

Exercice 1 (obligatoire) – Niveau première (mathématiques)

Niveau des océans

Sur 4 points

Partie 1 – Évolution du niveau moyen des océans

Dans l'article « Élévation du niveau de la mer » publié en octobre 2019 sur le site du gouvernement français *notre-environnement.gouv.fr*, il est indiqué que le niveau moyen des océans a augmenté en moyenne de 3,2 mm par an sur la période allant de 1993 à 2011.

On suppose dans cette partie qu'à partir de 2011 le niveau moyen de l'océan augmente chaque année de 3,2 mm. On modélise l'élévation, en mm, du niveau moyen de l'océan entre l'année 2011 et l'année 2011 + n par une suite (u_n) . Dans cette modélisation, on a $u(0) = 0$.

1. Justifier que $u(2) = 6,4$ et proposer une interprétation dans le contexte de l'exercice.
2. La suite (u_n) est-elle arithmétique ou géométrique ? Justifier.
3. Donner, pour tout entier naturel n , l'expression de u_n en fonction de n .
4. En déduire l'élévation en mm du niveau moyen de l'océan entre l'année 2011 et l'année 2024.
5. D'après ce modèle, à partir de quelle année, le niveau moyen des océans aura augmenté de plus de 10 cm par rapport au niveau moyen relevé en 2011 ?

Partie 2 – Étude du niveau de l'océan au Conquet (Finistère, Bretagne)

La station du Conquet (ville du Finistère en Bretagne) enregistre différentes données dont le niveau de la mer. Ces données ont été saisies dans une feuille de calculs d'un tableur.

En abscisse on trouve les années et en ordonnée le niveau moyen sur l'année, en mm, de l'Océan Atlantique pour la station du Conquet.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



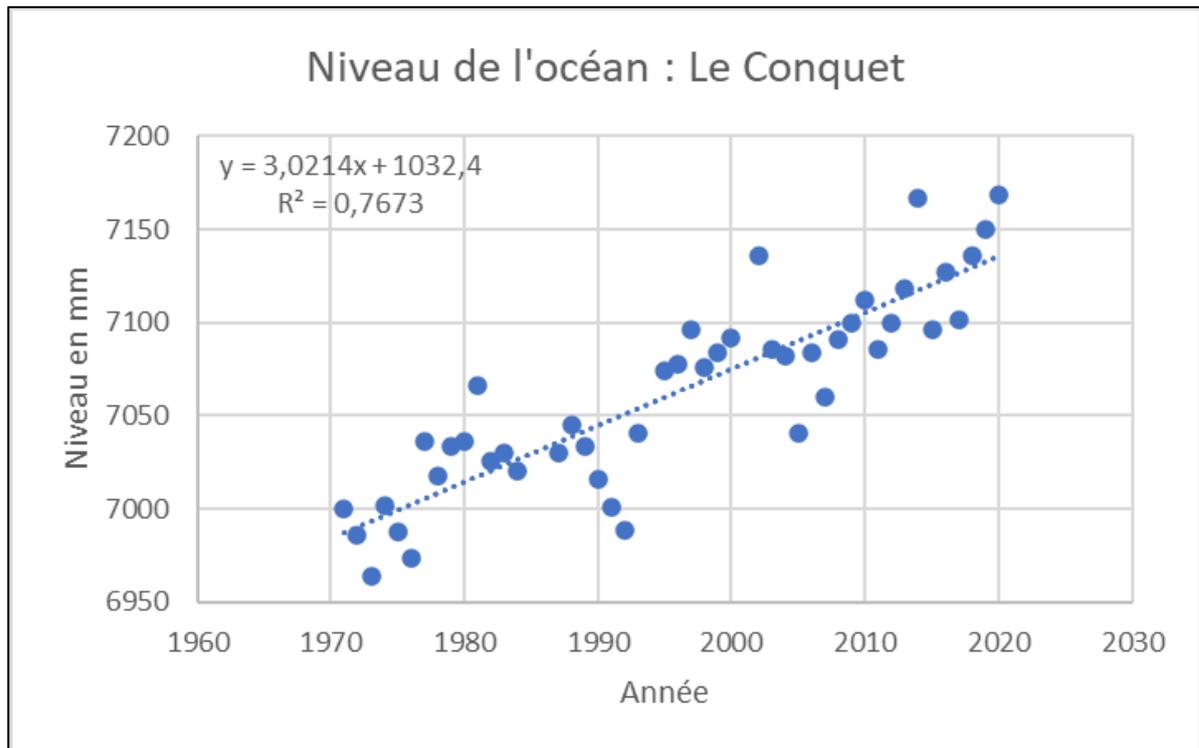
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Les données relevées chaque année permettent d'obtenir le nuage de points ci-dessous. Sur le graphique figure aussi une courbe de tendance, approchant le nuage de points.



Source : psmsl.org

1. La courbe de tendance obtenue correspond à la fonction f définie sur $[1971 ; 2020]$ par :

$$f(x) = 3,0214x + 1032,4$$

où x représente le temps en année et $f(x)$ représente le niveau moyen sur l'année x , en mm de l'océan.

Quelle est la nature de la fonction f ?

2. On admet que la fonction f est dérivable sur $[1971 ; 2020]$, on note f' sa fonction dérivée.

Calculer $f'(x)$. Interpréter ce résultat dans le contexte de l'exercice.

