

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

ÉVALUATION

CLASSE : Terminale – Épreuve de fin de cycle

VOIE : Générale Technologique Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique
sans enseignement de mathématiques spécifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

Niveaux visés (LV) : \emptyset

Axes de programme : \emptyset

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 : 16

Parmi les trois exercices qui composent ce sujet, le candidat en traite obligatoirement deux.

L'exercice 1, du niveau de la classe de terminale, doit être obligatoirement abordé.

Pour le deuxième exercice, le candidat choisit entre l'exercice 2 et l'exercice 3 qui sont du niveau de la classe de première. Il indique son choix en début de copie.



Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

Le permafrost, une bombe climatique à retardement ?

Sur 10 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

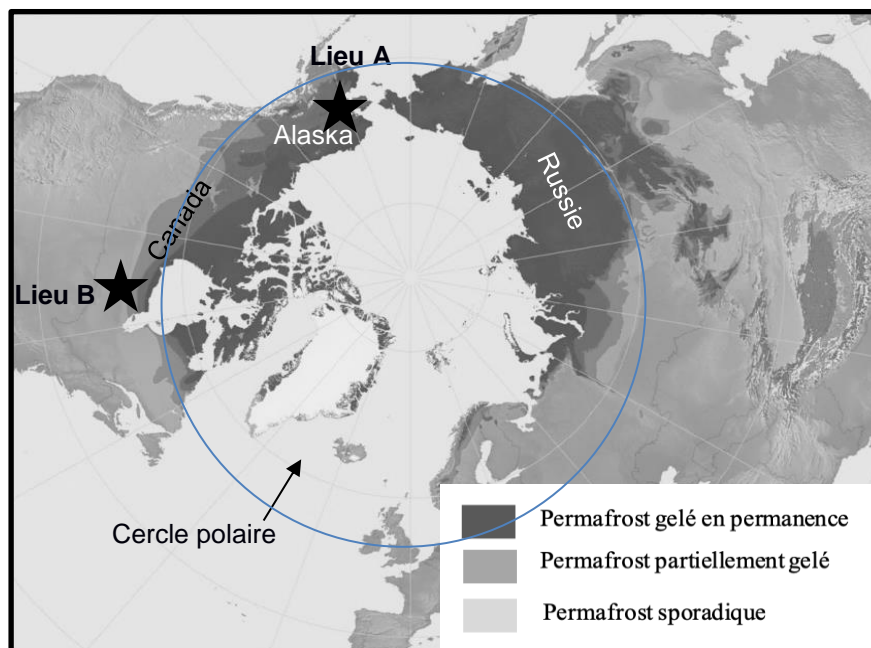


Figure 1 – Carte de l'Arctique

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

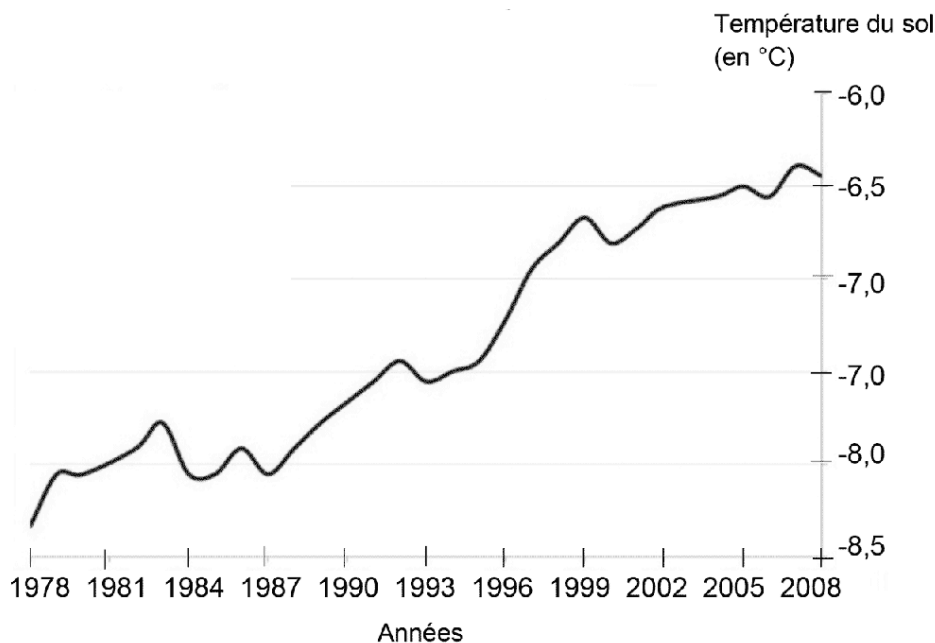


Figure 2 – Évolution de la température du permafrost en Alaska (lieu A) à 20 mètres de profondeur en fonction du temps

Source : d'après leau-vive.ca/Societe/pergelisol-et-impacts-sur-les-communautés-nordiques, 2018

1- Indiquer la localisation géographique principale actuelle du permafrost.

