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 : Terminale – Épreuve de fin de cycle

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

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique
<u>avec</u> 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 : 23

Parmi les trois exercices qui composent ce sujet, le candidat en traite obligatoirement deux.
L'exercice 1, relatif à l'enseignement de mathématiques spécifique, doit être <u>obligatoirement</u> abordé.
Pour le deuxième exercice, le candidat <u>choisit</u> entre l'exercice 2 et l'exercice 3 qui sont relatifs à l'enseignement commun de l'enseignement scientifique du cycle terminal. Il indique son choix en début de copie.
Les exercices 2 et 3 comprennent chacun deux parties portant respectivement sur le programme de première et le programme de terminale d'enseignement scientifique.

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

Étude d'un blob

Sur 4 points

Un *blob* est un organisme unicellulaire primitif qui est apparu il y a plus de 500 millions d'années. Ce n'est ni un animal, ni un végétal, ni un champignon. Il est classé parmi les *myxomycètes*. Manon et Amine participent à une étude qui porte sur l'expansion et l'intelligence du blob.

Partie 1 – Étude d'Amine : étude de l'expansion du blob

Amine place un blob, qui occupe une superficie de 3,8 cm², dans une boite dont la base est un disque de rayon 8,2 cm.
On modélise l'expansion du blob en cm² à l'aide de la fonction f définie sur l'intervalle $[0;+\infty[$ par :

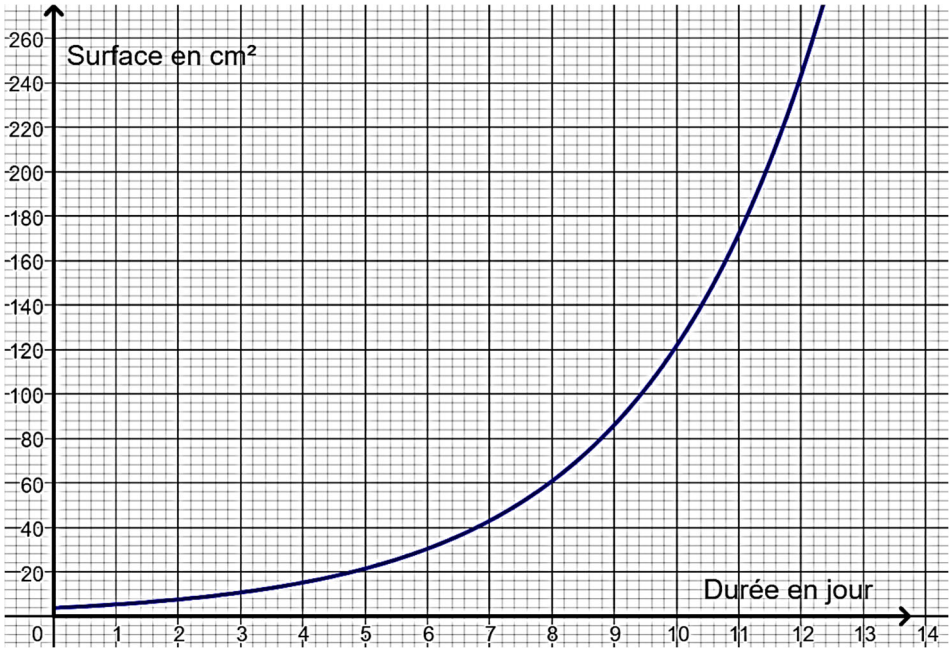
$$f(t) = 3{,}8 \times \left(\sqrt{2}\right)^t$$

où t désigne la durée en nombre de jours à partir du moment où Amine débute l'étude.

1. Justifier que la fonction f est croissante, puis que la taille du blob double tous les deux jours.
2. Calculer la taille du blob au bout de 3 jours à partir du début de l'expérience. Arrondir le résultat au mm²**.**
3. On donne, ci-après, la représentation graphique de la fonction f dans un repère du plan.

   Estimer graphiquement, avec la précision permise par le graphique, le temps qu'il faudra pour que le blob occupe toute la surface du fond de la boite.

   Expliquer la démarche utilisée pour répondre à cette question.



Partie 2 – Étude de Manon : étude du déplacement du blob dans un labyrinthe

Le blob a été étudié au Japon par un chercheur qui a révélé sa grande intelligence dans le cadre de la résolution de problème en labyrinthe.

Manon dépose un blob à l'entrée d'un labyrinthe de 1 m de long. Le blob se déplace dans ce labyrinthe. À chaque heure, elle note la distance parcourue par le blob pendant la dernière heure écoulée. Les résultats incitent Manon à modéliser la distance parcourue pendant la n-ième heure par le blob par une suite arithmétique (d_n) de raison 0,37, où d_n désigne la distance parcourue par le blob, en cm, pendant la n-ième heure. L'étude commence à 8 h.

On donne $d_1 = 2{,}5$.

1. Justifier que $d_2 = 2{,}87$ et en déduire la distance, en cm, parcourue par le blob à 10 h.
2. Exprimer d_n en fonction de n, pour tout entier naturel n.
3. Estimer la distance totale parcourue par le blob à 14 h (arrondir la réponse au cm).

4. Manon souhaite savoir au bout de combien d'heures le blob aura parcouru 90 cm. Reproduire sur la copie et compléter la fonction ci-dessous, écrite en *Python*, afin qu'elle renvoie le nombre minimal d'heures nécessaires pour atteindre cet objectif.

```
def distanceparcourue():
    n = 1
    d = 2.5
    d_total = 2.5
    while d_total < … :
        d = d + 0.37
        d_total = d_total + …
        n = n + 1
    return n
```

Exercice 2 (au choix)

Niveau première

Thème « Son, musique et audition »

Prévention d'un traumatisme acoustique

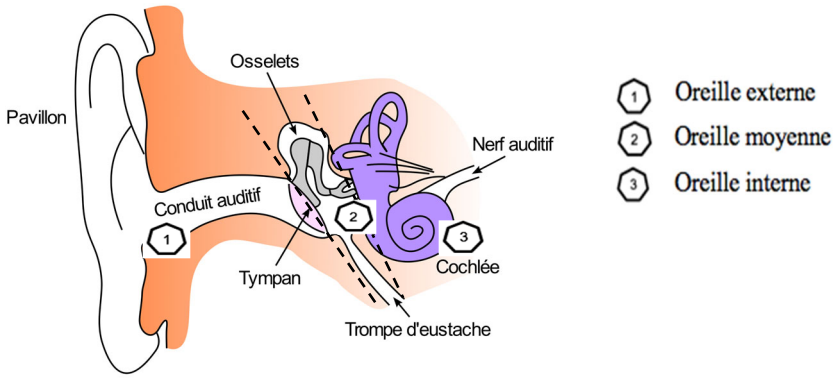
Sur 8 points

L'audition joue un rôle primordial dans les interactions sociales. L'oreille est l'organe sensoriel de l'audition. Une détérioration de sa structure peut entraîner des modifications de l'audition. La mise en place de mesures de prévention permet d'éviter une surdité acquise.

