

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 $3,8 \text{ cm}^2$, dans une boîte dont la base est un disque de rayon $8,2 \text{ cm}$.

On modélise l'expansion du blob en cm^2 à l'aide de la fonction f définie sur l'intervalle $[0; +\infty[$ par :

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

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 mm^2 .
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 boîte.

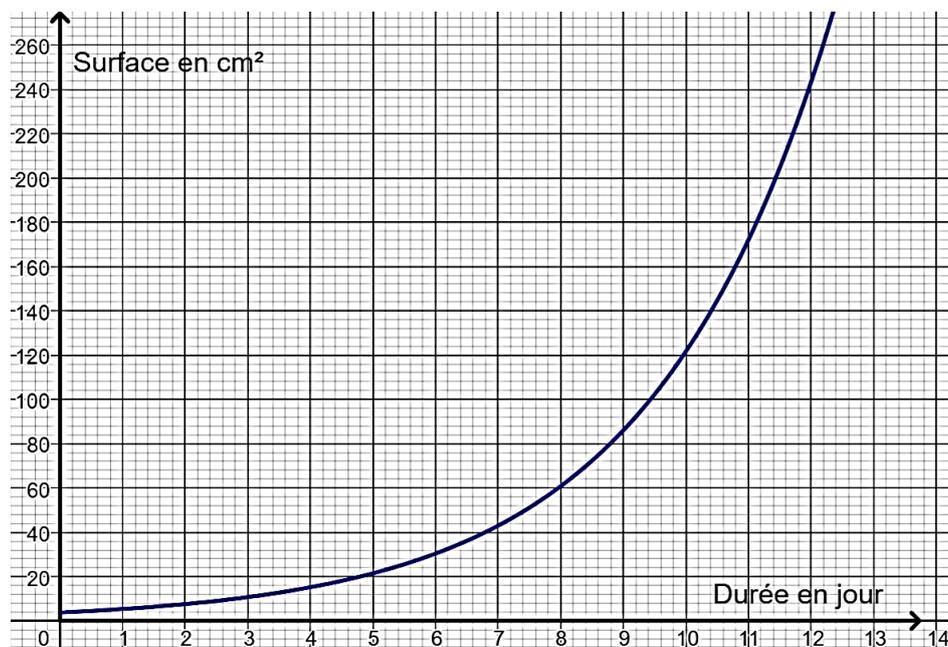
Expliquer la démarche utilisée pour répondre à cette question.

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.)



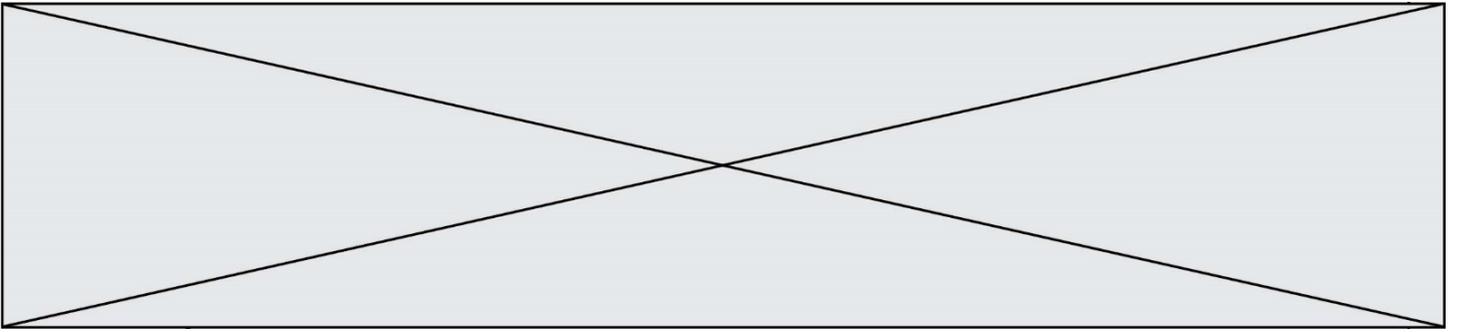
Partie 2 – Étude de Manon : étude du déplacement du blob dans un labyrinthe

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.

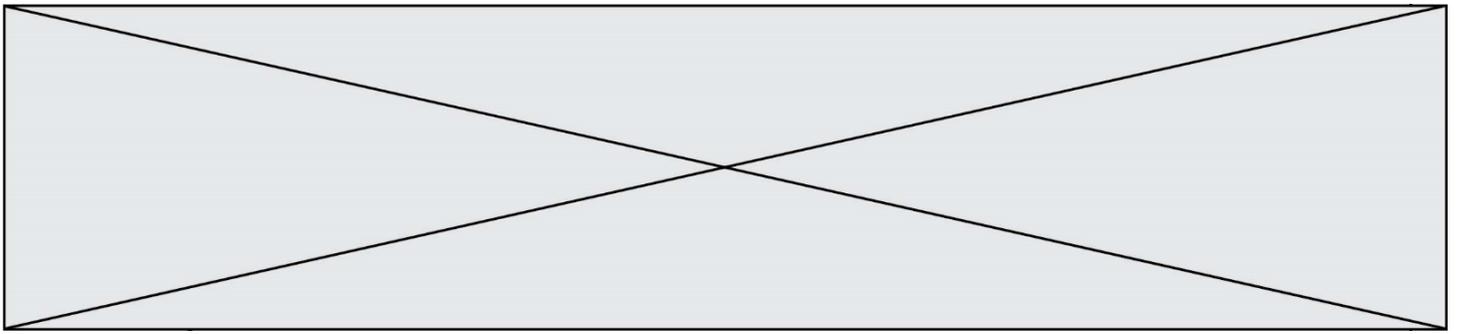
On donne $d_1 = 2,5$.

