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.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Première

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique
sans enseignement de mathématiques spécifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

Niveaux visés (LV) : ø

Axes de programme : ø

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒Oui ☐ Non

DICTIONNAIRE AUTORISÉ : ☐Oui ☒ Non

☐ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

☐ Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

☐ Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

Nombre total de pages : 15

Le candidat traite seulement deux exercices, de son choix, parmi les trois qui sont proposés dans ce sujet.

Il indique son choix en début de copie.

Exercice 1 – *Niveau première*

Thème « Une longue histoire de la matière »

L'iode et la thyroïde

Sur 10 points

Un accident nucléaire peut engendrer un rejet d'éléments radioactifs dans l'atmosphère parmi lesquels notamment de l'iode radioactif, l'iode 131 (^{131}I). Respiré ou avalé, l'iode se fixe sur la glande thyroïde. Or s'il est radioactif, il augmente le risque de cancer de cet organe. En cas d'accident nucléaire, pour prévenir cette contamination radioactive de la thyroïde, des comprimés d'iode 127 (^{127}I), isotope stable, sont distribués à la population.

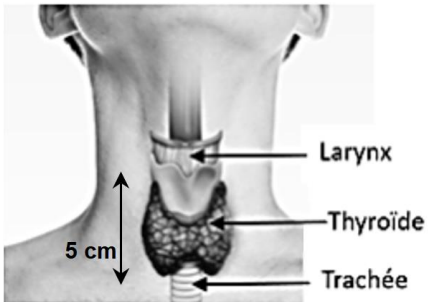
Partie 1 – L'utilisation de l'iode au niveau de la thyroïde

La thyroïde est un organe qui se situe au niveau du cou, en avant de la trachée. Elle est le siège de la synthèse des hormones thyroïdiennes qui jouent un rôle sur plusieurs fonctions de l'organisme et notamment celles liées au métabolisme.

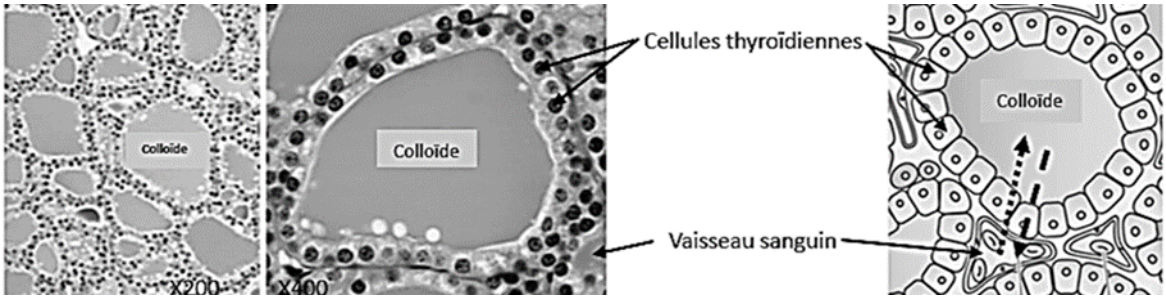
Le document 1 suivant fournit des éléments utiles.

1- Classer par ordre de grandeur croissant de leur taille : cellules thyroïdiennes, ion iodure et thyroïde. Justifier votre réponse.

Document 1 – Structure de la thyroïde à différentes échelles et transport de l'iode



Localisation anatomique de la thyroïde



(a) (b)

Observation au microscope optique d'une coupe dans une thyroïde.

(a): grossissement x 200

(b) : grossissement x400

Schéma d'interprétation de l'observation microscopique.

trajet de l'iode sous forme d'ion iodure

trajet des hormones thyroïdiennes

Les cellules thyroïdiennes captent dans le sang l'iode, sous forme d'ions iodure. L'iode pénètre alors dans le cytoplasme des cellules thyroïdiennes puis dans la colloïde, où il est utilisé pour la synthèse des hormones thyroïdiennes. Ces hormones, stockées dans la colloïde, sont ensuite libérées par les cellules thyroïdiennes dans les capillaires sanguins et rejoignent la circulation générale.

