



Exercice 1 – 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

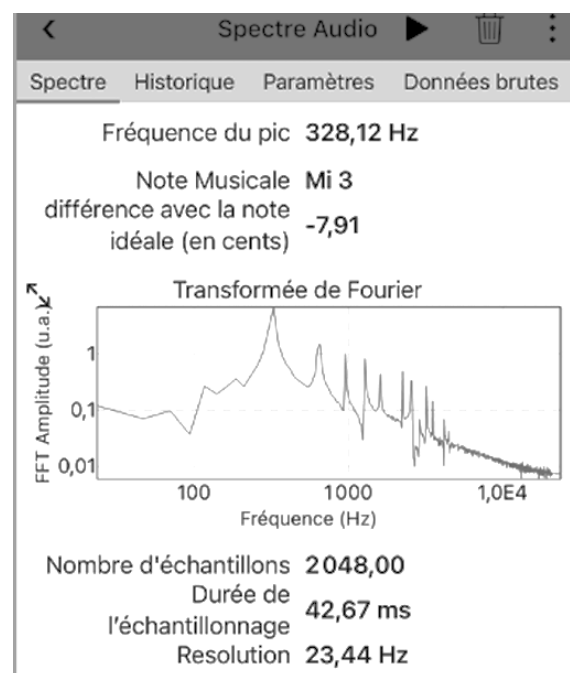
Afin de vérifier que sa guitare n'a pas d'anomalie, le guitariste mesure les fréquences de sons joués par sa guitare à l'aide d'une application dédiée et souhaite les comparer à une loi modélisant les vibrations d'une corde.

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

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.)

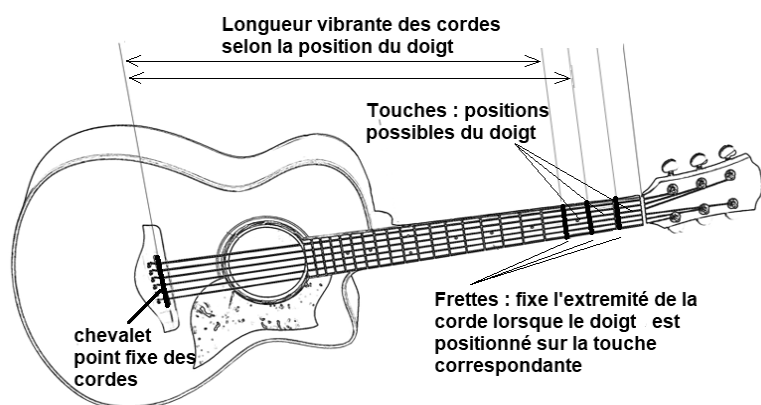


Né(e) le :

1.1

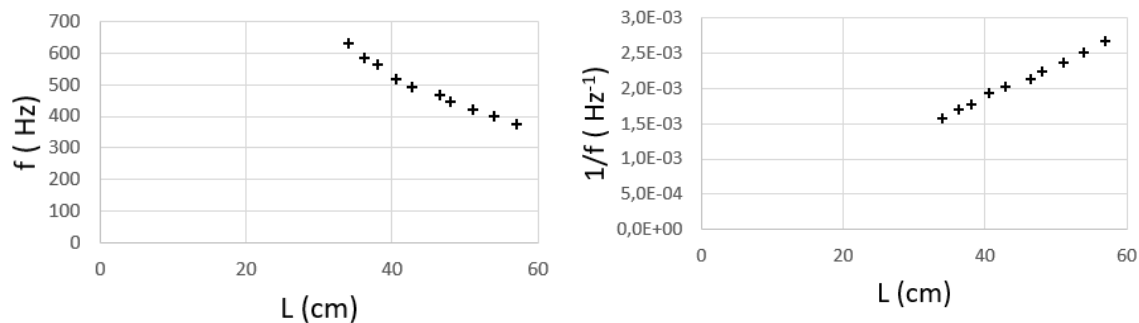
Le guitariste reprend cette expérience en déplaçant son doigt sur différentes touches (voir figure ci-dessous) sur la même corde, la plus fine.