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.

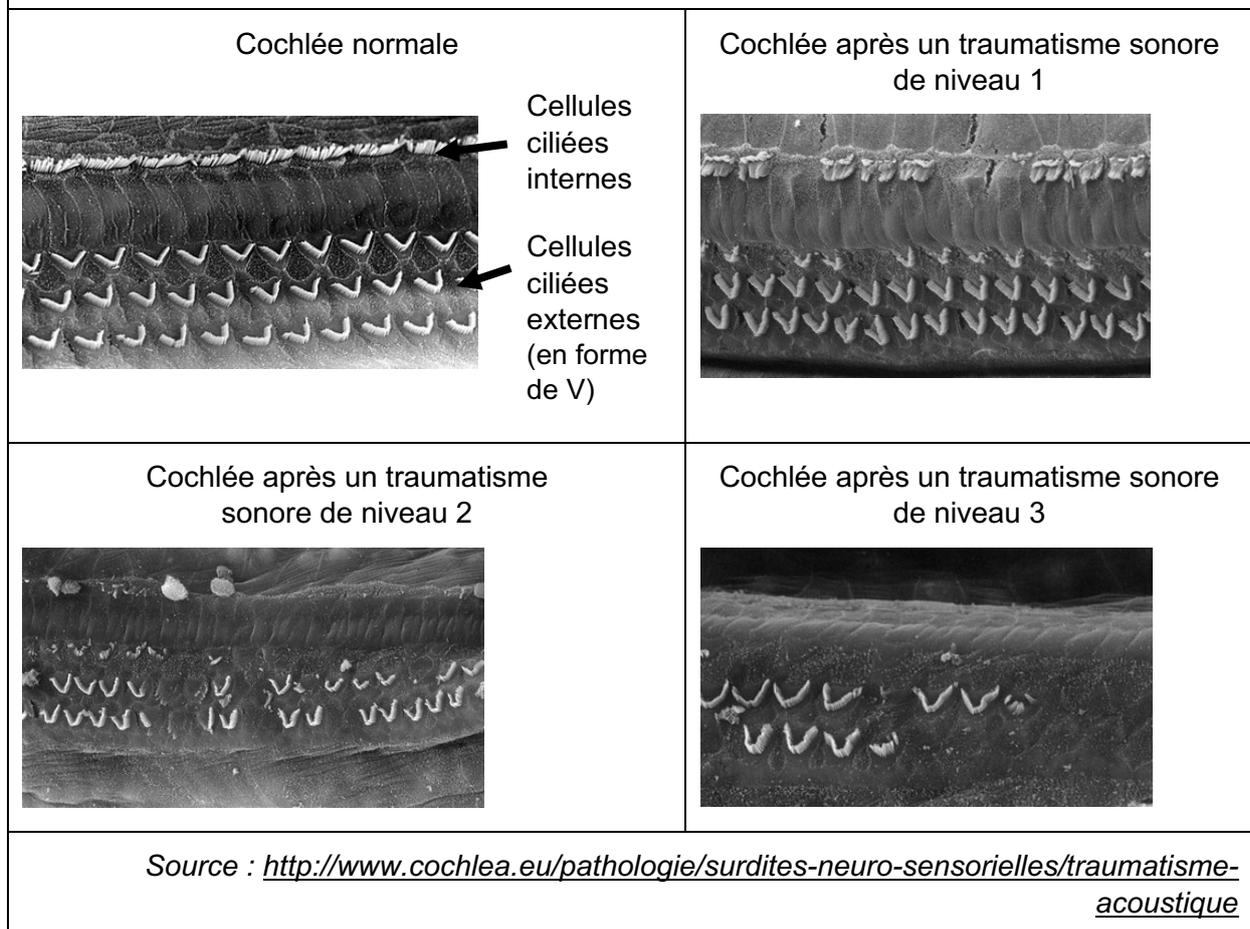
```
def distanceparcourue():  
    n = 1  
    d = 2.5  
    d_total = 2.5  
    while d_total < ... :  
        d = d + 0.37  
        d_total = d_total + ...  
        n = n + 1  
    return n
```

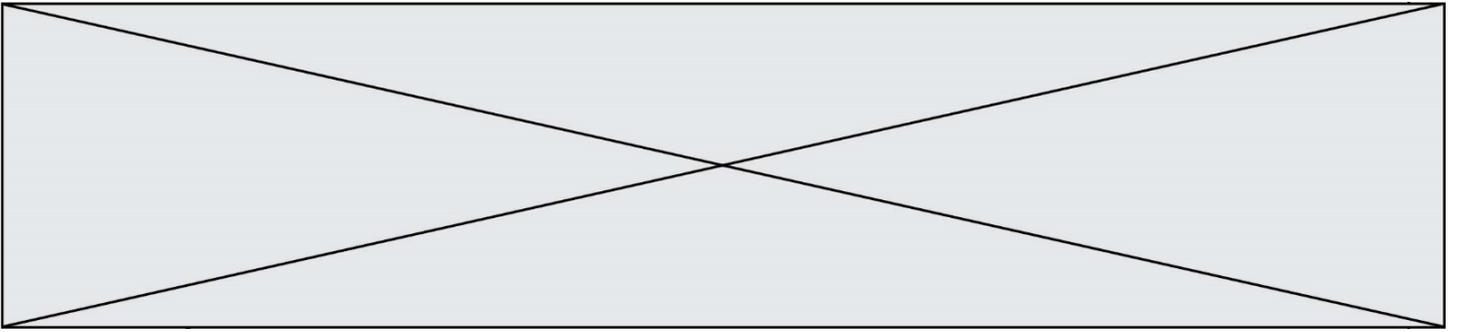
Document 2 – Vues de surface d'une cochlée de rat en microscopie électronique à balayage

Les images sont présentées à des grossissements légèrement différents.