Source : D'après Indexsanté, vivopathophysiology, doctorlib.info

Partie 2 – Protection de la thyroïde en cas d'exposition à l'iode radioactif

Document 2 – Le traitement préventif par l'iode stable en cas d'accident nucléaire

Les catégories de la population les plus sensibles aux effets de l'iode radioactif sont les femmes enceintes et les enfants dont la thyroïde est encore en formation.

La prise orale de comprimés d'iode stable isotope 127 (^{127}I) est l'une des mesures que peuvent prendre les autorités en cas d'accident nucléaire pour protéger les populations les plus sensibles notamment. La thyroïde absorbe l'iode stable de ce médicament jusqu'à saturation, ce qui l'empêche d'absorber l'iode radioactif rejeté dans l'environnement lors de l'accident.

Pour une action optimale, la préconisation est une ingestion d'1 comprimé entre 24 h avant et 2 h après l'exposition à l'iode radioactif.

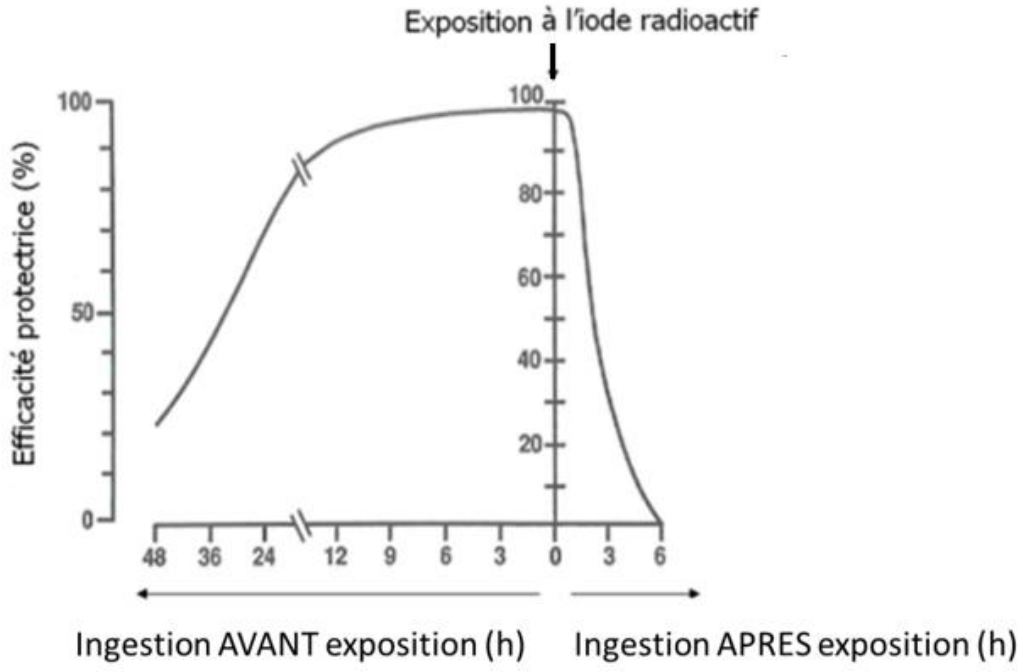
On constate parfois les effets secondaires suivants : goût métallique en bouche, nausées, vomissements, […]. Plus rarement, chez les personnes de plus de 40 ans, une prise prolongée peut entraîner un dérèglement du fonctionnement de la thyroïde.

Source : D'après Guide de directives pour la planification et la réponse aux situations d'urgence nucléaire ou radiologique, IRSN (= Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire)

Document 3 – Étude en laboratoire de l'efficacité du traitement en fonction de l'instant de l'ingestion d'iode stable

Le graphique ci-dessous montre le résultat d'une étude effectuée en laboratoire. L'expérience clinique permet de mesurer l'efficacité protectrice de l'ingestion d'iode stable selon le moment de cette ingestion par rapport à l'instant d'exposition aiguë de courte durée à de l'iode radioactif. 100 % d'efficacité protectrice correspond à une saturation totale de la thyroïde par l'iode stable.

