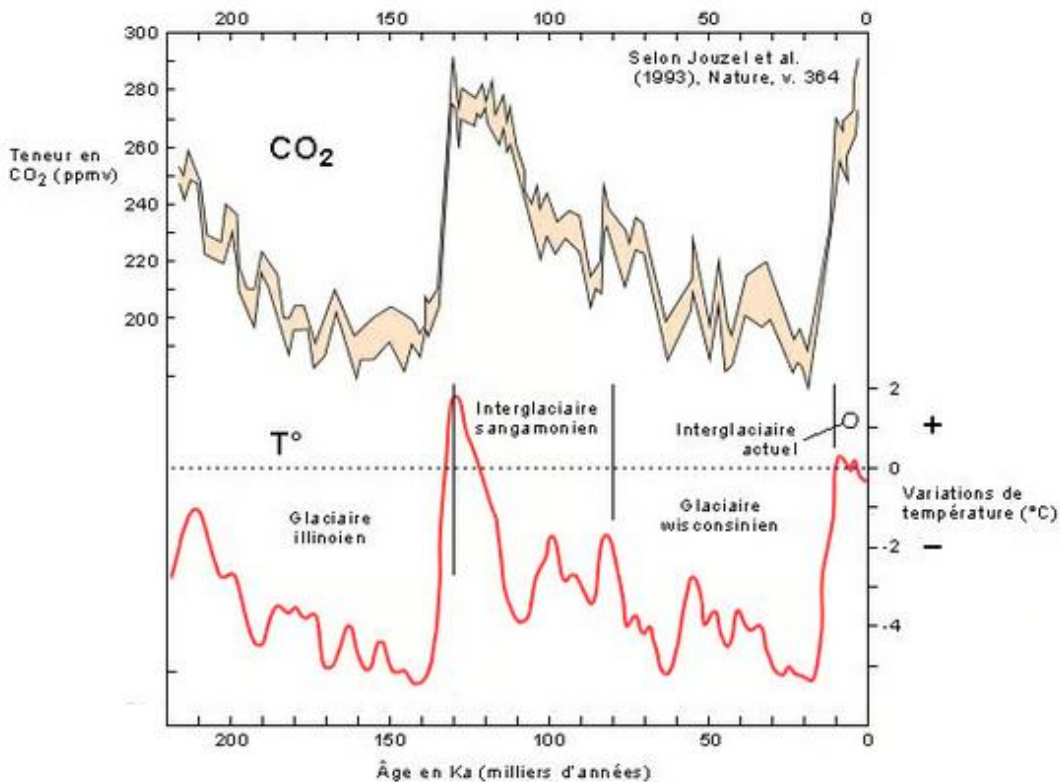
Source : <https://www.climato-realistes.fr>





## Document 6 – Graphiques représentant les fluctuations des teneurs en dioxyde de carbone et les fluctuations des températures depuis 220 000 ans sur Terre

Les teneurs en CO<sub>2</sub> sont obtenues par l'analyse de minuscules bulles d'air piégées dans la glace d'une carotte prélevée au nord de la Russie. Les fluctuations de température sont indiquées selon leur déviation par rapport aux températures actuelles (1993).



Source : <https://www.futura-sciences.com>

- 8- À l'aide de l'ensemble des documents, développer une argumentation permettant de confirmer ou d'infirmer les propos tenus dans la publication énoncée en introduction : « Le climat a toujours changé, mais cela n'a rien à voir avec l'homme ».

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « Son, musique et audition »

### La guitare ne sonne pas comme d'habitude...

Sur 12 points

Un guitariste amateur se plaint de son oreille droite depuis quelques mois. Il souffre d'une gêne auditive et d'une distorsion du son perçu lorsqu'il joue de sa guitare, en particulier pour les sons aigus. Pour comprendre l'origine de cette sensation auditive, dans un premier temps le guitariste décide d'étudier le son émis par sa guitare. Dans un second temps, il consulte un médecin ORL pour un bilan auditif.

#### Partie 1 – Du côté du son émis par la guitare

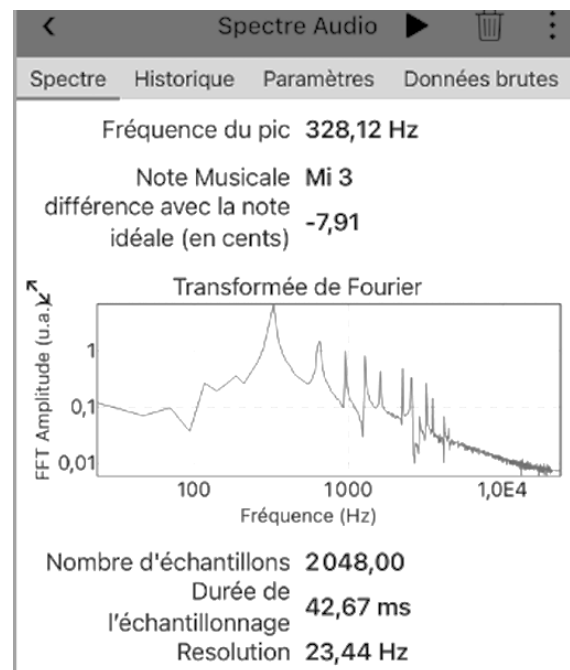
Afin de vérifier que sa guitare n'a pas d'anomalie, le guitariste mesure les fréquences de sons joués par sa guitare à l'aide d'une application dédiée et souhaite les comparer à une loi modélisant les vibrations d'une corde.