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

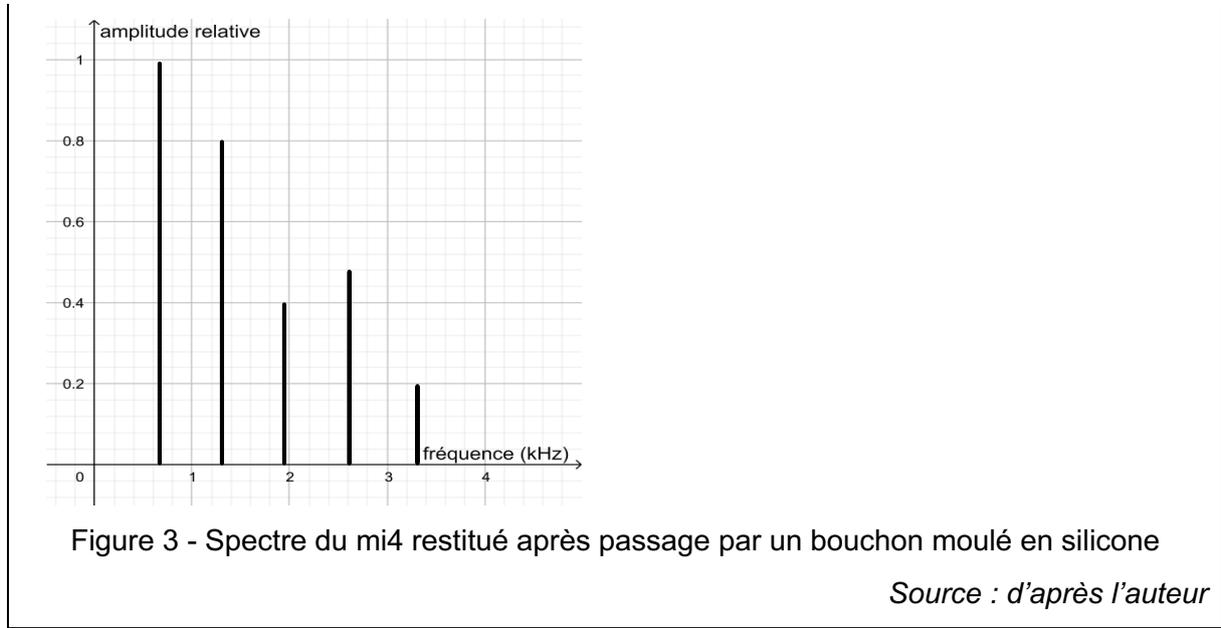
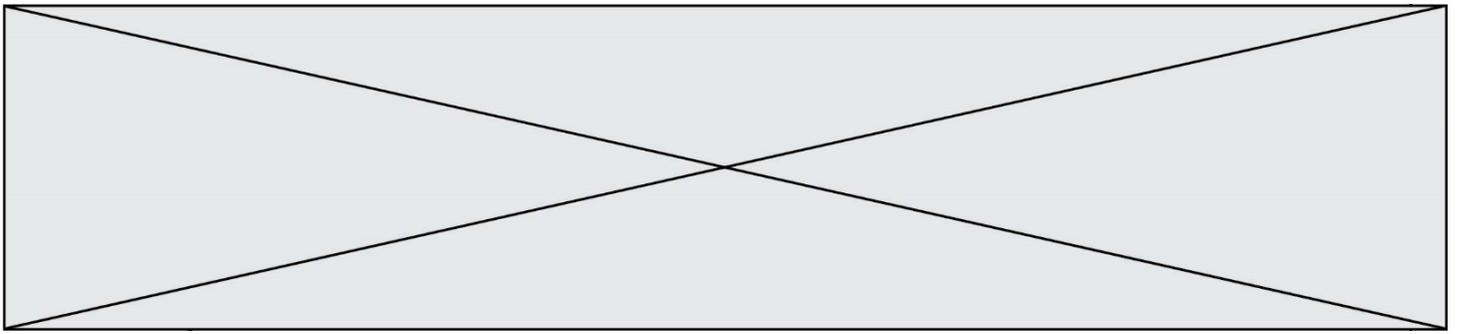


- 1- À partir de l'étude des documents 1 et 2 et de vos connaissances, expliquer l'origine de la surdité acquise après une sur-stimulation sonore.



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.



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 « 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 courants 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.