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.



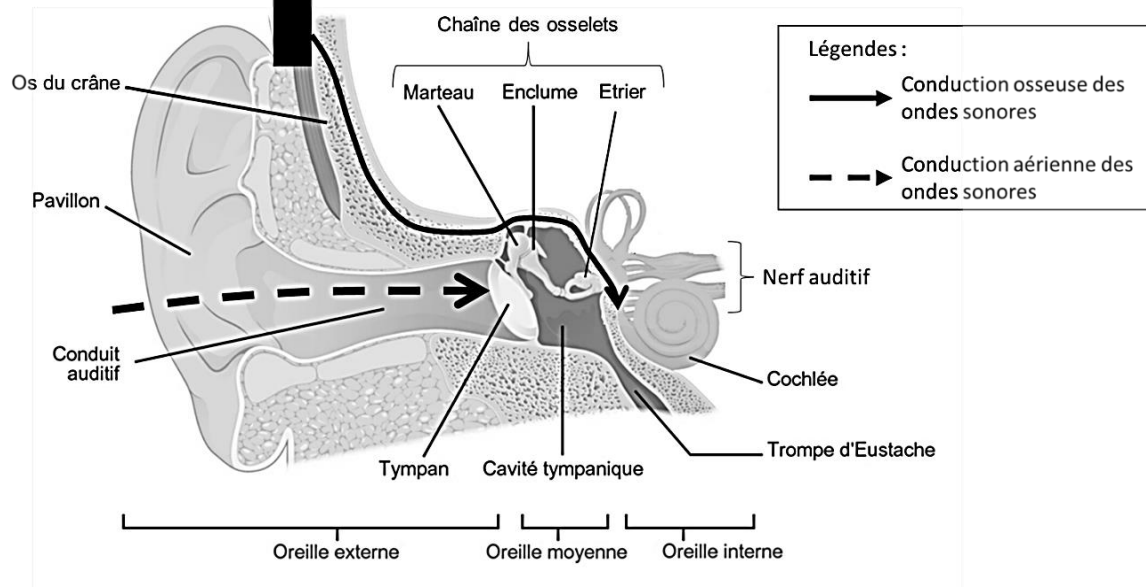
Partie 2 – Du côté du bilan auditif de l'oreille droite ?

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.

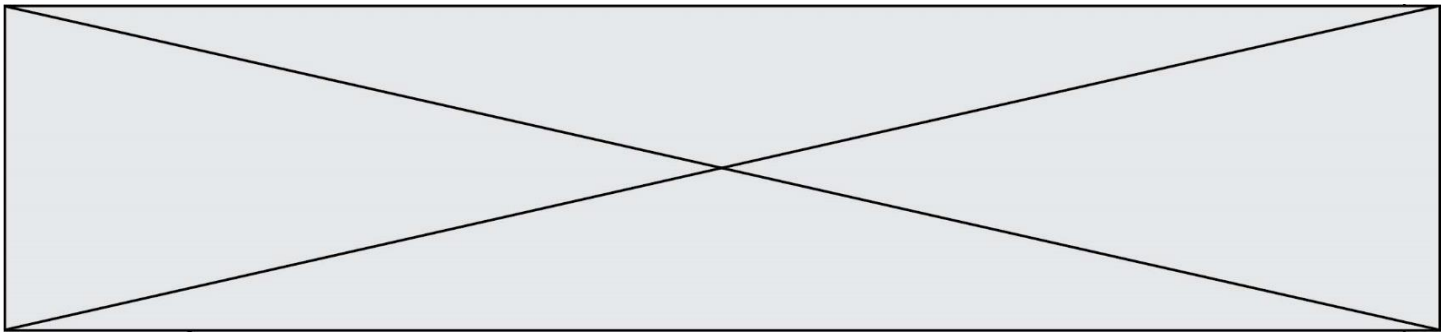
Document 4 – Modalités d'un bilan d'audition

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.

