





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

### Population de deux villages

Sur 4 points

#### Partie A – Premier village

Un village compte 1 500 habitants au 1<sup>er</sup> janvier 2023. Le maire estime que la population de ce village va augmenter de 2 % par an.

En utilisant cette estimation, on choisit de modéliser la population de ce village à l'aide d'une suite  $(u_n)$  où  $u_n$  désigne le nombre d'habitants du village au 1<sup>er</sup> janvier de l'année 2023 +  $n$ , avec  $n$  entier naturel. Ainsi  $u_0 = 1\,500$ .

- 1- Selon les estimations du maire, combien d'habitants y aura-t-il dans ce village le 1<sup>er</sup> janvier 2024 ?
- 2- Justifier que  $(u_n)$  est une suite géométrique dont on précisera la raison.
- 3- Exprimer, pour tout entier naturel  $n$ ,  $u_n$  en fonction de  $n$ .

#### Partie B – Second village

Un village voisin compte 2 000 habitants au 1<sup>er</sup> janvier 2023. Le maire estime que la population de ce village va augmenter de 30 habitants par an.

En utilisant cette estimation, on choisit de modéliser la population de ce village à l'aide d'une suite  $(v_n)$  où  $v_n$  désigne le nombre d'habitants de ce village au 1<sup>er</sup> janvier de l'année 2023 +  $n$ , avec  $n$  entier naturel. Ainsi  $v_0 = 2\,000$ .

- 1- Justifier que  $(v_n)$  est une suite arithmétique dont on précisera la raison.
- 2- Exprimer, pour tout entier naturel  $n$ ,  $v_n$  en fonction de  $n$ .

#### Partie C – Comparaison du nombre d'habitants

En utilisant les modélisations précédentes, déterminer au bout de combien d'années le nombre d'habitants du premier village sera supérieur au nombre d'habitants du second village.





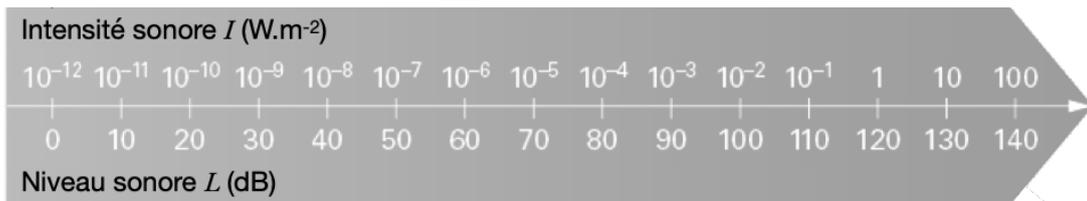
- 1- À l'aide du document 1, expliquer la cause biologique de la surdité apparue suite à une exposition à un son trop intense.

### Document 2 – Intensité sonore et niveau sonore

Les sons perçus sont caractérisés par une intensité sonore, notée  $I$ , exprimée en  $W \cdot m^{-2}$ . L'intensité sonore  $I$  reçue par une source de puissance  $P$  (en  $W$ ) placée à une distance  $d$  (en  $m$ ) est égale à :

$$I = \frac{P}{4\pi d^2}$$

Le niveau sonore  $L$ , exprimé en décibel (dB), est relié à l'intensité sonore  $I$  selon une échelle logarithmique :



### Document 3 – Recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)

 DURÉE LIMITE D'EXPOSITION (SANS PROTECTION) AVANT DOMMAGES
- De 120 à 140 dB : Quelques secondes suffisent à provoquer des dégâts irréversibles
- 107 dB : 1 min/jour
- 101 dB : 4 min/jour
- 95 dB : 15 min/jour
- 92 dB : 30 min/jour
- 86 dB : 2h /jour
- 80 dB : 8h par jour

Pour connaître la dose de bruit subie, il faut prendre en compte les temps d'exposition aux différents niveaux de bruit.

Par exemple, être exposé 8h à 80 dB peut être aussi dangereux que d'être exposé 1h à 89 dB.