Partie 1 – Traumatisme de l'oreille par sur-stimulation

Les sur-stimulations sonores peuvent entraîner un traumatisme acoustique et constituent la première cause de surdité acquise.

Document 1 – Schéma de l'anatomie de l'oreille humaine



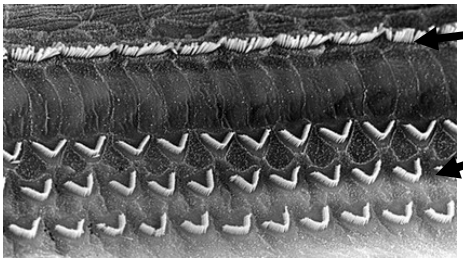
Source : https://fr.wikibooks.org/wiki/Neurosciences/L%27audition

Document 2 – Vues de surface d'une cochlée de rat en microscopie électronique à balayage

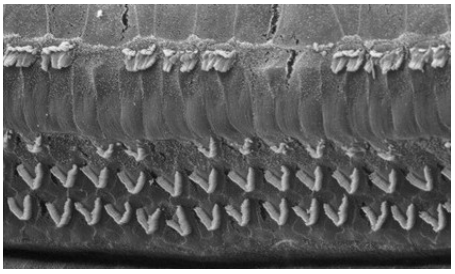
Les images sont présentées à des grossissements légèrement différents.

Échelle : la distance d'écartement des cils des cellules ciliées externes est de 7 µm.

Cochlée normale

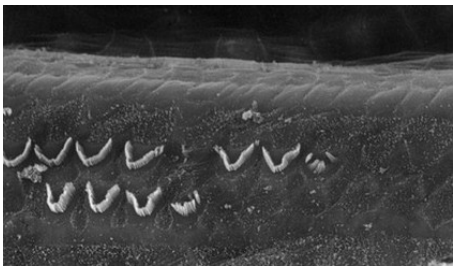


Cochlée après un traumatisme sonore de niveau 1



Cochlée après un traumatisme sonore de niveau 2

Cochlée après un traumatisme sonore de niveau 3



Source : http://www.cochlea.eu/pathologie/surdites-neuro-sensorielles/traumatisme-acoustique

1- À partir de l'étude des documents 1 et 2 et de vos connaissances, expliquer l'origine de la surdité acquise après une sur-stimulation sonore.

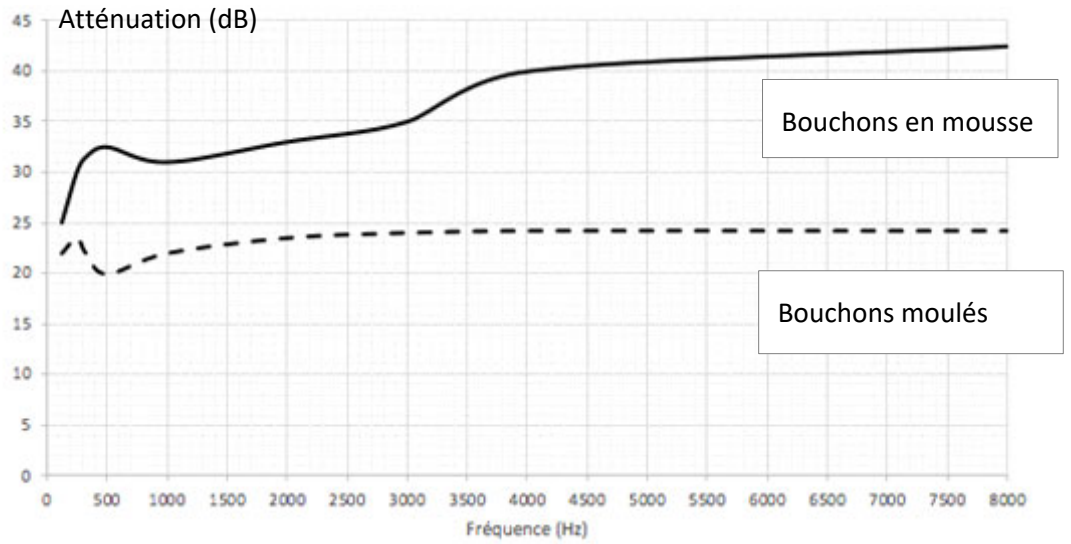
Partie 2 – La prévention d'un traumatisme acoustique

Pour prévenir le risque lié aux sur-stimulations sonores, il existe différentes protections auditives. On peut distinguer, par exemple, deux catégories de bouchons d'oreilles qui permettent de s'isoler du bruit :

- les bouchons en mousse, généralement jetables ;
- les bouchons moulés en silicone, fabriqués sur mesure et nécessitant la prise d'empreinte du conduit auditif. Ils sont lavables à l'eau et se conservent plusieurs années.

L'atténuation d'un bouchon est égale à la diminution du niveau d'intensité sonore perçu par l'oreille due à la présence du bouchon. Un fabricant fournit les courbes d'atténuation en fonction de la fréquence du son pour les deux types de bouchons (document 3).

Document 3 - Courbes d'atténuation du son correspondant aux deux types de bouchons



Source : d'après l'auteur à partir des données de fabricants de protections auditives

Un musicien qui pratique régulièrement un instrument tel que la batterie ou la guitare électrique a besoin d'une atténuation du niveau d'intensité sonore. Cependant, cette atténuation ne doit pas dépasser 25 dB afin qu'il entende suffisamment.