Efficacité protectrice en pourcentage par rapport à la saturation totale de la thyroïde en fonction du moment de l'ingestion du comprimé d'iode stable



Sources : D'après Accidents nucléaires et protection de la thyroïde par l'iode stable. Agence fédérale de Contrôle nucléaire Bruxelles, Belgique et d'après Becker 1988

2- Au regard des résultats de l'étude expérimentale du document 3, discuter de la pertinence ou non de la préconisation indiquée dans le document 2, dans le cas d'un risque nucléaire.

3- En utilisant l'ensemble des informations issues des documents, rédiger un paragraphe argumenté expliquant l'intérêt de ce traitement à l'iode stable, en cas d'accident nucléaire, pour prévenir l'apparition d'un cancer de la thyroïde.

Partie 3 – L'iode 131

L'iode 131 (^{131}I) est l'isotope de l'iode dont le noyau est constitué de 53 protons et de 78 neutrons.

4- L'équation de la transformation de l'iode radioactif en xénon, est : $^{131}_{53}\mathrm{I} \rightarrow {}^{131}_{54}\mathrm{Xe} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$. Recopier la proposition exacte parmi les 3 suivantes : cette transformation est

- une fusion nucléaire
- une désintégration béta–
- une fission nucléaire

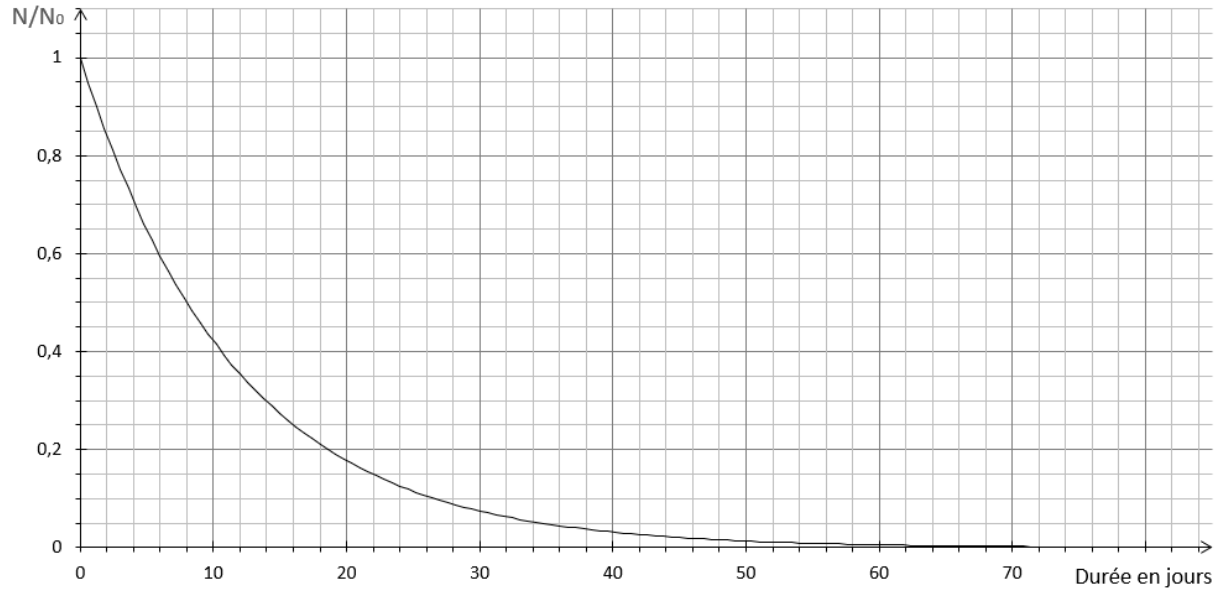
5- Rappeler la définition de la demi-vie d'un noyau radioactif.

6- À l'aide du document 5 page suivante, déterminer la demi-vie de l'iode 131.

7- À l'aide de la réponse précédente, justifier qu'il est inutile de prendre des comprimés d'iode en cas de déplacement dans une région ayant connu un accident nucléaire il y a plus de 10 ans (Tchernobyl 1986, Fukushima 2011).

Document 5 – Courbe de décroissance radioactive de l'iode 131

N/N_0 est la proportion de noyaux restant dans un échantillon au terme d'une durée donnée.