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.

2- 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.

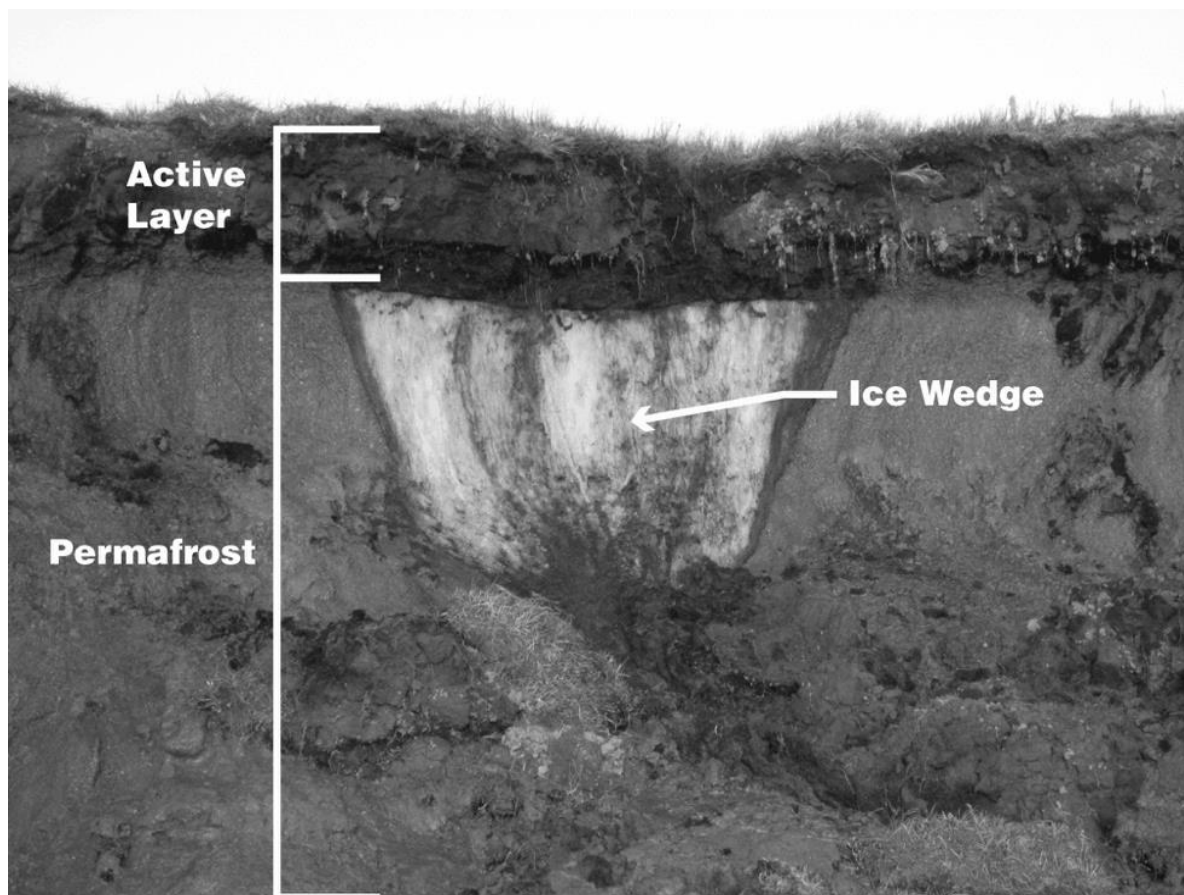
3- En déduire si l'état physique de l'eau du permafrost en Alaska, dans le lieu A, a changé suite à cette évolution.



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

- 4- 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.

- 7- 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.

