

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

ÉVALUATION

CLASSE : Terminale – Épreuve de fin de cycle

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

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique
avec enseignement de mathématiques spécifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

Niveaux visés (LV) : ∅

Axes de programme : ∅

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.

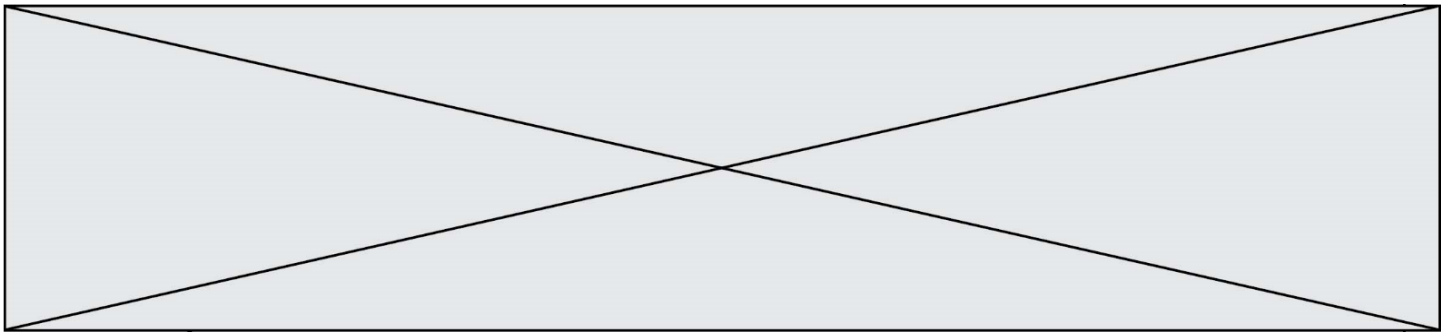
Nombre total de pages : 18

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 obligatoirement abordé.

Pour le deuxième exercice, le candidat choisit 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)

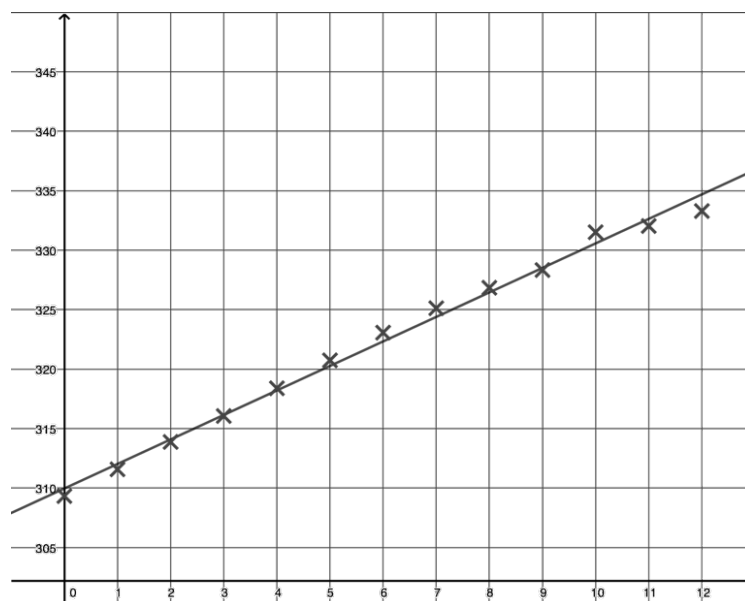
Population des États-Unis

Sur 4 points

Partie A – Modèle linéaire

Le nuage de points ci-dessous représente la population des États-Unis d'Amérique, exprimée en millions d'habitants, entre 2010 et 2022 en prenant comme année 0 l'année 2010.

On a aussi tracé sur ce graphique une droite d'ajustement linéaire.



- 1- Justifier que l'allure du nuage de points permet l'utilisation d'un modèle linéaire.
- 2- Avec la précision permise par le graphique, donner le nombre d'habitants des États-Unis d'Amérique en 2022.
- 3- Déterminer graphiquement, à l'entier près, l'ordonnée à l'origine et le coefficient directeur de la droite d'ajustement linéaire tracée et en déduire l'équation de cette droite.
- 4- En utilisant cette modélisation, estimer la population des États-Unis d'Amérique en 2025.

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

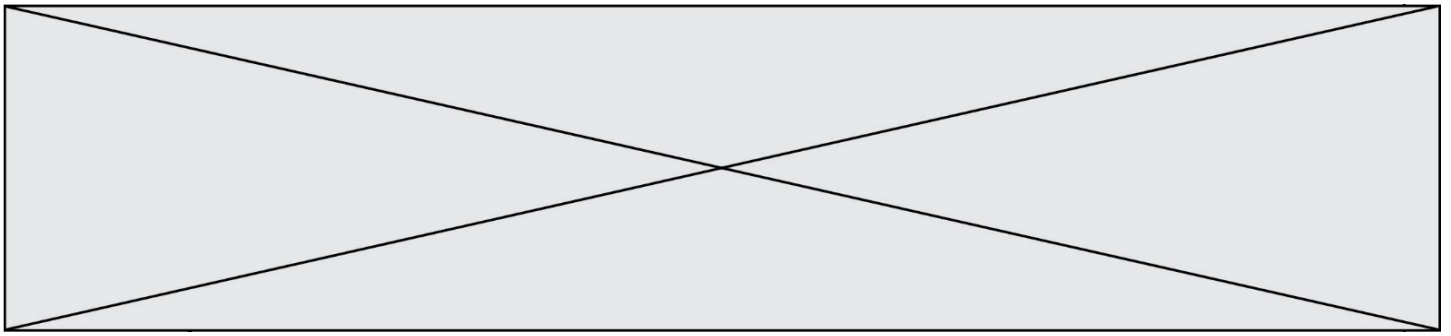
Partie B – Taux d'évolution

La population des États-Unis d'Amérique était de 282,16 millions en 2000 et de 331,51 millions en 2020.