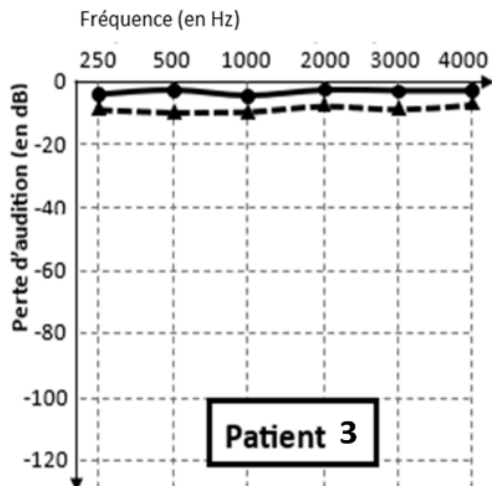
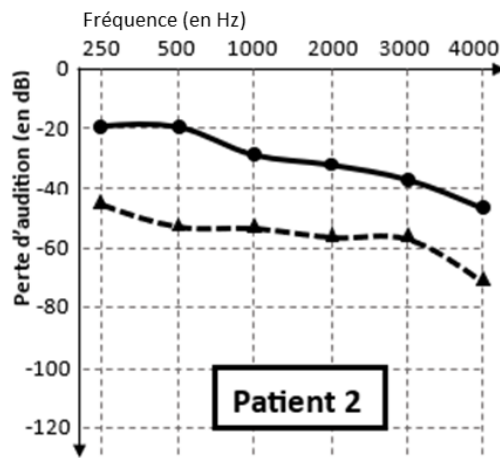
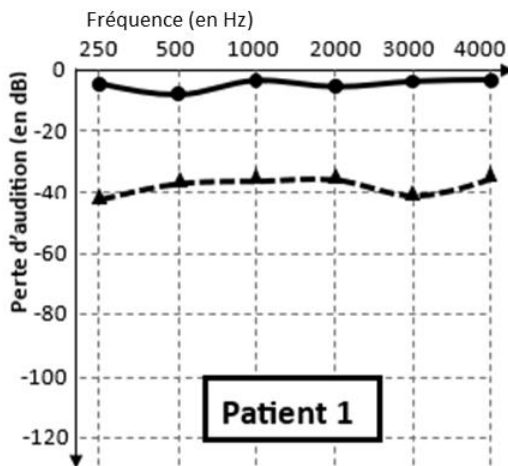


Sources : D'après <https://microbiologiemedicale.fr/anatomie-et-physiologie-de-loreille> et <https://www.cochlea.eu/exploration-fonctionnelle>



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 : / /



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 2 – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

Autour de l'uranium

Sur 10 points

Des techniques de datation sur des objets géologiques ont permis de construire un modèle de l'évolution de la composition de l'atmosphère depuis la formation de la Terre. En étudiant quelques données sur l'uranium, on cherche à vérifier la validité d'une partie de ce modèle.

Document 1 – Fabriqué dans les étoiles

Il n'existe aucun noyau stable dont le numéro atomique serait supérieur à celui du bismuth (numéro atomique : 83). Pourtant, on trouve sur Terre des éléments plus lourds encore : le thorium et l'uranium. Ils sont radioactifs et ils ont été formés, au sein des étoiles, il y a plusieurs milliards d'années. [...]

Dans une supernova, c'est-à-dire une étoile super massive qui s'effondre sur elle-même en quelques millisecondes, la densité de matière extrême permet à un noyau de capturer plusieurs neutrons en une seule fois. Le noyau subit ensuite plusieurs transformations radioactives successives qui génèrent des éléments beaucoup plus lourds, dont l'uranium. Puis, dans un rebond explosif, la supernova explose et expulse ces noyaux dans le milieu interstellaire. Ils peuvent ensuite se rassembler autour d'une nouvelle étoile et s'agréger pour se retrouver dans les planètes comme notre Terre.

