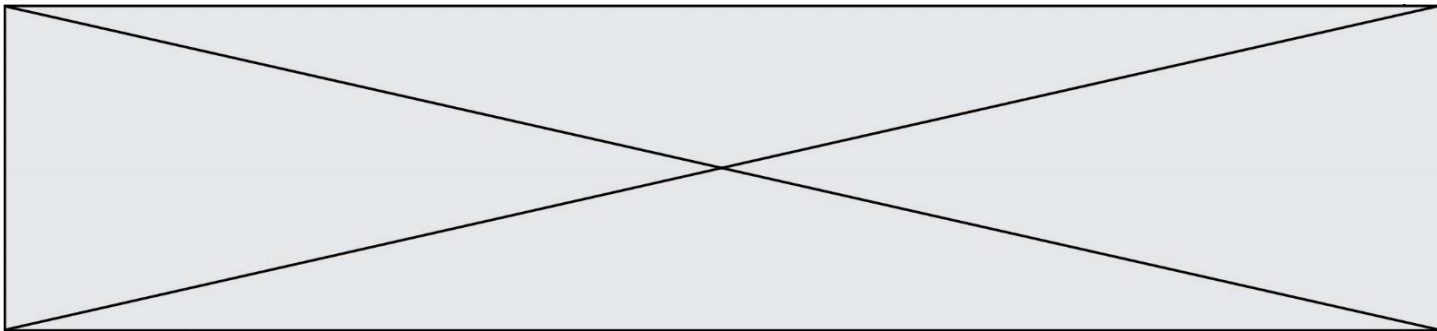




Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

Pédaler pour produire son électricité

Sur 10 points

Pour produire de l'électricité, on utilise une énergie primaire qui peut avoir différentes origines. Depuis quelques années, les scientifiques s'intéressent à la transformation de l'énergie produite par le corps humain en énergie électrique, car la production d'électricité sans utiliser les combustibles fossiles est devenu un enjeu majeur dans notre société.

Ainsi, certaines entreprises proposent par exemple à leurs salariés de travailler sur des bureaux-pédaliers afin de recharger leurs appareils, et certaines associations proposent un cinéma itinérant où la projection du film est possible grâce aux spectateurs qui se relaient pour produire l'électricité nécessaire en pédalant.

Ces dispositifs utilisent un alternateur pour produire de l'énergie électrique.

On s'intéresse ici aux méthodes de production d'électricité par pédalage, et à quelques-uns de leurs effets sur la santé.

Document 1 – Produire de l'électricité sans combustion

En 1820, le physicien danois Hans Christian Ørsted fut le premier à découvrir le lien entre l'électricité et le magnétisme puis en 1831, Michael Faraday mit en évidence le lien entre l'électricité, le magnétisme et le mouvement : il découvrit le phénomène d'induction électromagnétique, à la base du fonctionnement d'un alternateur.

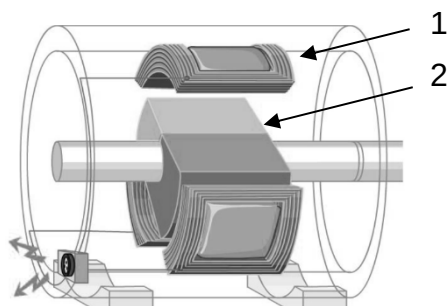


Schéma simplifié d'un alternateur : un courant électrique apparaît dans les bobines placées autour de l'aimant en rotation

Source : d'après connaîtrelascience.wordpress.com

- 1- À partir du document 1, indiquer les numéros de la légende correspondant au rotor et au stator.

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

2- Recopier sur votre copie l'affirmation exacte parmi les quatre propositions suivantes :

Lors du fonctionnement d'un alternateur, on peut dire que l'énergie...

- a) ..électrique est transformée en énergie mécanique et une partie est perdue sous forme d'énergie thermique ;
- b) ..mécanique est transformée en énergie électrique et une partie est perdue sous forme d'énergie thermique ;
- c) ..thermique est transformée en énergie électrique et une partie est perdue sous forme d'énergie magnétique ;
- d) ..magnétique est convertie en énergie mécanique et une partie est perdue sous forme d'énergie électrique.

3- Citer deux sources d'énergie primaire permettant de produire de l'énergie électrique sans combustion. Préciser pour chacune s'il s'agit d'une source d'énergie disponible sous forme de stock ou de flux.

Certains modes de production d'énergie sont intermittents ce qui nécessite des solutions de stockage de l'énergie dont certaines sont à l'étude.

4- Citer deux dispositifs qui permettent le stockage de l'énergie.