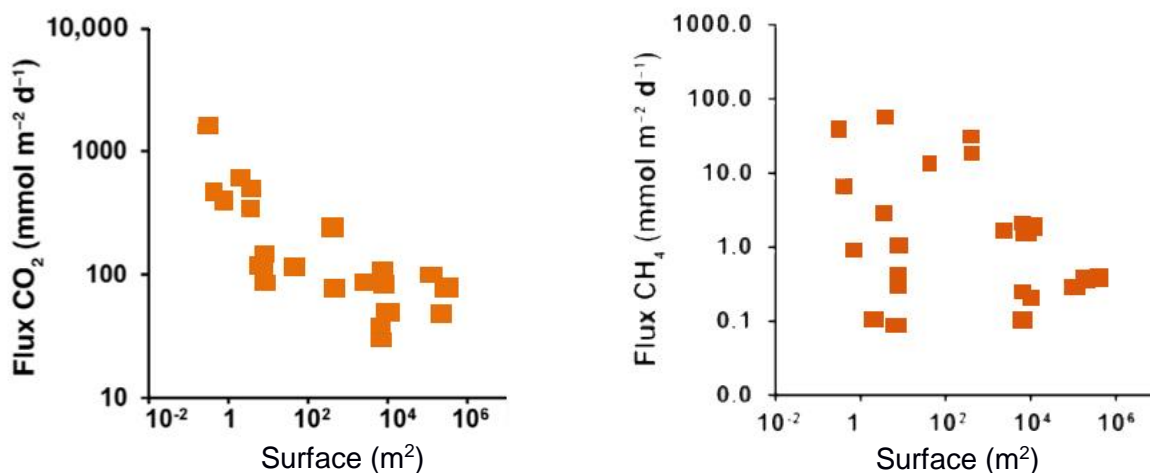


Figure 3 – Flux de CO₂ et CH₄ (en mmol de gaz par m² et par jour) libérés par les thermokarsts dans l'atmosphère en fonction de leur surface

Source : d'après ASLO 2020

- 8- Comparer les ordres de grandeur des flux de dioxyde de carbone et de méthane.
- 9- Indiquer si les graphiques de la figure 3 permettent de proposer un lien simple entre la surface d'un thermokarst et les variations des flux de dioxyde de carbone (CO₂) d'une part et de méthane (CH₄) d'autre part.



(Les numéros figurent sur la convocation.)

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 %)

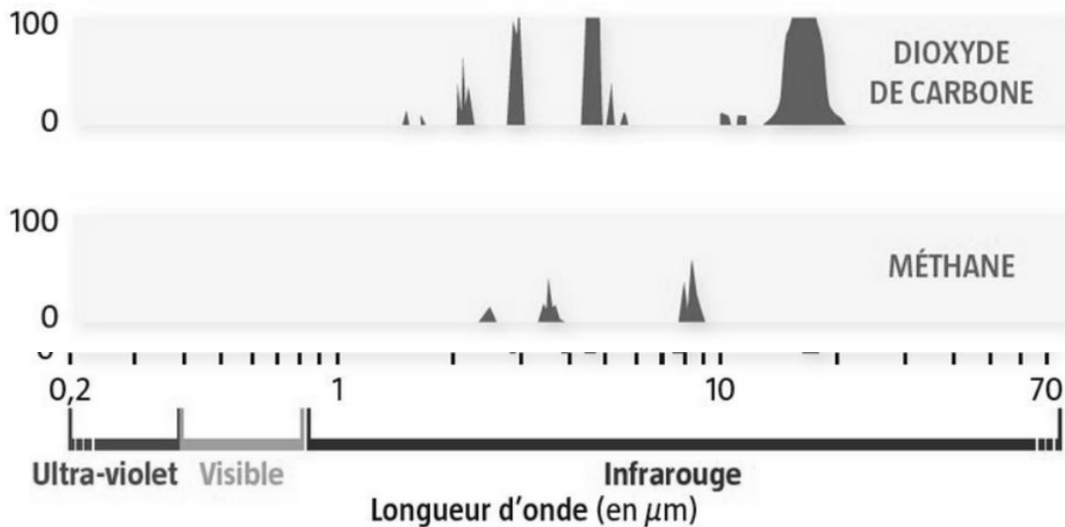


Figure 3 – Spectres d'absorption du CO₂ et du CH₄

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

10- Comparer les conséquences des flux de CH₄ et de CO₂ sur la température moyenne globale atmosphérique.

11- 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.



