

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

### Population en Inde 2

Sur 4 points

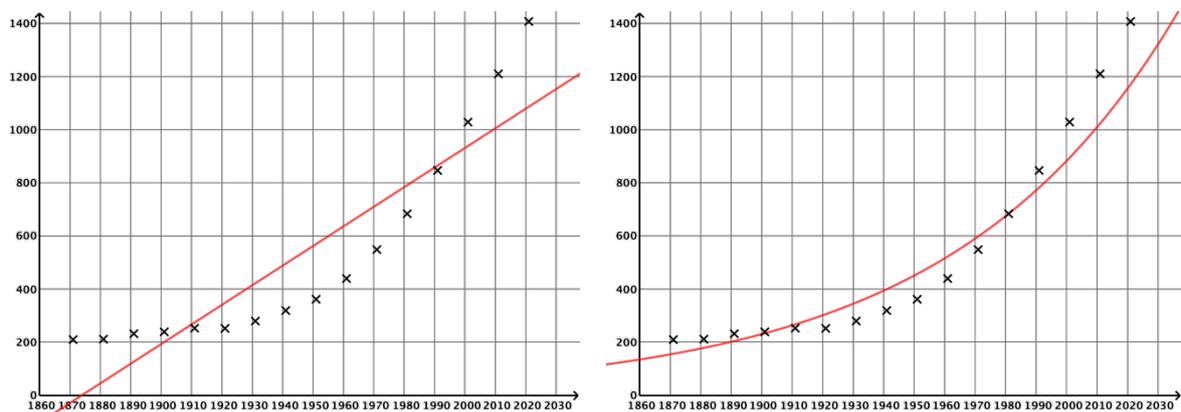
Le tableau suivant donne la population de l'Inde, en millions d'habitants, arrondie au dixième entre 1871 et 2021.

Année	1871	1881	1891	1901	1911	1921	1931	1941
Population	209,1	210,9	231,4	238,4	252,1	251,3	279	318,7

Année	1951	1961	1971	1981	1991	2001	2011	2021
Population	361,1	439,2	548,2	683,3	846,4	1028,7	1210,2	1407,6

#### Partie A – On s'intéresse à la période entre 1871 et 2021

Sur les graphiques suivants, on a représenté les données précédentes. Sur le graphique situé à gauche, on a tracé une droite d'ajustement linéaire. Sur le graphique situé à droite, on a tracé une courbe d'ajustement exponentiel.



1- Au vu des graphiques précédents, déterminer le modèle (linéaire ou exponentiel) qui semble le plus adapté pour décrire l'évolution de la population de l'Inde entre 1871 et 2021. Justifier la réponse.

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 :  /  /



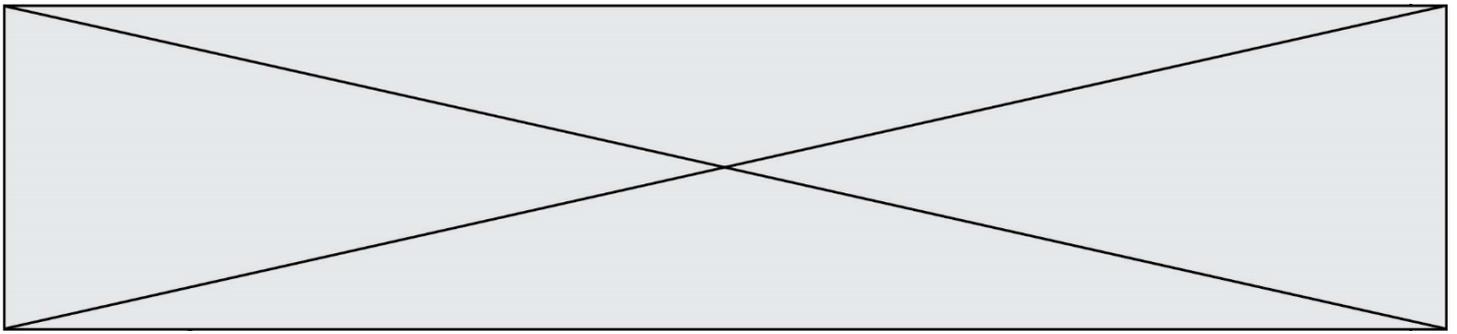
1.1

2- On admet que la courbe correspondant à l'ajustement exponentiel (graphique situé à droite) a une équation de la forme  $y = aq^x$  avec  $a$  et  $q$  réels strictement positifs et que cette courbe passe par les points de coordonnées (1890 ; 200) et (1940 ; 400). Déterminer la valeur exacte de  $q$ .

### Partie B – On s'intéresse à la période entre 1951 et 2001

On choisit de modéliser la population entre 1951 et 2001 à l'aide des premiers termes d'une suite  $(v_n)$  où  $v_n$ , arrondi au dixième, représente le nombre de millions d'habitants de l'Inde, l'année  $1951+10n$ , avec  $n$  entier naturel. Ainsi  $v_0 = 361,1$ .

- 1- On suppose pour cette question que la suite  $(v_n)$  est une suite géométrique de raison 1,2. Justifier par le calcul que ce modèle est pertinent pour la période entre 1951 et 2001.
- 2- Ce modèle reste-t-il pertinent jusqu'en 2021 ? Justifier la réponse.
- 3- Calculer le taux moyen d'évolution, tous les dix ans, pour la période entre 1951 et 2001. On arrondira à  $10^{-2}$ .
- 4- En déduire une valeur possible à  $10^{-2}$  de la raison de la suite géométrique  $(v_n)$ .



## Exercice 2 (au choix)

### Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

### Zone d'habitabilité

Sur 8 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. Celle-ci a longtemps été étroitement liée à la distance entre le Soleil et la planète ou la distance entre l'étoile et l'exoplanète qui gravite autour.

### 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 moyenne (°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 de surface théorique moyenne 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 :