Il réalise en premier lieu l'expérience sur la corde la plus fine (document 1).

#### Document 1 – Spectre du son joué par la corde la plus fine

Le guitariste pince la corde la plus fine. À l'aide de son smartphone et d'une application dédiée, il enregistre le son joué et en obtient le spectre (figure ci-dessous).

Le guitariste en déduit que le son joué a une fréquence de 328 Hz ce qui correspond à un Mi3.

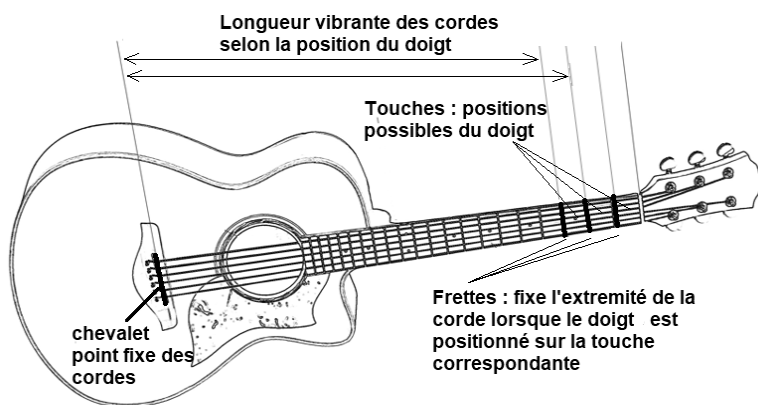


Source : Document de l'auteur



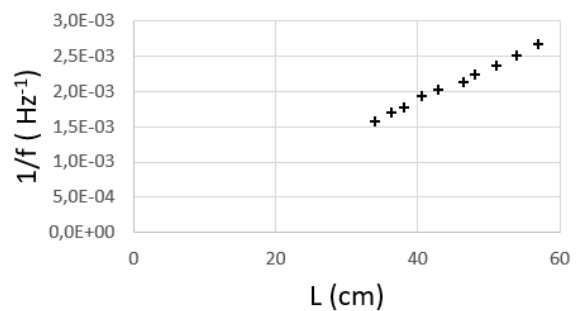
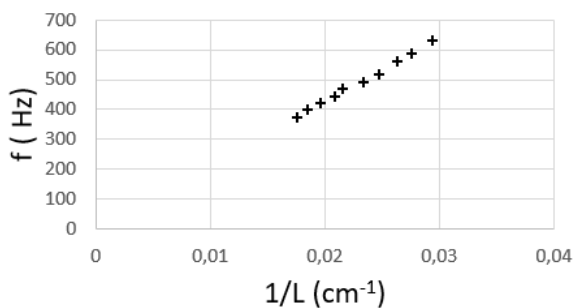
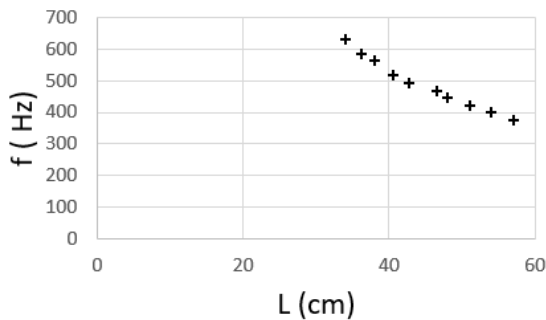
Le guitariste reprend cette expérience en déplaçant son doigt sur différentes touches (voir figure ci-dessous) sur la même corde, la plus fine.

Pour chaque son joué, il mesure la longueur de la partie de la corde libre de vibrer (figure ci-dessous). Il réalise plusieurs graphiques pour analyser les résultats de ses mesures (document 2).



### Document 2 – Exploitation graphique des données

$L$  représente la longueur vibrante de la corde (en cm) et  $f$  la fréquence du son joué (en Hz).