2- À l'aide du document 3, indiquer pour chaque bouchon si cette condition est respectée. Justifier.

Afin de comparer la qualité acoustique des deux types de bouchons, on a enregistré le son émis par une guitare, ainsi que les sons obtenus après passage à travers les deux types de bouchons. Le document 4 pages suivantes présente les résultats obtenus.

3- À partir de la figure 1 du document 4, indiquer, en justifiant, si le son émis par la guitare est un son pur ou un son composé.

4- À l'aide du document 4, indiquer en justifiant, pour chaque type de bouchons, s'il y a une modification de l'allure du spectre du signal sonore produit par la guitare après passage par un bouchon.

5- En déduire le type de bouchons qui conserve le mieux la qualité du son.

Document 4 – Spectres du son émis par une guitare et des sons restitués après passage à travers les deux types de bouchons

L'amplitude relative est le rapport entre une amplitude et une amplitude de référence, ici celle de la fréquence fondamentale.

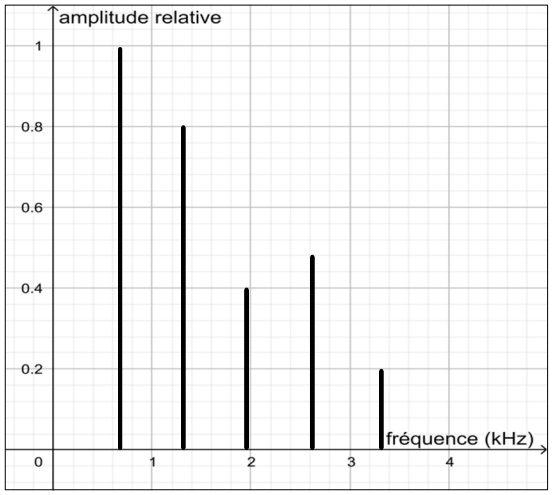


Figure 1 - Spectre correspondant au mi_4 joué par la guitare

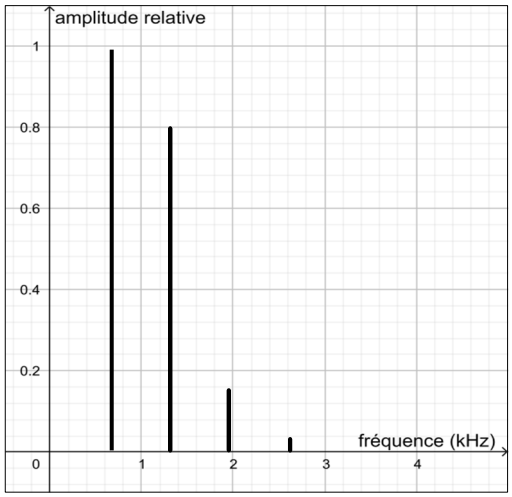


Figure 2 - Spectre du mi4 restitué après passage par un bouchon en mousse

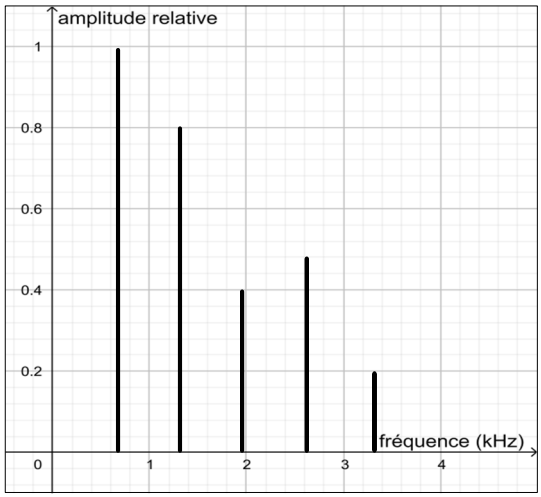


Figure 3 - Spectre du mi4 restitué après passage par un bouchon moulé en silicone

Source : d'après l'auteur

Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

L'électricité en histoire et en question

Sur 8 points

Partie A – La bataille des courants (1884-96)

Document 1 – Alternatif et continu, deux courant ennemis

New York est une ville pionnière en matière d'électrification. Le premier réseau urbain d'alimentation électrique en courant continu y est installé en 1882 par Thomas Edison, le père de l'ampoule à incandescence. Cependant ce réseau subit de nombreuses pannes en raison de la forte intensité du courant qui circule dans ses câbles électriques[…], ce qui requiert des câbles volumineux qui surchauffent ou tombent sous l'effet de leur propre poids.

En 1884, Edison embauche un jeune ingénieur Serbe, Nikola Tesla, pour résoudre ce problème. Ce dernier propose rapidement le recours à l'alternatif, un courant électrique qui varie à intervalles réguliers car d'autres ingénieurs viennent d'inventer un transformateur qui fonctionne avec ce type de courant et qui permet d'élever la tension électrique, du coup en gardant un courant de faible intensité dans les réseaux de distribution.

Edison fait la sourde oreille. Six mois plus tard, Tesla claque la porte et rencontre l'industriel Georges Westinghouse, concurrent d'Edison, avec lequel il met au point la première distribution commerciale de courant alternatif en mars 1886.

De cette époque va naître une guerre commerciale entre Edison et Tesla pour imposer un mode de distribution électrique que l'on appellera la guerre des courants. […]

Cette controverse technologique se terminera finalement par la victoire du courant alternatif suite à l'obtention du contrat d'électrification de la ville de Buffalo, à 40 km des chutes du Niagara, en 1896 par la compagnie de Tesla et de Westinghouse.

Source : D'après Marie-Christine de La Souchère, La Recherche, 2018.

1- Expliquer ce que l'on entend par la guerre des courants et identifier les principaux protagonistes de cet affrontement.

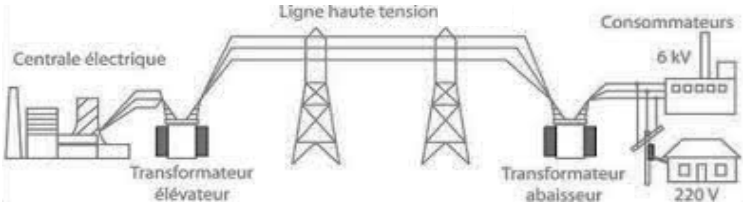
2- Décrire les problèmes techniques que rencontrait le réseau électrique en courant continu installé par Edison à New York en 1882.