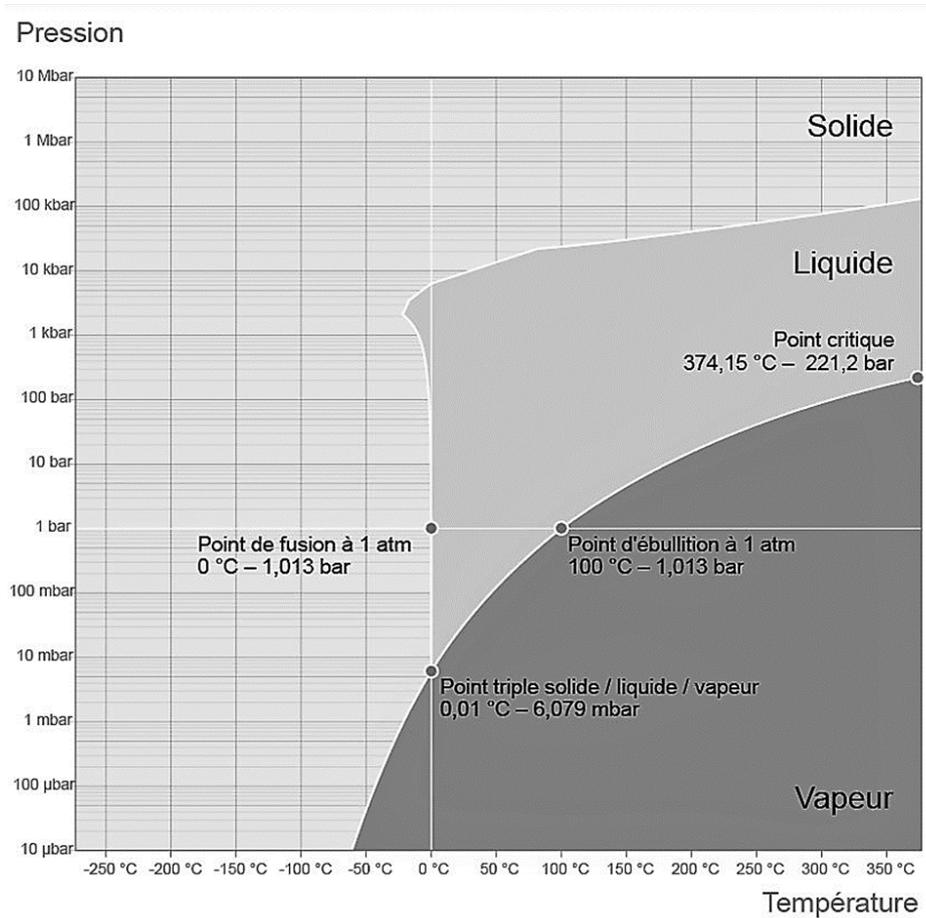
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

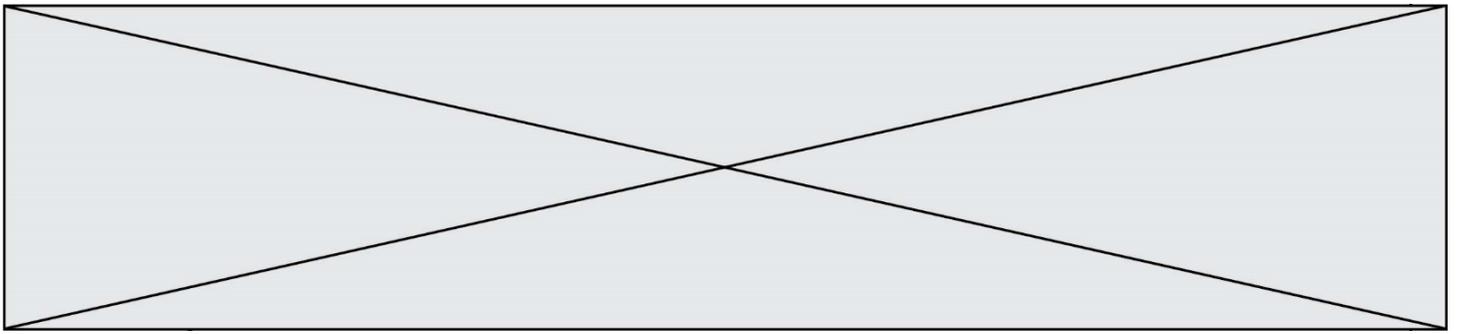
## Document 2 – Quelques caractéristiques des planètes du système solaire

	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)	<b>CO<sub>2</sub></b> (96%), N <sub>2</sub> (3,5%), O <sub>2</sub> (0,13%) <b>H<sub>2</sub>O</b> (0,002%)	N <sub>2</sub> (78%), O <sub>2</sub> (20,9%), <b>CO<sub>2</sub></b> (0,04%), <b>H<sub>2</sub>O</b> (faible, variable)	<b>CO<sub>2</sub></b> (95%), N <sub>2</sub> (2,7%), O <sub>2</sub> (0,13%) <b>H<sub>2</sub>O</b> (0,03%)

## Document 3 – Diagramme de phase de l'eau



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



- 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 moyenne et température théorique moyenne sur la Terre et sur Vénus.
- 4- Expliquer pourquoi le phénomène nommé à la question 3 est actuellement négligeable Mercure et sur Mars.
- 5- À partir des données de température du document 1 et des informations du document 3, déterminer en justifiant sous quel(s) état(s) physique(s) se trouve l'eau à la surface de Mars. En déduire si Mars se situe dans la zone d'habitabilité du système solaire.

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

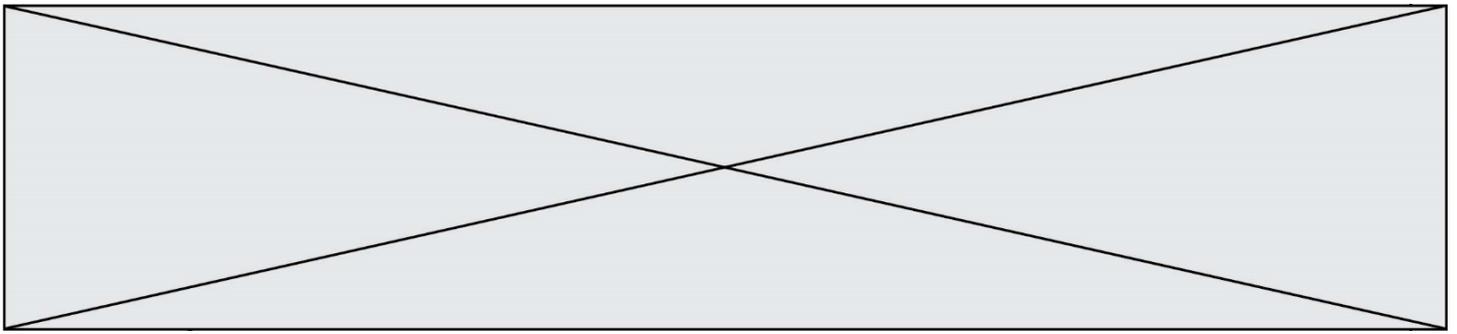
### Document 4 – Extrait d'un communiqué du CNRS

Pour un grand nombre de scientifiques, dans le système solaire, c'est sur Europe, satellite naturel de Jupiter, 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>

- 6- En considérant uniquement la pression atmosphérique et la température à la surface d'Europe, l'eau n'existe qu'à l'état solide sur Europe. En prenant appui sur les documents 4 et 5 (page suivante), donner deux arguments qui permettent d'indiquer que de l'eau liquide peut exister sur Europe.
- 7- En vous appuyant sur la notion de zone d'habitabilité du système solaire, expliquer l'affirmation suivante : « Les savoirs scientifiques sont tributaires (dépendent) des avancées techniques ».