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

- 1- L'application indique, sur le document 1, la fréquence du premier pic : « fréquence du pic 328,12 Hz ». Justifier que cette fréquence est celle du son émis.
- 2- Expliquer la présence des autres pics observés sur le spectre ainsi que les valeurs de fréquences attendues pour les trois premiers d'entre eux.
- 3- En s'appuyant sur les graphiques du document 2, justifier que l'on peut considérer que la fréquence est inversement proportionnelle à la longueur vibrante de la corde.

### Document 3 – Une loi modélisant les vibrations de la corde

Le père Marin Mersenne, savant et philosophe français, fut l'un des premiers à utiliser un laboratoire et à y faire des expériences. [...] Il a été le premier à proposer une relation entre les différents paramètres de la corde vibrante :

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$f$  : la fréquence du son émis par la corde (en Hz) ;

$L$  : la longueur vibrante de la corde (en m) ;

$T$  : la tension de la corde (en N) ;

$\mu$  : sa masse linéique (masse d'un mètre de corde) (en  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

Il fallut attendre le XVIII<sup>e</sup> siècle avant d'avoir une démonstration mathématique de la formule de Mersenne.

Source : D'après <http://accromath.uqam.ca/2007/02/la-construction-des-gammes-musicales>

- 4- Discuter de la compatibilité des résultats expérimentaux obtenus et de la loi proposée dans le document 3. Une argumentation sur le choix du guitariste de mener toutes les mesures sur une seule et même corde est attendue.

Les résultats obtenus amènent le guitariste à conclure que la corde aigue semble se comporter normalement et l'incitent à consulter un médecin.



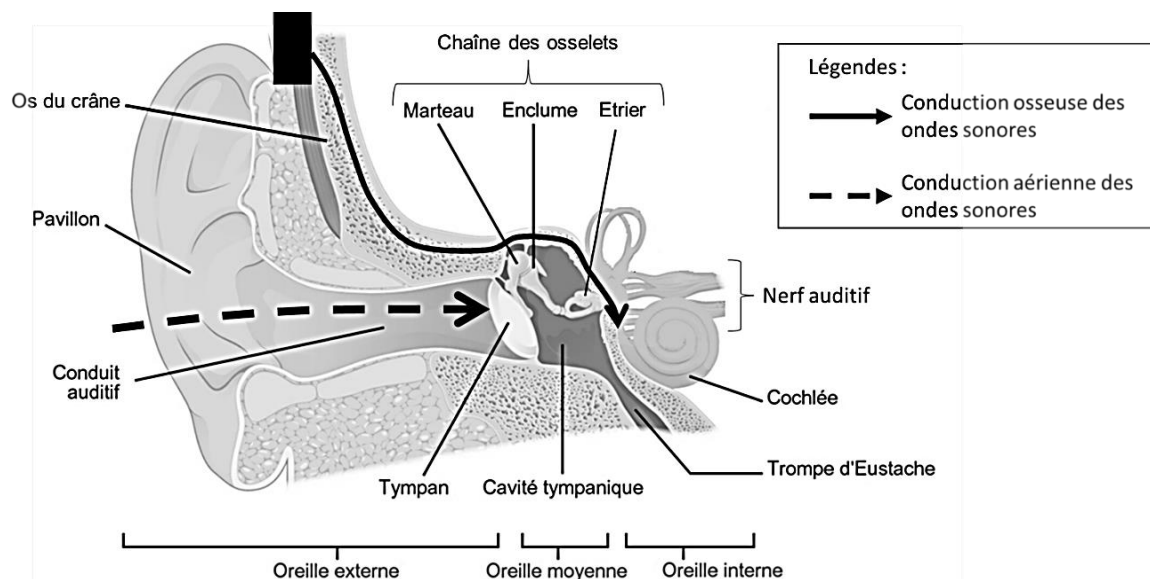
## Partie 2 – Du côté du bilan auditif de l'oreille droite ?

Le médecin ORL constate à l'auscultation que l'aspect du conduit auditif des deux oreilles du guitariste est normal. Pour identifier une éventuelle perte d'audition, il pratique un bilan complet d'audition.

### Document 4 – Modalités d'un bilan d'audition

L'audiogramme représente la courbe spécifiant le niveau d'audition d'un sujet par rapport à des valeurs normales établies sur une large population d'adultes jeunes considérés comme ayant une audition normale. Le praticien fait varier l'intensité et la fréquence du stimulus acoustique afin de déterminer l'intensité minimum perçue par le patient. Deux types de conduction du son au niveau de chaque oreille sont testées :

- La conduction par voie aérienne : le praticien teste ainsi la conduction du son de l'oreille externe à l'oreille interne en passant par le tympan et les osselets.
- La conduction par voie osseuse : le praticien teste la conduction du son à travers les os du crâne grâce à un vibreur placé à l'arrière de l'oreille.