3. En supposant que ce modèle reste valable dans le temps, estimer le niveau moyen de l'océan en 2050.



Exercice 2 (au choix) – Niveaux première et terminale de l'enseignement scientifique

Partie A : Niveau première

Sur 8 points

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

Réchauffement climatique

Le réchauffement climatique anthropique est défini comme l'évolution du climat engendrée par les activités humaines et venant s'ajouter aux variations naturelles. Effectivement, certaines activités humaines libèrent en grandes quantités des gaz à effet de serre (comme la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, méthane...) dont l'action sur le climat est connue. Pourtant, on peut lire sur des réseaux sociaux des affirmations comme : « Le climat a toujours changé, mais cela n'a rien à voir avec l'homme ».

L'objectif de ce sujet est de développer des arguments permettant de trancher ce débat dans le respect de la démarche scientifique.

Partie 1 – Un exemple de la variabilité naturelle du climat

Plusieurs facteurs naturels peuvent être à l'origine de la variabilité climatique sur Terre. C'est le cas de la puissance reçue sur Terre de la part du Soleil, qui peut changer du fait de différents facteurs.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



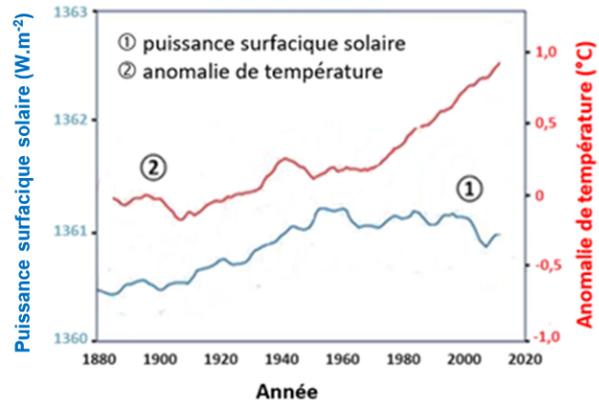
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 1 – Courbes superposées de l'évolution de l'anomalie de la température de la Terre et de la puissance surfacique solaire reçue par la Terre au cours des années

L'anomalie de la température de la Terre est l'écart entre la température mesurée en degrés Celsius, positive ou négative, par rapport à la température moyenne normale (calculée sur une période d'au moins 30 ans) annuelle observée sur la Terre.



Source : d'après https://climate.nasa.gov/climate_resources/189/graphic-temperature-vs-solar-activity/

1- À partir du document 1, décrire l'évolution de l'anomalie de la température de la Terre et celle de la puissance surfacique solaire reçue par la planète depuis 1900.

Document 2 – L'énergie solaire

Depuis son existence il y a 4,6 milliards d'années, le Soleil fournit en permanence à la Terre l'énergie indispensable à la vie. L'énergie solaire est issue de réactions de fusion nucléaire ayant lieu au cœur du Soleil à une température très élevée (environ 15 millions de Kelvin) en comparaison avec celle de la surface (environ 6 000 Kelvin).

Ainsi, ce sont 620 millions de tonnes d'hydrogène qui, chaque seconde, sont transformées en 615,7 millions de tonnes d'hélium. Cela signifie que, chaque seconde, l'énergie libérée par des réactions de fusion qui se produisent au sein du Soleil est de $3,9 \times 10^{26}$ J soit une puissance totale émise par le Soleil de $3,9 \times 10^{26}$ W. Cette valeur fluctue selon un cycle de 11 ans avec l'activité du Soleil.

Source : d'après l'article du CEA « De l'étoile à l'énergie domestique », 2009

2- À l'aide des documents 1 et 2, justifier que l'activité du Soleil n'est pas un facteur du réchauffement climatique au cours de la dernière soixantaine d'années.



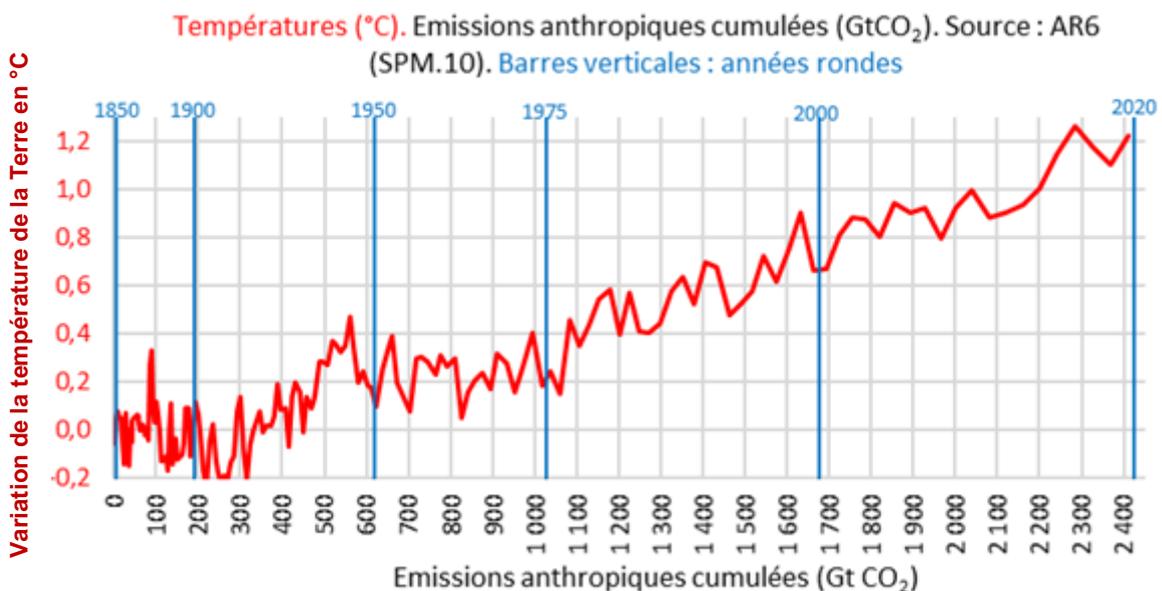
Partie 2 – Le dioxyde de carbone, gaz à effet de serre, facteur de variabilité du climat ?