- 1- Calculer le taux moyen d'évolution du nombre d'habitants des États-Unis d'Amérique entre 2000 et 2020. On donnera le résultat en pourcentage arrondi à 10^{-3} .
- 2- En utilisant ce taux moyen, estimer le nombre d'habitants des États-Unis d'Amérique en 2022 et en 2025.

Partie C – Comparaison de modèles

La population des États-Unis d'Amérique était en réalité en 2022 de 333,29 millions d'habitants. Que peut-on penser des deux modèles utilisés et de la population estimée pour 2025 ?



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 :



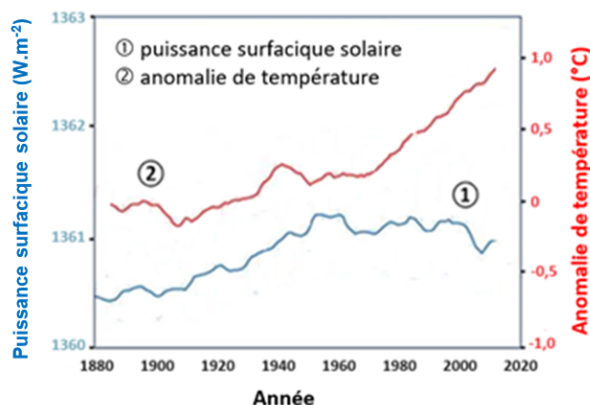
Né(e) le :

(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.

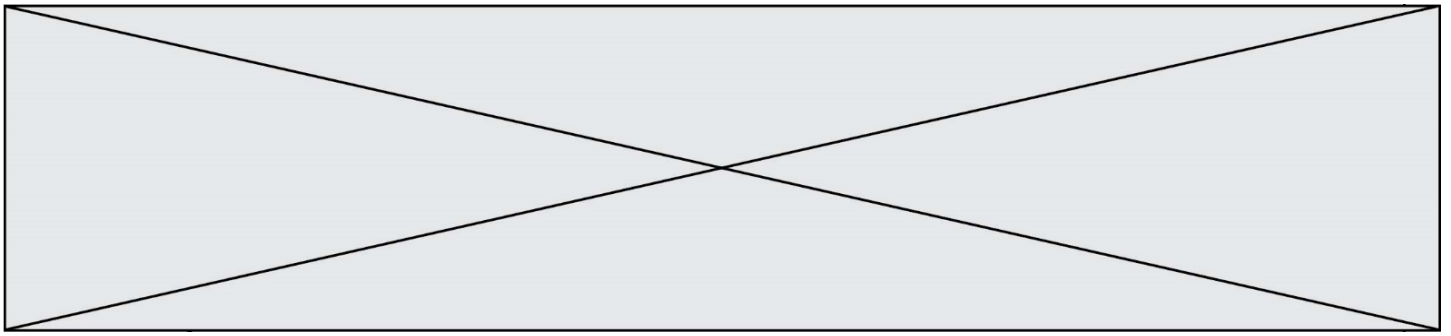
Document 2 – L'énergie solaire

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.



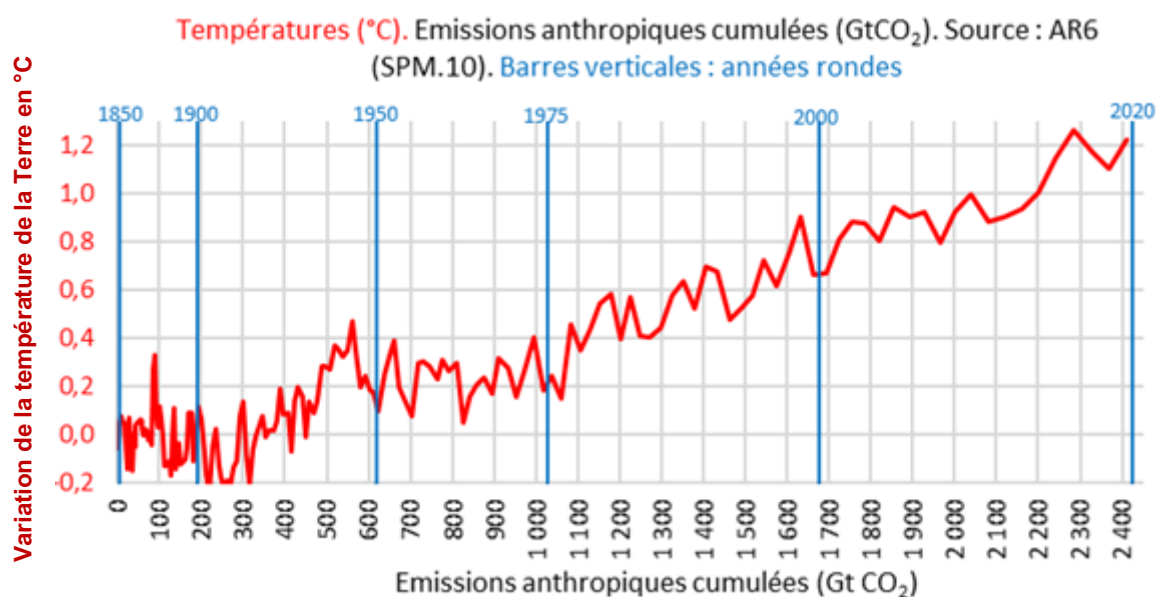
Partie 2 – Le dioxyde de carbone, gaz à effet de serre, facteur de variabilité du climat ?