Document 2 – Pédales pour produire son électricité

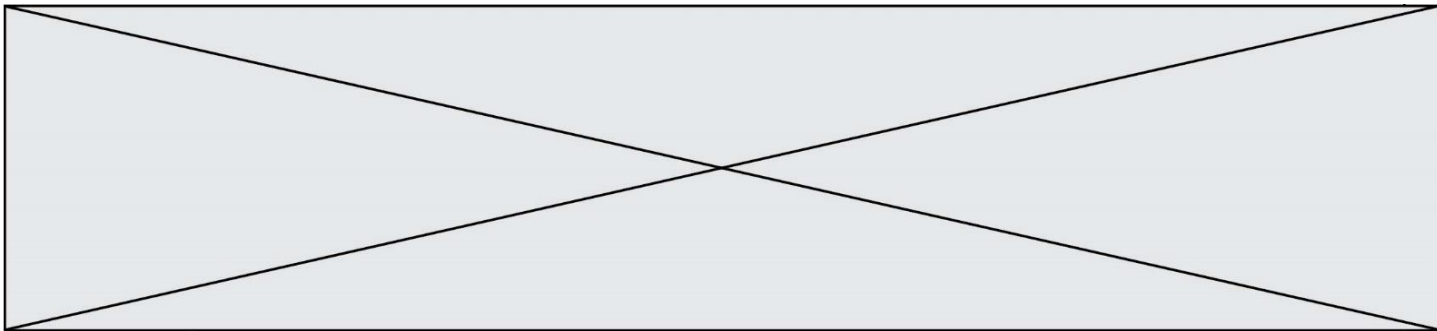
Une batterie de téléphone portable stocke approximativement une énergie égale à 10 Wh. Une recharge complète de ce type de batterie à partir d'un chargeur électrique génère approximativement 0,5 gramme d'équivalent CO₂.

Une personne peut produire en pédalant une énergie de 30 Wh. Ainsi, il est possible de recharger cette batterie à 75 % de sa capacité totale en pédalant pendant 15 minutes. Cet effort nécessite une dépense métabolique importante.

Source : d'après connaissancedesenergies.org

5- Définir l'empreinte carbone et l'illustrer avec un exemple issu du document 2.

6- En considérant que l'énergie nécessaire au fonctionnement d'un ordinateur portable est égale à 6 fois celle d'un téléphone portable, évaluer la durée totale de pédalage nécessaire pour recharger complètement un téléphone puis un ordinateur.



Document 3 – Pédaler pour sa santé

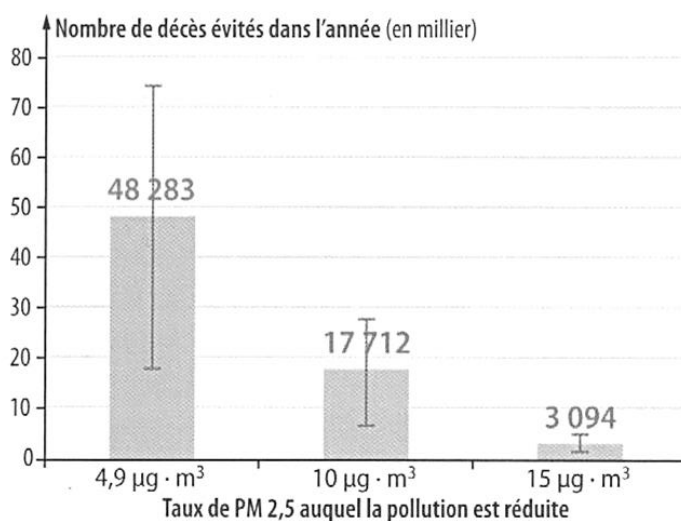
La production de l'électricité dans les centrales thermiques à partir de carburants fossiles émet dans l'air des composés chimiques (SO_2 , NO , etc.), et des particules fines, en suspension, de tailles variées.

Ces éléments polluants impactent directement la santé humaine en provoquant notamment des inflammations du système respiratoire, particulièrement chez les personnes fragilisées. Cette pollution atmosphérique contribue ainsi à la diminution de leur longévité.

Des chercheurs ont estimé, au moyen de modèles mathématiques, les conséquences de la réduction des émissions de particules fines de moins de $2,5 \mu\text{m}$ (notées $\text{PM}_{2,5}$) sur la surmortalité et l'espérance de vie, selon trois scénarios :

- réduction à $4,9 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (valeur que l'on peut rencontrer dans un site de haute montagne à faible activité économique) ;
- réduction à $10 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (valeur recommandée par l'OMS) ;
- réduction à $15 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (objectif fixé par le plan national santé-environnement de 2009).