3- Présenter la solution proposée par Nikola Tesla pour résoudre les problèmes liés au courant continu.

Partie B – Le réseau de transport de l'électricité

Une entreprise de distribution d'électricité transporte de l'électricité depuis une centrale électrique située à 150 km d'une grande ville. Le transport d'énergie sous forme électrique emprunte un réseau de lignes aériennes que l'on peut comparer au réseau routier. Pour minimiser les pertes d'énergie, ce transport s'effectue via une ligne à haute tension.

Document 2 – Données sur le transport de l'énergie électrique



Puissance électrique produite par la centrale et transportée vers les consommateurs : P_0 = 600 MW

Tension électrique appliquée à la ligne à haute tension : U = 250 kV

Résistance de la ligne à haute tension : R = 30 Ω

Puissance dissipée par effet Joule le long de la ligne : $P_J = R \times I^2$ où I est l'intensité du courant électrique circulant dans la ligne électrique

Rappel : 1 MW = 10^6 W

1 kV = 10^3 V

Source : d'après contribution à l'étude des systèmes PV/Stockage distribués : impact de leur intégration à un réseau fragile, Xuan Linh Dang,2014 (https://api.semanticscholar.org/CorpusID:170339454)

4- En utilisant les données du document 2 et la formule littérale reliant la puissance à l'intensité et à la tension électrique : $P = U \times I$, montrer que la valeur de l'intensité I du courant électrique circulant le long de la ligne à haute tension est de 2 400 A.

5- Calculer la valeur de la puissance dissipée par effet Joule P_J le long de la ligne à haute tension.

6- À puissance transportée fixée, expliquer pourquoi l'utilisation de la haute tension dans les lignes électriques limite les pertes par effet Joule.

Partie C – La régulation du réseau du transport d'électricité en Europe

7- Justifier en une phrase la cohérence entre le document 4 page suivante et la première phrase du document 3 suivant : « *Le réseau électrique européen est alimenté par du courant alternatif dont la fréquence est d'environ 50 Hz* ».

8- Indiquer à quelle heure on observe la fréquence la plus basse. Proposer une explication à cette observation.

Document 3 – Le réseau électrique européen

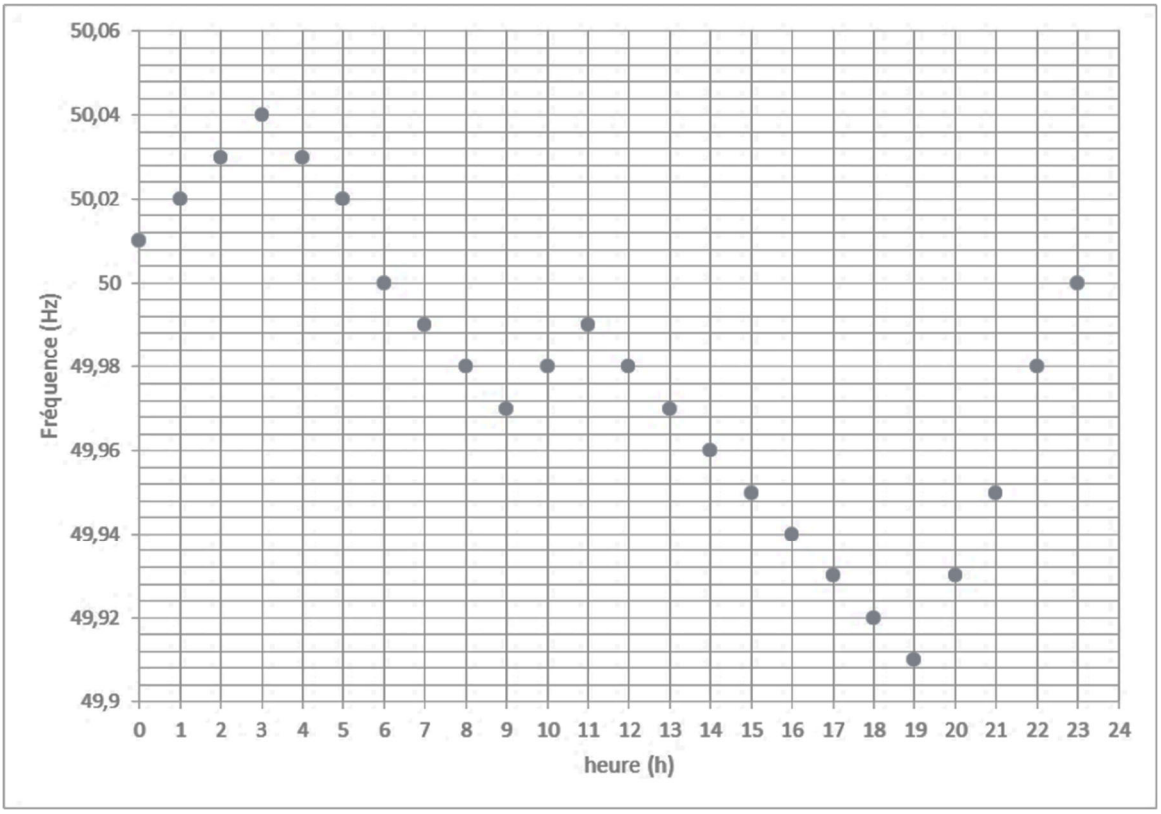
Le réseau électrique européen est alimenté par du courant alternatif dont la fréquence est d'environ 50 Hz. La fréquence du réseau électrique est un indicateur clé de l'équilibre entre la production et la consommation d'électricité. En France, RTE (Réseau de Transport d'Électricité) s'efforce de maintenir cette fréquence à 50 Hz.

À chaque instant, la puissance produite par les centrales électriques doit être égale à la puissance prélevée sur le réseau par les consommateurs.

Si la demande d'électricité augmente au-delà de la puissance fournie par les générateurs, le déficit de puissance est alors pris sur l'énergie de rotation des générateurs. Ils ralentissent donc, ce qui signifie que la fréquence du réseau diminue.