Source : <https://www.cea.fr/comprendre/Pages/radioactivite/essentiel-sur-uranium.aspx>

- 1- À l'aide du document 1 et de vos connaissances, déterminer le type de transformation nucléaire auquel appartient la formation de l'uranium au cœur des étoiles. Justifier votre réponse.
- 2- En utilisant le document 2 page suivante, définir le terme « isotope » puis donner la composition du noyau d'uranium le plus représenté à l'état naturel.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 2 – L'élément uranium

Le numéro atomique de l'élément uranium est $Z = 92$.

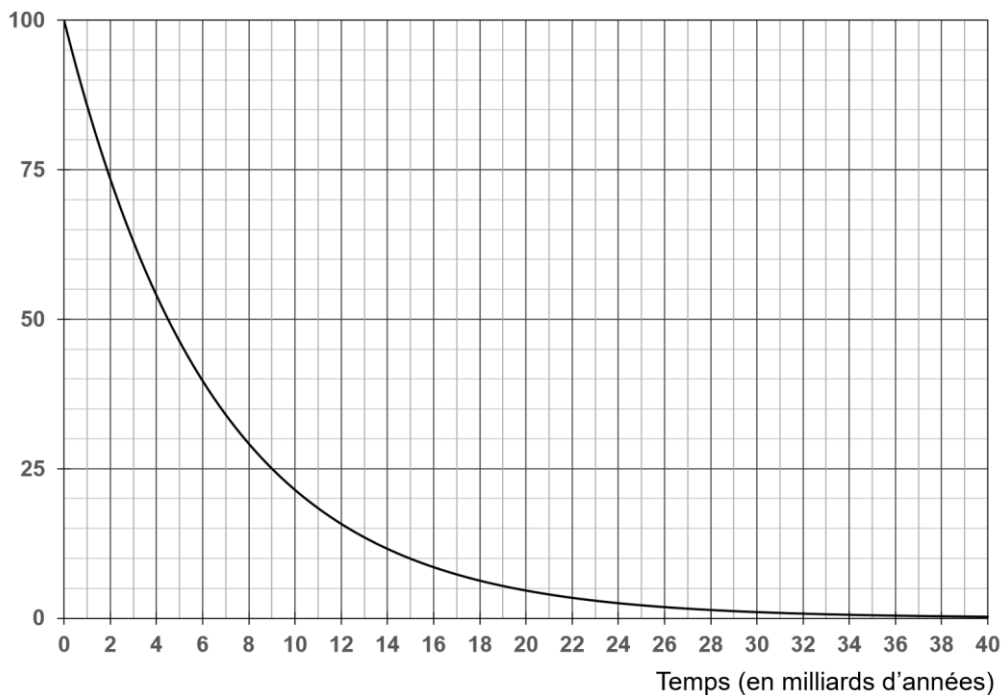
L'uranium naturel se compose de trois isotopes radioactifs : l'uranium 238 de symbole ^{238}U , l'uranium 235 de symbole ^{235}U et l'uranium 234 de symbole ^{234}U . Les proportions de ces trois isotopes sur Terre sont données dans le tableau ci-contre.

Isotopes	Proportions des isotopes sur Terre
Uranium ^{238}U	99,27 %
Uranium ^{235}U	0,72 %
Uranium ^{234}U	0,01 %

Source : d'après l'auteur

Document 3 – Évolution du pourcentage de noyaux d'uranium 238 radioactifs dans un échantillon au cours du temps

Pourcentage de noyaux de ^{238}U radioactifs dans un échantillon



Source : d'après l'auteur



- 3- Définir le terme « demi-vie » d'un noyau radioactif.
- 4- Déterminer graphiquement la valeur de la demi-vie de l'uranium 238 à l'aide du document 3.
- 5- Proposer une hypothèse expliquant pourquoi nous trouvons encore aujourd'hui de l'uranium 238 sur Terre.