## **Niveau terminale**

*Thème « Le futur des énergies »*

### **L'île de Samsø**

*Sur 8 points*

L'île de Samsø est une petite île danoise située à une centaine de kilomètres à l'ouest de Copenhague, dans le détroit de Kattegat. Presque quatre mille habitants y vivent. En 1997, cette île est devenue la première île à énergie durable du Danemark et a atteint l'autosuffisance énergétique en dix ans. Des parcs terrestres d'éoliennes et une ferme marine ont été créés. Le stockage de l'énergie est basé sur des batteries au lithium ce qui permet de répondre à la demande. Dès 2007, l'empreinte carbone de l'île, vitrine de la transition énergétique du Danemark, était négative.

Cette île peut-elle être un modèle pour la transition énergétique en France ?

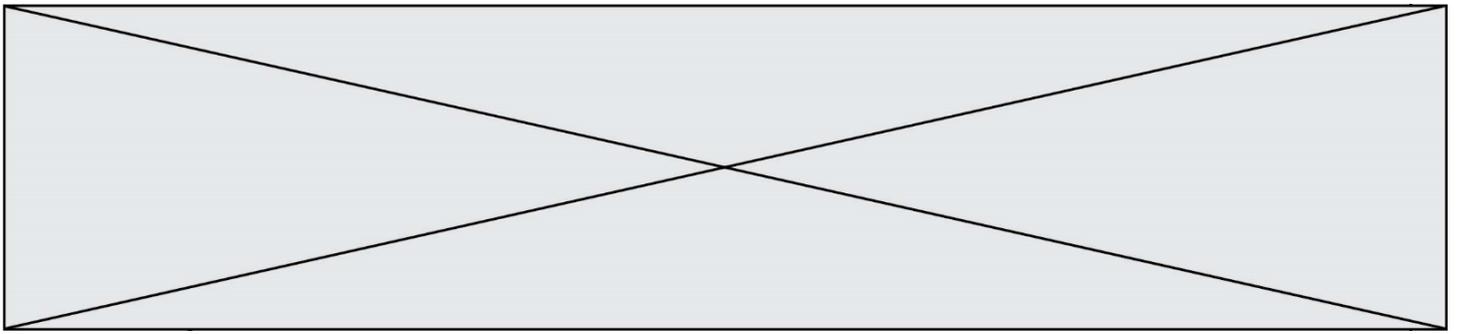
#### **Document 1 – Samsø, une île laboratoire**



Les premières mesures ont été d'assurer une production électrique par 11 éoliennes terrestres réparties en trois parcs puis 10 grandes éoliennes off-shore situées à 3 km des côtes. Un relais électrique collecte la production de chaque parc et la répartit à la fois vers les habitations de l'île, jusqu'à satisfaction des besoins, et vers le réseau national danois. La balance est très nettement en faveur des exportations : trois quarts des 105 000 MWh annuels vont approvisionner le réseau national.

*Source : Extrait d'un article de Planètes Énergies, 21 février 2018*





- 3- Après avoir rappelé ce qu'est l'effet Joule, justifier l'utilisation des lignes à haute tension pour le transport d'une puissance électrique donnée en s'appuyant sur les relations fournies dans le document 3.

#### **Document 4 – Besoin énergétique en France**

Le besoin énergétique total de la France varie chaque année en fonction de plusieurs facteurs, notamment la demande des secteurs résidentiels, industriels et tertiaires. En moyenne, la consommation d'énergie primaire en France s'élève à environ 1 500 TWh\* (térawattheures) par an, toutes énergies confondues (électricité, gaz, pétrole, charbon, énergies renouvelables, etc.) :

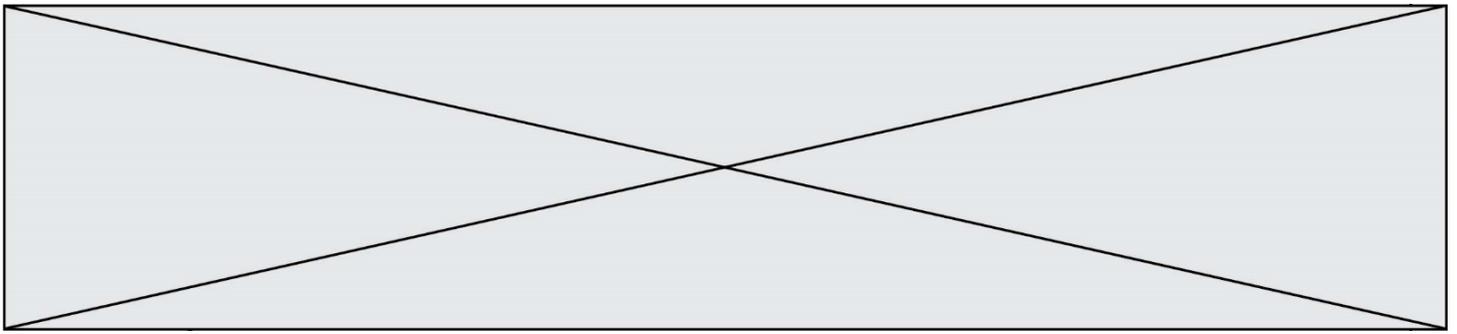
- Électricité : environ 450 TWh par an (en 2022), avec une part importante provenant du nucléaire (environ 60-70 %), suivie des énergies renouvelables (hydroélectrique, éolien, solaire), notamment la France possède déjà 8000 éoliennes sur son sol et des combustibles fossiles.
- Gaz naturel : environ 460 TWh.
- Produits pétroliers : environ 630 TWh, principalement pour les transports et le chauffage

\*1 TWh =  $10^6$  MWh

Source : d'après le site [developpement-durable.gouv.fr](http://developpement-durable.gouv.fr)

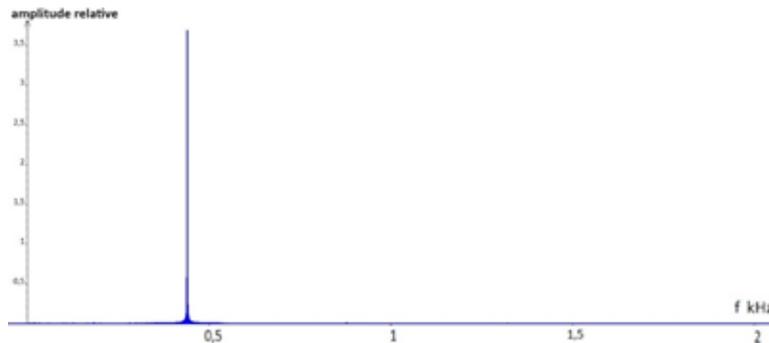
- 4- Montrer, par le calcul, qu'il faudrait plus de 100 000 éoliennes de mêmes caractéristiques que celles de l'île de Samsø pour pallier les besoins énergétiques en France.
- 5- En exploitant l'ensemble des documents de l'exercice et ses connaissances personnelles, discuter de la faisabilité de cette alternative « tout éolien » pour la France.