Exercice 2 (au choix) – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

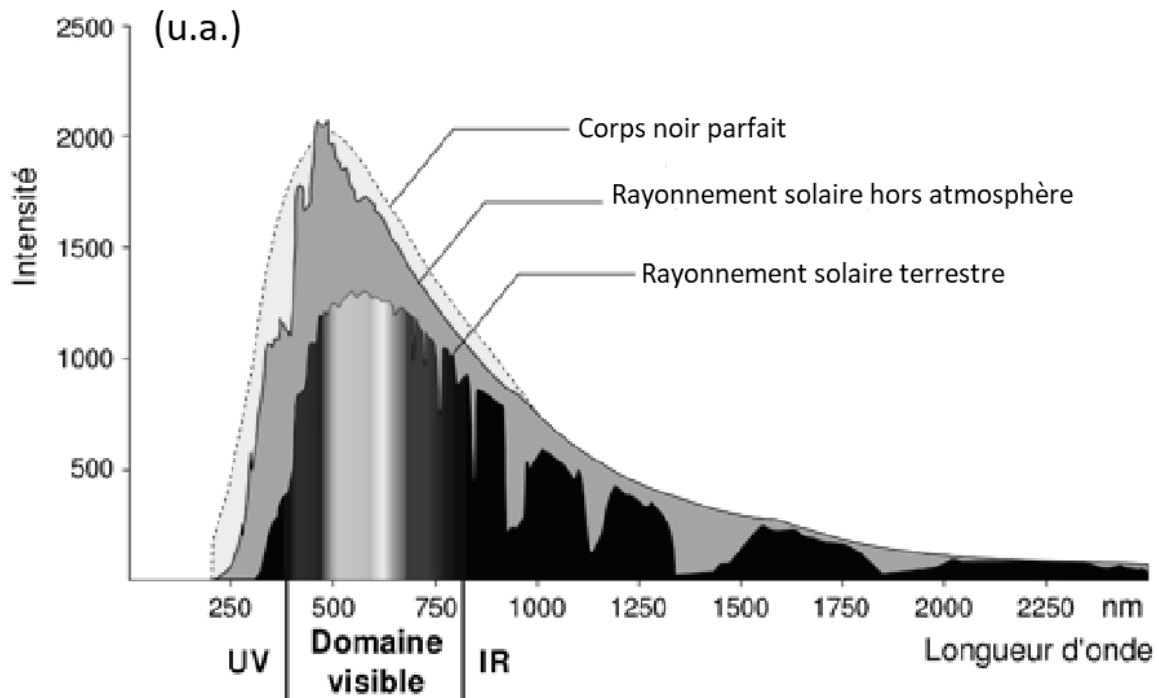
Le Soleil, source de vie sur Terre ?

Sur 10 points

Le Soleil émet un rayonnement électromagnétique dans toutes les directions ; une partie de ce rayonnement est reçue par la Terre et constitue une source d'énergie essentielle à la vie. De même, l'atmosphère terrestre contribue à créer des conditions propices à la vie sur Terre.

Partie 1 – Le rayonnement solaire

Document 1 – Spectre du rayonnement émis par le Soleil en fonction de la longueur d'onde



Source : D'après https://www.ilephysique.net/img/forum_img/0258/forum_258713_1.jpg

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

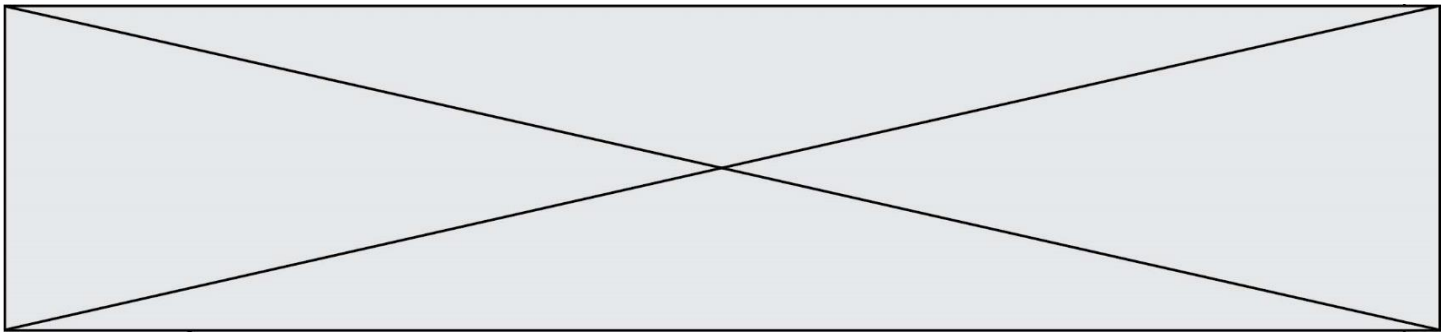
La relation entre la température en degrés Celsius θ ($^{\circ}\text{C}$) et la température absolue T en kelvins (K) est : $T(\text{K}) = 273 + \theta(^{\circ}\text{C})$.