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.

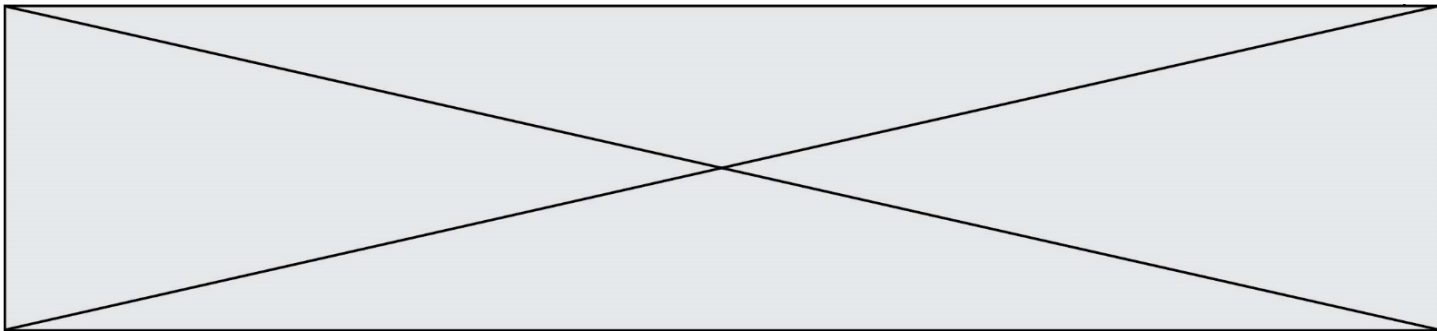
Document 3 – Le GIEC

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.

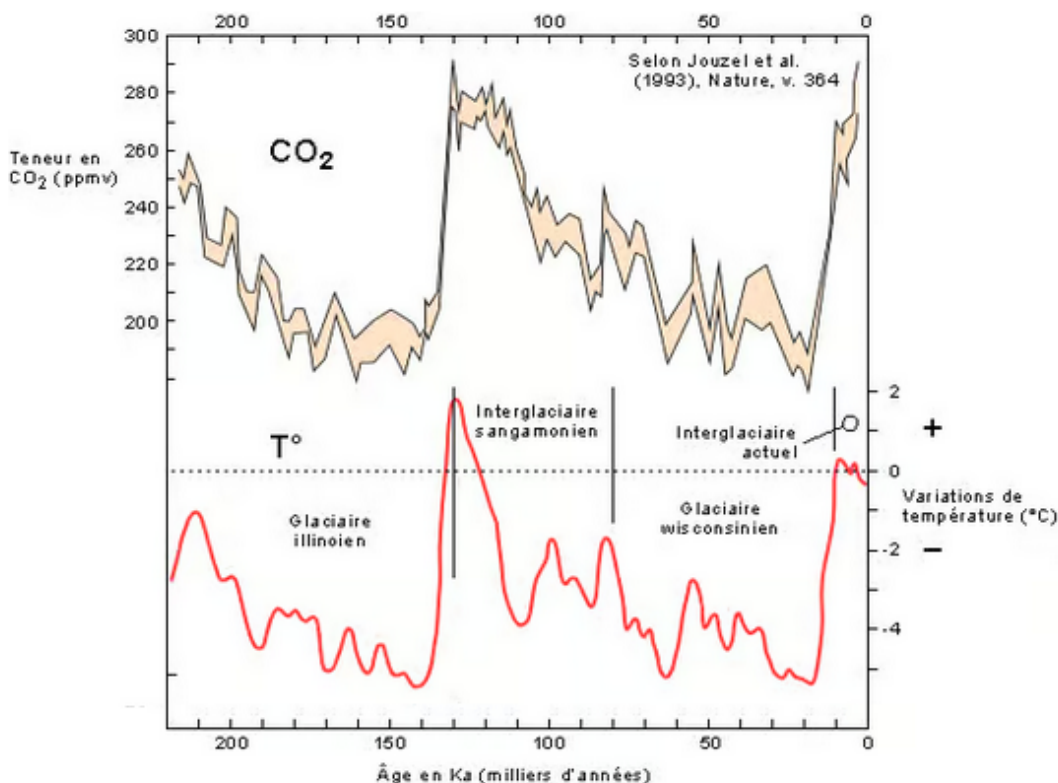


Source : <https://www.climato-realistes.fr>



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 :	
Né(e) le :	/ /
	N° d'inscription :

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Partie B : Niveau terminale

Sur 8 points

Thème « Le futur des énergies »

La solution hydrogène

On s'intéresse à deux modes de production d'électricité (la production éolienne et la production nucléaire) puis au stockage du dihydrogène.