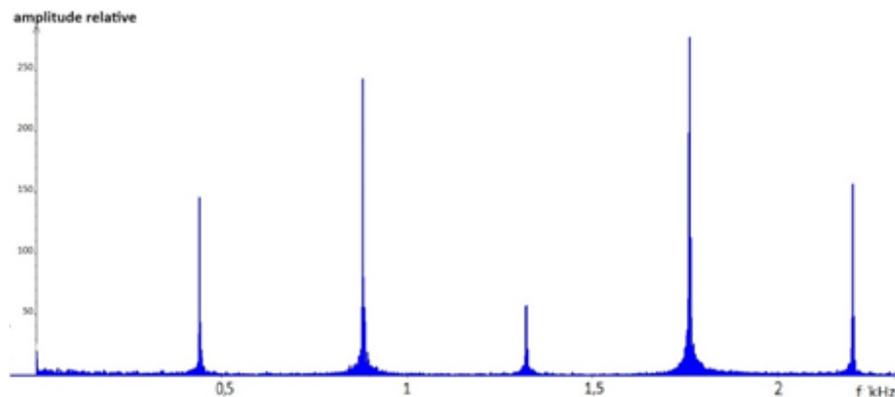


## Document 2 – Spectres de Fourier de deux sons correspondants à des $la_3$

Spectre 1 :



Spectre 2 :



- 2- Indiquer quel spectre de Fourier du document 2 correspond au  $la_3$  du premier violon solo. Justifier la réponse.

Un autre violoniste de l'orchestre n'ayant pas encore accordé son instrument joue la corde du  $la_3$  et trouve le son plus grave que celui émis par le premier violon solo.

## Document 3 – Fréquence du son émis par une corde

La fréquence fondamentale  $f$  (en Hz) de la note jouée par une corde dépend de la longueur  $L$  (en m) de la corde, de la force de tension  $F$  (en N) et de la masse linéique  $\mu$  (en  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) de la corde. Elle se calcule avec la relation suivante :

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

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

Plus la fréquence est élevée, plus le son est aigu.

### Document 4 – Accorder un violon

Pour accorder un violon, le violoniste tourne les chevilles qui tendent ou détendent les cordes.

Source : Concours général des Lycées, session 2020, Physique-chimie classe de terminale générale



- 3- D'après les documents 3 et 4, expliquer comment doit procéder le violoniste pour accorder la corde en question. Justifier la réponse.

### Document 5 – Intensité sonore et niveau d'intensité sonore

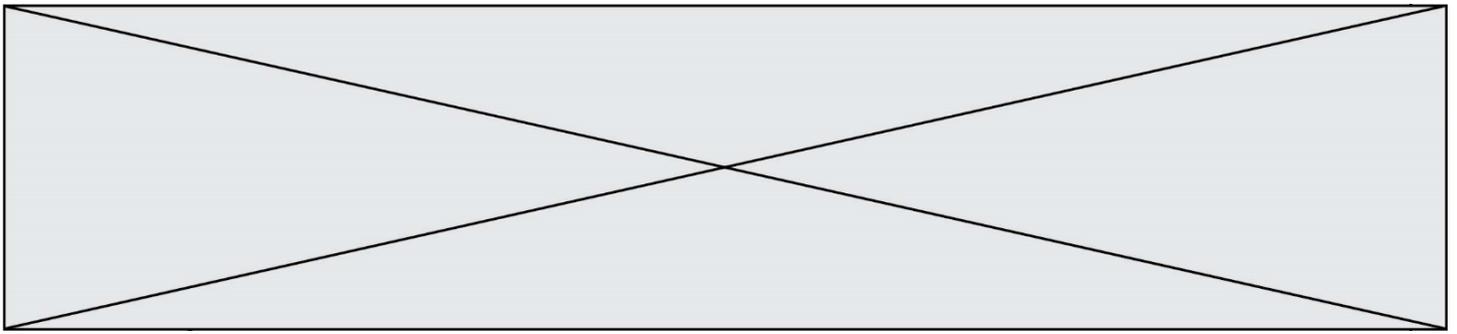
L'intensité sonore  $I$  (en  $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ) correspond à la puissance sonore par unité de surface.

On caractérise plus souvent un son par son niveau d'intensité sonore  $L$  (en dB) :

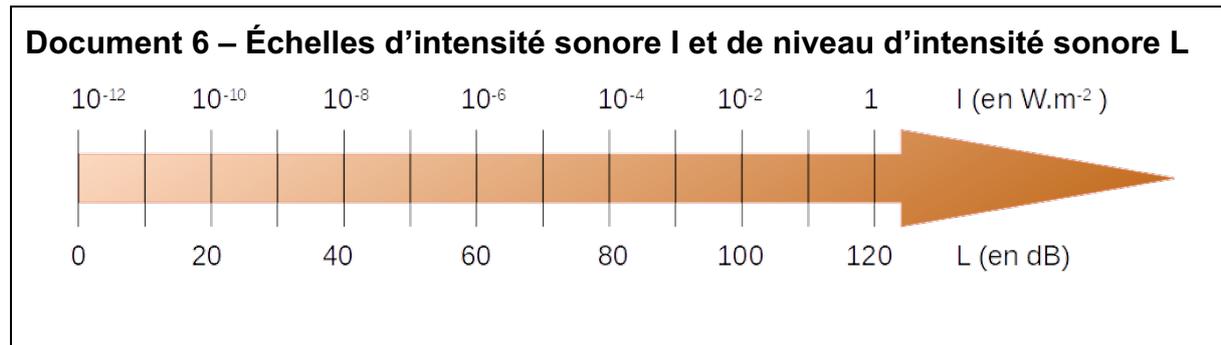
$$L = 10 \times \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

avec  $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  l'intensité sonore de référence à partir de laquelle un son est audible pour l'oreille humaine.

Un spectateur est placé à une certaine distance de l'orchestre. Lors du final de la symphonie de Mahler, la quasi-totalité des instrumentistes et chanteurs sont en action pendant quelques minutes. On fera l'approximation que l'intensité sonore des différents instruments et chanteurs est la même au niveau où est situé le spectateur et vaut  $I_1 = 1,0 \times 10^{-6} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .



- 4- Déterminer l'intensité sonore  $I_{1000}$  du son émis par les 1000 musiciens lors du final. On rappelle que les intensités sonores s'ajoutent.



- 5- Déterminer le niveau d'intensité sonore  $L_{1000}$  pour le spectateur.

## Partie 2 – Santé auditive

Une dosimétrie du bruit a été effectuée lors d'un concert de Mahler. Elle révèle que certaines places dans l'orchestre sont particulièrement bruyantes, dépassant fréquemment les 110 dB. Parmi ces places, devant les grosses caisses se trouvent des joueurs de trombone (les trombonistes) dont un qui déclare une perte d'audition. Un dépistage auditif lui est proposé par un médecin.