Les résultats sont présentés dans les graphiques ci-dessous où les barres matérialisent l'intervalle de confiance à 95 %.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

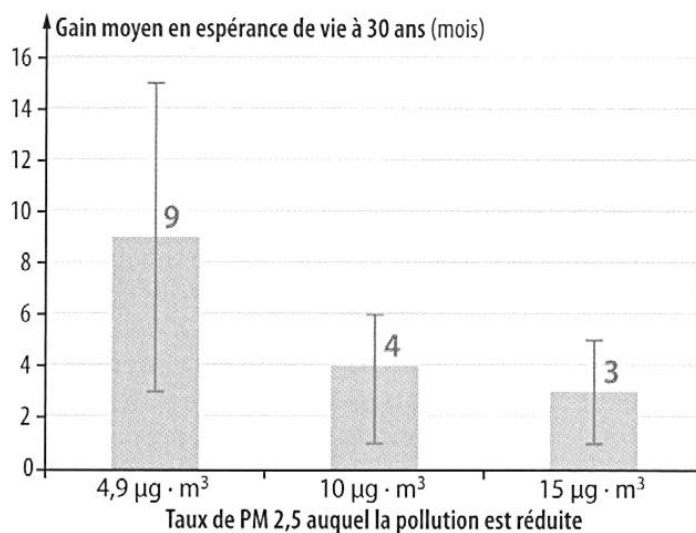
N° d'inscription :



Né(e) le :

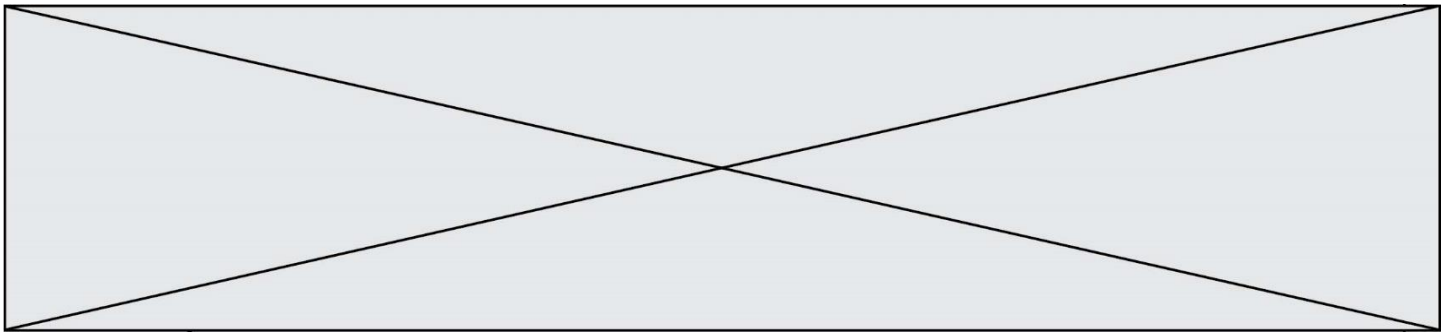
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1



Source : d'après Santé Publique France

- 7- Réaliser une analyse critique des résultats présentés dans le document 3.
- 8- À l'aide des connaissances et des documents 2 et 3, résumer les avantages et les limites d'une production d'électricité en pédalant.



Exercice 2 (au choix) – 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

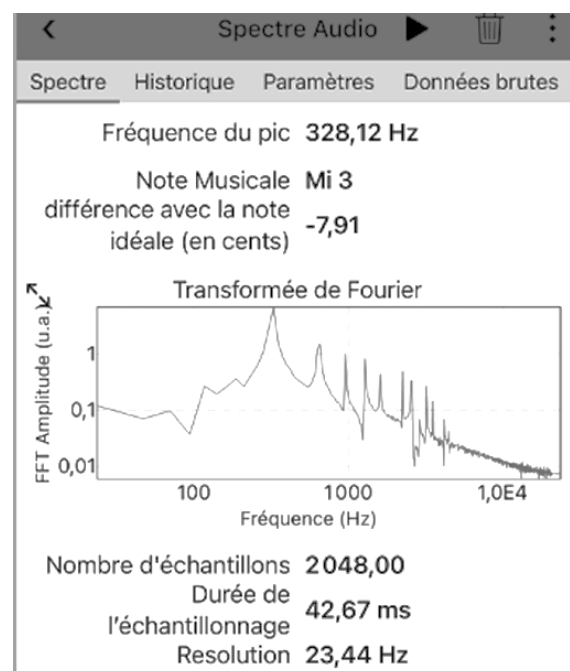
Afin de vérifier que sa guitare n'a pas d'anomalie, le guitariste mesure les fréquences de sons joués par sa guitare à l'aide d'une application dédiée et souhaite les comparer à une loi modélisant les vibrations d'une corde.

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).