Le dernier siècle a connu un réchauffement important. Les émissions de gaz à effet de serre, et plus particulièrement les émissions de dioxyde de carbone CO₂, interrogent la responsabilité des humains dans l'élévation de la température globale de la Terre.

Document 3 – Le GIEC

Au niveau international, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été créé en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE). Pour chaque rapport, les experts du GIEC analysent plusieurs milliers de publications scientifiques. Unique au monde, ce réseau de scientifiques a pour mission de compiler et de rendre compte des connaissances les plus avancées relatives à l'évolution du climat mondial, à ses impacts et aux moyens de les atténuer. Le GIEC est organisé de manière à garantir la qualité et l'indépendance du travail scientifique.

Le GIEC s'appuie sur la représentation ci-dessous pour suggérer une relation entre la température terrestre moyenne et les émissions anthropiques cumulées de dioxyde de carbone, gaz à effet de serre (1 Gt = 1 milliard de tonnes). Cette relation est représentée graphiquement ci-dessous.



Source : <https://www.climato-realistes.fr>

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

Document 4 – Lien causal et savoirs scientifiques

Bien conscients du fait que la corrélation n'implique pas forcément une causalité, les scientifiques ont recours à des méthodes qui leur permettent d'identifier les causes d'un phénomène avec le plus grand degré de certitude et, notamment, d'exclure que l'effet observé ne soit attribué à d'autres causes possibles. Les scientifiques cherchent à valider leurs hypothèses à l'aide de nombreuses expériences – et notamment la répétition de la même expérience par d'autres chercheurs, dans d'autres laboratoires – par la recherche d'un mécanisme permettant de rendre compte du lien entre la variable et l'effet, et donc, à préciser le lien causal à travers des causes de plus en plus précises et non ambiguës. Toute cette procédure garantit au mieux d'exclure les variables confondantes : on augmente fortement notre confiance dans le lien causal que l'on cherche à établir entre le facteur observé et la variable suspectée. Déterminer un lien causal est l'une des étapes qui permettent aux scientifiques de parvenir à établir des connaissances scientifiques.

Source : d'après <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/cause-et-correlation/>

3- À partir des documents 3 et 4, expliquer comment le GIEC contribue à établir des savoirs scientifiques.

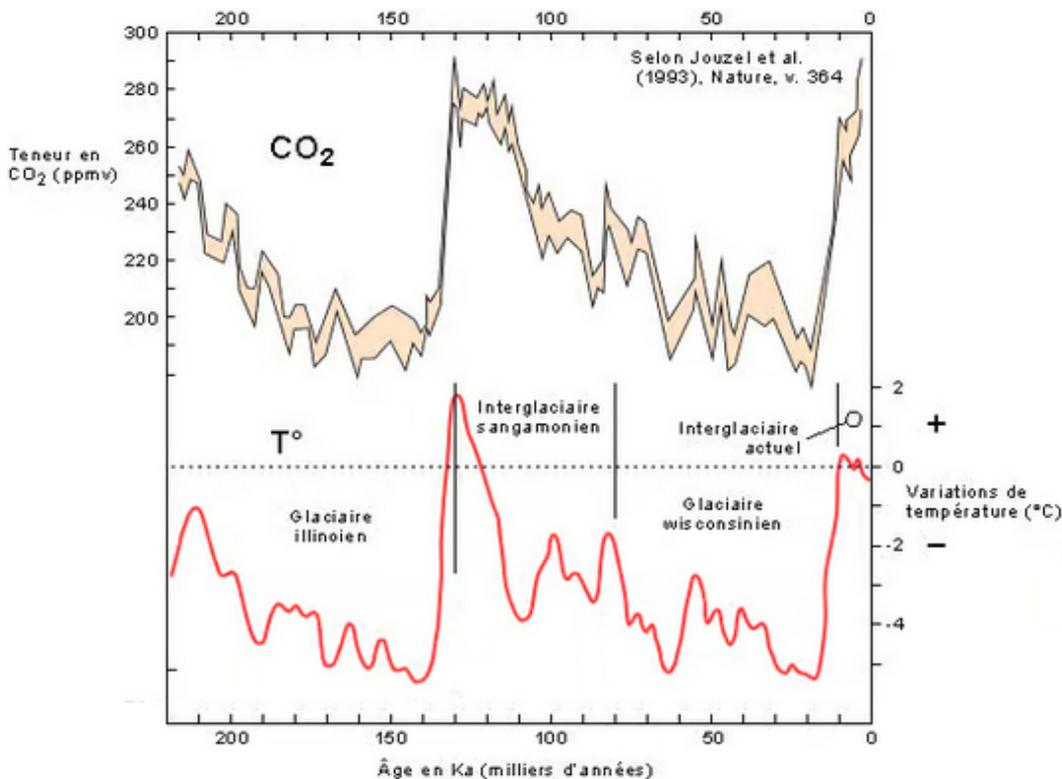
4- À l'aide du graphique du document 3, recopier les propositions exactes sur la copie, choisies parmi les suivantes :