Document 4 – L'uraninite, une archive géologique

L'uraninite (photographie ci-contre), de formule UO_2 est insoluble dans l'eau. L'uranium dans cette roche est sous une forme réduite.

Quand l'uranium est sous forme oxydée UO_3 , il est soluble dans l'eau.

La présence d'uraninite dans un milieu indique donc l'absence de dioxygène dans le milieu en question.



Source de l'image : <https://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/objets/Images/uraninite/uraninite-fig01.jpg>

- 6- À partir du document 4, préciser une des conditions pour former l'uraninite que l'on retrouve actuellement.
- 7- Sachant que l'on ne trouve plus de gisements d'uranium sédimentaire, formés d'uraninite (UO_2), âgés de moins de 2 milliards d'années, préciser l'information apportée par la datation des gisements.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

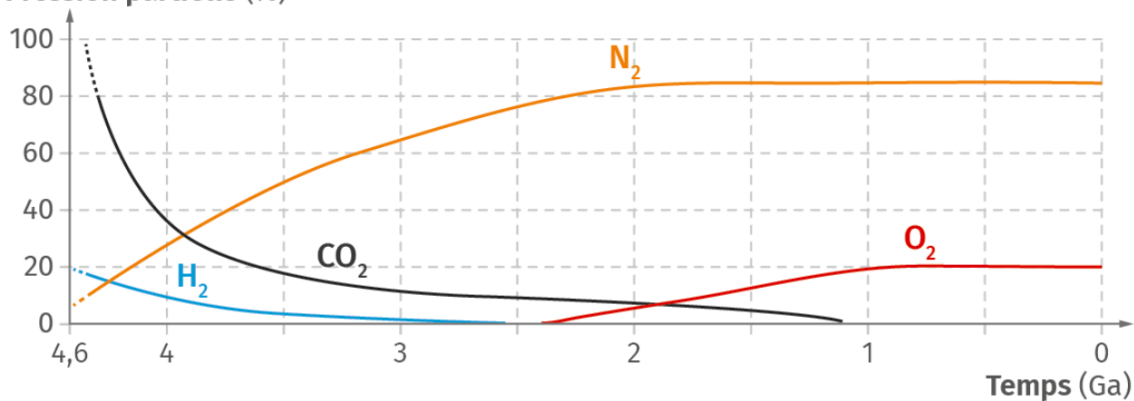
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 5 – Modèle de l'évolution de la pression partielle de certains gaz atmosphériques au cours du temps

Pression partielle (%)



Source : Enseignement scientifique Terminale, lelivrescolaire.fr

- 8- Expliquer en quoi les résultats de l'étude des gisements d'uranium sédimentaires sont compatibles avec l'évolution de la pression partielle en dioxygène dans l'atmosphère du modèle proposé dans le document 5.
- 9- Parmi les propositions suivantes, choisir la démarche qui permet de renforcer la validité du modèle proposé dans le document 5 et justifier votre réponse. Recopier la lettre correspondante.
 - a- Répliquer des études sur le même échantillon.
 - b- Obtenir des résultats convergents à partir d'études sur des roches de natures différentes.
 - c- Rédiger un article scientifique proposé à ses pairs.



Exercice 3 – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

Zone d'habitabilité

Sur 10 points

On définit la zone d'habitabilité comme étant la région des orbites des planètes ou des exoplanètes pouvant présenter de l'eau à l'état liquide. Cette définition a été revue avec la découverte par la sonde Galileo de sérieux indices de l'existence d'océans à l'intérieur de certains satellites naturels de Jupiter, notamment Europe.

Partie 1 – La zone d'habitabilité du système solaire

Document 1 – Quelques caractéristiques des planètes du système solaire

	Mercure	Venus	Terre	Mars
Distance au Soleil (en millions de km)	58	108	150	228
Température de surface théorique (°C)	+168	+22,9	-18,5	-69
Température de surface réelle moyenne (°C)	+167	+464	+15	-67
Température minimale à Température maximale (°C)	-180 à +430	+446 à +490	-50 à +50	-143 à +20

La température moyenne de surface théorique correspond à la température, calculée par les astrophysiciens, qui régnerait à la surface d'une planète si celle-ci était totalement dépourvue d'atmosphère.