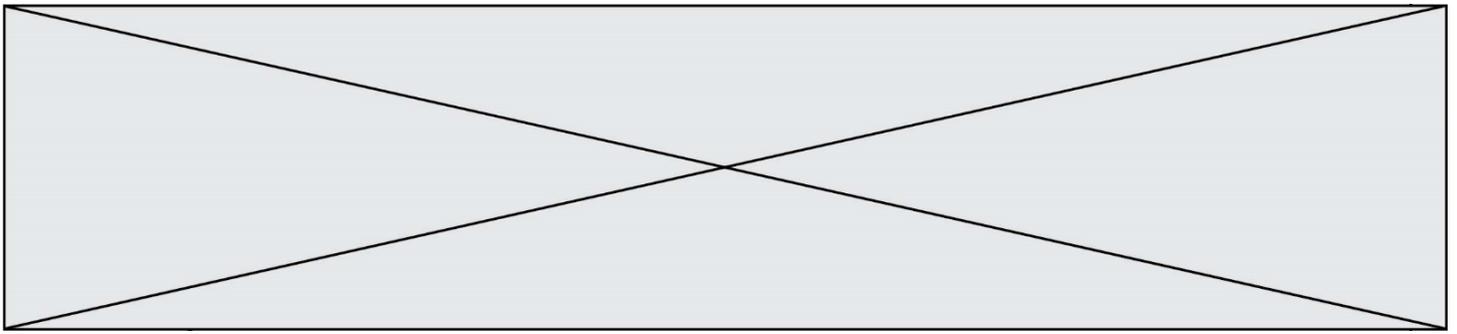
Edison fait la sourde oreille. Six mois plus tard, Tesla claque la porte et rencontre l'industriel Georges Westinghouse, concurrent d'Edison, avec lequel il met au point la première distribution commerciale de courant alternatif en mars 1886.

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.

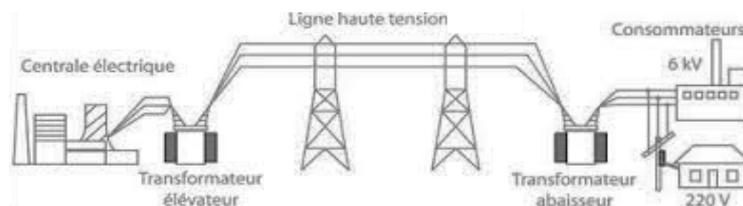


- 2- Décrire les problèmes techniques que rencontrait le réseau électrique en courant continu installé par Edison à New York en 1882.
- 3- Présenter la solution proposée par Nikola Tesla pour résoudre les problèmes liés au courant continu.

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 : $P_0 = 600 \text{ MW}$

Tension électrique appliquée à la ligne à haute tension : $U = 250 \text{ kV}$

Résistance de la ligne à haute tension : $R = 30 \Omega$

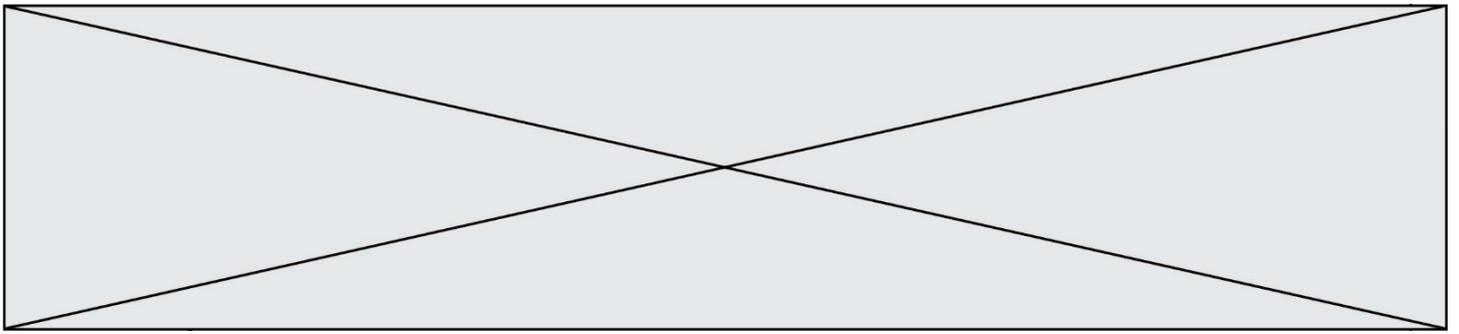
Puissance dissipée par effet Joule le long de la ligne : $P_J = R \times I^2$ où I est l'intensité du courant électrique circulant dans la ligne électrique

Rappel : $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$

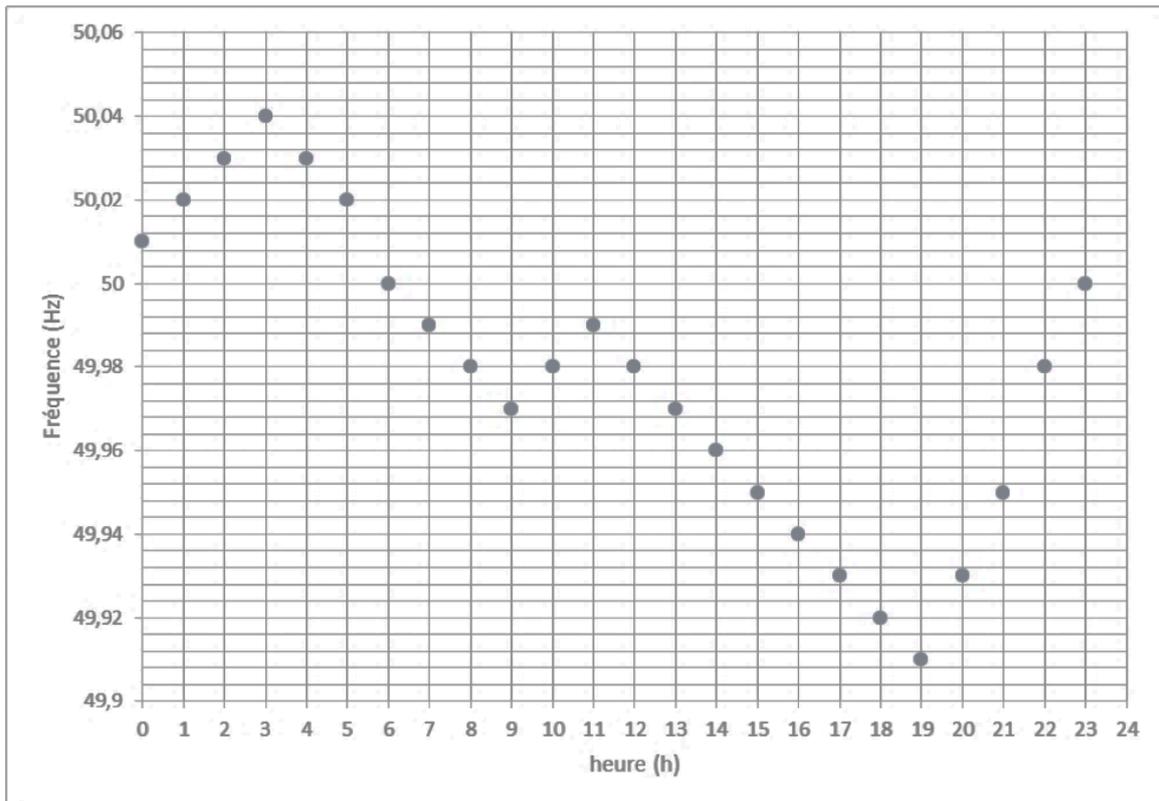
$1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V}$

