





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

### Nombre de bactéries

Sur 4 points

Lors d'une expérience en laboratoire, on étudie l'évolution du nombre de bactéries dans une solution pendant trois heures.

On modélise le nombre de bactéries dans cette solution, exprimé en millions, par une fonction  $f$  définie sur l'intervalle  $[0 ; 3]$  par :

$$f(t) = -t^3 + \frac{5}{2}t^2 + 2t + 1$$

où le temps  $t$ , exprimé en heures, représente le temps écoulé depuis le début de l'expérience.

On admet que la fonction  $f$  est dérivable sur l'intervalle  $[0 ; 3]$  et on note  $f'$  la fonction dérivée de  $f$ .

- 1- Combien y a-t-il de bactéries au début de l'expérience ?
- 2- Pour tout nombre réel  $t$  de l'intervalle  $[0 ; 3]$ , calculer  $f'(t)$  et vérifier que

$$f'(t) = -3\left(t + \frac{1}{3}\right)(t - 2)$$

- 3- Construire le tableau de variation de la fonction  $f$  sur l'intervalle  $[0 ; 3]$ .
- 4- Au bout de combien de temps le nombre de bactéries est-il maximal ? Quel est ce maximum ? Justifier les réponses.

**Répondre aux deux questions qui suivent à l'aide de la courbe représentative de la fonction dérivée  $f'$  de  $f$  donnée ci-après.**

- 5- Avec la précision permise par le graphique donner  $f'(1)$ . Interpréter le résultat dans le contexte de l'exercice.
- 6- À quel moment le nombre de bactéries augmente le plus rapidement.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