Source : Document de l'auteur

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.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
1.1

Exercice 2 – *Niveau première*

Thème « La Terre, un astre singulier »

« Vers l'horizon et au-delà ! »

Sur 10 points

Un adulte et un enfant regardent la mer depuis la plage. L'enfant s'interroge :
« Comment sait-on que la Terre est ronde, alors que l'horizon semble plat ? »

Document 1a – Observations dans l'Antiquité

« Quand un navire quitte la terre, sa coque est cachée en premier tandis que son mat est encore visible. »

Source : Cléomède,« Théorie des mouvements circulaires des corps célestes », I^er^ siècle av. J.-C.

Document 1b – Photographies d'un navire quittant la côte

Navire loin de la côte — Navire proche de la côte

1- Expliquer en quoi les observations décrites dans les documents 1a et 1b permettent de justifier que la Terre n'est pas plate. On pourra s'aider d'un ou de plusieurs schémas.

2- Donner, à l'aide de vos connaissances, une autre observation faite dans l'Antiquité confirmant l'idée d'une Terre ronde.

Après quelques explications, l'adulte montre à l'enfant le bateau qu'il voit à l'horizon, mais l'enfant ne le voit pas ! On cherche maintenant à expliquer pourquoi.

Document 2 – Détermination de la distance d à l'horizon pour l'adulte

Rayon de la Terre :
$R = 6\,371\ km = 6{,}371 \times 10^6\ m$

Hauteur des yeux de l'adulte par rapport au niveau de la mer :
$h = 1{,}75\ m$

Distance à l'horizon où se situe le bateau : d

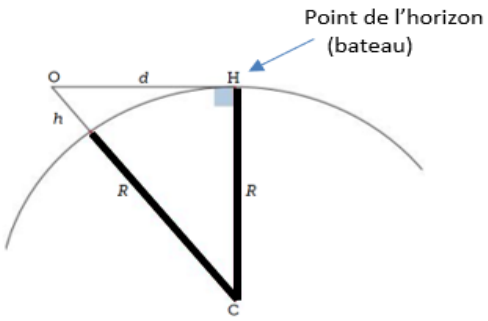
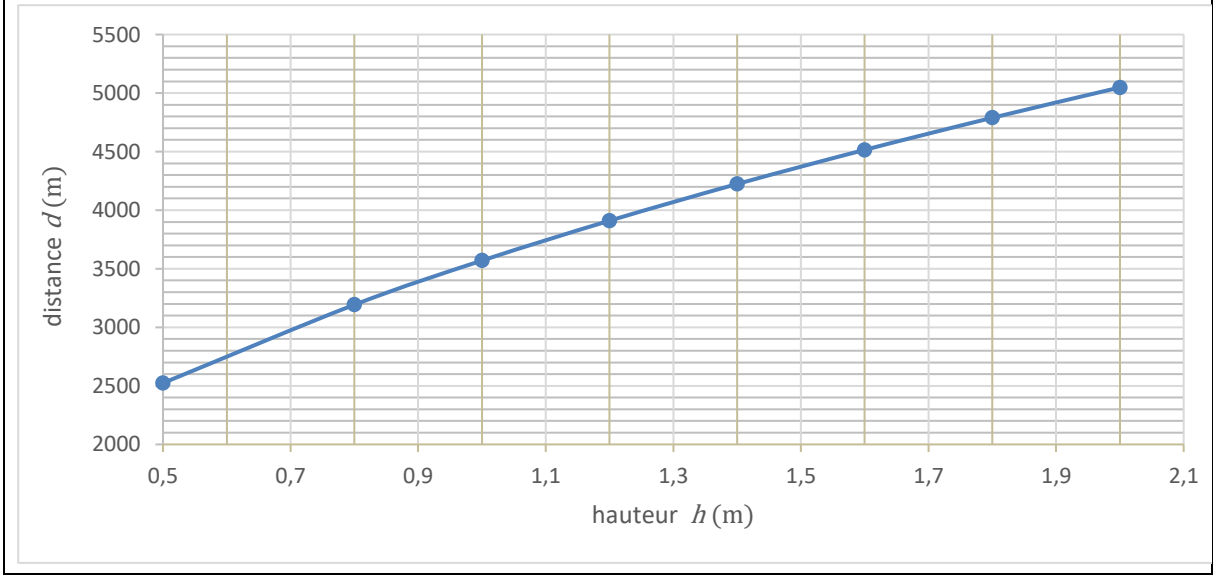


Figure 1 – Schéma explicatif

Document 3 – Distance d à l'horizon en fonction de la hauteur h des yeux d'un observateur au niveau de la mer



3- En utilisant le document 2 et le théorème de Pythagore, exprimer la distance d en fonction de R et de h.