Source : d'après [www.cochlea.org](http://www.cochlea.org) et [www.inrs.fr/risques/bruit](http://www.inrs.fr/risques/bruit)

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

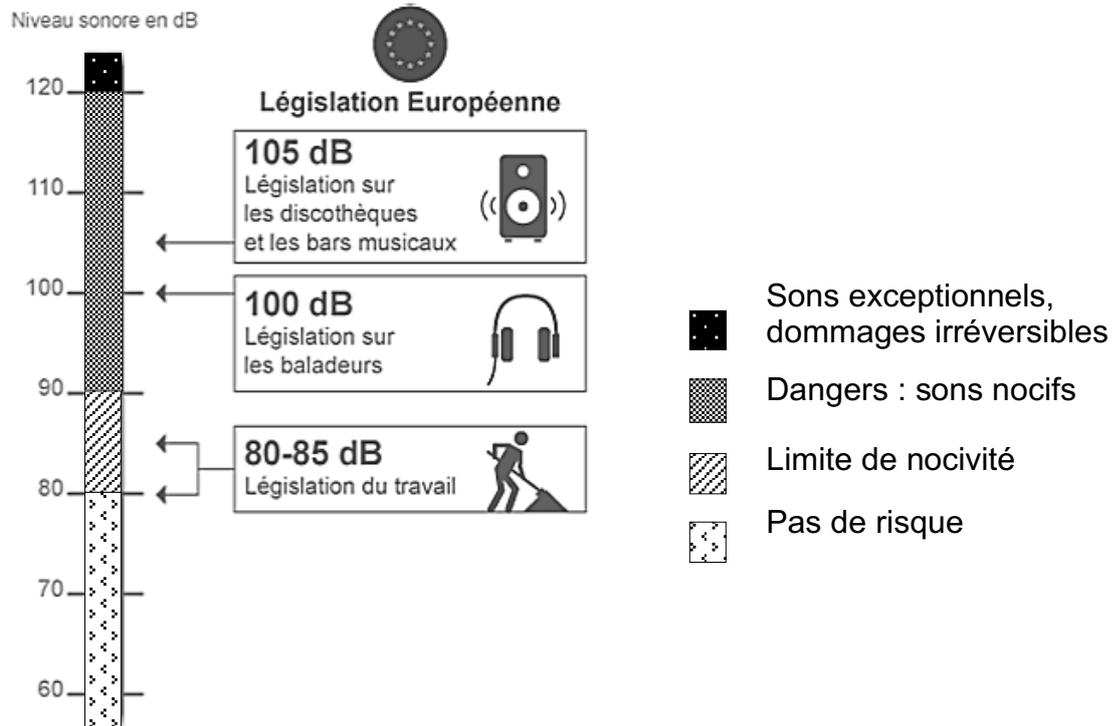


Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## Document 4 – Législation européenne sur le niveau d'intensité sonore en décibels (dB) (Directive 2003/10/CE).



Source : d'après [www.cochlea.org](http://www.cochlea.org) et [www.inrs.fr/risques/bruit](http://www.inrs.fr/risques/bruit)

Un spectateur assiste à un concert. Ce dernier se trouve face à une enceinte de puissance 13 W.

- 2- Encourt-il des risques de perte auditive s'il est placé à 10 m de l'enceinte ? Justifier le raisonnement.
- 3- À l'aide des documents 2 à 4, identifier deux paramètres physiques qui influent sur les risques de perte auditive.



## Partie B – Efficacité de la protection auditive individuelle du spectateur

Pour protéger leur audition, le spectateur et le musicien s'intéressent aux protections individuelles contre le bruit (notées PICB) en vente sur le marché. Il existe différents types : des bouchons pré-moulés, des bouchons formables en mousse, des bouchons moulés individualisés, ou encore des casques.

À chaque PICB est associée une atténuation du niveau sonore ainsi qu'une plage d'incertitude qui peut varier selon les méthodes de test utilisées par les fabricants.

### Document 5 – Efficacité des dispositifs de protection individuels contre le bruit (PICB)

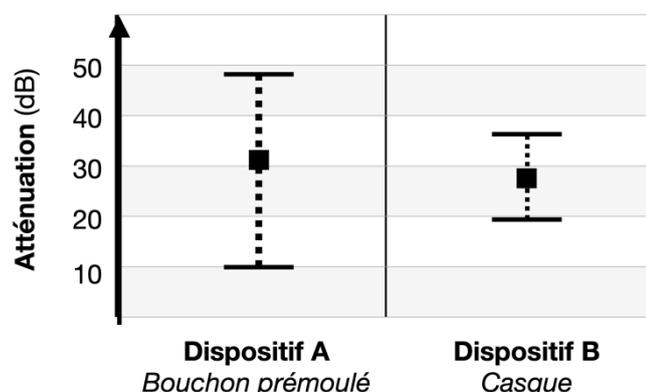
La législation européenne impose aux fabricants de PICB de tester et d'indiquer l'atténuation des dispositifs qu'ils commercialisent, avec la plage d'incertitude. Les fabricants ont le choix entre deux méthodes pour réaliser ces tests :

- la méthode subjective : on expose une personne équipée de PICB à un son de faible intensité et on augmente progressivement l'intensité. On note l'intensité à partir de laquelle la personne signale percevoir le son ;
- la méthode objective : on place un micro dans le conduit auditif d'une personne équipée de PICB qu'on expose à un son de forte intensité. On mesure la différence entre l'intensité réelle du son et l'intensité mesurée par le micro.