Le Soleil peut être modélisé par un corps noir, qui émet un rayonnement thermique correspondant à une température d'environ 5800 K.

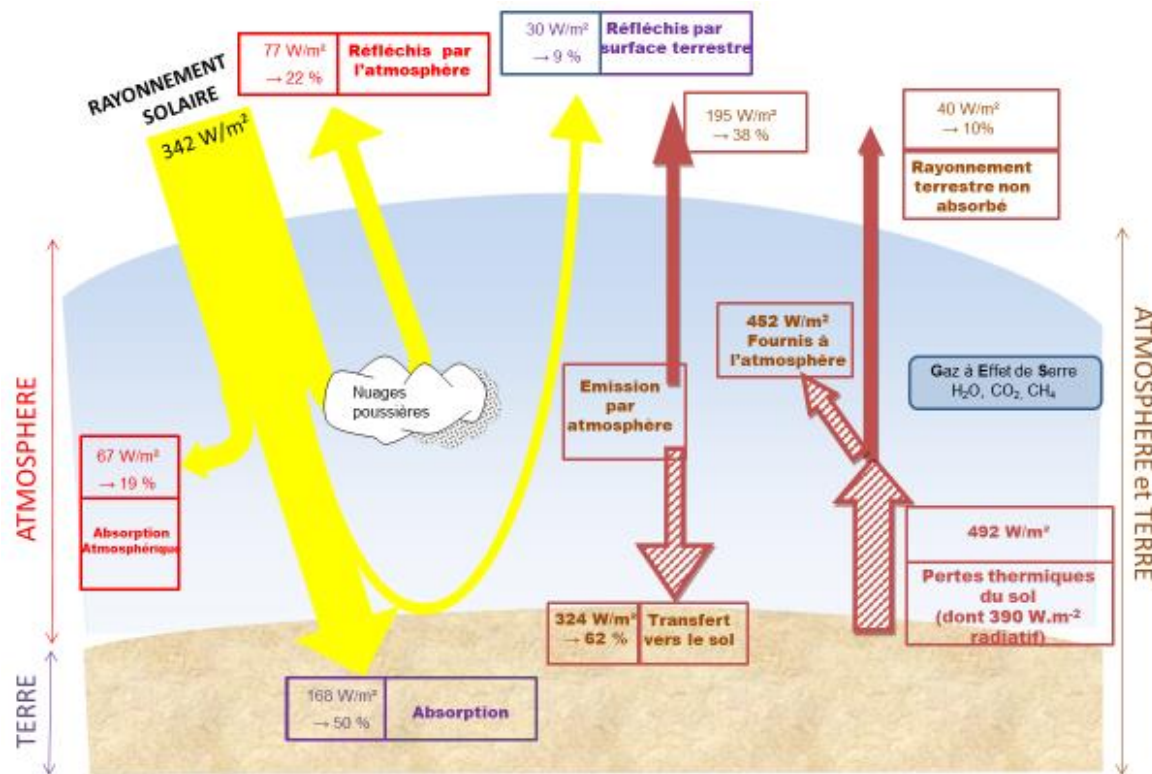
La loi de Wien est la relation entre la température de surface T d'un corps et la longueur d'onde λ_{max} au maximum d'émission :

$$\lambda_{\text{max}} \times T = 2,90 \times 10^{-3} \text{ m.K} \quad \text{avec } T \text{ en kelvins et } \lambda_{\text{max}} \text{ en mètres.}$$

- 1- Déterminer approximativement, à partir du document 1, la valeur de la longueur d'onde correspondant au maximum d'intensité du rayonnement solaire hors atmosphère.
- 2- Justifier par un calcul que dans l'hypothèse où le soleil est modélisé par un corps noir, sa température de surface est voisine de 5800 K.
- 3- Définir l'albédo terrestre évoqué dans le document 2 page suivante à l'aide de vos connaissances.
- 4- À partir des valeurs indiquées dans le document 2, montrer que le bilan énergétique à la surface de la Terre est équilibré, autrement dit que la puissance que la Terre reçoit est égale à celle qu'elle fournit à l'extérieur. Montrer que cela est également le cas pour le système global Terre-atmosphère.



Document 2 – Schéma du bilan énergétique terrestre



Le schéma précédent présente les flux énergétiques émis, diffusés et réfléchis par les différentes parties de l'atmosphère. L'albédo terrestre moyen est de 30 %.

Les flèches pleines correspondent à des transferts radiatifs. Les flèches hachurées correspondent à des transferts mixtes- radiatifs et non radiatifs.