- en 2000, la température de la Terre a augmenté de 0,9 °C ;
- sur la période 1850-2020, les émissions anthropiques cumulées ont été de 2 410 Gigatonnes de CO₂ ;
- les émissions anthropiques cumulées de CO₂ ont augmenté jusqu'à la valeur de 2020 Gigatonnes ;
- sur la période 1900-2020, la température de la Terre s'est accrue d'environ 1,1 à 1,2°C ;
- sur la période 1900-2020, les émissions anthropiques cumulées ont doublé.



Document 5 – Graphiques représentant les fluctuations des teneurs en dioxyde de carbone et les fluctuations des températures depuis 220 000 ans sur Terre

Les teneurs en CO₂ sont obtenues par l'analyse de minuscules bulles d'air piégées dans la glace d'une carotte prélevée au nord de la Russie. Les fluctuations de température sont indiquées selon leur déviation par rapport aux températures actuelles (1993).



Source : <https://www.futura-sciences.com>

- 5- À l'aide de l'ensemble des documents, développer une argumentation permettant de confirmer ou d'infirmer les propos tenus dans la publication énoncée en introduction : « Le climat a toujours changé, mais cela n'a rien à voir avec l'homme ».

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

Partie B : Niveau terminale

Sur 8 points

Thème « Science, climat et société »

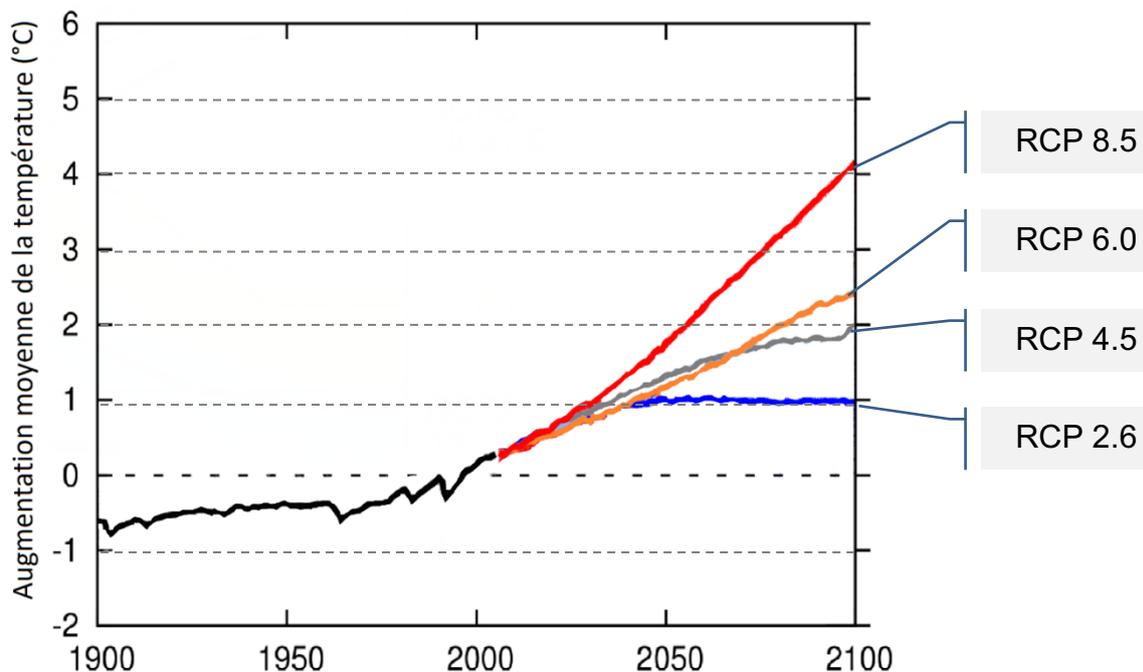
Forçage radiatif et conséquences

Sur 16 points

L'Agence de la transition écologique (ADEME) publie en octobre 2020 une prévision des impacts climatiques à venir d'ici 2050 en France. Ces impacts concernent principalement l'augmentation des températures et les risques d'inondation qui en découlent.

L'objectif de cet exercice est de comprendre quelques effets sur le climat de la variation du forçage radiatif.