Document 1 : produire de l'électricité avec le vent

Une éolienne utilise la force du vent pour produire de l'électricité. Celui-ci actionne les pales de l'éolienne, ce qui entraîne un alternateur. La production électrique est instantanée, mais intermittente, et dépend de la vitesse du vent. Le problème principal de ce type de production d'électricité est son intégration au réseau. Un surplus de production peut perturber gravement le réseau de transport d'électricité : si trop d'énergie électrique est injectée sur le réseau par rapport à la demande d'énergie, cela peut entraîner une instabilité du réseau, pouvant aller jusqu'à la déconnexion des centrales.

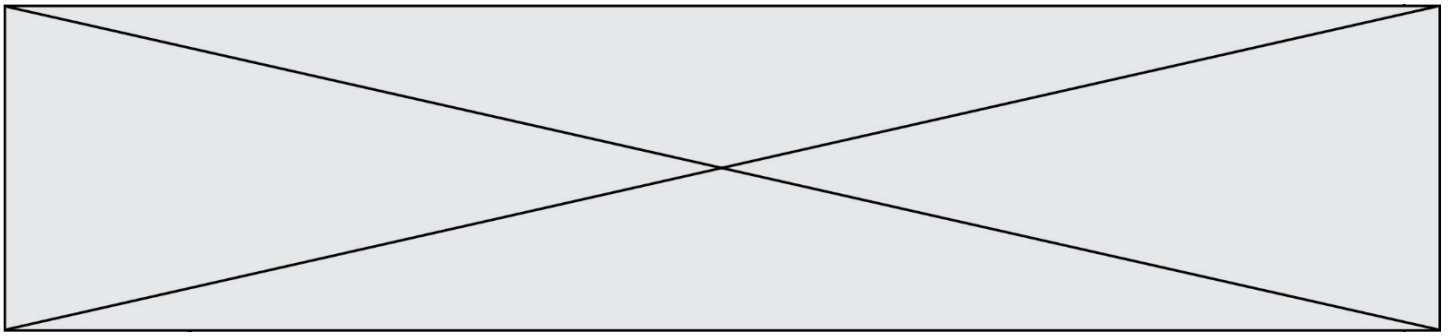
D'après le ministère de la transition écologique, la production d'électricité éolienne a représenté 6,9 % de la production totale en France pour le 1er trimestre 2019.

La production électrique éolienne est entièrement automatisée et nécessite peu de maintenance. Le rendement d'une éolienne est d'environ 35 %.

Document 2 : les centrales nucléaires

En 2019, en France, la part du nucléaire s'élevait à 70,6 % de la production électrique totale en France.

La production d'électricité par une centrale nucléaire est basée sur la fission d'un combustible nucléaire. Cette fission dégage de l'énergie qui sert à produire de la vapeur, qui entraîne une turbine reliée à un alternateur. La fission de sept grammes d'uranium produit autant d'énergie que la combustion d'une tonne de charbon. Ce type de centrale peut fonctionner quasiment en continu, mais une fois à l'arrêt, il faut plusieurs jours pour relancer la production d'électricité. Une centrale nucléaire a un rendement d'environ 30 %.



Comme toute activité industrielle, les centrales nucléaires génèrent des déchets, dont certains sont radioactifs. Aujourd'hui, des solutions techniques existent pour la gestion de tous les déchets radioactifs, mais cela exige une sûreté très importante des installations. Les déchets « à vie courte » sont triés selon leur niveau de radioactivité et leur nature, conditionnés et stockés dans les centres de l'ANDRA. Les déchets « à vie longue » issus du traitement du combustible usé sont vitrifiés en blocs inaltérables et entreposés dans l'usine Areva NC de La Hague dans l'attente du stockage géologique en profondeur qui constituera une solution définitive de gestion pour ces déchets. Cependant pour le moment, aucun site de stockage profond n'est encore opérationnel.

D'après edf.fr

- 6- L'alternateur est un convertisseur d'énergie cité dans les documents 1 et 2 : indiquer la nature de l'énergie convertie et la nature de l'énergie produite.
- 7- Préciser le nom du phénomène physique sur lequel s'appuie le fonctionnement d'un alternateur.
- 8- Lors de la circulation du courant électrique, l'alternateur perd de l'énergie via l'échauffement des fils conducteurs le constituant : indiquer le nom de l'effet responsable de cette perte.
- 9- Décrire par un court texte ou un schéma la chaîne de transformations énergétiques de l'éolienne.
- 10- Calculer l'énergie nécessaire au fonctionnement d'une éolienne qui produirait 10 MWh d'énergie électrique.

Document 3 : l'hydrogène, un vecteur d'avenir

Le dihydrogène (H_2) peut tout faire, ou presque : produire de l'électricité via une pile à combustible ; servir de combustible, avec pour seul déchet la vapeur d'eau ; être transformé en méthane (CH_4), voire en matières carbonées avec l'ajout de dioxyde de carbone (CO_2), ainsi valorisé au lieu d'être rejeté dans l'atmosphère. De plus, il peut être stocké selon différentes options.