Sont précisés : les puissances par unité de surface associées à chaque transfert et le pourcentage qu'elles représentent relativement à la puissance solaire incidente (342 W·m⁻²).

Source : Document créé par 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 : / /

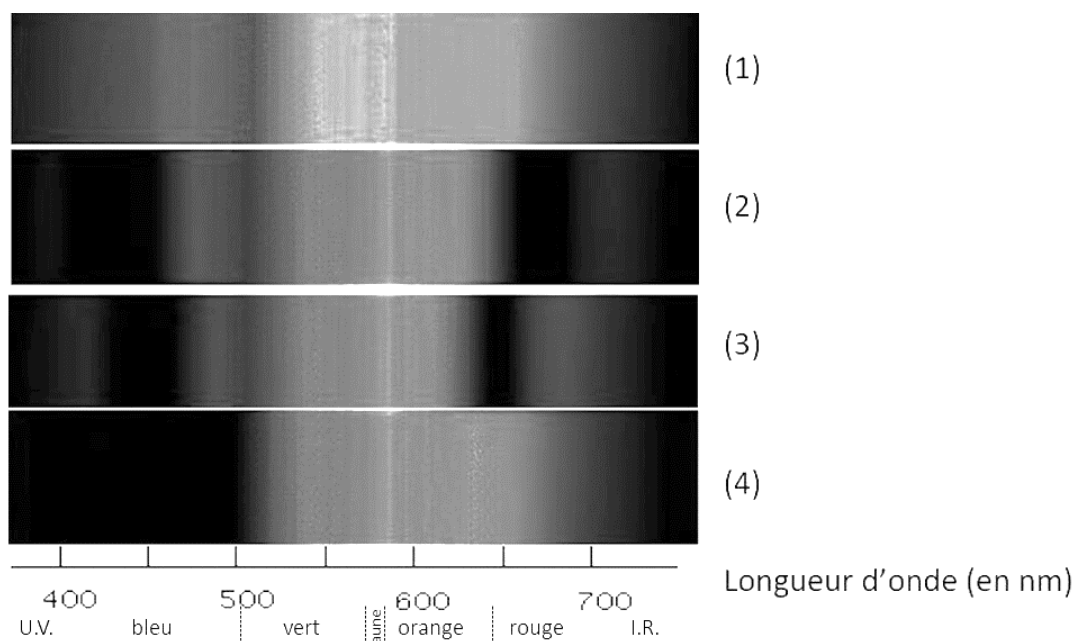


1.1

Partie 2 – La conversion de l'énergie solaire

Document 3 – Spectre des chlorophylles

Les organismes chlorophylliens renferment de nombreux pigments photosynthétiques comme les chlorophylles a et b, et les caroténoïdes. En faisant traverser par de la lumière blanche (spectre 1), des solutions contenant chacune un seul de de ces pigments, on obtient les spectres suivants : chlorophylle a (spectre 2), chlorophylle b (spectre 3) et caroténoïdes (spectre 4).

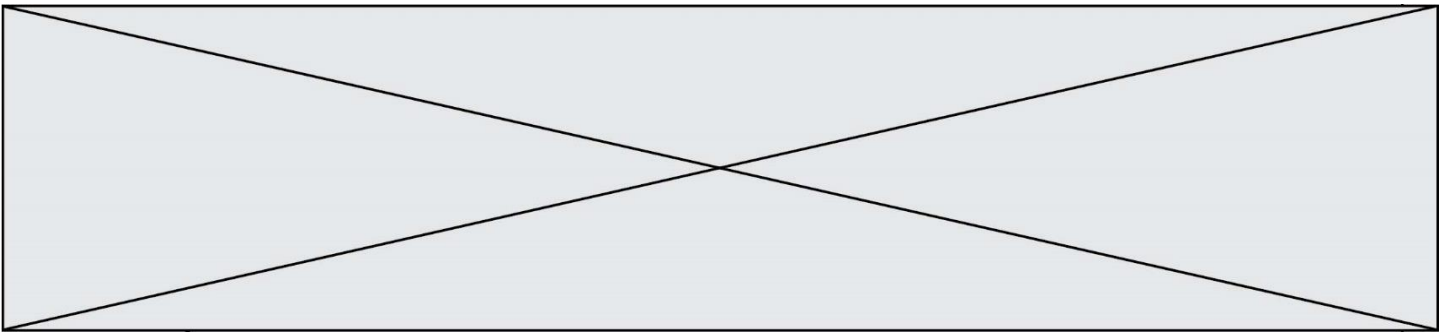


Source : D'après <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Photosynthese/exp233.html>

5- Pour **chacune** des propositions suivantes (5-1 à 5-3), indiquer la bonne réponse.