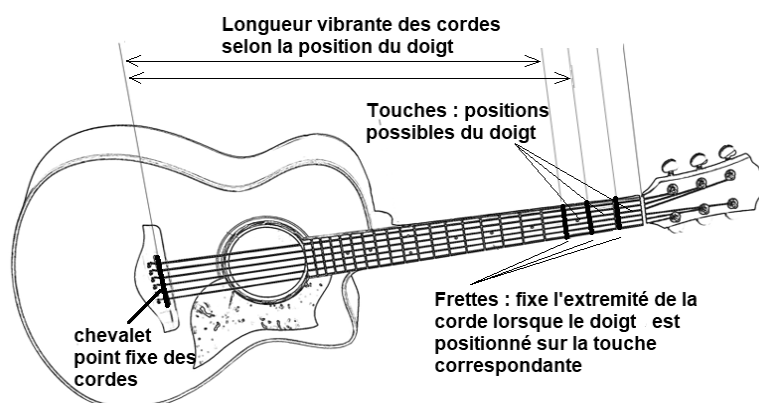
Le guitariste en déduit que le son joué a une fréquence de 328 Hz ce qui correspond à un Mi3.



Source : Document de l'auteur

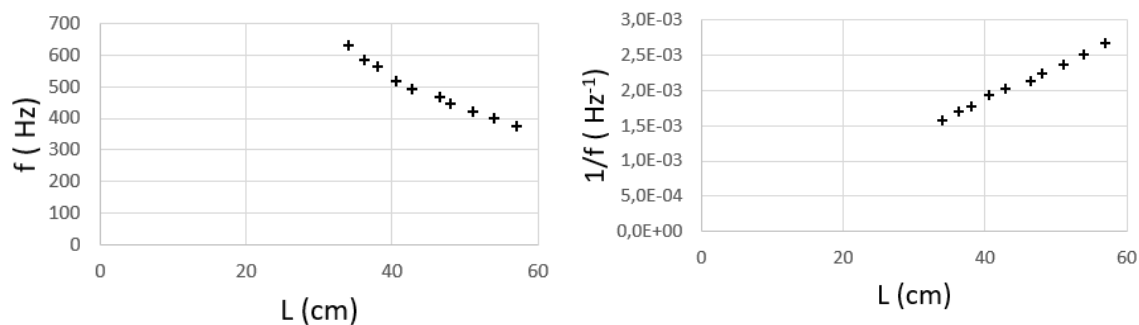
Le guitariste reprend cette expérience en déplaçant son doigt sur différentes touches (voir figure ci-dessous) sur la même corde, la plus fine.

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).

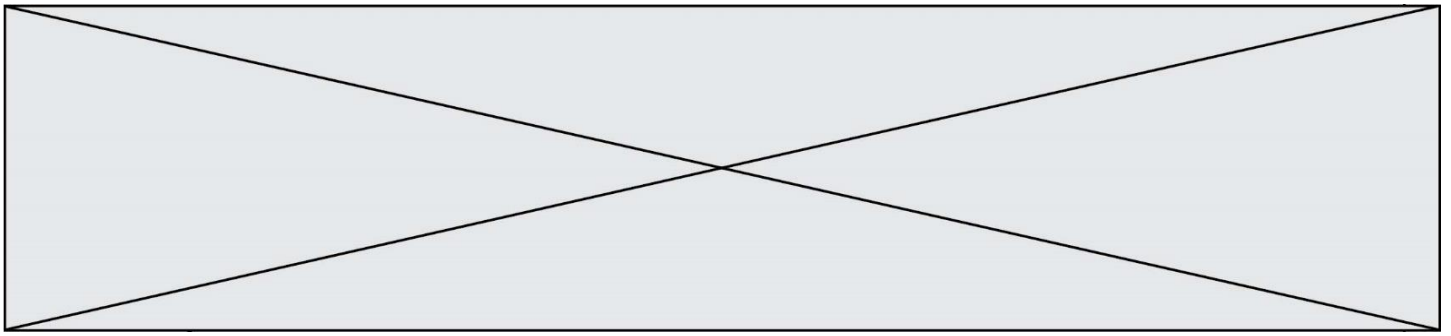


Document 2 – Exploitation graphique des données

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 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}$).

Il fallut attendre le XVIII^e 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.