**Exemple** : résultats des tests d'atténuation réalisés par un fabricant de deux PICB.

Chaque dispositif a été testé avec la même méthode (non communiquée par le fabricant) sur plusieurs personnes.

Pour chaque dispositif, le fabricant indique dans le graphique ci-contre la valeur moyenne de l'atténuation par un carré. De plus, il indique la plage d'incertitude sur son résultat à l'aide des deux barres horizontales.



Source : d'après INRS, « Référence en santé au travail – N°138 ».

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

- 4- Parmi les deux méthodes de test mentionnées dans le document 5, indiquer celle qui s'appuie sur la démarche scientifique. Donner deux arguments pour justifier la réponse.
- 5- En analysant l'exemple présenté dans le document 5, choisir le dispositif de protection contre le bruit qui semble le plus efficace. Justifier le choix.



## Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

### Pédaler pour produire son électricité

Sur 8 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.

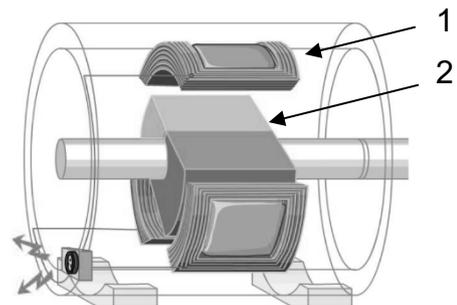


Schéma simplifié d'un alternateur : un courant électrique apparaît dans les bobines placées autour de l'aimant en rotation

Source : d'après [connaîtrelascience.wordpress.com](http://connaîtrelascience.wordpress.com)

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





### Document 3 – Pédaler pour sa santé

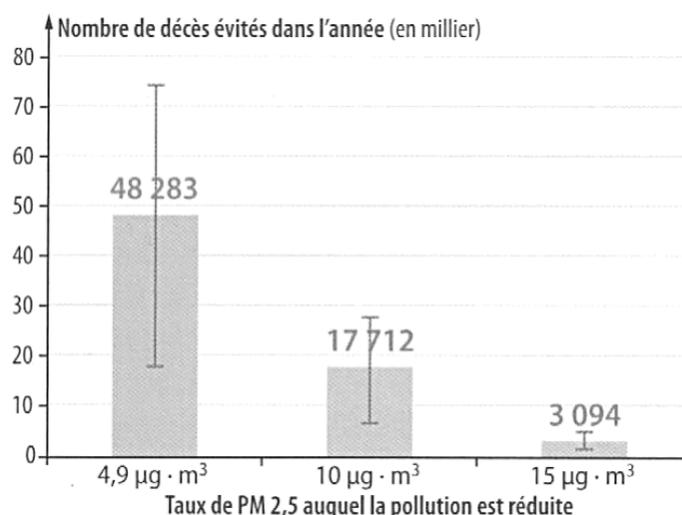
La production de l'électricité dans les centrales thermiques à partir de carburants fossiles émet dans l'air des composés chimiques ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$ , etc.), et des particules fines, en suspension, de tailles variées.

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 %.







## Exercice 3 (au choix)

### **Niveau première**

Thème « La Terre, un astre singulier »

### **La mesure du méridien par triangulation au XVIIIe siècle**

Sur 8 points

Dans cet exercice, on cherche à calculer la longueur d'un méridien terrestre en utilisant la méthode de triangulation du XVIIIe siècle.