5-1- Ces différents spectres nous permettent alors :

- a- de déterminer la température de la plante.
- b- d'en déduire la composition chimique des pigments.
- c- d'en déduire les longueurs d'ondes absorbées par chaque pigment photosynthétique.
- d- d'en déduire la quantité de chaque pigment.



5-2- Dans la cellule, l'énergie solaire captée par les pigments photosynthétiques :

- a- permet la synthèse de la matière minérale.
- b- permet la synthèse de la matière organique.
- c- permet la consommation de matière organique.
- d- permet la consommation de dioxygène.

5-3- L'être humain est dépendant de l'énergie solaire utilisée par les plantes pour son fonctionnement car, en présence de lumière et lors de la photosynthèse, les plantes produisent :

- a- matière organique et O_2 .
- b- matière organique et CO_2 .
- c- matière minérale et O_2 .
- d- matière minérale et CO_2 .

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 : / /

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

Ötzi l'homme des glaces

Sur 10 points

Ötzi est une momie naturelle retrouvée dans les Alpes il y a 30 ans, allongée à plat ventre, au bord d'un lac gelé situé à 3 000 mètres d'altitude dans la vallée d'Ötztal.

Les analyses scientifiques ont révélé qu'il s'agit d'une très ancienne scène de crime...



Découverte de la momie et reconstitution de Ötzi, musée archéologique de Haut-Adige

Crédit photo : SOUTH TYROL MUSEUM OF ARCHAEOLOGY.

L'objectif de cet exercice est d'estimer la date de l'assassinat d'Ötzi.



Partie 1 – L'atome de carbone

Document 1 – Origine et cycle du carbone ^{14}C

Le carbone présent dans l'atmosphère essentiellement sous forme de dioxyde de carbone (CO_2) possède plusieurs isotopes : carbone 12, carbone 13, carbone 14.

Le carbone 14 est un isotope radioactif du carbone donc instable ; il se désintègre spontanément en un noyau fils (azote 14) plus stable.

Sa période radioactive (ou « demi-vie ») est de 5 730 ans.

On peut considérer que tant qu'une plante ou un animal est vivant, son organisme échange du carbone avec son environnement, si bien que le carbone qu'il contient aura la même proportion de ^{14}C (carbone 14) que dans la biosphère.

Lorsque cet organisme meurt, son métabolisme cesse, il ne reçoit plus de carbone 14 et celui qu'il contient va se désintégrer peu à peu au cours du temps selon une loi exponentielle.

La datation par le carbone 14 se fonde alors sur le comptage du carbone 14 résiduel dans l'organisme mort.

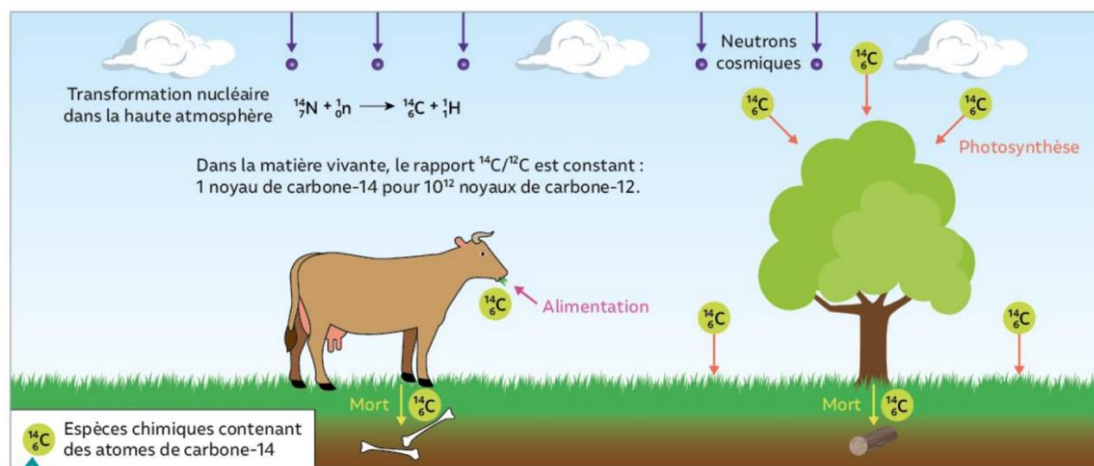


Figure A – Cycle du Carbone 14

Source : Manuel Nathan 1^{ère} Enseignement Scientifique

À l'aide des informations du document 1 :

- 1- Donner la caractéristique d'un isotope radioactif.
- 2- Énoncer ce qu'il faut quantifier pour évaluer la date de la mort d'un être vivant. Justifier votre 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 : / /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

- 3- Énumérer la succession des événements qui aboutissent à la présence de carbone 14 dans le corps d'Ötzi.