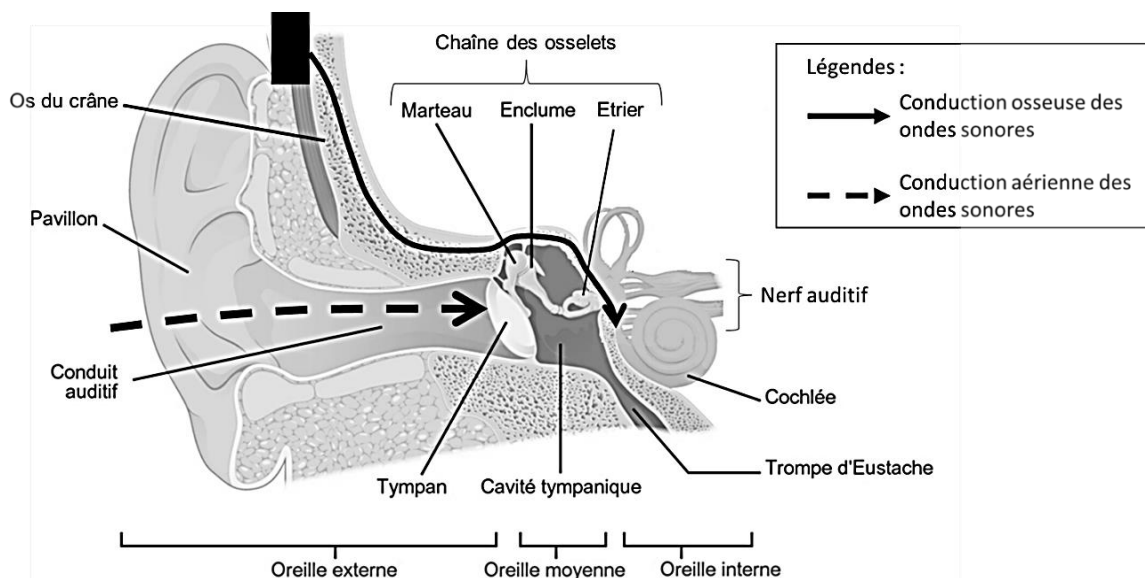
Partie 2 – Du côté du bilan auditif de l'oreille droite ?

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.

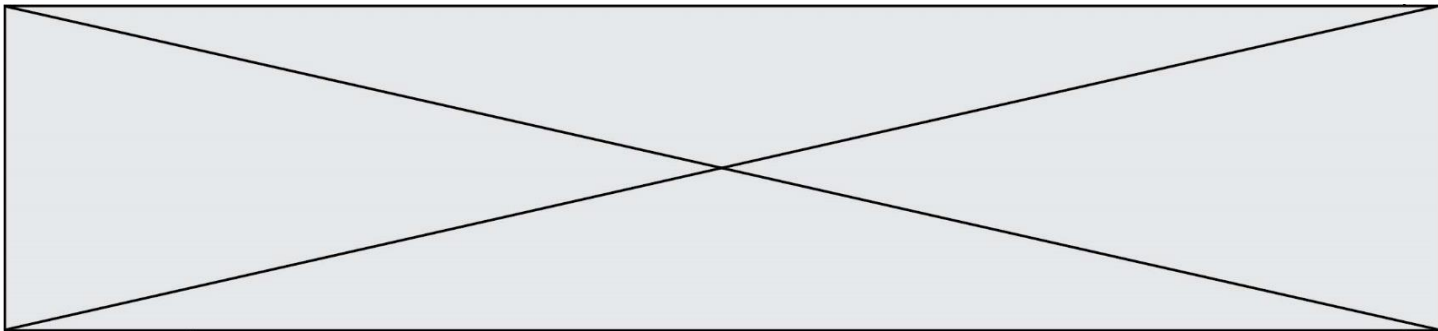
Document 4 – Modalités d'un bilan d'audition

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.

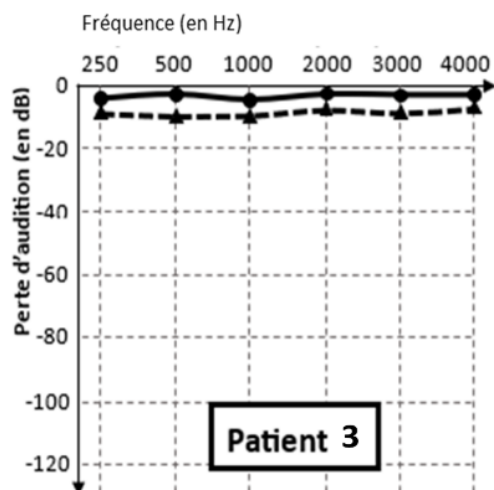
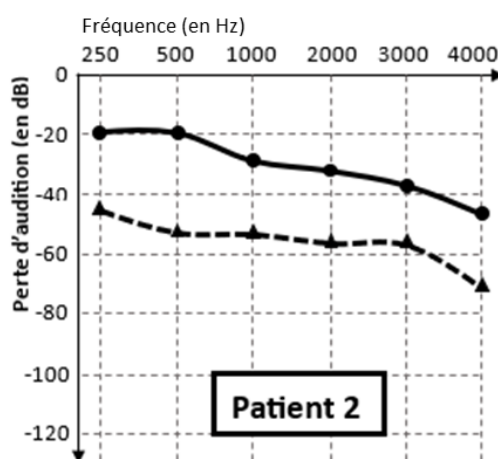
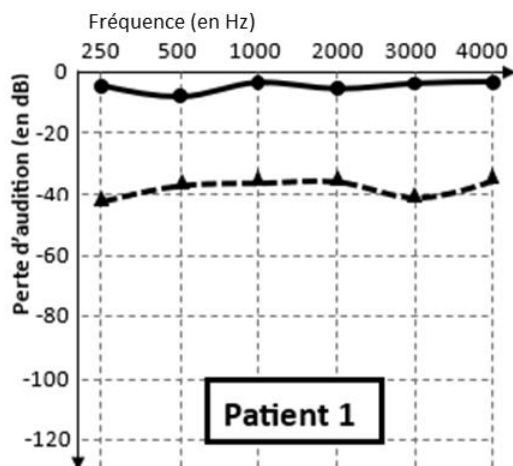