#### **Document 1 – L'aventure de Delambre et Méchain**

Jean-Baptiste Delambre, Pierre Méchain et leurs collaborateurs devaient définir la longueur du mètre, fixée selon les scientifiques de l'Académie des sciences à « la dix millionième partie du quart du méridien terrestre. Ils se lancent pour cela dans la mesure du méridien de Paris : une ligne née dans l'imagination des cartographes, qui traverse la France de part en part (de Dunkerque à Barcelone) et fait le tour de la Terre en passant par les deux pôles. Les deux tiers supérieurs, de Dunkerque à Rodez, incombent à Jean-Baptiste Delambre, et le parcours Rodez-Barcelone à Pierre Méchain. Aucun monument ne commémore les efforts déployés pour mener à bien cette mission, en pleine Terreur (au moment de la Révolution française) ...

Les chercheurs utilisent une méthode mathématique appelée « triangulation ». Elle consiste à diviser le terrain en triangles pour le mesurer. On trace d'abord le long du méridien des triangles jointifs, ayant chacun un côté en commun avec le suivant. Il suffit ensuite de mesurer les angles des triangles par visée, depuis un endroit situé en hauteur (clocher, château, tour) et de disposer de la longueur d'une seule base (celle de Melun-Lieussaint pour la partie nord) pour pouvoir en déduire tous les côtés des triangles dont la somme était précisément la portion de méridien.

Source : D'après Azar Khalatbari, « Le mètre et le méridien », [wwwliberation.fr](http://wwwliberation.fr), 2006

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.)

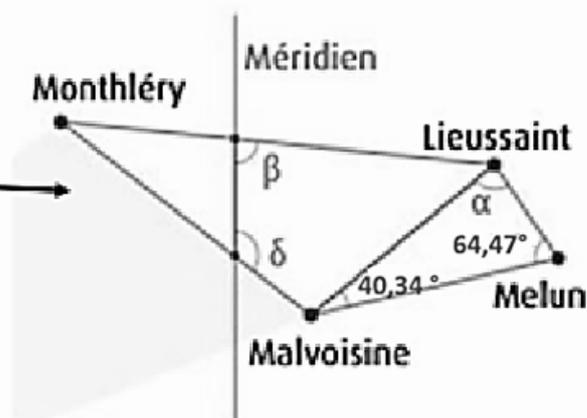
1.1

## Document 2 – La mesure de la distance Dunkerque-Barcelone par Delambre et Méchain

On peut effectuer une triangulation à partir de la connaissance de la longueur d'une première base de 6075,90 toises<sup>1</sup> entre Melun et Lieussaint, deux villes situées en Seine-et-Marne (77). Ainsi, à partir des extrémités de cette base, Jean-Baptiste Delambre vise Malvoisine. De la mesure des angles, il déduit la distance Lieussaint-Malvoisine et celle-ci constitue la base d'un nouveau triangle dont le sommet sera Monthléry. Une chaîne de triangles successifs juxtaposés est ainsi formée le long de la méridienne. L'arc de méridien Dunkerque-Barcelone a pour longueur un quarantième de méridien terrestre.

1 : Toise : unité de longueur ancienne, correspondant à six pieds : 1 toise = 1,949 m

Source : D'après « Un voyage... de Dunkerque à Barcelone », [www.clea-astro.eu](http://www.clea-astro.eu)



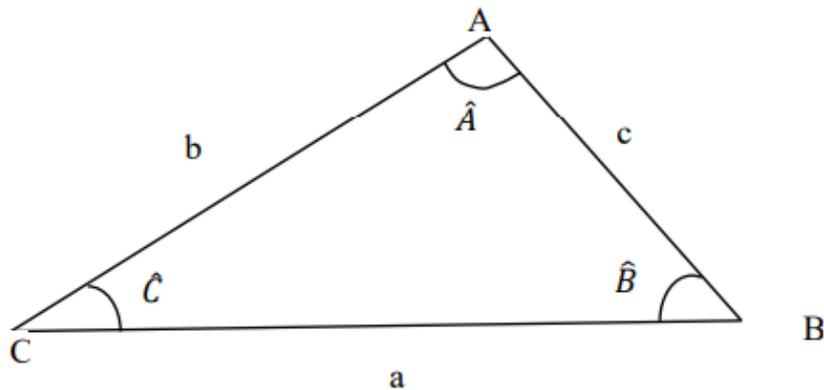
Source : Ken Alder 2005 et IGN



### Document 3 – Loi des sinus

La méthode de triangulation est fondée sur la loi des sinus, formule de trigonométrie dans un triangle quelconque, qui s'énonce de la façon suivante pour un triangle ABC :