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

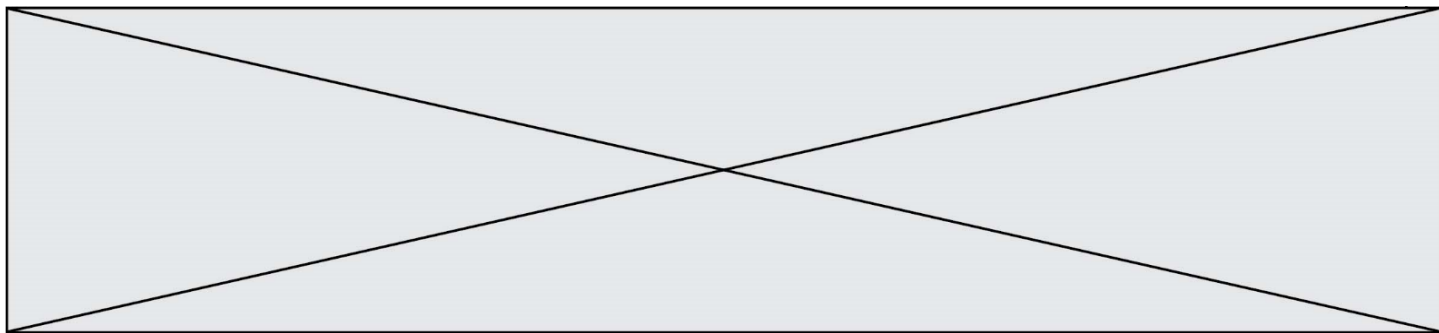
1.1

La France produit chaque année un million de tonnes d'H₂ pour différents usages (raffinage du pétrole, fabrication d'ammoniac, etc.). Et cela, surtout par vaporeformage du méthane (procédé de transformation à partir d'hydrocarbures et présence de vapeur d'eau), qui libère 10 tonnes de CO₂ pour chaque tonne de H₂ produite... La combustion de H₂, quant à elle, produit seulement de l'eau.

L'électrolyse de l'eau, qui permet d'obtenir du dihydrogène et du dioxygène, nécessite de l'énergie électrique. Cette énergie est diminuée mais reste conséquente si l'on opère à haute température, comme c'est le cas dans le procédé EHT développé au Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA). Si cette solution venait à se généraliser, l'impact des électrolyseurs sur le réseau électrique serait non négligeable. D'où l'idée d'utiliser les surplus d'électricité des sources intermittentes, ou pourquoi pas recourir à de petits réacteurs nucléaires modulaires hybrides. Car dès 2025, il faudra pouvoir produire 4 à 5 millions de tonnes de dihydrogène par an.

D'après « Les défis du CEA » n°241

11- Préciser si le document 3 fournit suffisamment de données pour comparer les émissions de CO₂ par combustion d'hydrogène et par combustion d'hydrocarbures, pour une énergie thermique produite donnée. Si ce n'est pas le cas, indiquer les données manquantes nécessaires pour effectuer cette comparaison (on ne demande pas les valeurs de ces paramètres).



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 »

Le cristal d'argent et la photographie

Partie 1 – Étude des cristaux d'argent et de chlorure d'argent

L'argent est connu depuis des millénaires. Son utilisation dans l'industrie s'est fortement développée au XX^e siècle notamment avec l'invention de la photographie. L'objectif de cet exercice est de comprendre comment ses propriétés lui confère un rôle central dans la photographie.

Données :

Masse d'un atome d'argent : $m_{Ag} = 1,79 \times 10^{-25}$ kg.

L'angström (Å) est une unité de longueur : $1 \text{ Å} = 10^{-10}$ m.

Document 1 – Description de la maille élémentaire du cristal d'argent

L'argent est l'élément chimique de numéro atomique $Z = 47$ et de symbole Ag. À l'état métallique, il est blanc, très brillant, malléable et ductile (c'est-à-dire qu'il peut être étiré sans se rompre).

À l'état microscopique, l'argent métallique solide est organisé selon un réseau cubique à faces centrées.

Une maille cubique à face centrées est représentée par :

un atome sur chaque sommet de la maille ;

un atome au centre de chacune des faces de la maille.

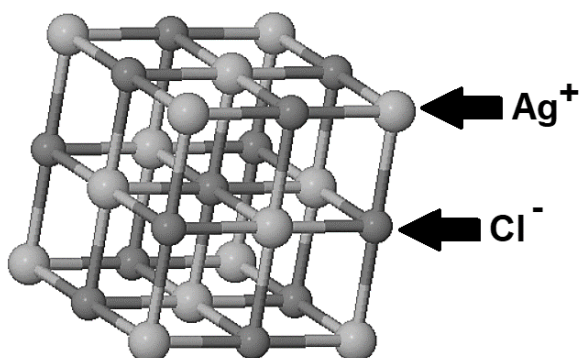
Une maille cubique à faces centrées contient l'équivalent de 4 atomes d'argent.



Photographie de cristaux d'argent

Document 2 – Le cristal de chlorure d'argent AgCl

Le chlorure d'argent, AgCl, présente une structure similaire au chlorure de sodium. NaCl. Le cristal de chlorure d'argent est un composé chimique blanc solide largement utilisé en photographie.