### Document 7 – La réalisation des audiogrammes du tromboniste

Pour caractériser le niveau de surdité du musicien, on réalise un audiogramme indépendamment sur chaque oreille : le médecin fait écouter au patient certains sons via un casque. Les différents sons sont d'abord joués à très faible volume (faibles décibels), puis augmentés au fur et à mesure. On réalise différentes mesures pour des sons graves (faible fréquence) et des sons aigus (haute fréquence).

Le médecin repère précisément la fréquence et l'intensité du son le plus bas que le patient peut percevoir, ce qui lui permet de tracer les courbes ci-dessous, en comparant avec un patient sain.

Les deux graphiques suivants représentent les pertes auditives des oreilles du joueur de trombone (dB) en fonction de la fréquence du son (Hz).

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

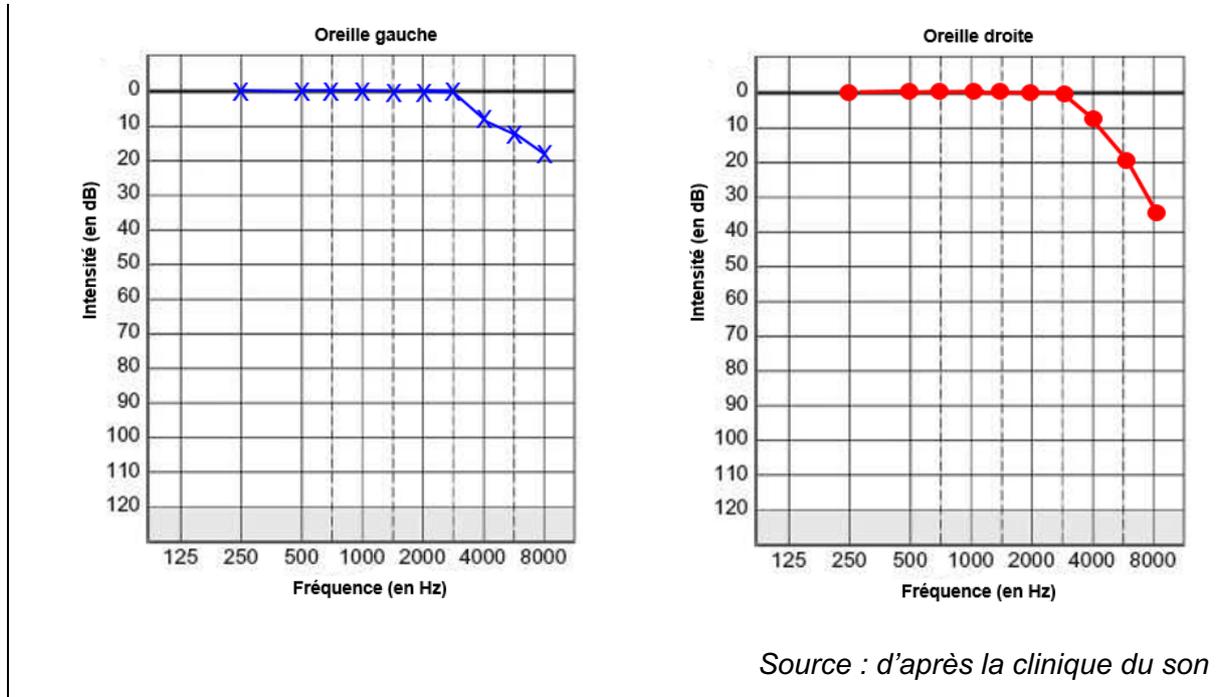
N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

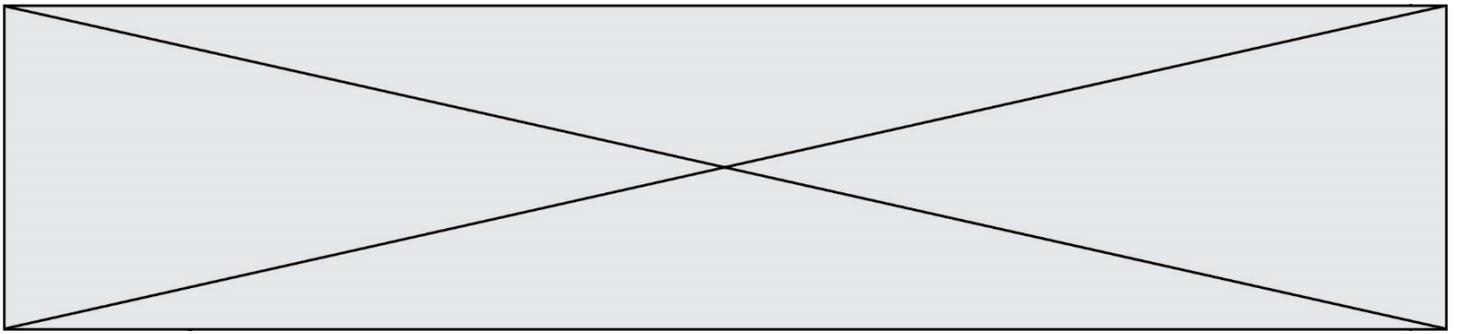


### Document 8 – Les différents niveaux de surdité

La surdité est calculée en décibels (dB) de perte auditive.

Perte auditive (en dB)	Niveau d'audition	Conséquences sur la vie de la personne
De 0 à 20 dB	Audition normale	Aucune conséquence
De 20 à 39 dB	Surdité légère	La personne fait répéter son interlocuteur, sur les sons aigus
De 40 à 69 dB	Surdité moyenne	La personne ne comprend que si l'interlocuteur élève la voix
De 70 à 89 dB	Surdité sévère	La personne ne comprend que si l'interlocuteur élève la voix à proximité de son oreille
Plus de 90 dB	Surdité profonde	La personne n'entend plus du tout la parole

Source : <https://www.ameli.fr/rhone/assure/sante/themes/perte-acuite-auditive/definition-causes>



- 6- À l'aide des informations des documents 7 et 8, caractériser le niveau de surdité des oreilles du tromboniste. Une réponse argumentée est attendue.

L'audition fait intervenir différents organes. L'exposition à un bruit important, qu'il soit prolongé ou bref, peut conduire à différentes pathologies : une perforation du tympan, une fracture des osselets, une détérioration des cellules ciliées, une connexion entre les cellules nerveuses défectueuse, ...