Document 1 : les scénarios RCP (Representative Concentration Pathway) sont quatre scénarios de trajectoire du forçage radiatif jusqu'à l'horizon 2100

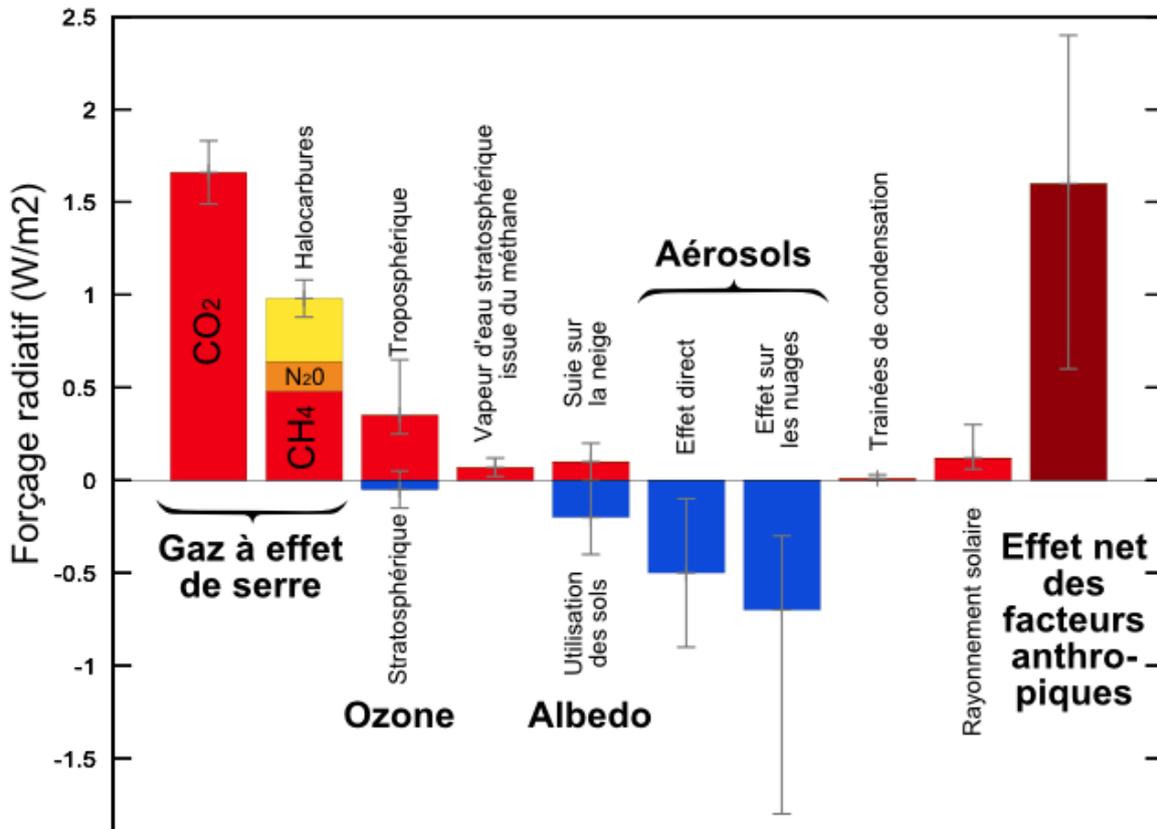


Chaque scénario RCP est caractérisé par un nombre qui correspond à une valeur d'élévation du forçage radiatif par unité de temps et de surface, exprimé en $W \cdot m^{-2}$.

Source : d'après <https://www.climate-chance.org>



Document 2 : composantes du forçage radiatif terrestre



Source : Wikimédias

6.a. Définir la notion de « forçage radiatif ».

6.b. Justifier que, par unité de temps et de surface terrestre, ce forçage radiatif s'exprime en $W \cdot m^{-2}$.

6.c. Expliquer en quoi le forçage radiatif est lié à la variation de la température terrestre.

7. Expliquer les causes de l'augmentation du forçage radiatif depuis la révolution industrielle (1850).

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

8. On analyse l'effet du forçage radiatif sur le niveau des océans.

En tenant compte uniquement de la dilatation des océans, estimer la variation du niveau marin Δe à l'échelle du globe, en 2100, pour un RCP 4.5 qui correspond aux accords de Paris, à l'aide des données ci-dessous.

Données :

La variation ΔV d'un volume V_0 d'eau est proportionnelle à la variation de température ΔT selon la relation $\Delta V = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta T$ avec le coefficient de dilatation thermique de l'eau $\beta = 2,6 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

La surface totale des océans est $S = 360 \times 10^6 \text{ km}^2$.

L'épaisseur de la couche superficielle océanique concernée est $e = 300 \text{ m}$.

L'un des paramètres qui influe sur le forçage radiatif est l'albédo terrestre moyen. On rappelle que l'albédo d'une surface correspond au rapport de l'énergie lumineuse réfléchie sur l'énergie lumineuse incidente. Le tableau suivant fournit quelques valeurs d'albédo suivant la nature des surfaces.

| Type de Surface | Albédo |
|-----------------|--------|
| Mer / Océan | 0,26 |
| Glace | 0,6 |
| Neige fraîche | 0,85 |

Albédo de différentes surfaces (source : Météo France)

9. Préciser si une augmentation de l'albédo terrestre produit une augmentation ou une diminution du forçage radiatif. En déduire que la fonte des glaces (terrestres et marines) se traduit par une augmentation du forçage radiatif.

10. Expliquer pourquoi la fonte des glaces est un facteur de rétroaction positive de l'échauffement global du climat. Il est possible d'appuyer le raisonnement sur un schéma.