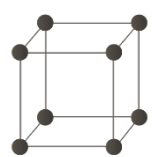
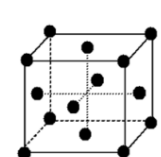
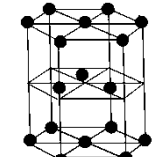


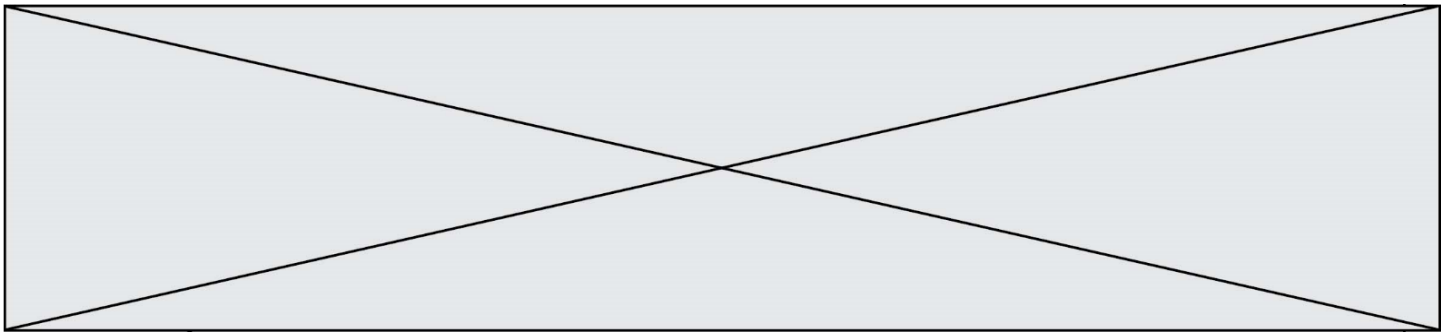
Ag⁺ : ion argent

Cl⁻ : ion chlorure

Représentation d'une maille élémentaire de chlorure d'argent AgCl_(s)

- 1- Justifier l'utilisation du terme de « cristal » pour caractériser les structures de l'argent et du chlorure d'argent à l'état solide.
- 2- Nommer une autre organisation de la matière solide au niveau microscopique que l'organisation cristalline. En donner un exemple.
- 3- En utilisant le document 1, choisir, parmi les trois propositions suivantes, celle qui permet de décrire correctement la maille élémentaire associée au cristal d'argent.

Proposition a	Proposition b	Proposition c
		



- 4- Calculer la masse volumique du cristal d'argent en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$. On rappelle que la masse volumique d'un cristal est égale au rapport de la masse totale des atomes d'argent contenus dans une maille par le volume de cette maille.

Donnée : volume de la maille cubique d'argent : $V_{\text{maille}} = 6,89 \times 10^{-29} \text{ m}^3$

- 5- Placer sur un axe horizontal, par ordre croissant de taille, les entités suivantes : maille, atome, organisme, cellule, molécule, roche, minéral.

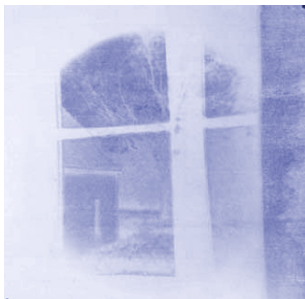
Partie 2 – Photographie et sciences

Introduction

Nicéphore Niépce est un ingénieur français qui a contribué à l'invention de la photographie au XIX^e siècle.

Jusqu'alors, les chambres obscures n'étaient utilisées que comme instrument à dessiner. Elles étaient constituées de boîtes percées d'un trou muni d'une lentille projetant sur le fond, l'image renversée de la vue extérieure. Niépce se lance alors dans des recherches sur la fixation des images projetées au fond des chambres obscures.

Pour ses premières expériences, Nicéphore Niépce dispose au fond d'une chambre obscure des feuilles de papier enduites de sels d'argent, connus pour noircir sous l'action de la lumière. Il obtient alors en mai 1816, la première reproduction d'une image de la nature : une vue depuis sa fenêtre. Il s'agit d'un négatif et l'image ne reste pas fixée car, en pleine lumière, le papier continue de se noircir complètement. Il appelle ces images des « rétines ».



Reconstitution d'une « rétine » de chlorure d'argent (négatif)



Photographie réalisée à partir d'une réplique de l'appareil de Niépce

Source : <https://photo-museum.org/fr/anciens-procedes-maison-nicephore-niepce/>

Document 3 – Principe de fonctionnement de la photographie argentique

La photographie argentique repose sur le principe de l'utilisation d'un film photosensible. Ce film est généralement composé d'une couche de chlorure d'argent obtenu grâce à une réaction chimique entre le chlorure de sodium NaCl et le nitrate d'argent AgNO_3 .