Pour la suite de l'exercice, on admettra que, comme R est très grand devant h, on peut simplifier l'expression précédente :

$$d \approx \sqrt{2 \times R \times h}.$$

4- Calculer d et préciser si la valeur obtenue est compatible avec le document 3.

5- Justifier pourquoi l'enfant ne peut pas voir le bateau. (On estimera la hauteur h de ses yeux à $1{,}10\ \mathrm{m}$).

Exercice 3 – *Niveau première*

Thème « Son, musique et audition »

La guitare ne sonne pas comme d'habitude…

Sur 10 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

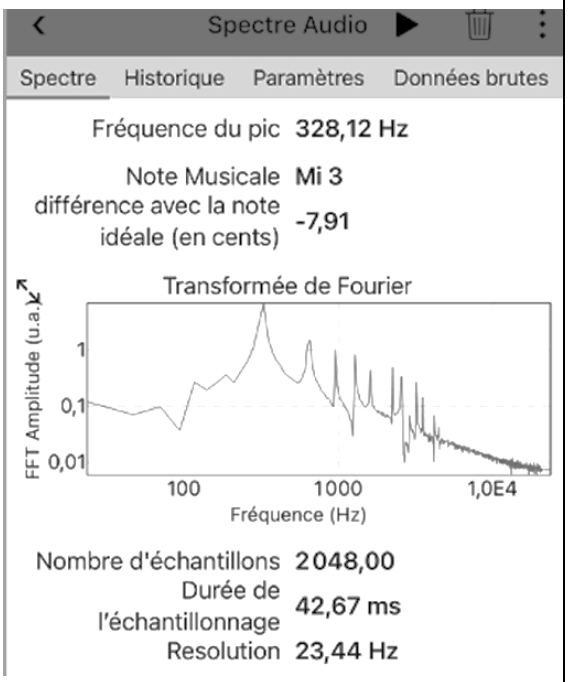
Afin de vérifier que sa guitare n'a pas d'anomalie, le guitariste mesure les fréquences de sons joués par sa guitare à l'aide d'une application dédiée et souhaite les comparer à une loi modélisant les vibrations d'une corde.

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).

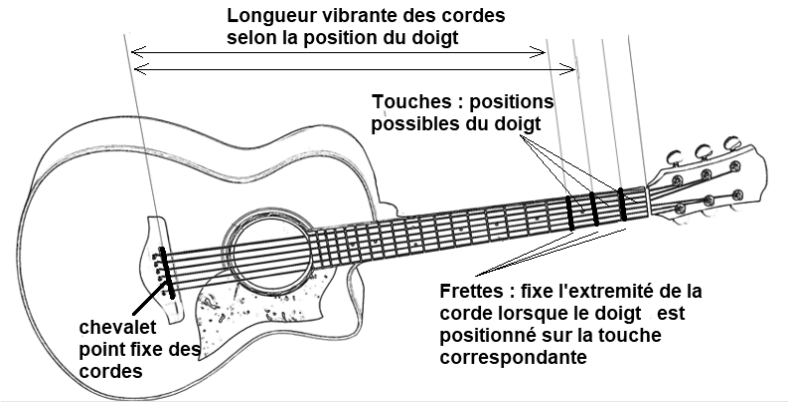
Le guitariste en déduit que le son joué a une fréquence de 328 Hz ce qui correspond à un Mi3.