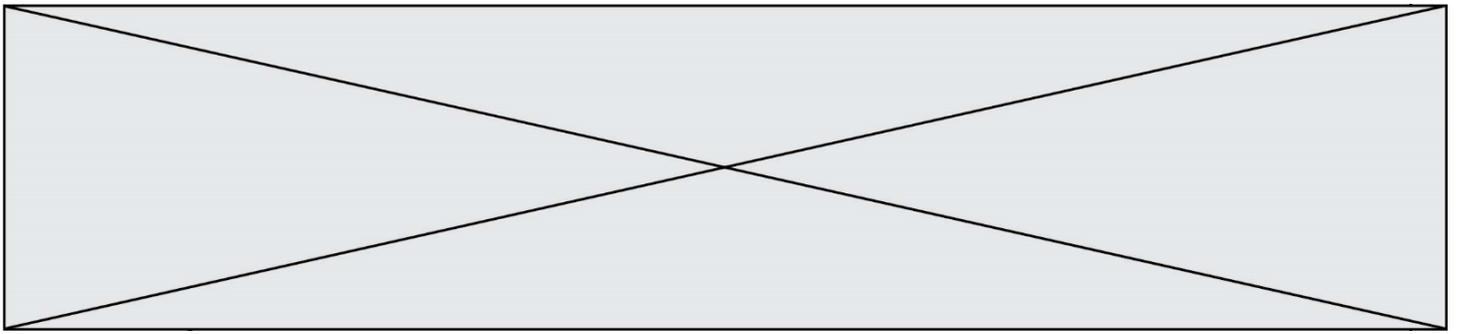
- 7- Utiliser les informations des documents 9 et 10 suivants pour expliquer l'origine de la baisse d'audition du musicien et déterminer son type de surdité.

#### **Document 9 – Les différents types de surdité**

Surdité de transmission	Liée à un problème de transmission du signal sonore dans l'oreille externe (pavillon et conduit auditif externe) ou moyenne (fonctionnement du tympan ou mobilité des osselets)
Surdité de perception	Liée à la dégradation des cellules ciliées de la cochlée l'oreille interne ou du nerf auditif (responsable de la transmission des sons au cerveau).
Surdité mixte	Combine les deux surdités (de transmission et de perception)

Source : <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/perte-acuite-auditive/definition-causes>





## Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

### Le permafrost, une bombe climatique à retardement ?

Sur 8 points

Le permafrost est une couche de sol gelé en permanence. D'après les climatologues, il est considéré aujourd'hui comme une « bombe climatique à retardement ». Il s'agit ici de s'interroger sur la validité scientifique de cette expression.

#### Partie 1 – L'évolution du permafrost arctique

##### Document 1 – Répartition mondiale du permafrost actuel

« Un cinquième de la surface terrestre est congelé. Ce sol mêlé de glace, nommé [...] permafrost, se trouve surtout en Arctique ; il représente 25 millions de kilomètres carrés, soit deux fois et demie la superficie de l'Europe. »

Source : extrait d'un article scientifique publié dans *Pour la Science*, n° 390, Avril 2010

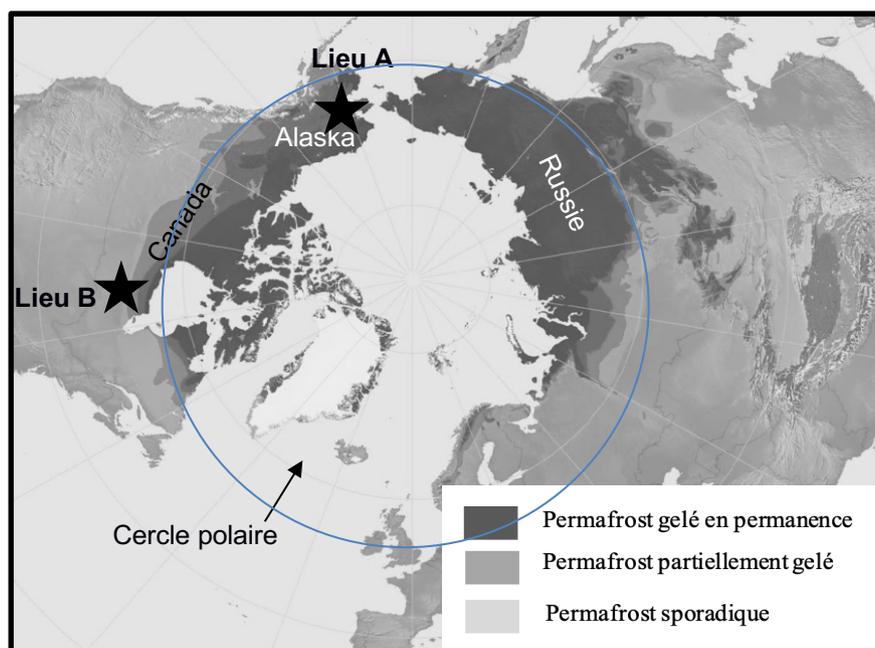


Figure 1 – Carte de l'Arctique

Source : d'après Brown et al, 1997 in *International Permafrost Association*, 2020

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

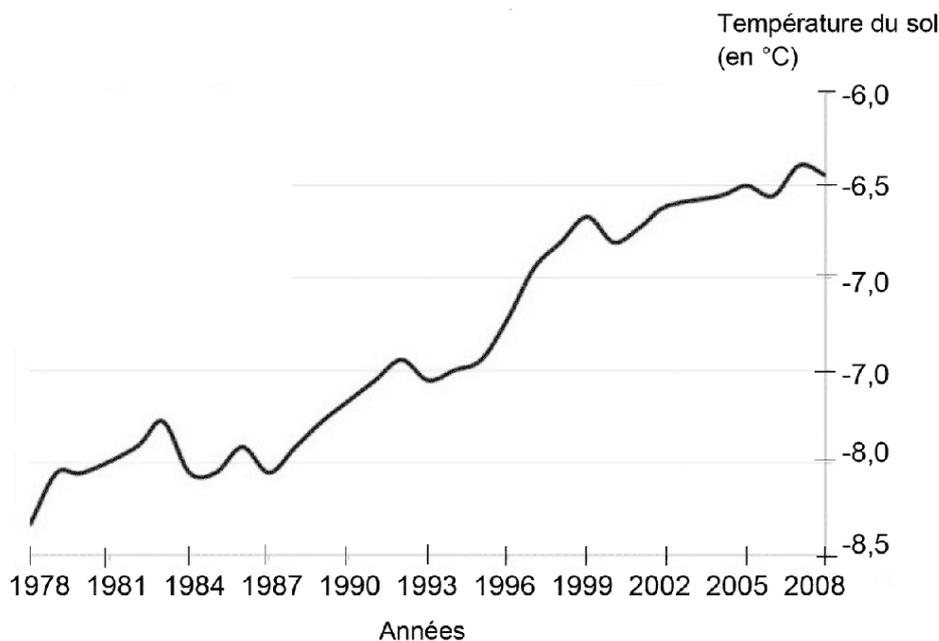
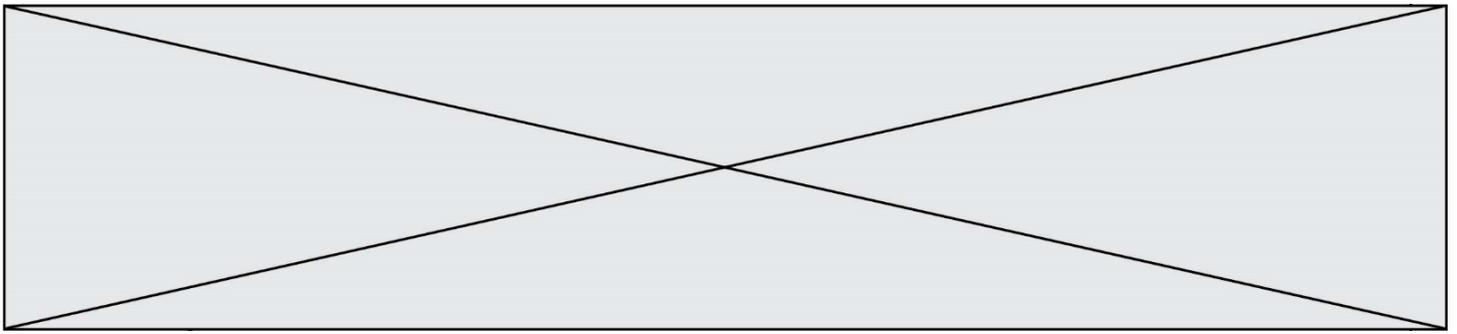