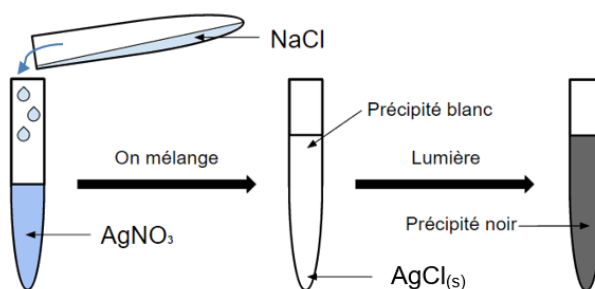


Schéma d'une expérience mettant en évidence le caractère photosensible du chlorure d'argent

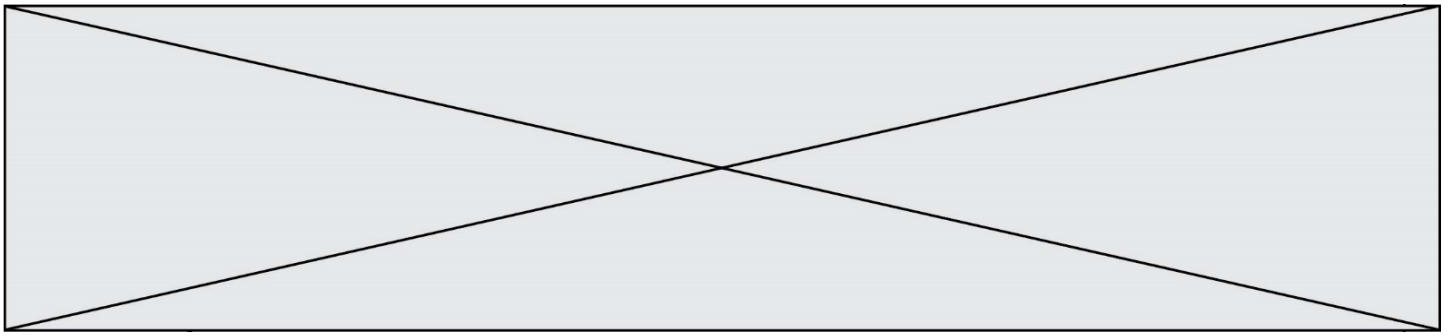
Lorsque le chlorure d'argent est exposé à la lumière, l'énergie lumineuse permet d'arracher les électrons des ions chlorure et ceux-ci sont transférés aux ions argent qui se transforment alors en atomes d'argent et donnent des nuances de brun (précipité noir).

Source : <https://tpeimageanimee2016.wordpress.com/2016/01/02/la-photographie-argentique/>

6- Sur les premières « rétines » prises par Niépce (voir introduction), préciser si les zones qui ont été les plus éclairées apparaissent plus sombres ou plus claires que les autres. Justifier votre réponse.

Au cours de leurs activités de production du savoir, les scientifiques mettent en œuvre un certain nombre de pratiques. L'observation est une des pratiques de la démarche scientifique.

7- À l'aide des documents et de vos connaissances, expliquer en quoi la photographie est une technique qui peut être utile à la mise en œuvre d'une démarche scientifique.



Partie B : Niveau terminale

Sur 8 points

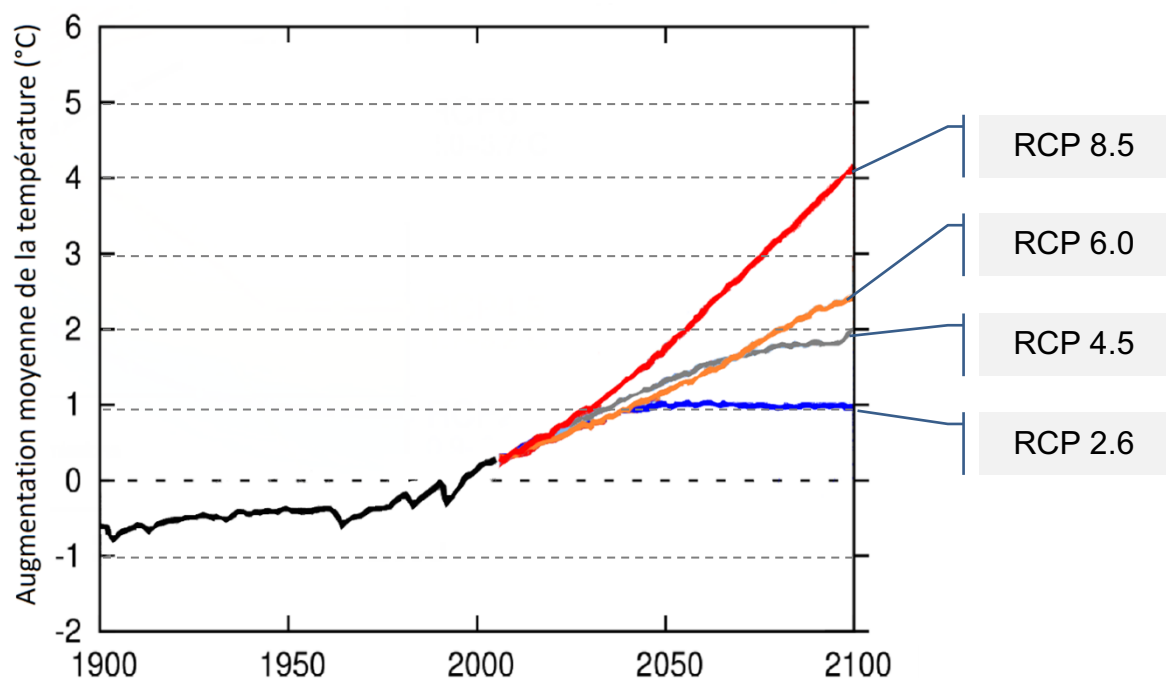
Thème « Science, climat et société »

Forçage radiatif et conséquences

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.