Exercice 3 (au choix) – Niveaux première et terminale de l'enseignement scientifique

Partie A : Niveau première

Sur 8 points

Thème « Une longue histoire de la matière »

Mise en évidence des échanges cellulaires par marquage radioactif

Les molécules organiques sont constituées de différents atomes, dont l'atome de carbone. Dans les techniques de marquages radioactifs, les scientifiques peuvent synthétiser, en laboratoire, des molécules contenant des atomes radioactifs. Grâce à ce procédé, on peut détecter la présence et les mouvements de ces molécules radioactives au sein de la cellule ainsi qu'entre la cellule et son environnement.

L'objectif est de comprendre l'utilisation d'un marquage radioactif pour déterminer l'action d'une substance, la cytochalasine, sur les échanges entre la Levure (Champignon unicellulaire) et son environnement.

Les documents 1 à 5, à consulter, sont fournis sur les pages suivantes.

- 1- À partir des documents 1 et 2, expliquer la démarche qui permet de déterminer graphiquement les demi-vies du ^{11}C et du ^{14}C et donner leurs valeurs.

Afin de comprendre le mode d'action de la cytochalasine B sur la Levure *Saccharomyces cerevisiae*, qui est un organisme unicellulaire, des molécules de glucose sont marquées au carbone 14 (document 3).

Afin de comprendre le rôle des transporteurs GLUT présents dans la membrane des Levures, des expériences sont réalisées en présence de ^{14}C -glucose. Les résultats sont présentés dans le document 4.

- 2- Montrer, à partir des documents 3 et 4, que la Levure est en interaction avec son milieu grâce à des transporteurs GLUT.
- 3- À partir des informations tirées du document 5 et des connaissances, indiquer les effets de la cytochalasine B sur les Levures et justifier son utilisation commerciale comme antifongique (substance permettant de tuer les Champignons).

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



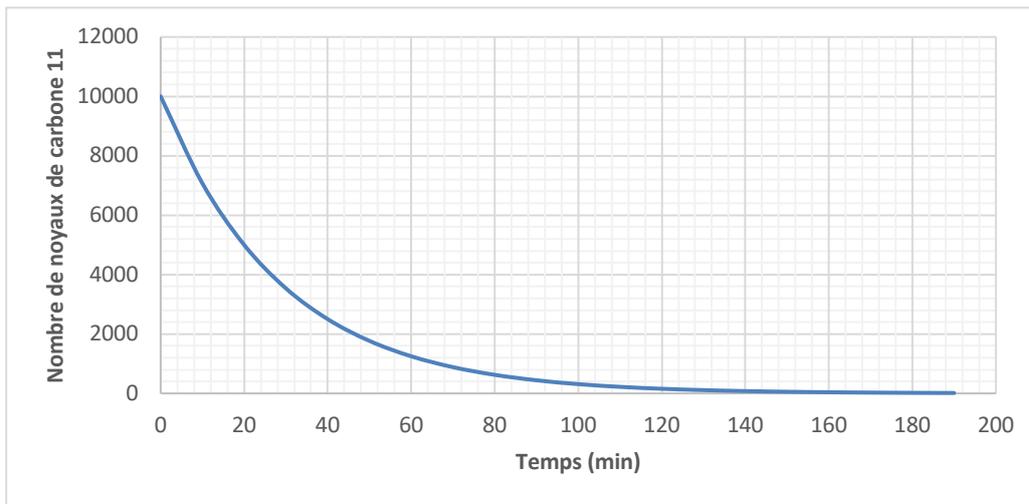
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