$$\frac{a}{\sin \hat{A}} = \frac{b}{\sin \hat{B}} = \frac{c}{\sin \hat{C}}$$



- 1- Montrer que l'angle alpha, qui se réfère à l'angle entre la base Melun-Lieussaint et la ligne de visée vers Malvoisine, du document 2, est égal à  $75,19^\circ$ .
- 2- En écrivant la loi des sinus du document appliquée au triangle représenté dans document 3, déterminer la distance Melun-Malvoisine en kilomètre. Arrondir le résultat à  $10^{-1}$  près.
- 3- Aujourd'hui on sait que la distance entre ces deux villes est égale à  $d = 18,2$  km. L'incertitude sur la mesure admise est égale à  $1,0$  km, conclure sur la précision de la mesure de l'époque.
- 4- En appliquant la méthode de triangulation, Jean-Baptiste Delambre a obtenu une longueur de  $1\ 000$  km pour l'arc méridien Dunkerque Barcelone. En déduire à partir document 2 la longueur  $L$  du méridien terrestre (circonférence de la Terre).
- 5- Indiquer si le résultat est cohérent avec la définition du mètre du document 1.

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

## Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

### La terraformation de Mars

Sur 8 points

Mars est une planète rocheuse plus petite que la Terre gravitant autour du Soleil à une distance moyenne d'environ 228 millions de kilomètres.

La terraformation de Mars, processus consistant à transformer l'atmosphère et la température de la planète pour la rendre habitable par l'Homme, est une idée qui passionne la communauté scientifique depuis plusieurs décennies.

#### Document 1 - Tableau comparatif de la Terre et de Mars

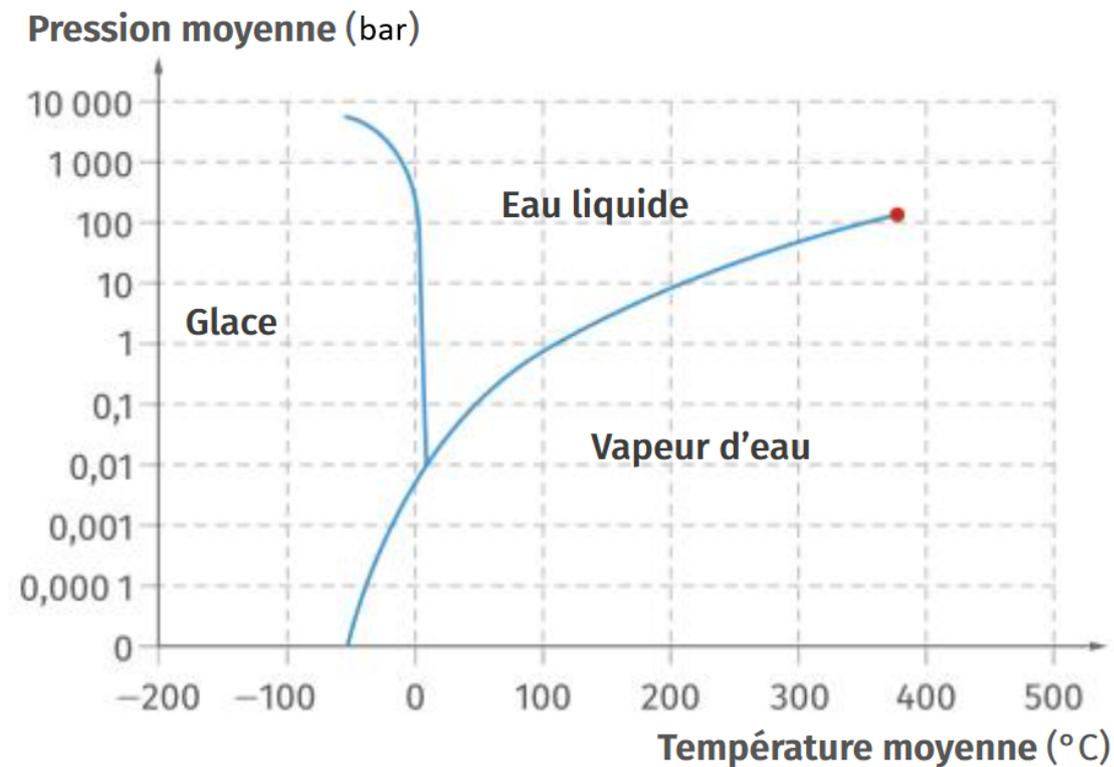
Planète	Terre	Mars
Composition atmosphérique (% en volume)	O <sub>2</sub> (21 %) Ar (0,93 %) N <sub>2</sub> (78 %) CO <sub>2</sub> (0,042 %)	O <sub>2</sub> (0,12 %) Ar (2,08 %) N <sub>2</sub> (2,8 %) CO <sub>2</sub> (95 %)
Pression atmosphérique moyenne (bar)	1,0	6,4.10 <sup>-3</sup>
Intensité de pesanteur à la surface (N·kg <sup>-1</sup> )	9,8	3,7
Période de rotation autour de son axe (h)	23,9	24,6
Température de surface moyenne (°C)	15	- 63

Les températures et pressions moyennes ont été établies à partir des mesures effectuées par les capteurs de la mission Insight.