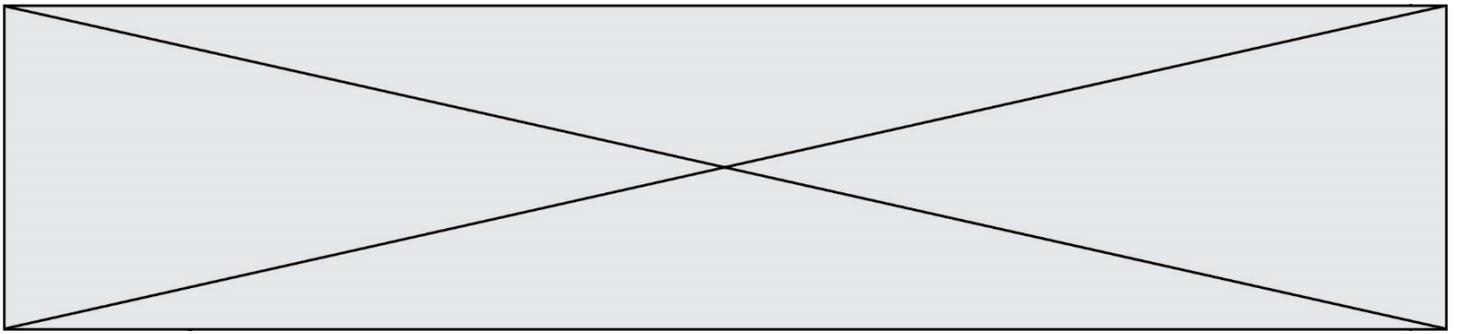
Source : d'après contribution à l'étude des systèmes PV/Stockage distribués : impact de leur intégration à un réseau fragile, Xuan Linh Dang, 2014 (<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:170339454>)

- 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.



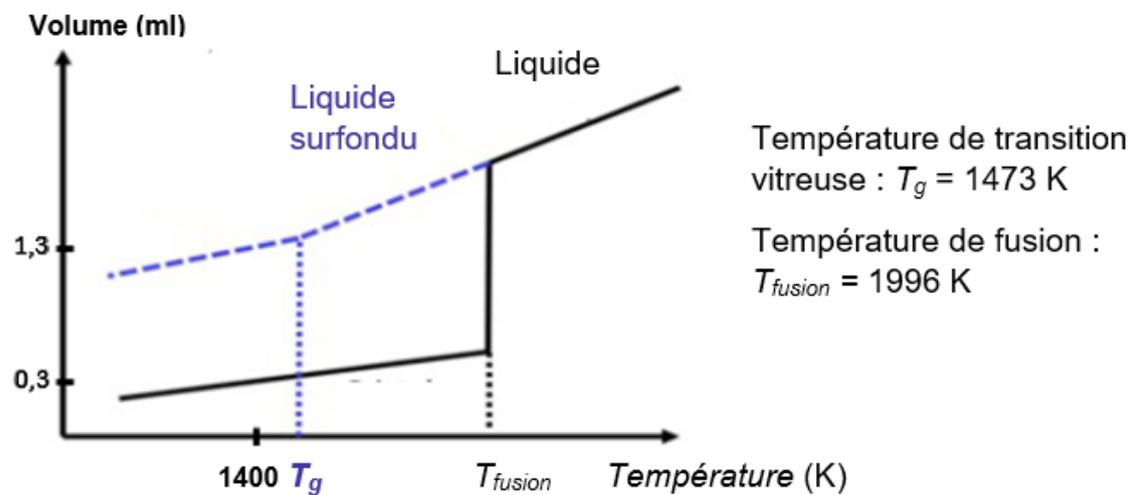
Document 4 – Variation de la fréquence du réseau sur une période de 24 heures