Partie 2 – Datation d'une mort

À la mort d'Ötzi, le nombre initial N_0 de noyaux de carbone 14 contenu dans son corps était de $3,87 \times 10^{15}$.

À la découverte de la momie, elle possédait une activité radioactive en carbone 14 de :

$$A = 7910 \text{ Bq}$$

- 4- Établir la valeur de la demi-vie du carbone 14, en utilisant le graphique du document 3 (page suivante) et en exposant la démarche permettant de la déterminer.
- 5- À l'aide des informations du document 2 (ci-après), calculer le nombre N de noyaux résiduels dans la momie au moment de sa découverte.
- 6- Sachant que $3,87 \times 10^{15}$ noyaux correspondent à 100 % de noyaux de carbone 14, vérifier que le pourcentage de carbone 14 résiduel lors de la découverte de la momie est de 53 %.
- 7- À l'aide du résultat de la question précédente et de la courbe de décroissance radioactive du carbone 14, estimer la date de l'assassinat d'Ötzi.

Document 2 – Définition de l'activité d'un échantillon

On appelle activité A d'un échantillon radioactif le nombre de désintégrations de noyaux qui s'y produisent par seconde. Ainsi l'activité A en Bq de cet échantillon et le nombre de noyaux N qu'il contient sont liés par la relation :

$$N = \frac{A \times t_{1/2}}{0,69}$$

$t_{1/2}$: demi-vie de l'échantillon radioactif exprimée en seconde.

Données :

- 5730 ans = $1,81 \times 10^{11}$ secondes.



Document 3 – Courbe de décroissance radioactive

La courbe de décroissance radioactive du carbone 14 suivante montre l'évolution de la quantité de carbone 14 au cours du temps à partir de la mort d'un organisme.

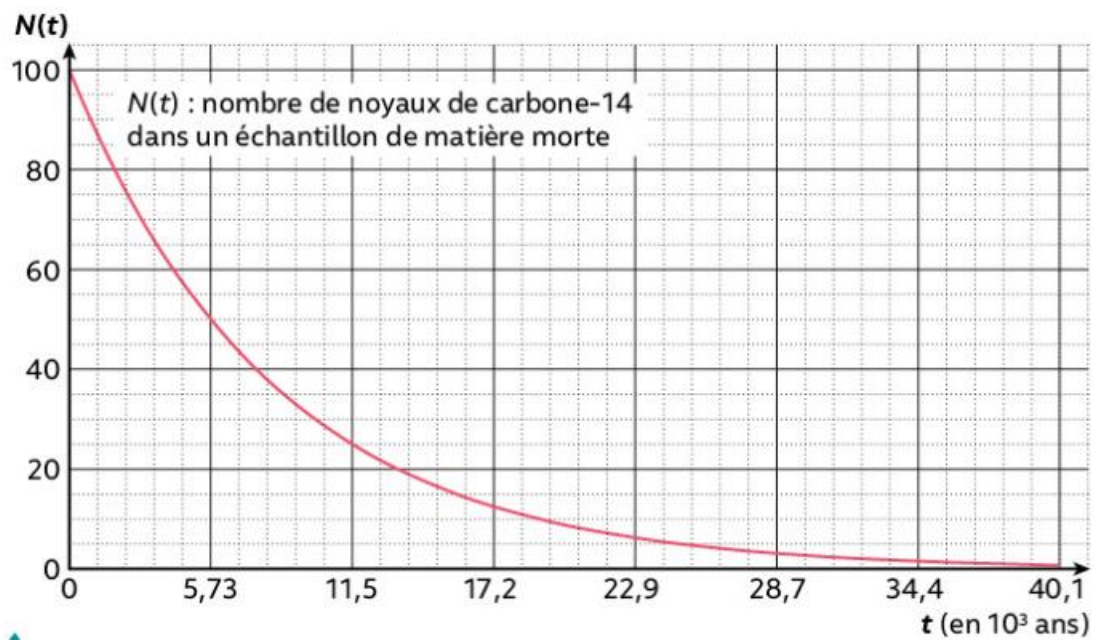


Figure B – Courbe de décroissance radioactive du carbone ^{14}C

Source : Manuel Nathan 1^{ère} Enseignement Scientifique