Figure 2 – Évolution de la température du permafrost en Alaska (lieu A) à 20 mètres de profondeur en fonction du temps.

Source : d'après [leau-vive.ca/Societe/pergelisol-et-impacts-sur-les-communautes-nordiques](http://leau-vive.ca/Societe/pergelisol-et-impacts-sur-les-communautes-nordiques), 2018

Les chercheurs ont étudié l'évolution du permafrost à deux endroits situés en Alaska et près de la baie d'Hudson au Canada, où se trouvent deux centres d'études météorologiques. Ces lieux sont notés A et B sur la carte du document 1.

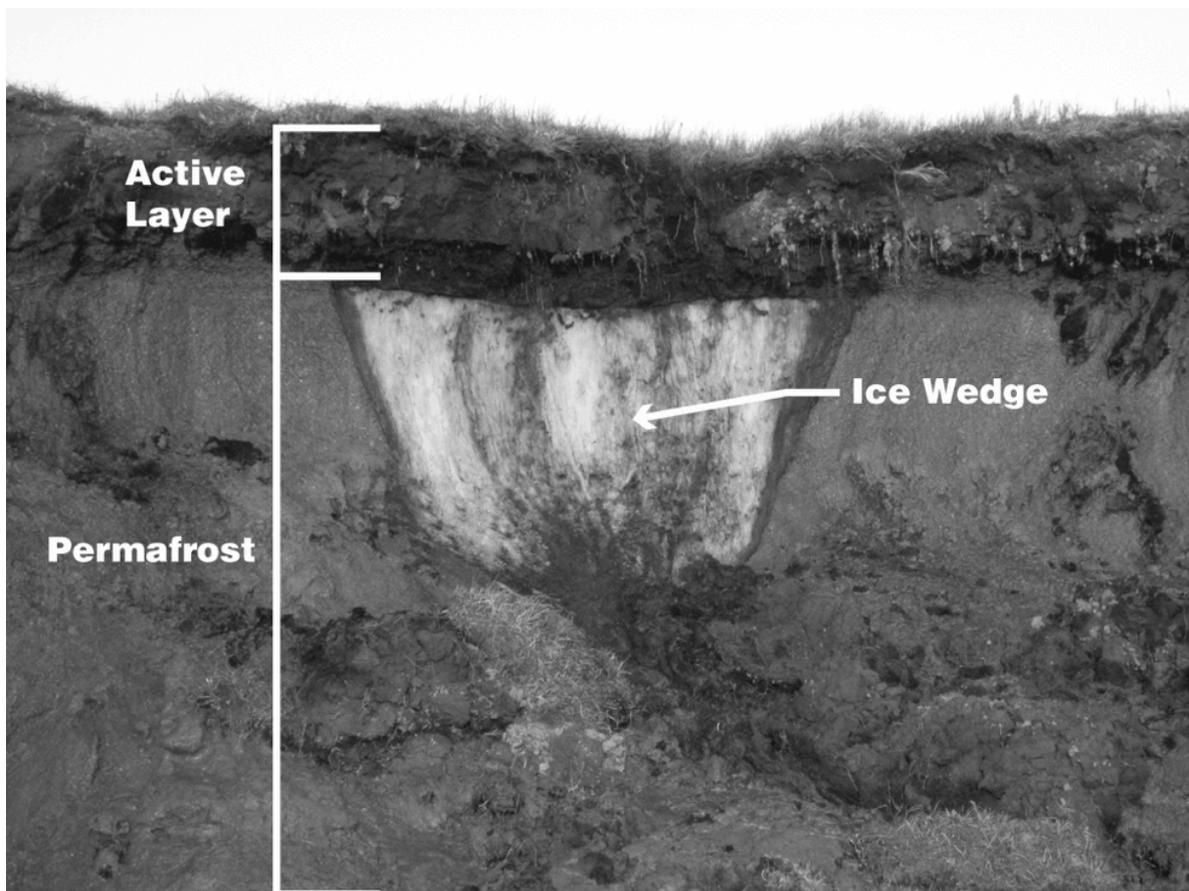
- 1- En utilisant la figure 2 du document 1, décrire l'évolution globale de la température du permafrost dans le lieu A au cours du temps.
- 2- En déduire si l'état physique de l'eau du permafrost en Alaska, dans le lieu A, a changé suite à cette évolution.



## Partie 2 – Conséquences sur le paysage de l'évolution du permafrost

### Document 2 – Structure du sol au lieu B

Près de la baie d'Hudson (lieu B), la température du permafrost peut devenir positive au cours de l'année. Une coupe permet d'observer les différentes couches qui constituent le sol.