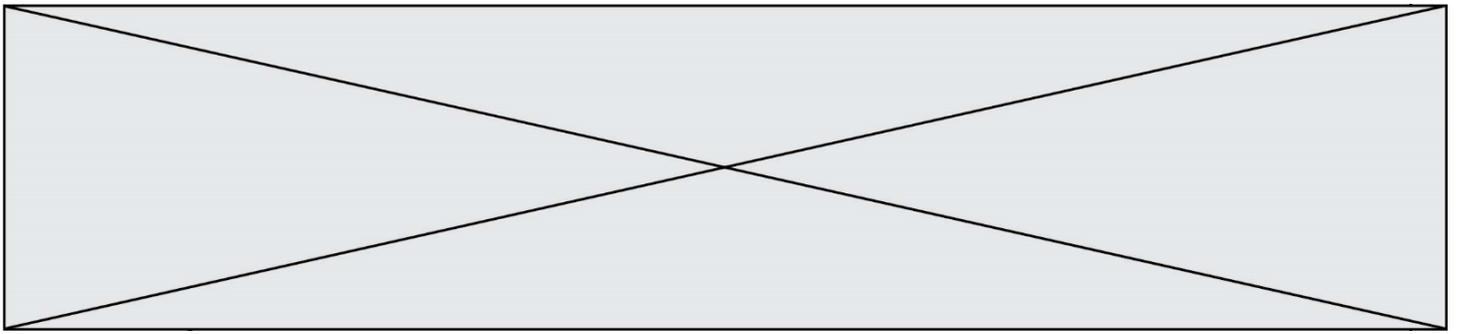
À partir de deux échantillons identiques de silice liquide, on peut obtenir soit un verre, soit un cristal selon la vitesse de refroidissement.

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.



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

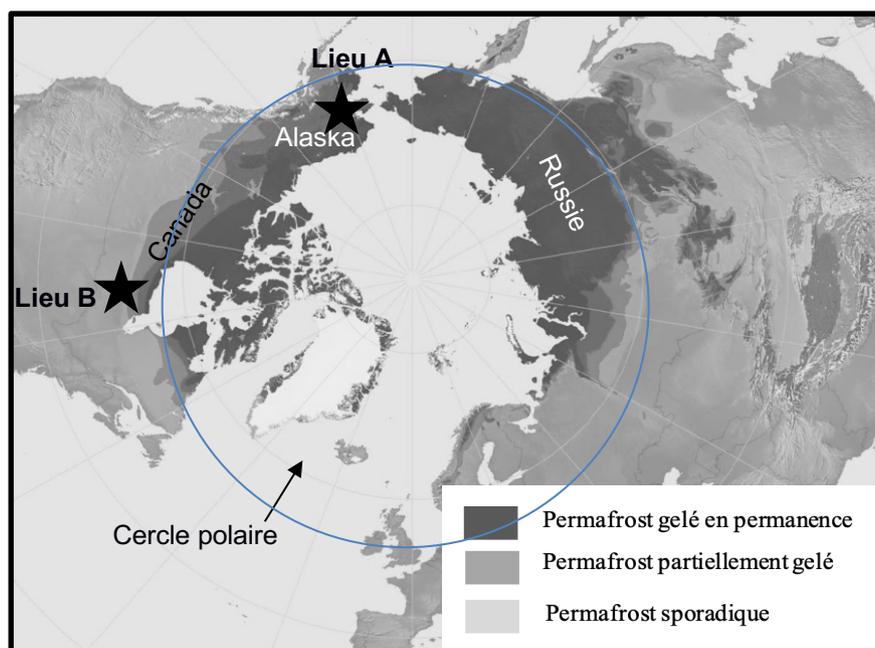
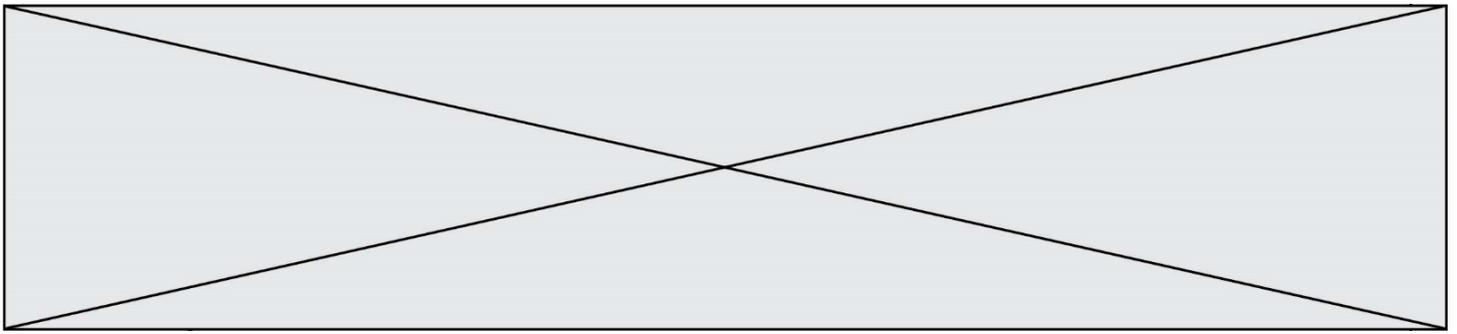