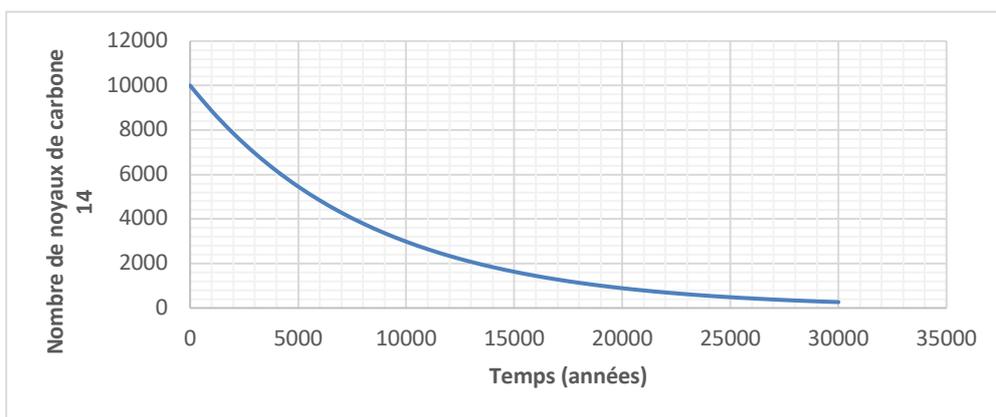
1.1

Document 1 – Courbe de décroissance radioactive du carbone 11



Source personnelle

Document 2 – Courbe de décroissance radioactive du carbone 14



Source personnelle

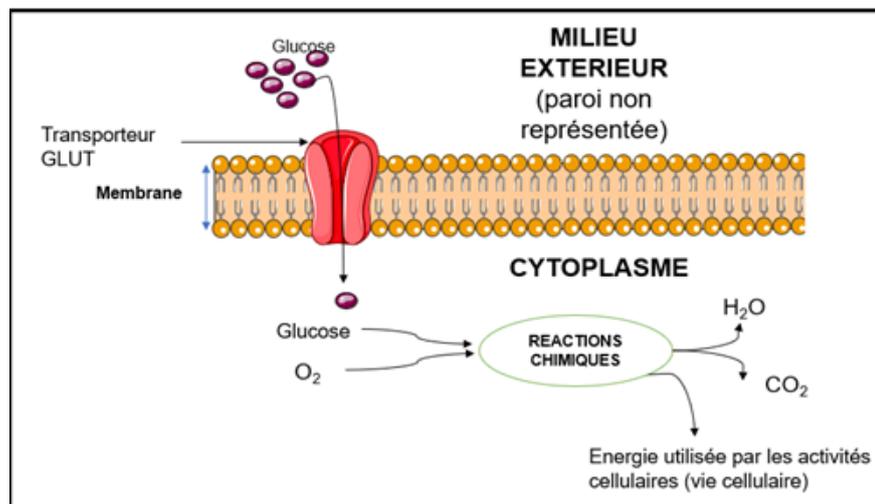
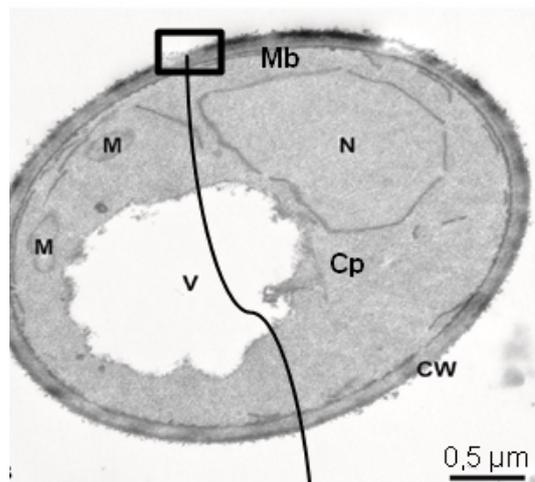


Document 3 – Observation de *Saccharomyces cerevisiae* et schéma d'interprétation de la membrane plasmique

La photographie de *Saccharomyces cerevisiae* ci-dessous présente les différentes structures qui la composent avec un schéma interprétatif d'une portion de la membrane plasmique.

Légendes :

CW = Paroi ; Mb
= Membrane
plasmique ; N =
Noyau ; V =
vacuole ; M =
Mitochondries ;
Cp =
Cytoplasme.

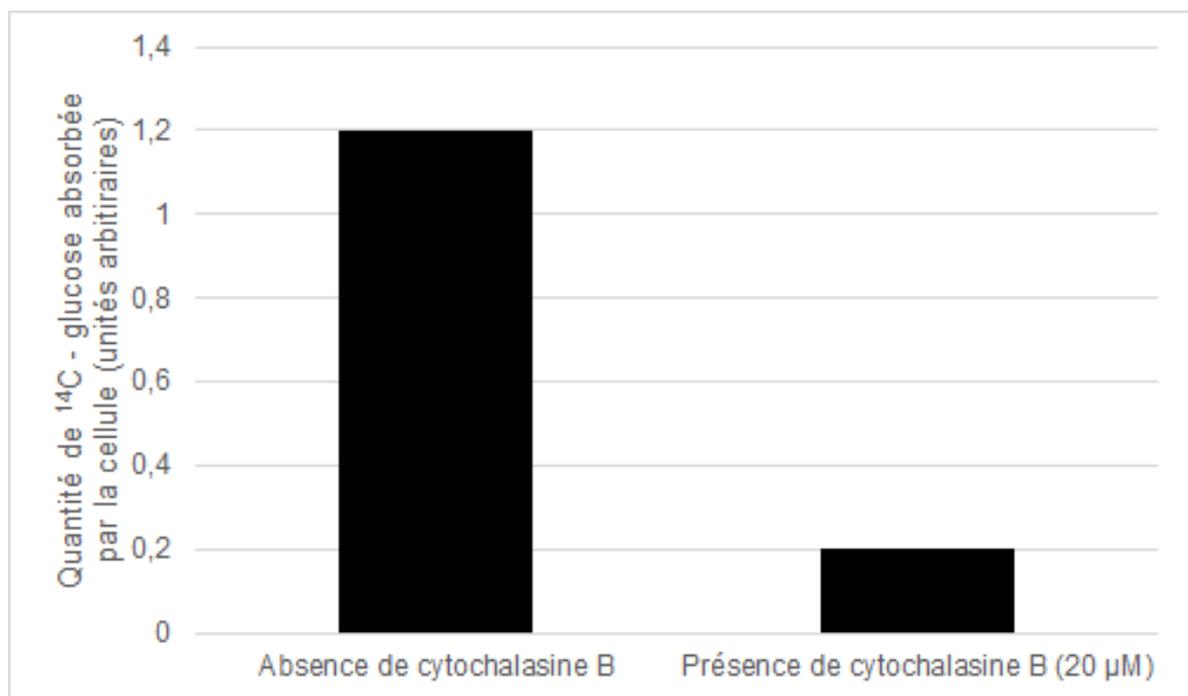


Source : photographie modifiée d'après Frankl, Andri et al. "Electron microscopy for ultrastructural analysis and protein localization in *Saccharomyces cerevisiae*." *Microbial Cell 2* (2015). Schéma d'après <https://smart.servier.com/>



Document 5 – Absorption par des cellules de glucose marqué au ^{14}C , en présence de cytochalasine B

Des cellules sont cultivées dans un milieu en présence de glucose marqué au ^{14}C et soit, en présence de cytochalasine B, soit en son absence. La quantité de glucose marqué au ^{14}C absorbée par la cellule, en un temps donné, est déterminée. Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous. Des résultats similaires sont obtenus sur des Levures.