- 1- À l'aide du document 1, en se basant uniquement sur la température de surface théorique et en considérant que la pression atmosphérique est semblable à celle de la Terre, citer la ou les planètes qui pourraient posséder de l'eau liquide en surface. Justifier.
- 2- Calculer l'écart entre la température de surface réelle moyenne et la température de surface théorique, en valeur absolue, pour les 4 planètes du tableau.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 2 – Quelques caractéristiques des planètes du système solaire

	Mercure	Venus	Terre	Mars
Pression atmosphérique de surface (bar ou mbar)	0,1 mbar	93 bar	1 bar	6 mbar
Épaisseur de l'atmosphère (km)	quasi nulle	350	500	100
Composition de l'atmosphère (Les gaz en gras sont des gaz à effet de serre)	He (traces)	CO₂ (96%), N ₂ (3,5%), O ₂ (0,13%) H₂O (0,002%)	N ₂ (78%), O ₂ (20,9%), CO₂ (0,04%), H₂O (faible, variable)	CO₂ (95%), N ₂ (2,7%), O ₂ (0,13%) H₂O (0,03%)

3- À l'aide du document 2 et de vos connaissances, nommer et expliquer le phénomène à l'origine de la différence entre température réelle et température théorique sur la Terre et sur Vénus.

4- Expliquer pourquoi le phénomène nommé à la question 3 est actuellement négligeable sur Mercure et sur Mars.

Partie 2 – Europe, un satellite naturel habitable au sein du système solaire ?

Document 3 – Extrait d'un communiqué du CNRS

Pour un grand nombre de scientifiques, dans le système solaire, c'est sur Europe que la probabilité de trouver de la vie est la plus élevée. Sur les images fournies par les sondes spatiales Galileo (2014) et Juno (2022), on aperçoit sur la surface glacée, un réseau de fissures qui sont vraisemblablement des résurgences d'eau, comme on en trouve en Arctique. Des geysers jaillissent de temps à temps. [...] Ne peut-on espérer trouver, sous la surface, des écosystèmes comme ceux des sources hydrothermales de nos océans, qui s'avèrent grouiller de vie malgré des conditions inhospitalières ?

Source : d'après <https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/trouver-la-vie-sur-les-lunes-de-jupiter>



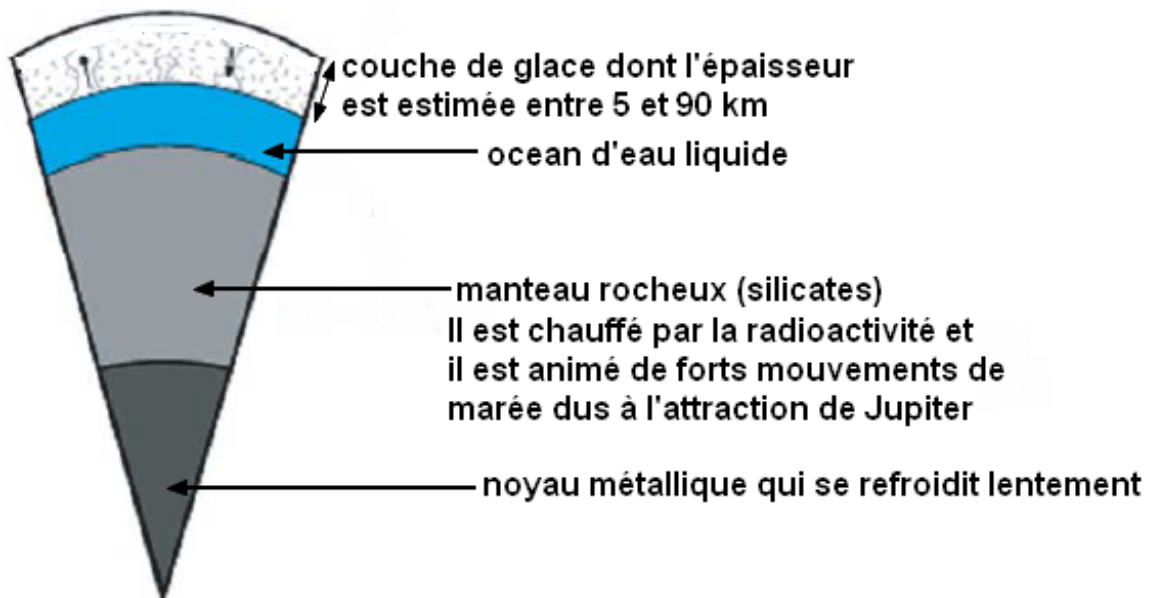
Document 4 – Quelques caractéristiques physico-chimiques d'Europe comparée à la Terre