Figure 1 – Carte de l'Arctique

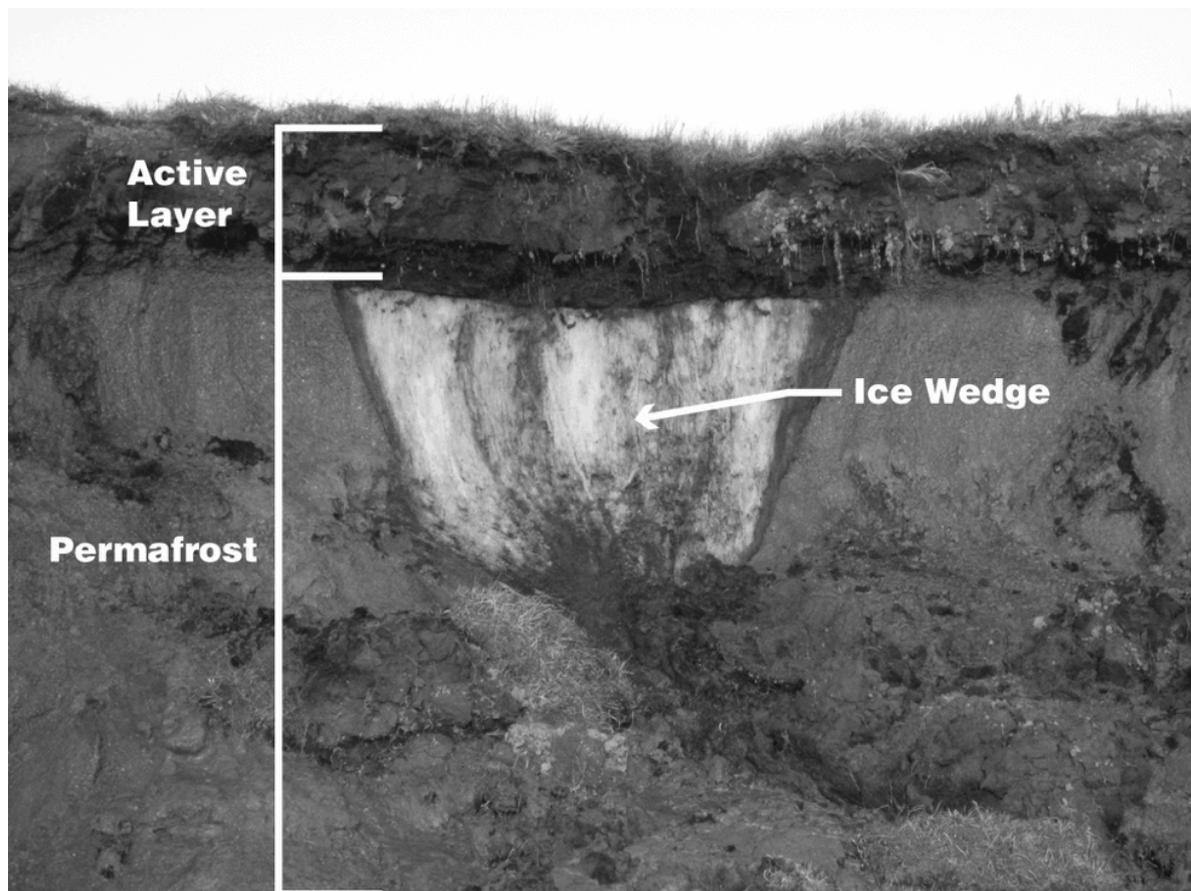
Source : d'après Brown et al, 1997 in *International Permafrost Association*, 2020



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.

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.)

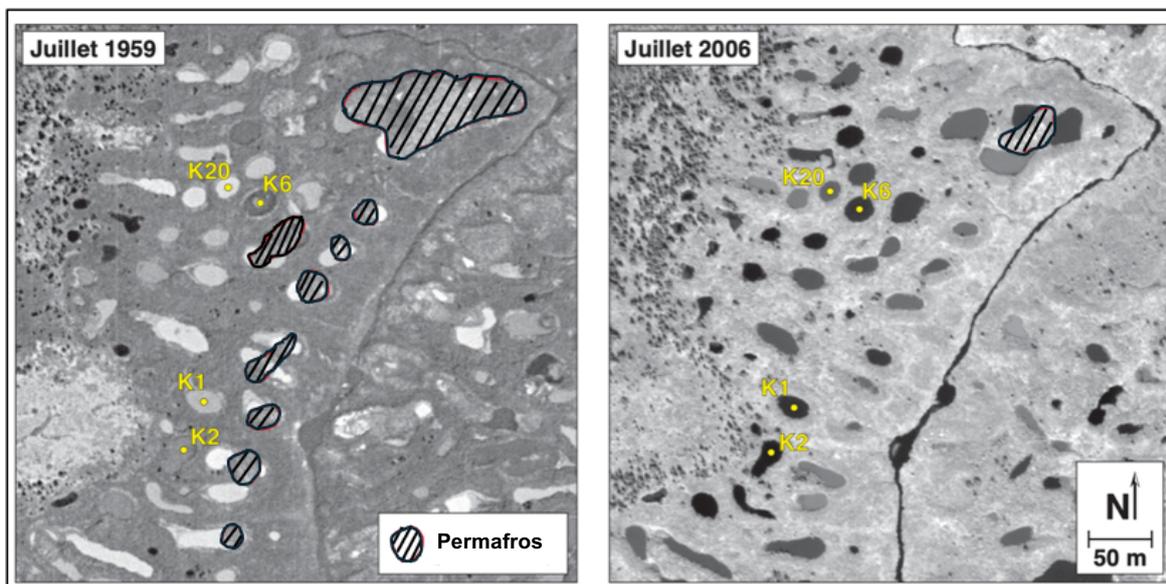
1.1

Document 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.