Source : Document de l'auteur

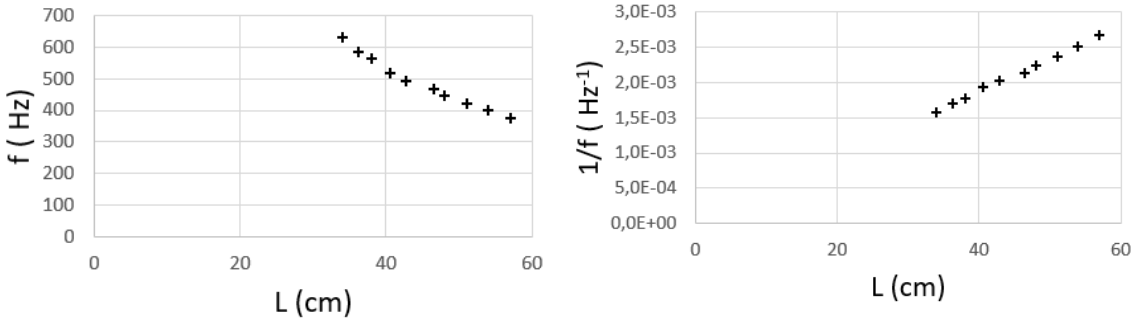
Le guitariste reprend cette expérience en déplaçant son doigt sur différentes touches (voir figure ci-dessous) sur la même corde, la plus fine.

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

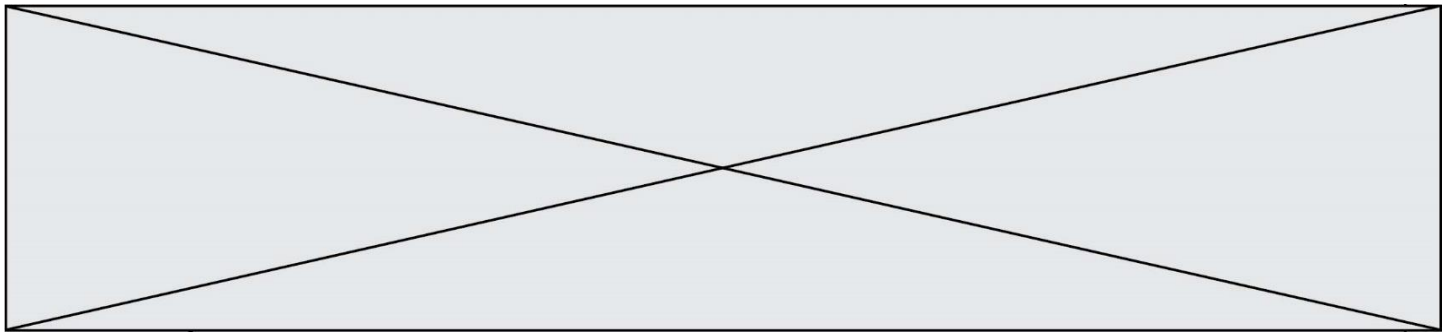
L représente la longueur vibrante de la corde (en cm) et *f* la fréquence du son joué (en Hz).



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) ;

μ : sa masse linéique (masse d'un mètre de corde) (en kg·m^{-1}).

Il fallut attendre le XVIIIe 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.