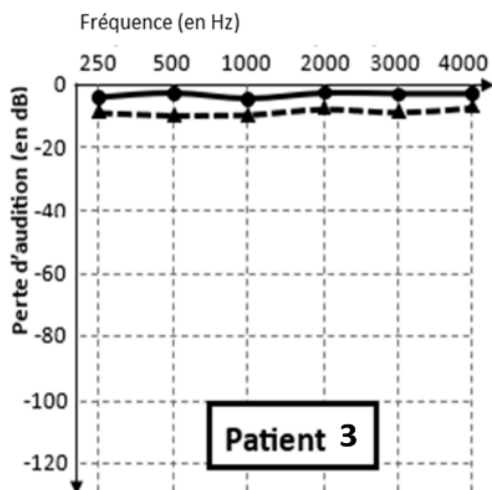
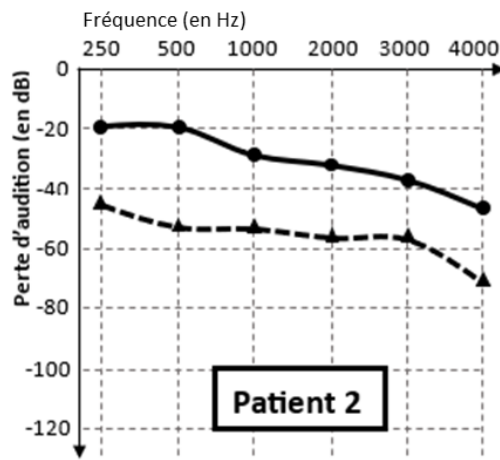
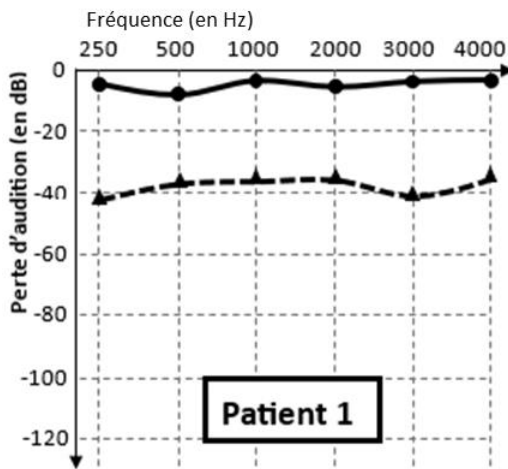


Sources : D'après <https://microbiologiemedicale.fr/anatomie-et-physiologie-de-loreille> et <https://www.cochlea.eu/exploration-fonctionnelle>



### Document 5 – Comparaison des résultats de tests auditifs chez 3 patients dont le guitariste

Seuls les résultats de l'oreille droite sont présentés ci-dessous. Le guitariste et les deux autres patients sont tous âgés d'une vingtaine d'années.



Examen mesurant les seuils d'audition en **conduction osseuse**.



Examen mesurant les seuils d'audition en **conduction aérienne**.

Source : D'après <http://www.orpac-grasse.com>





Tableau de référence des paliers de pertes auditives pour chaque bande de fréquences :

0 à 20 dB	Audition normale	56 à 70 dB	Perte moyennement sévère
21 à 40 dB	Perte légère	71 à 90 dB	Perte sévère
41 à 55 dB	Perte moyenne	Plus de 91 dB	Perte profonde

Source : D'après <https://www.fondationpourlaudition.org/bilan-auditif>

5- Proposer une hypothèse pour expliquer que la comparaison des résultats des tests auditifs soit faite entre patients du même âge.

6- Identifier pour chaque patient (document 5) un des diagnostics ci-dessous qui pourrait lui correspondre. Justifier vos réponses.

**Diagnostic 1 :** Le tympan, la chaîne des osselets et la cochlée ne présentent pas d'anomalie. **Le patient ne présente pas de surdité.**

**Diagnostic 2 :** Le tympan et les osselets sont probablement lésés mais ; la cochlée n'est pas atteinte. **Il s'agit d'une surdité de transmission qui affecte l'oreille externe et/ou moyenne.**

**Diagnostic 3 :** La cochlée est atteinte mais la chaîne des osselets et le tympan ne présentent probablement pas d'anomalies. **C'est d'une surdité de perception affectant l'oreille interne.**

**Diagnostic 4 :** La cochlée, le tympan et la chaîne des osselets sont probablement atteints. **Il s'agit d'une surdité mixte avec surdité de transmission et surdité de perception.**

7- Le guitariste est le patient 2 (document 5). Il explique au médecin : « Pour une note aigue, j'entends un timbre différent depuis quelques mois. Ma guitare ne sonne pas comme avant ». En s'appuyant sur l'audiogramme du guitariste et sur le spectre d'une note aigue (document 1), proposer une explication à la distorsion de sa perception. Une démarche sur les harmoniques est attendue.

8- Proposer au guitariste un dispositif de protection individuelle à utiliser lors de ses prochains concerts, en justifiant la réponse.