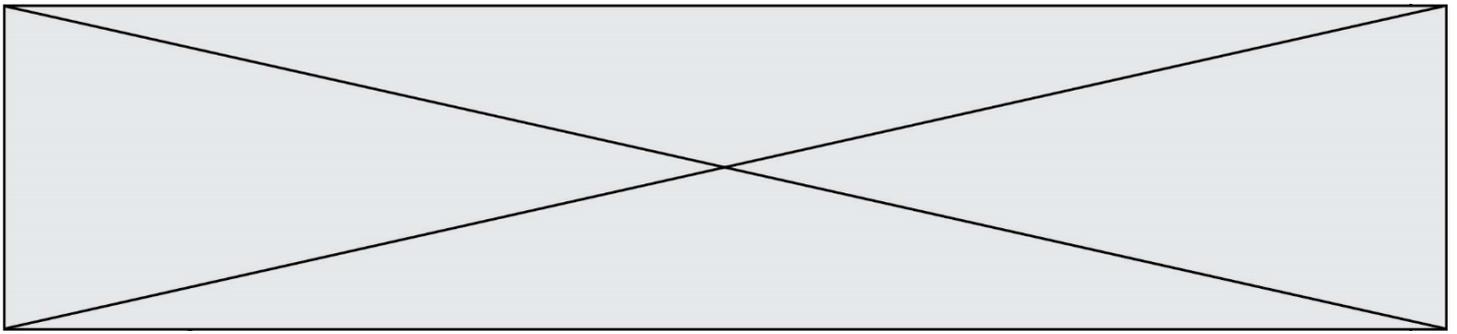


Active layer = couche active      Ice wedge = coin de glace (poche de glace)

Source : *The layers of permafrost*. Photographie : Benjamin Jones, USGS

- 3- Recopier la proposition correcte si la température du permafrost devient positive :
- a) Le permafrost fond.
  - b) La glace fond.
  - c) Le permafrost n'est pas modifié.
  - d) L'état physique de la glace ne change pas.





### Partie 3 – Dioxyde de carbone et méthane, des gaz à effet de serre du permafrost

Le méthane et le dioxyde de carbone sont naturellement émis par les sols comme produits de différents processus, principalement biologiques. La fermentation de matière organique produit ainsi du méthane en l'absence de dioxygène (conditions anaérobies). Le méthane peut être oxydé en dioxyde de carbone en présence de dioxygène (conditions aérobies). Les émissions sont habituellement faibles, mais le dégel du permafrost s'accompagne de variations de ces émissions.

- 6- Identifier, sur la coupe de sol du document 2, la source de matière organique à l'origine de la fermentation qui se produit dans les thermokarsts.

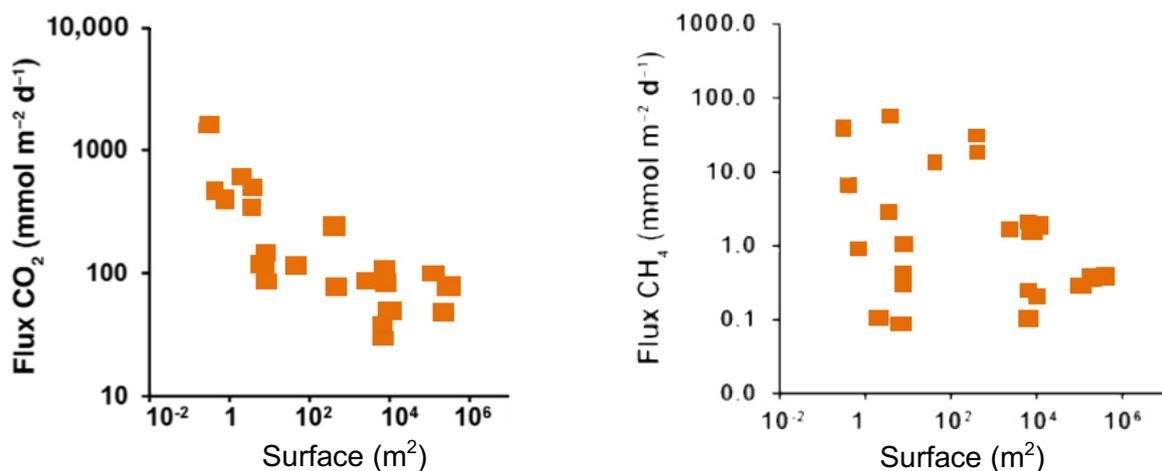


Figure 3 – Flux de CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> (en mmol de gaz par m<sup>2</sup> et par jour) libérés par les thermokarsts dans l'atmosphère en fonction de leur surface

Source : d'après ASLO 2020

- 7- Comparer les ordres de grandeur des flux de dioxyde de carbone et de méthane.



### Document 4 – Pouvoir de réchauffement global (PRG) du dioxyde de carbone et du méthane

Le pouvoir de réchauffement global d'un gaz (PRG) se définit comme le forçage radiatif (c'est-à-dire la puissance radiative que 1 kilogramme de gaz renvoie vers le sol), cumulé sur une durée de 100 ans. Cette valeur se mesure relativement au CO<sub>2</sub>. Par convention, le PRG est fixé à 1 pour le CO<sub>2</sub>.

Gaz	Dioxyde de carbone CO <sub>2</sub>	Méthane CH <sub>4</sub>
PRG	1	21
Durée de séjour moyenne dans l'atmosphère	100 ans	12 ans

#### Absorption (en %)

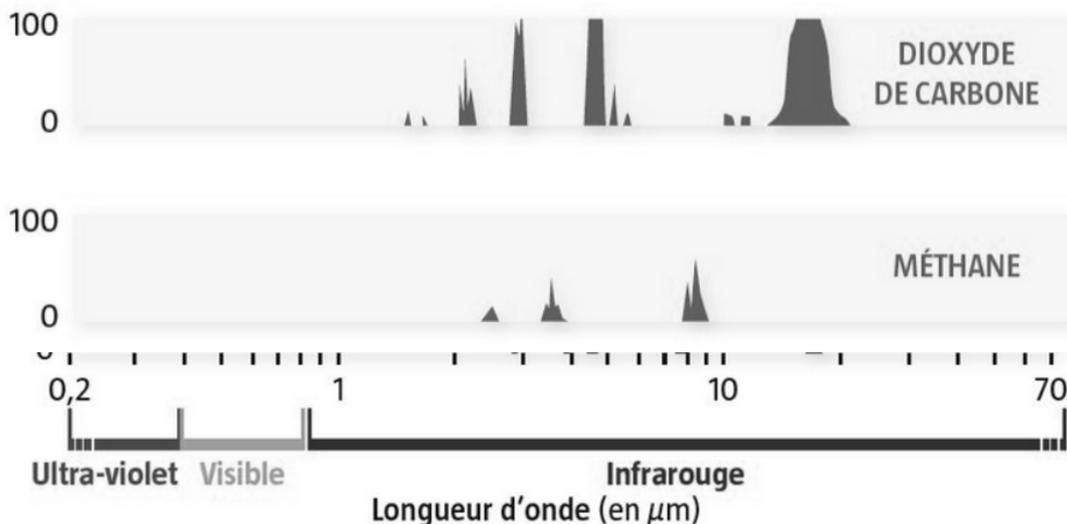


Figure 3 – Spectres d'absorption du CO<sub>2</sub> et du CH<sub>4</sub>

Source : d'après Terminale, spécialité SVT, éd. Magnard

- 8- Comparer les conséquences des flux de CH<sub>4</sub> et de CO<sub>2</sub> sur la température moyenne globale atmosphérique.
- 9- Expliquer que le permafrost arctique puisse être considéré comme « une bombe climatique à retardement » par les climatologues à l'aide de l'ensemble de l'étude menée dans cet exercice.