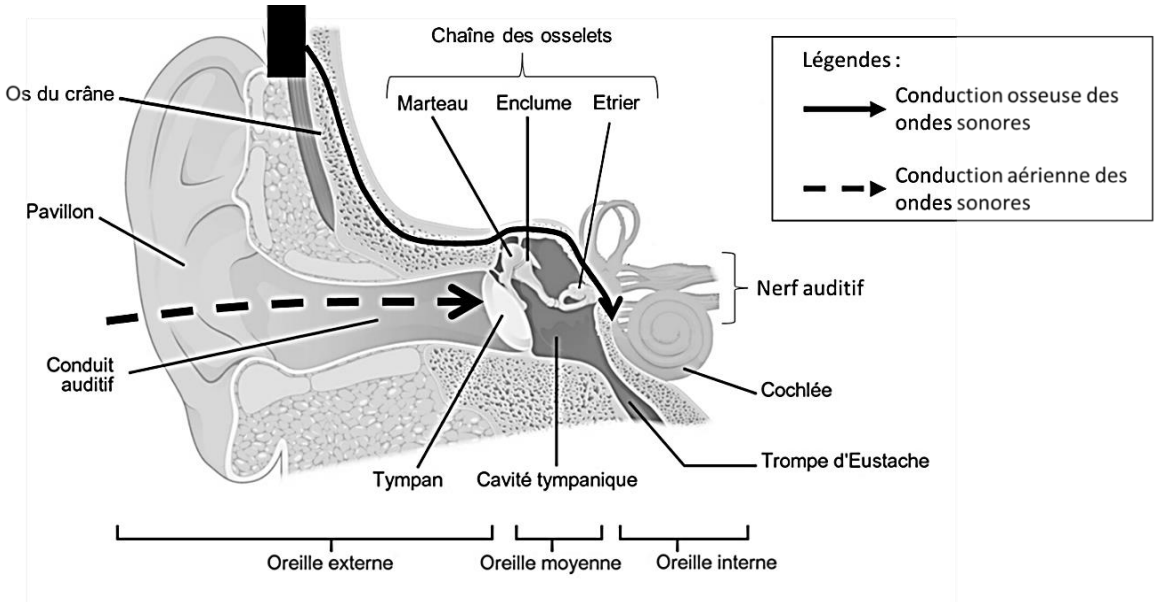
Partie 2 – Du côté du bilan auditif de l'oreille droite ?

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 :

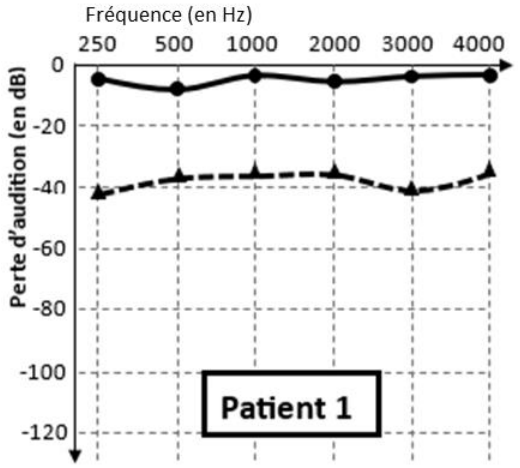
- La conduction par voie aérienne : le praticien teste ainsi la conduction du son de l'oreille externe à l'oreille interne en passant par le tympan et les osselets.
- La conduction par voie osseuse : le praticien teste la conduction du son à travers les os du crâne grâce à un vibrateur placé à l'arrière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

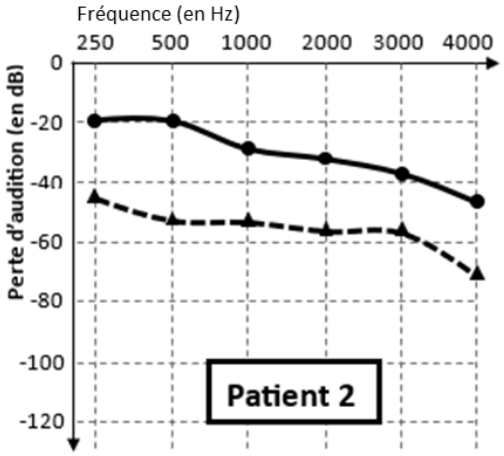


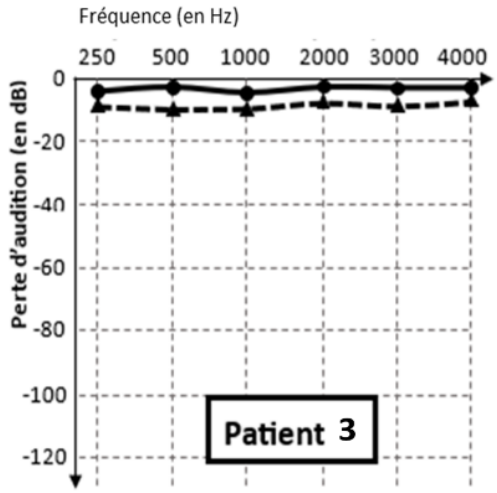
Sources : D'après https://microbiologiemedicale.fr/anatomie-et-physiologie-de-loreille et https://www.cochlea.eu/exploration-fonctionnelle

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 chaine 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 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.