Sources : D'après <https://microbiologiemedicale.fr/anatomie-et-physiologie-de-loreille>
et <https://www.cochlea.eu/exploration-fonctionnelle>



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>

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

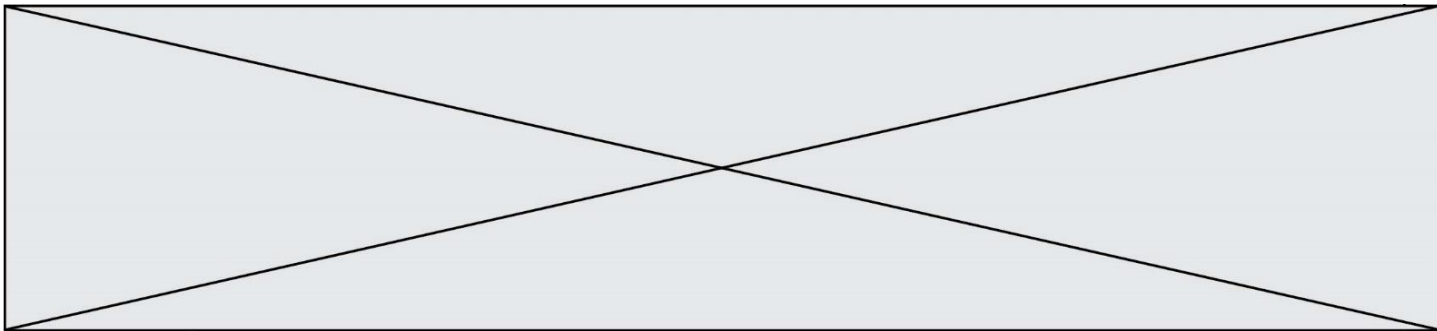
1.1

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.



Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

Histoire de l'âge de la Terre

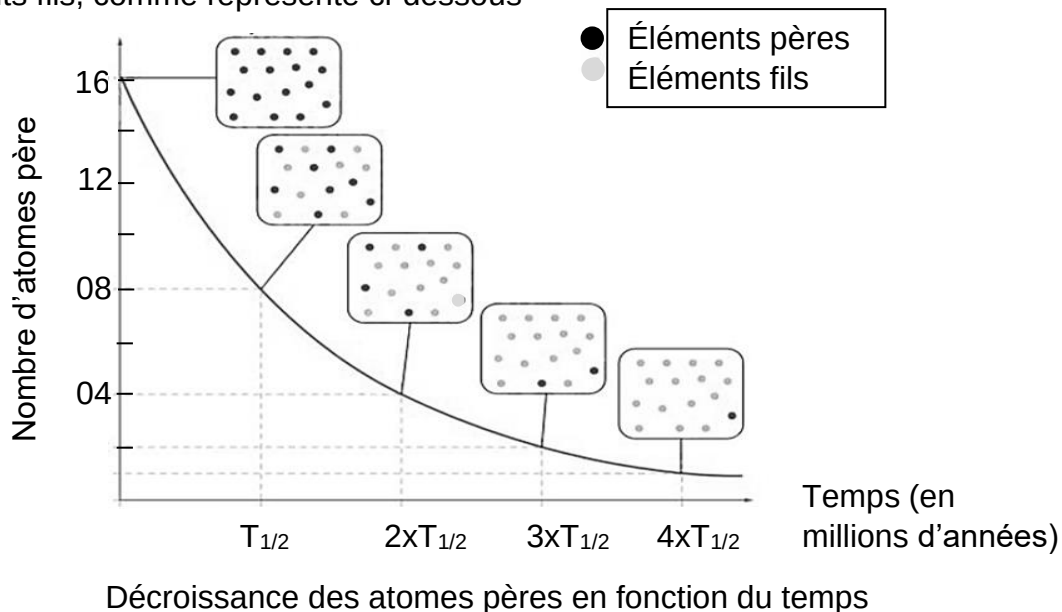
Sur 10 points

On se propose de comprendre de quelle manière on peut connaître l'âge de la Terre.