Source : d'après https://www.mainsfrequency.com

Document 4 – Variation de la fréquence du réseau sur une période de 24 heures



Exercice 3 (au choix)

Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

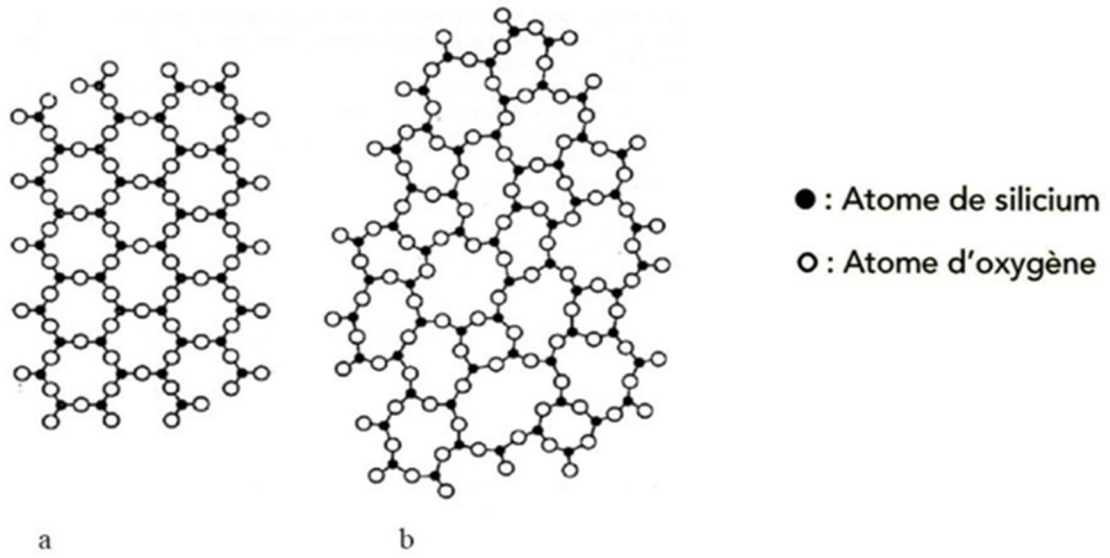
La formation des verres

Sur 8 points

La silice est la forme naturelle du dioxyde de silicium (SiO_2) qui entre dans la composition de nombreux minéraux (quartz, etc.) et de nombreuses roches (sable, grès, granite, etc.). Le verre désigne un solide non cristallin (amorphe). Sa composition chimique contient une part importante de silice.

Partie 1 – La silice : une structure amorphe ou cristalline

Document 1 – Modèles moléculaires de deux structures en coupe de la silice

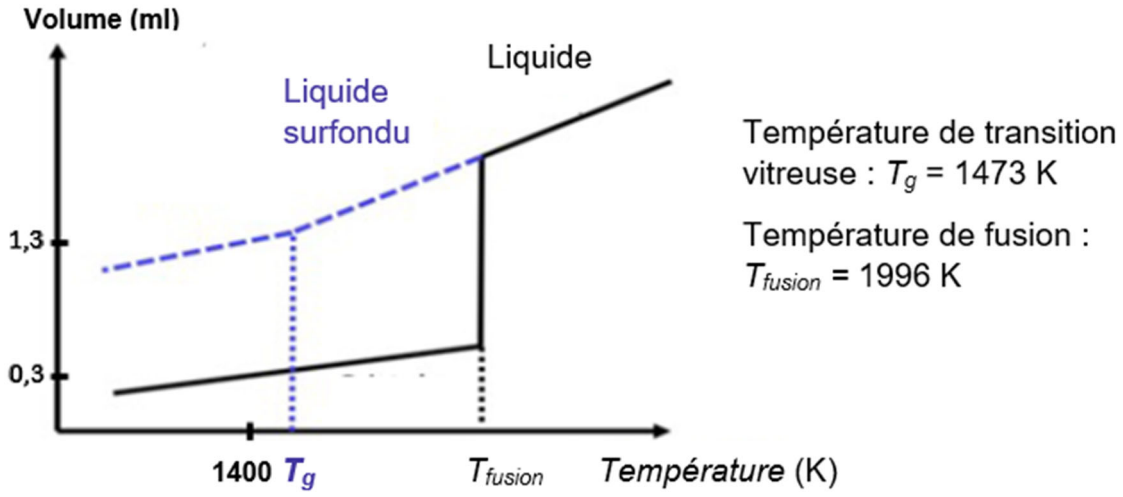


Source : d'après CHAGUETMI, Salem (2010), Élaboration et caractérisation de nouveaux verres de fluorohafnates de strontium et de phosphosulfates. Université Mohamed Khider Biskra

1- Le document 1 montre deux structures possibles de la silice. L'une est dite cristalline, l'autre amorphe (verre). Parmi les représentations a et b, préciser laquelle correspond à une structure cristalline. Justifier votre choix.

À partir de deux échantillons identiques de silice liquide, on peut obtenir soit un verre, soit un cristal selon la vitesse de refroidissement.

Document 2 – Évolution du volume d'un échantillon de silice lors du changement d'état



Graphique de l'évolution du volume d'un échantillon de 5 g de silice en fonction de la température. La courbe relative au cristal est en trait continu ; elle correspond à la vitesse de refroidissement la plus faible. La courbe relative au verre est un trait discontinu ; elle correspond à la vitesse de refroidissement la plus forte.