- 1- Nommer les deux gaz les plus abondants dans l'atmosphère martienne.
- 2- Déterminer, à l'aide du diagramme de phase donné dans le document 2 page suivante, l'état physique de l'eau présente à la surface de Mars.
- 3- Donner trois facteurs qui rendent la planète Mars inhospitalière pour l'Homme.



## Document 2 – Diagramme d'état de l'eau



Source : d'après un manuel scolaire

- 4- À l'aide du document 3 page suivante et de vos connaissances, expliquer comment l'évolution de la composition de l'atmosphère terrestre a permis l'apparition de la vie sur Terre.
- 5- Sachant que l'évolution de la température de surface de la Terre primitive a permis la liquéfaction de la vapeur d'eau présente dans l'atmosphère de la Terre primitive, indiquer en justifiant si la terraformation est un processus similaire à celui qui a permis la vie sur Terre.

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 :

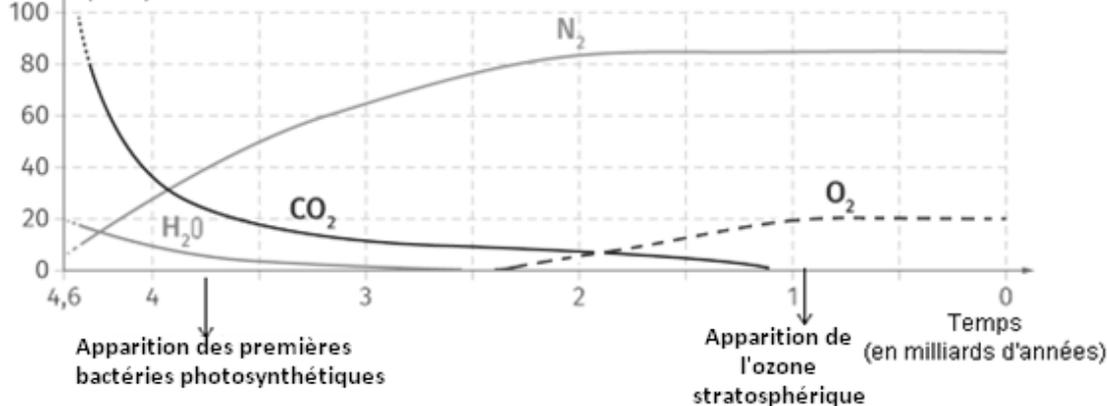
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

### Document 3 – Évolution de la composition de l'atmosphère terrestre depuis 4,6 milliards d'années

Composition de l'atmosphère

(en %)



Source : d'après <https://svt.ac-versailles.fr>

Le document 4 suivant présente une méthode innovante pour terraformer Mars.

6- Expliquer le mécanisme de l'effet de serre.

7- Montrer que cette méthode permettrait de favoriser les conditions de vie sur Mars.

### Document 4 – Terraformer Mars en créant un réchauffement climatique

Dans un article publié par *Science Advances*, une équipe de chercheurs des universités de Chicago, Floride et Northwestern présente une étude de faisabilité d'un procédé de terraformation de Mars inédit. Il consiste à créer un effet de serre artificiel en dispersant des nanoparticules d'aluminium dans l'atmosphère martienne.

D'après les simulations climatiques produites par l'équipe de chercheurs, une densité de 160 mg/m<sup>2</sup> de ces nanoparticules d'aluminium pourrait entraîner un réchauffement significatif, permettant potentiellement la présence d'eau liquide.

L'eau liquide libèrerait davantage de dioxyde de carbone ce qui augmenterait la pression atmosphérique en l'espace de quelques mois, supposent les scientifiques. Cela créerait alors une boucle de rétroaction positive qui amplifierait l'effet de serre et le réchauffement.

Source : d'après *science-et-vie.com*, publié le 9 aout 2024