Partie 1 – La radioactivité des roches, un outil de datation

Document 1 – Principe de la datation absolue

Pour dater de manière absolue les roches, on utilise le principe de décroissance radioactive : au cours du temps, des éléments pères radioactifs se désintègrent en éléments fils, comme représenté ci-dessous



Source : d'après le Livre scolaire

- 1- Le temps de demi-vie (ou période radioactive $T_{1/2}$) correspond à la durée écoulée lorsqu'une certaine quantité d'éléments pères est désintégrée. À partir du graphique du document 1, dire quelle est la proportion d'éléments pères désintégrée à $T_{1/2}$.
- 2- Calculer le pourcentage d'éléments pères encore présents à $t = 4xT_{1/2}$. Vous détaillerez votre calcul.



- 3- À partir des données du document 1, dire si le taux de désintégration des éléments pères (nombre de noyaux pères disparaissant par unité de temps) est constant avec le temps.

Partie 2 – Donner un âge à la Terre : datation sur les météorites et sur les roches terrestres

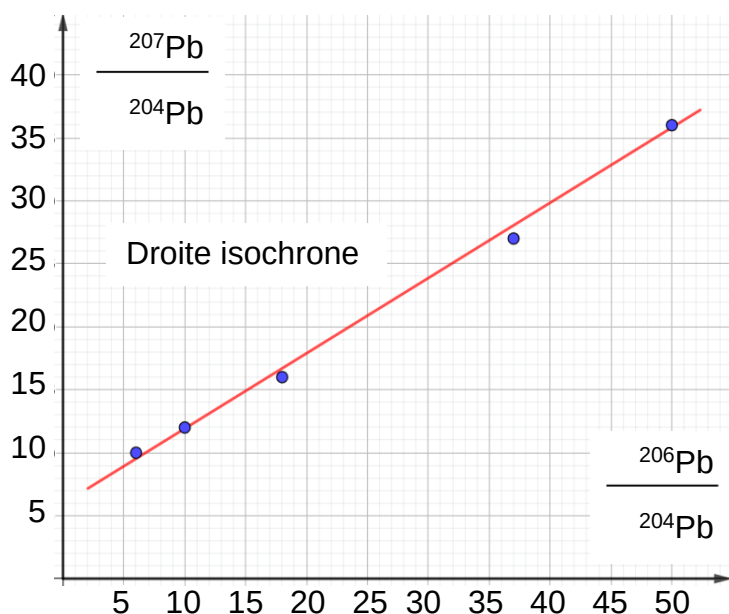
Pour donner un âge à la Terre, C. Patterson s'appuie sur le « modèle de formation par accrétion » qui admet que les météorites se sont formées en même temps que les planètes du système solaire. En 1955, C. Patterson, met au point une méthode de datation basée sur la mesure des rapports isotopiques du Plomb (Pb). Les deux éléments ^{207}Pb et ^{206}Pb sont issus de la désintégration de l'Uranium (U). L'isotope ^{204}Pb du plomb est stable et va servir de référence.

Les rapports isotopiques mesurés sur des météorites permettent de tracer une droite nommée « **isochrone** ».

Document 2 – La méthode de Clair Patterson

La droite isochrone obtenue par C. Patterson est représentée ci-dessous. Les points correspondent aux rapports isotopiques mesurés sur des météorites. Ces points sont alignés sur une même droite car ils représentent des échantillons de même âge. Le coefficient directeur « m » de cette droite est directement lié à l'âge des météorites.

2a – La droite isochrone de C. Patterson

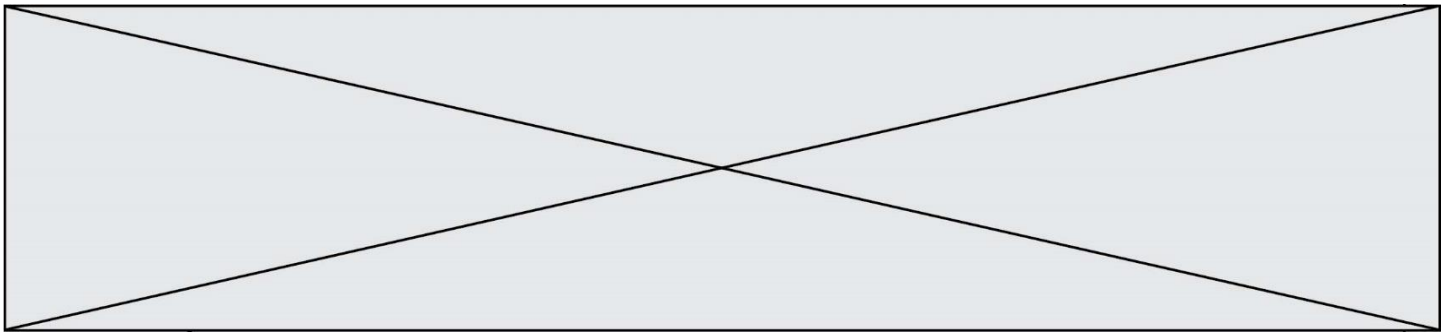


Le coefficient directeur « m » est donné par la relation:

$$m = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

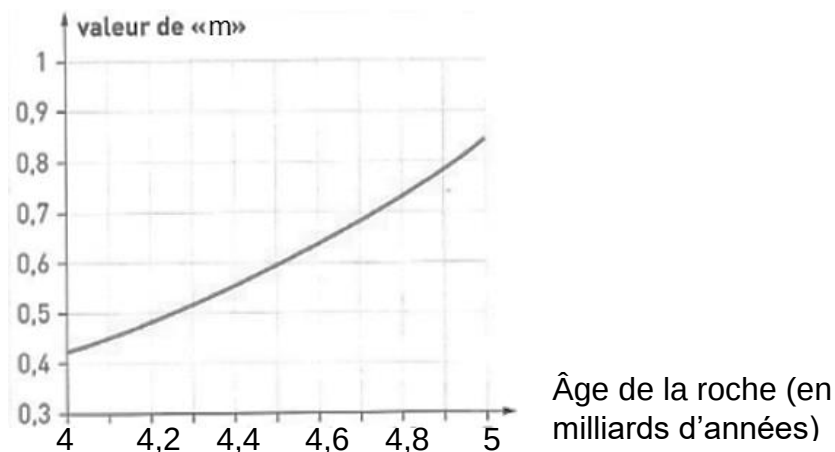
avec A ($x_A; y_A$) et B ($x_B; y_B$) deux points appartenant à la droite.

Droite isochrone obtenue par Patterson sur des échantillons de météorites.



2b – Graphique représentant un géochronomètre

En utilisant le géochronomètre ci-dessous, il est possible de déterminer graphiquement l'âge d'une roche ou d'un ensemble de roches de même âge grâce à la valeur du coefficient directeur « m » de la droite isochrone.



Source : D'après <http://accres.ens-lyon.fr/>

- 1- À partir du document 2, déterminer l'âge des météorites en appliquant la méthode de Patterson. Faire apparaître tous les calculs et les étapes du raisonnement.

Document 3 – Zircon de Jack Hills en Australie, daté à 4.4 Milliards d'années

La plupart des roches terrestres anciennes ont disparu à cause de l'érosion et de la tectonique des plaques. Quelques-uns des minéraux qu'elles contiennent, appelés zircons, présentent une résistance importante. Les zircons sont les plus anciens minéraux retrouvés sur Terre.

Source : FuturaSciences

- 2- Comparer l'âge du zircon de Jack Hills avec l'âge de la Terre établi grâce à la méthode de Patterson, puis expliquer en quoi il est plus fiable de dater la formation de la Terre à l'aide de mesures réalisées sur des météorites plutôt qu'en utilisant des roches terrestres.

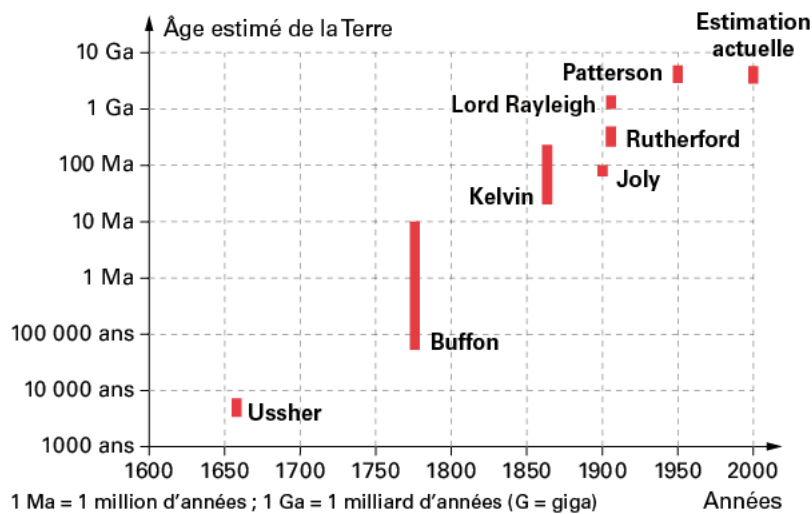


(Les numéros figurent sur la convocation.)

Partie 3 – Histoire de l'âge de la Terre

Document 4 – âge estimé de la Terre en fonction des années

Le graphique ci-dessous représente les âges donnés à la Terre par quelques auteurs au cours de notre Histoire.



Source : Le livre scolaire

- 3- En utilisant les données du document 4 et vos connaissances, commentez brièvement la proposition suivante : « les théories scientifiques ne sont que des théories, elles peuvent toujours changer ». Préciser en particulier comment la communauté scientifique procède pour valider une théorie.