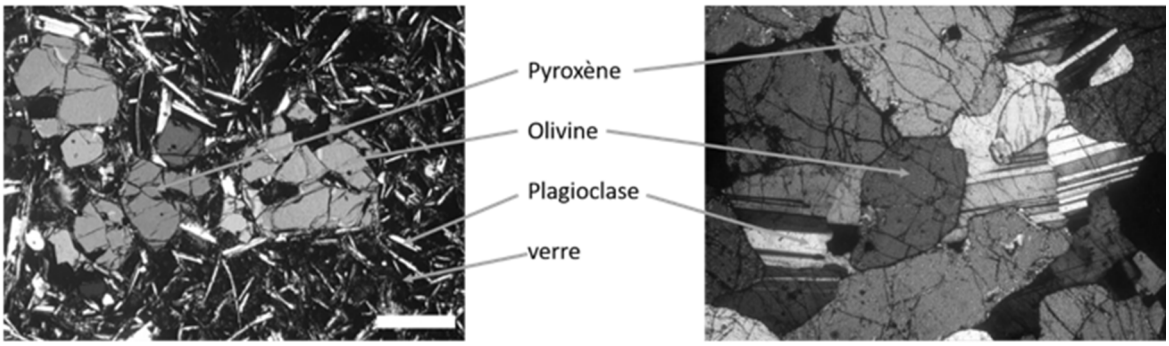
2- À partir du document 2, calculer la masse volumique du verre et du cristal pour une masse de 5 g et une température de 1400 K. Déterminer, en justifiant, si vos résultats sont qualitativement cohérents avec le graphique du document 1.

3- Indiquer entre le verre et le cristal, quelle structure s'obtient par le refroidissement le plus lent. Donner une autre condition qui peut conditionner l'apparition d'un verre ou d'un cristal.

Partie 2 – Formation du verre en contexte géologique

Les basaltes et les gabbros sont des roches magmatiques qui se forment dans plusieurs contextes géologiques, notamment au niveau des dorsales océaniques.

Document 3 – Structures du basalte et du gabbro



Basalte de dorsale océanique — Gabbro de la croûte océanique

Photographies de lames minces de roches observées au microscope en lumière polarisée et analysée (grossissement x40).

Source : http://www.ipgp.fr/fr Catherine Mével

Source : Banque Nationale de photo en SVT-Lyon www2.ac-lyon.fr/enseigne/biologie/photossql/photos.php

4- Comparer la structure cristalline de ces deux échantillons de roches, puis, à partir des informations précédentes, proposer une explication des différences observées.

Partie 3 – La datation des basaltes

La datation des basaltes peut faire appel à une méthode de datation radiochronologique appelé « méthode rubidium - strontium (Rb-Sr) ». Cette méthode se base sur la mesure des rapports $\frac{^{87}_{38}\mathrm{Sr}}{^{86}_{38}\mathrm{Sr}}$ et $\frac{^{87}_{37}\mathrm{Rb}}{^{86}_{38}\mathrm{Sr}}$.

5- Parmi les noyaux de $^{87}_{37}\mathrm{Rb}$, de $^{87}_{38}\mathrm{Sr}$ et de $^{86}_{38}\mathrm{Sr}$, seul le noyau de $^{87}_{37}\mathrm{Rb}$ est dit radioactif. Définir ce terme.

6- Définir le terme de « demi-vie » puis indiquer le nombre de noyau de $^{87}_{37}\mathrm{Rb}$ restants au bout de 3 demi-vies sur un échantillon initial de 1000 noyaux.

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

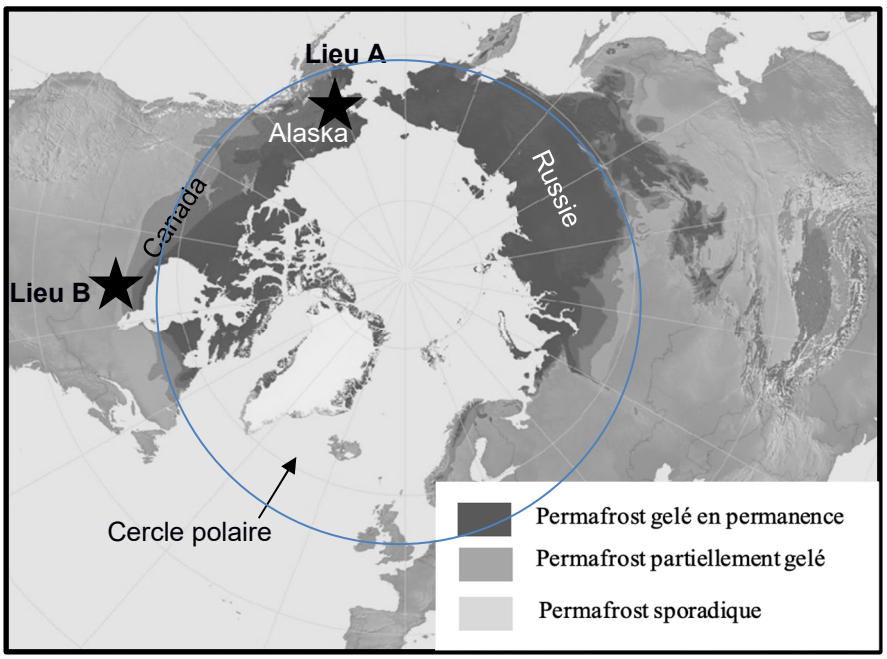


Figure 1 – Carte de l'Arctique

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

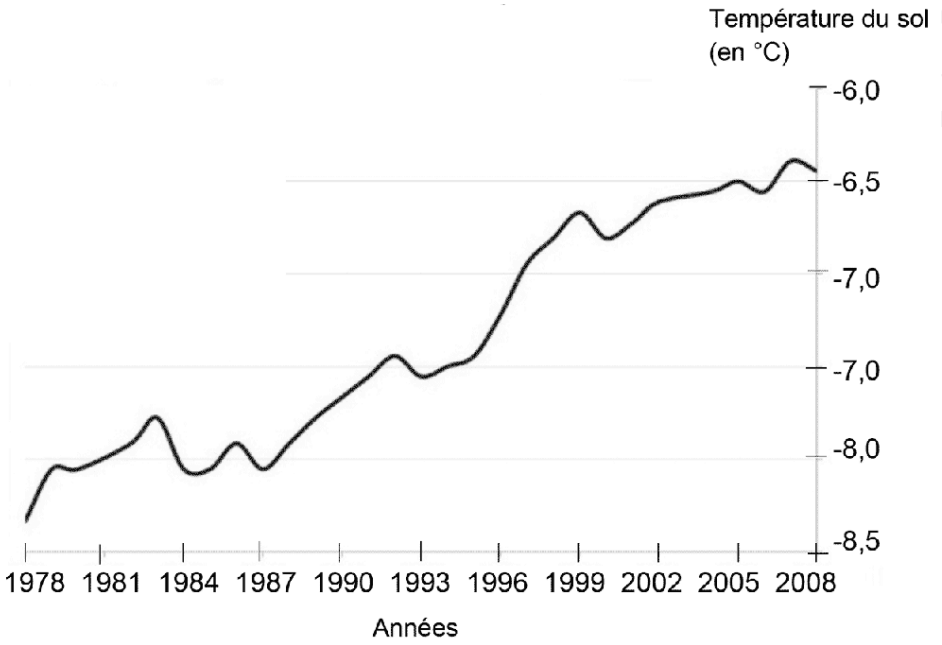


Figure 2 – Évolution de la température du permafrost en Alaska (**lieu A**) à 20 mètres de profondeur en fonction du temps.