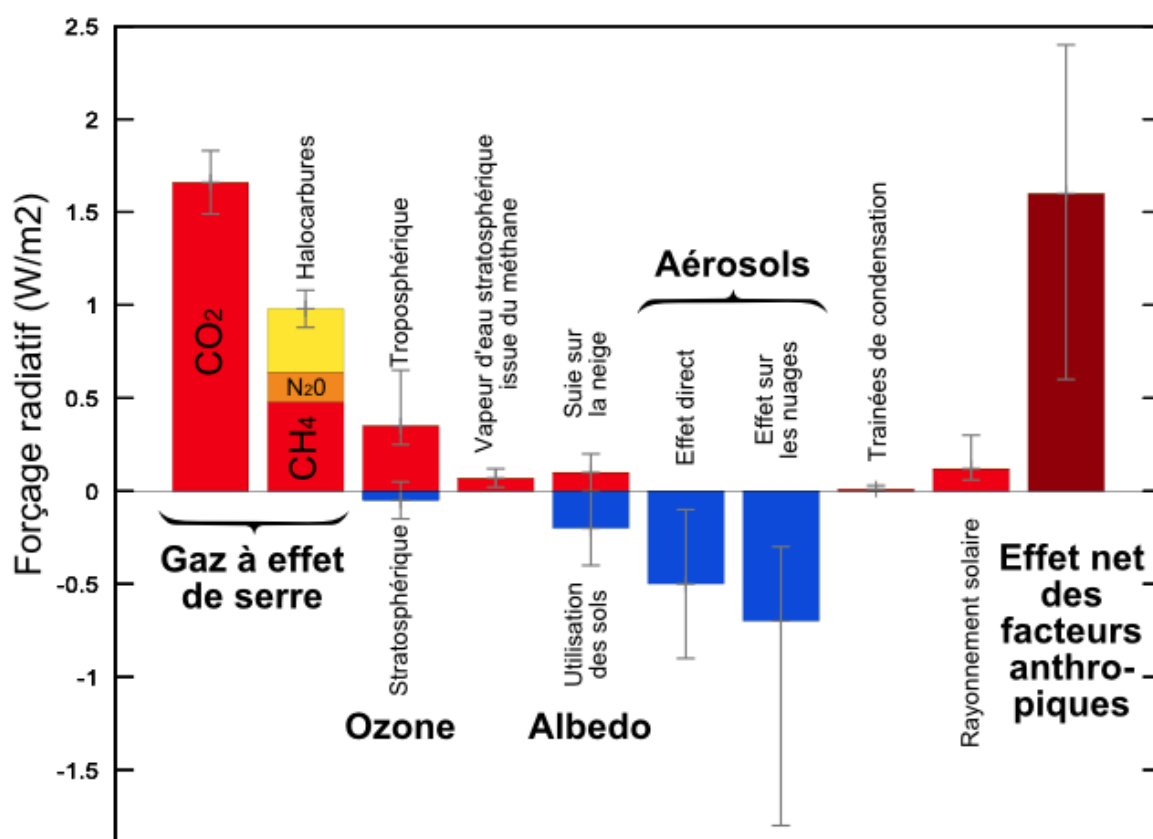
L'objectif de cet exercice est de comprendre quelques effets sur le climat de la variation du forçage radiatif.

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 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.

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

Document 2 : composantes du forçage radiatif terrestre

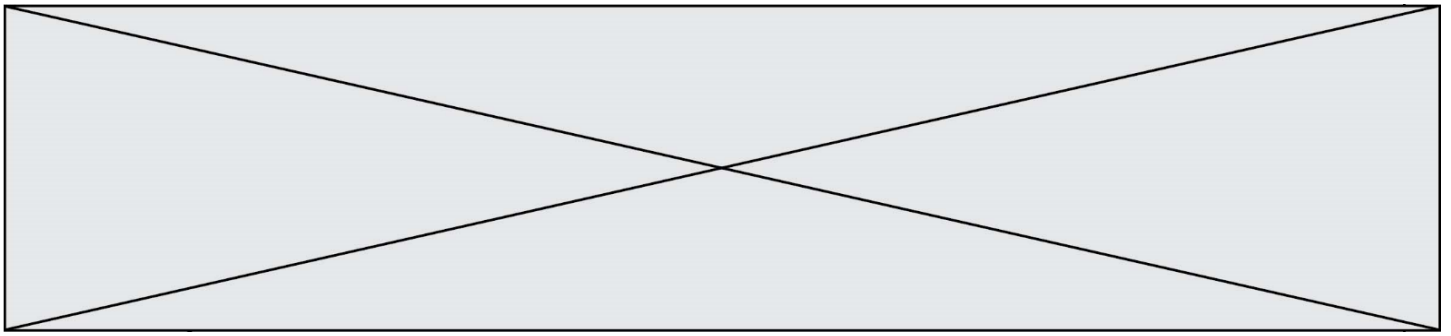
Source : Wikimedias

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

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

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

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



10. 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)

11. 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.

12. 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.