	Europe	Terre
Température de surface	-150°C	+15°C
Pression atmosphérique (Bar)	10^{-11}	1
Composition atmosphère	O ₂ (produit par dissociation des molécules d'eau).	79% N ₂ , 20% O ₂ , Ar, CO ₂ , ...

Source : 5 janvier 2023, <https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/trouver-la-vie-sur-les-lunes-de-jupiter>

Document 5 – Un modèle de la structure interne d'Europe, satellite de Jupiter

Les échelles ne sont pas respectées pour la représentation schématique suivante :



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



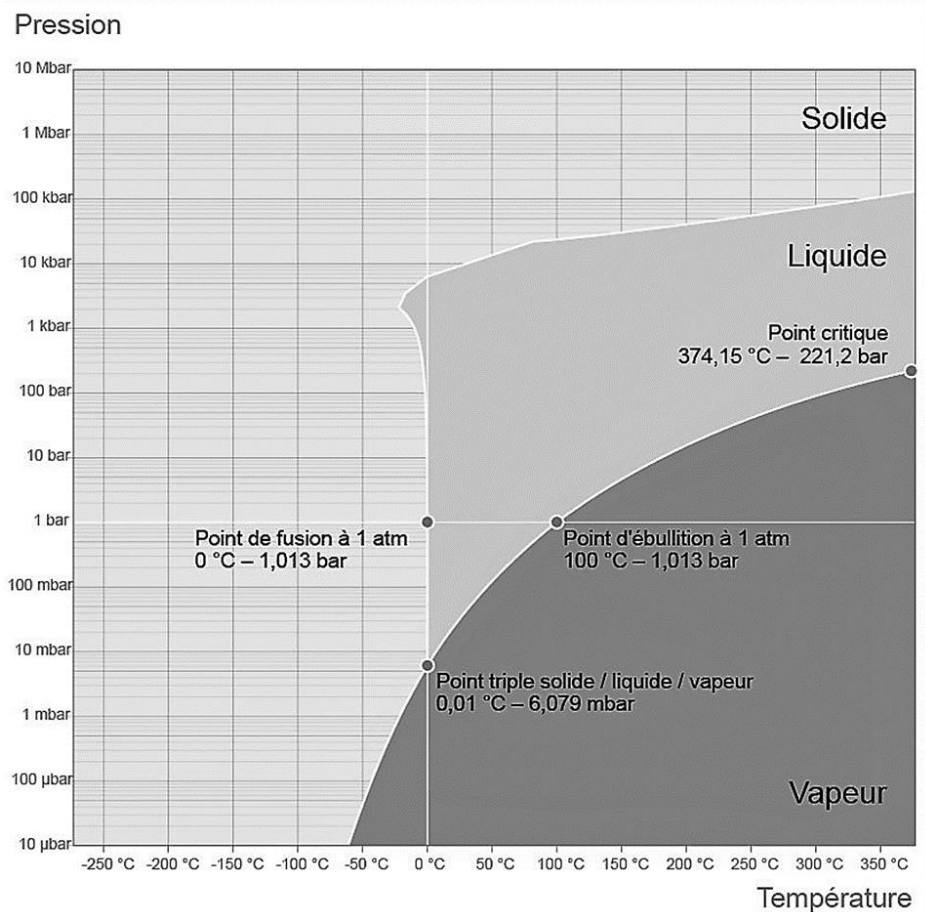
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