Source : d'après leau-vive.ca/Societe/pergelisol-et-impacts-sur-les-communautes-nordiques, 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.

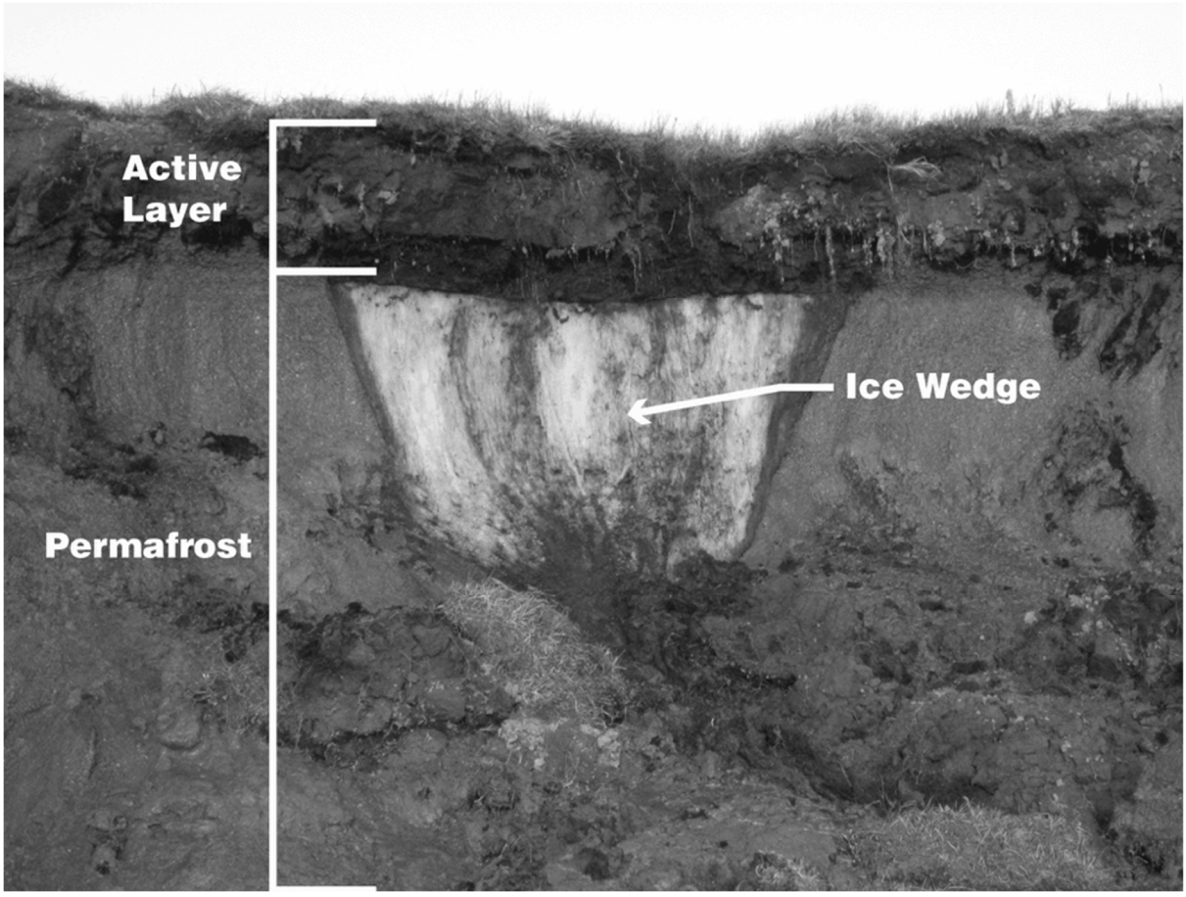
1- En utilisant la figure 2 du document 1, décrire l'évolution globale de la température du permafrost dans le lieu A au cours du temps.

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.

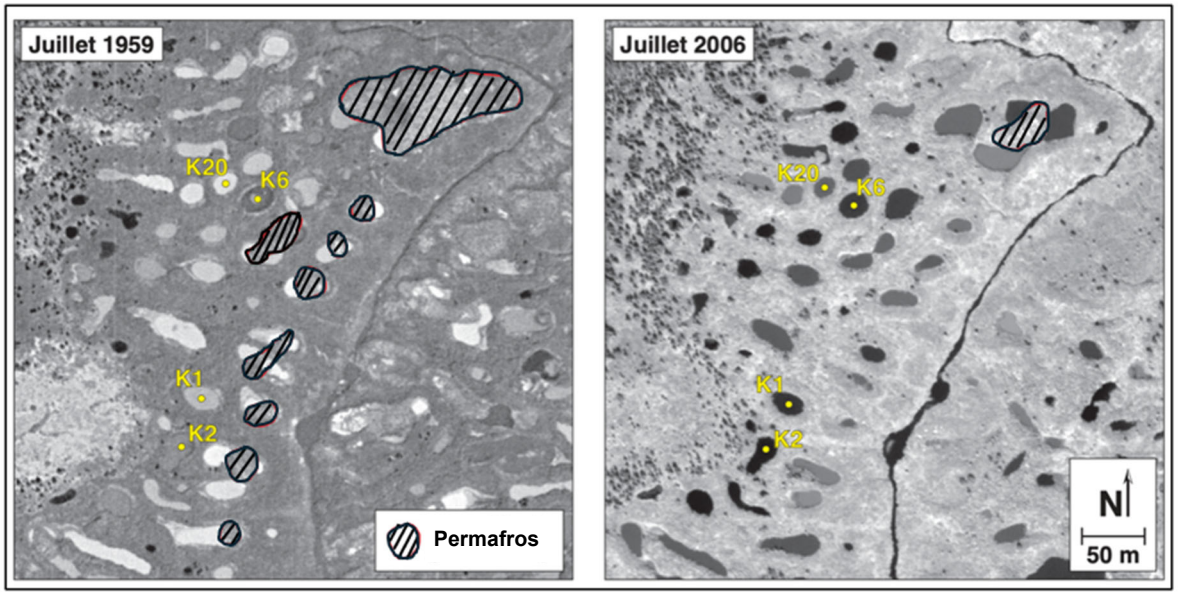
d) L'état physique de la glace ne change pas.