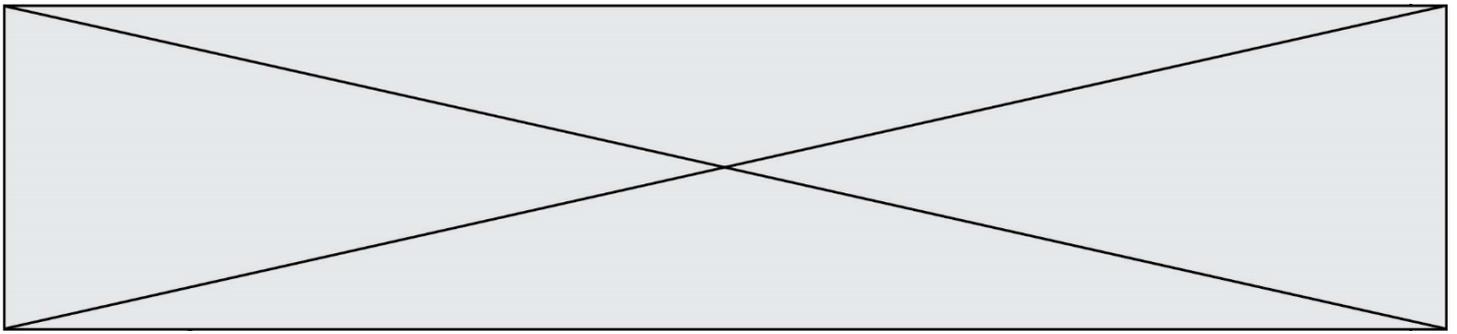
L'eau liquide apparaît de couleur noire sur les photographies.

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 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.

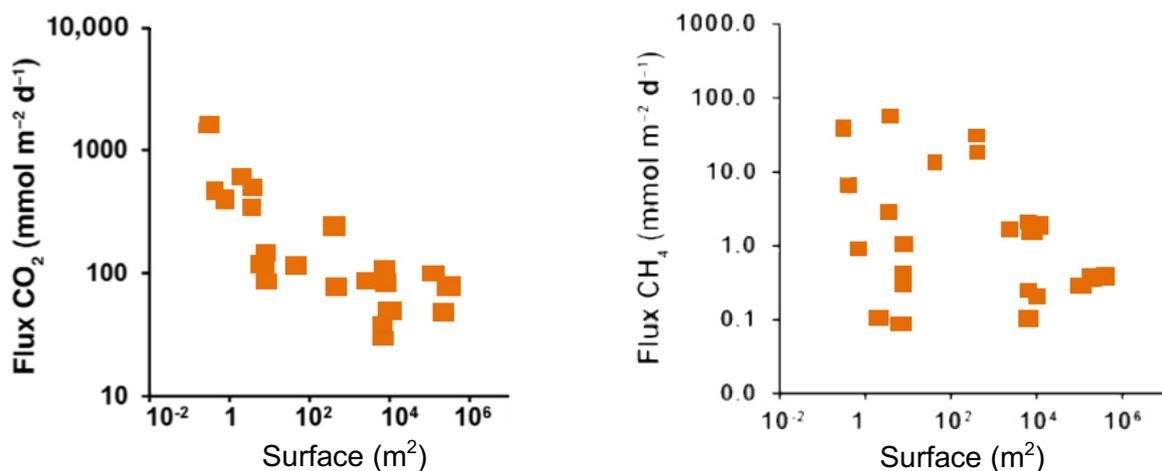


Figure 3 – Flux de CO₂ et CH₄ (en mmol de gaz par m² et par jour) libérés par les thermokarsts dans l'atmosphère en fonction de leur surface

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 CO₂. Par convention, le PRG est fixé à 1 pour le CO₂.

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

Absorption (en %)

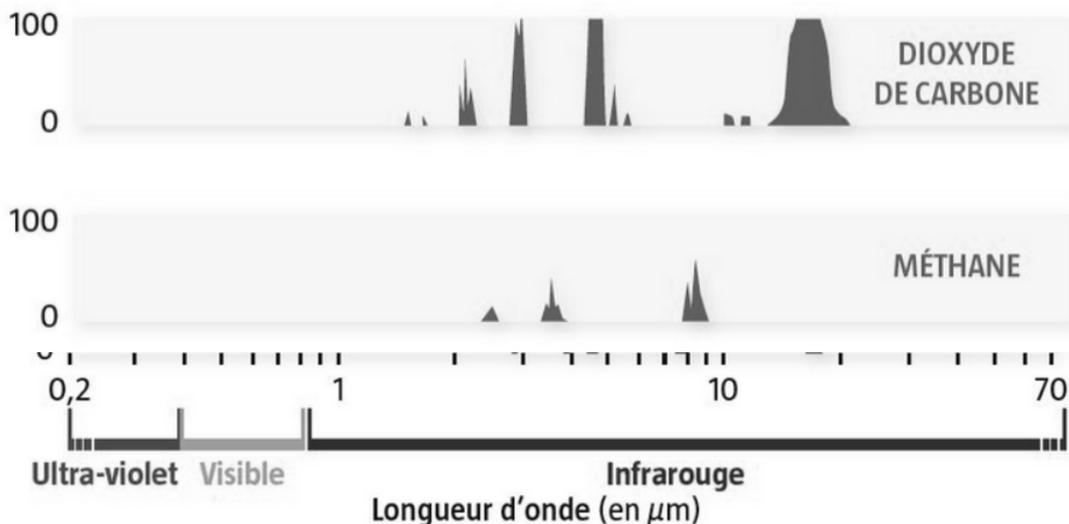


Figure 3 – Spectres d'absorption du CO₂ et du CH₄

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

- 8- Comparer les conséquences des flux de CH₄ et de CO₂ 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.