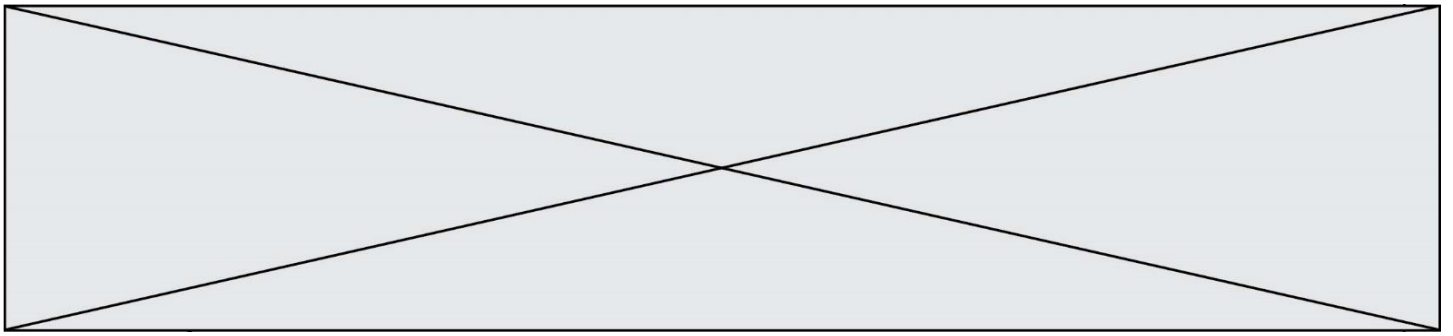
1.1

Document 6 – Diagramme de phase de l'eau



Source : d'après Wikipedia, Eau liquide dans l'Univers

- 5- En prenant appui sur les documents 3, 4 et 6 indiquer deux arguments qui permettent de supposer que l'eau est présente sous forme solide à la surface d'Europe comme indiquée dans le document 5.
- 6- Relever dans les documents 4 et 5, un argument en faveur de l'existence d'un océan d'eau liquide sous la banquise d'Europe.



Partie 3 – La recherche d'exoplanètes habitables

Une exoplanète est une planète gravitant autour d'une autre étoile que le Soleil.

- 7- En utilisant les réponses apportées dans les parties 1 et 2 ou avec vos connaissances, expliquer en quoi la distance d'une exoplanète à son étoile ne suffit pas à affirmer la présence d'eau liquide à sa surface.

Document 7 – Extrait d'un communiqué du CNRS du 6 septembre 2022

James Webb : Premières images d'une exoplanète dans l'infrarouge moyen

Lancé le 25 décembre 2021, [le télescope] James Webb a terminé sa phase de tests en Juillet 2022. Les programmes scientifiques ont depuis débuté et produisent déjà leurs premiers résultats, dont la première image d'une exoplanète obtenue dans l'infrarouge moyen [...]. Les instruments du James Webb rendent désormais possible son observation directe dans l'infrarouge. [...] Entre autres, les coronographes de MIRI, [...] fonctionnent à des longueurs d'ondes choisies spécialement pour sonder l'atmosphère des exoplanètes, identifier des molécules comme l'ammoniac ou le dioxyde de carbone et déterminer la température de surface réelle des exoplanètes.

Source : <https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/james-webb-premieres-images-dune-exoplanete-dans-linfrarouge-moyen>

- 8- À l'aide du document 7, expliquer en quoi le télescope James Webb pourrait permettre de mieux identifier les exoplanètes susceptibles d'abriter de l'eau liquide.