Source : d'après Lundgaard, I., Li, B., Xie, L. et al. *Direct neuronal glucose uptake heralds activity-dependent increases in cerebral metabolism*. *Nat Commun* 6, 6807 (2015).

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

Partie B : Niveau terminale

Sur 8 points

Thème « Le futur des énergies »

Les impacts de la combustion sur l'environnement et la santé

La combustion de carburants fossiles et de la biomasse libère du dioxyde de carbone qui a un impact environnemental majeur.

Il est également reconnu par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) que la santé publique est impactée par la pollution de l'air. Le Ministère des Solidarités et de la Santé estime qu'environ 48 000 personnes décèdent chaque année des effets de la pollution de l'air en France.

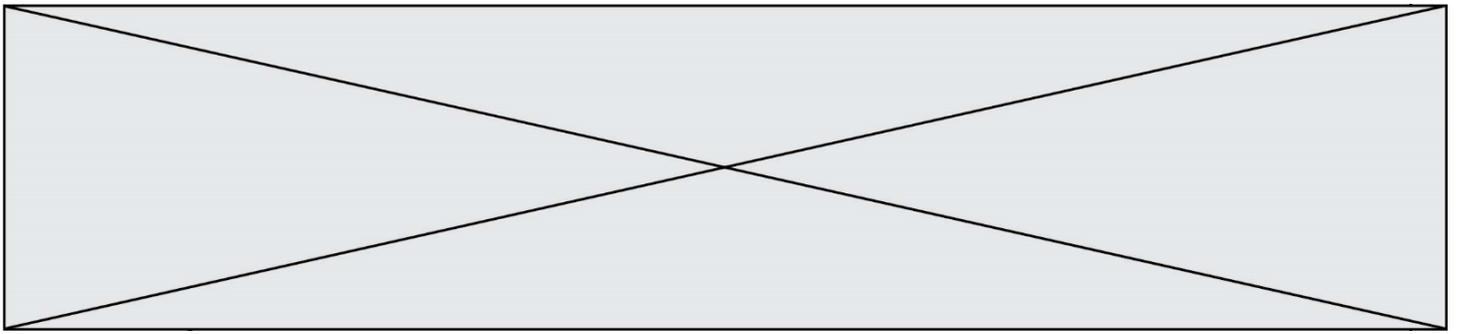
On se propose d'étudier la part et les impacts de la combustion de carburants fossiles et de biomasse sur la santé humaine.

Document 1 : Production de dioxyde de carbone lors de la combustion de carburants fossiles et de la biomasse

| Combustible | Équation de la réaction |
|---|---|
| Gaz naturel méthane CH ₄ | $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ |
| Essence modélisée par l'octane C ₈ H ₁₈ | $2 \text{C}_8\text{H}_{18} + 25 \text{O}_2 \rightarrow 16 \text{CO}_2 + 18 \text{H}_2\text{O}$ |
| Biomasse (bois) modélisée par C ₆ H ₁₀ O ₅ | $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$ |

Énergie massique libérée par kg de combustible brûlé :

| Combustible | Gaz naturel | Essence | Biomasse |
|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Énergie massique libérée | 50 MJ.kg ⁻¹ | 45 MJ.kg ⁻¹ | 17 MJ.kg ⁻¹ |



Masse de CO₂ produite pour 1 MJ d'énergie obtenue :

| Combustible | Gaz naturel | Essence | Biomasse |
|-----------------------------------|-------------|----------------------------|----------|
| Masse de CO ₂ produite | 56 g | À calculer à la question 5 | 95 g |

Source : d'après J.-C. Guibet, *Publications de l'Institut français du pétrole*, 1997 et W.-M. Haynes, *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 2012

- 4-** Indiquer le (ou les) combustible(s) mentionnés dans le document 1 pouvant être utilisés comme source(s) d'énergie renouvelable.
- 5-** Calculer la masse d'essence, notée m_{essence} , nécessaire pour obtenir une énergie de valeur 1 MJ.
- 6-** Sachant que la masse d'une mole d'essence est égale à 114 g, vérifier que la quantité de matière, notée n_{essence} , présente dans la masse d'essence nécessaire pour obtenir une énergie de valeur 1 MJ vaut environ : $n_{\text{essence}} = 0,2 \text{ mol}$.
- 7-** À l'aide de l'équation de la réaction modélisant la combustion de l'essence, vérifier que la quantité de matière de dioxyde de carbone produite n_{CO_2} est telle que $n_{\text{CO}_2} = 8n_{\text{essence}}$. Calculer n_{CO_2} .
- 8-** La masse d'une mole de dioxyde de carbone étant égale à 44 g, déterminer la masse de CO₂ libérée dans l'atmosphère par la combustion de l'essence pour obtenir une énergie de valeur 1 MJ.
- 9-** Comparer la masse de dioxyde de carbone émise par MJ produit pour chaque combustible du document 1 et indiquer quel est l'impact environnemental majeur du dioxyde de carbone.