Document 3 – Vues aériennes du lieu B en 1959 et 2006

Le « thermokarst » désigne la structure du paysage associée au réchauffement d'un permafrost riche en glace, ce qui provoque notamment l'affaissement de la surface du sol et la formation de mares ou de lacs dans les dépressions produites.

L'eau liquide apparaît de couleur noire sur les photographies.

Les légendes K1, K2, K6 et K20 indiquent la localisation de thermokarsts.



Source : d'après Bouchard et al, 2012

4- Identifier les changements observés sur les paysages en comparant les photographies aériennes du lieu B et proposer une explication.

5- Indiquer une conséquence que peut avoir le dégel du permafrost sur les infrastructures et les activités humaines dans cette région.

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 anaérobie). Le méthane peut être oxydé en dioxyde de carbone en présence de dioxygène (conditions aérobie). 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.

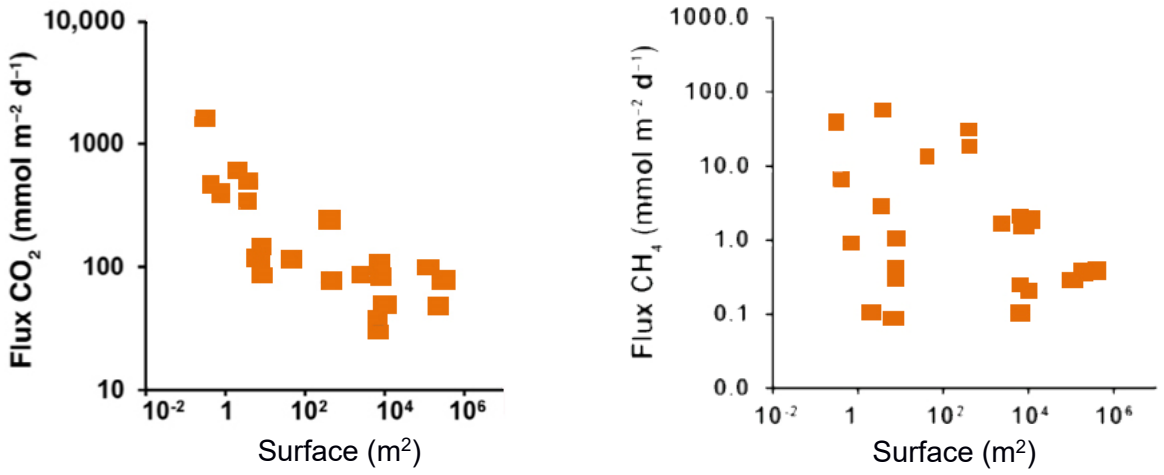


Figure 3 – Flux de CO_2 et CH_4 (en mmol de gaz par m^2 et par jour) libérés par les thermokarsts dans l'atmosphère en fonction de leur surface

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_2. Par convention, le PRG est fixé à 1 pour le CO_2.

Gaz	Dioxyde de carbone CO_2	Méthane CH_4
PRG	1	21
Durée de séjour moyenne dans l'atmosphère	100 ans	12 ans

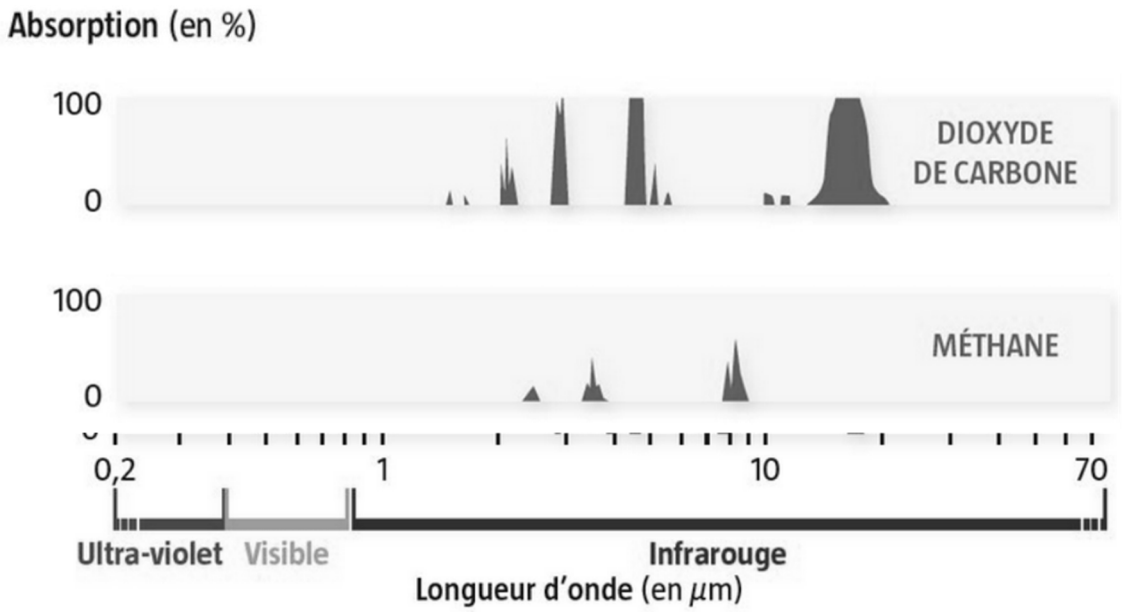


Figure 3 – Spectres d'absorption du CO_2 et du CH_4

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

8- Comparer les conséquences des flux de CH_4 et de CO_2 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.