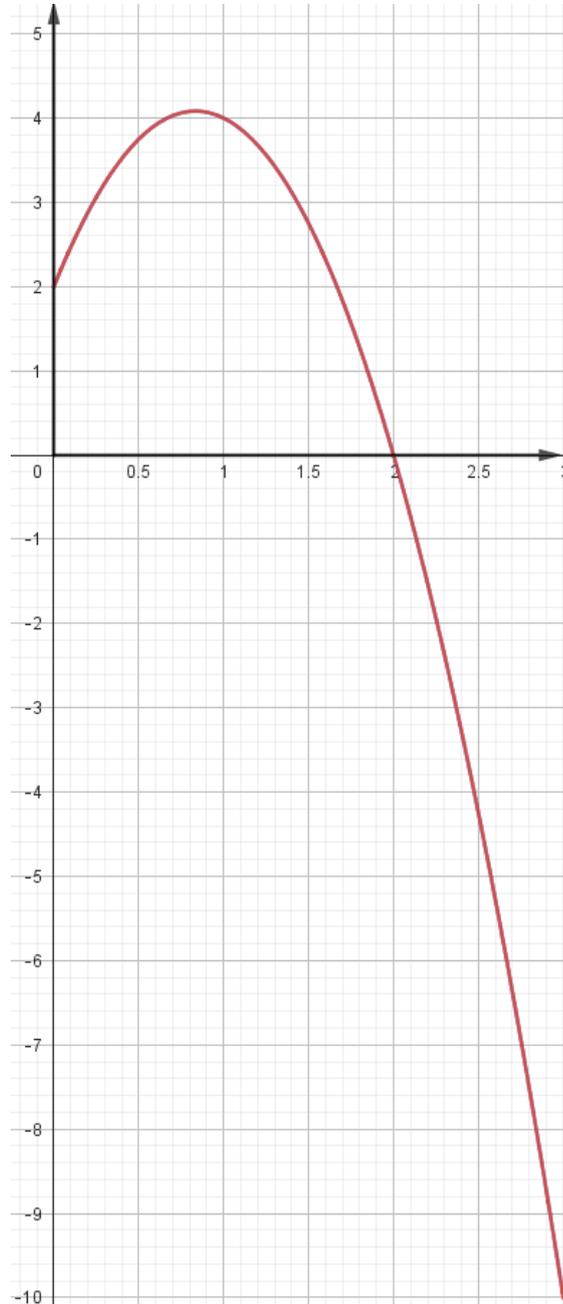


Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1





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

### Partie A : Niveau première

Sur 8 points

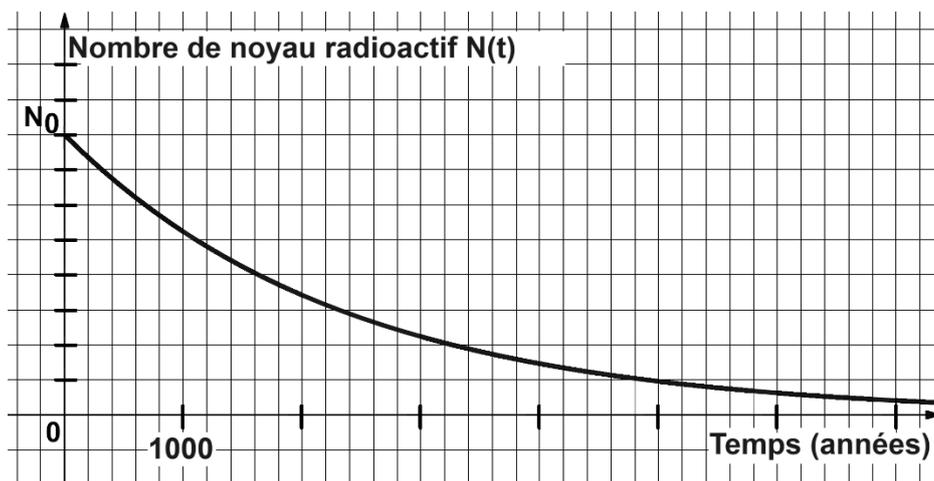
Thème « Une longue histoire de la matière »

### Le radium : découvertes, applications et protections

À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le physicien français Henri Becquerel découvre la radioactivité en étudiant des sels d'uranium extraits d'un minerai de pechblende (1896). C'est également dans la pechblende que Marie et Pierre Curie isolent par la suite le polonium (juillet 1898) puis le radium (août 1898).

Ces découvertes ont ouvert la voie à de nombreuses applications médicales, militaires ou encore commerciales.

#### Document 1 – Décroissance radioactive du radium



Source personnelle

- 1- Définir la demi-vie d'un noyau radioactif.
- 2- Déterminer, à l'aide du graphique du document 1, la demi-vie du radium.  
Comparer cette valeur à l'espérance de vie moyenne d'un être humain en France.



### Document 3 – Applications médicales et commerciales du radium

Après sa découverte, Pierre Curie fournit du radium à un dermatologue qui l'utilisera pour traiter le lupus (maladie chronique caractérisée par une éruption cutanée).

Dès 1905, l'action bénéfique des rayons du radium pour le traitement des tumeurs cancéreuses de la peau et du col de l'utérus est reconnue. Dès lors, la radiumthérapie, ancêtre de la radiothérapie\* connaîtra des développements significatifs.

Parallèlement à cela, des cosmétiques contenant en quantité infime du radium (marque Tho-radia), se développent : des crèmes de beauté, puis des poudres, savons, dentifrices mais également des peintures et des réveils, principalement pour leurs propriétés luminescentes. Le succès commercial est immense.

Ce n'est qu'en 1937, à la suite de nombreux décès dus au cancer dans les industries et instituts travaillant sur le radium, que celui-ci sera interdit dans les produits non pharmaceutiques.

\*Radiothérapie : traitement locorégional des cancers qui consiste à utiliser des rayonnements pour détruire les cellules cancéreuses en bloquant leur capacité à se multiplier.

Sources : d'après le site internet du Musée Curie <https://musee.curie.fr>



Anciens produits commerciaux à base de radium

Sources : Travus, Wikimedia, Collections du Musée Curie

Le savoir scientifique autour de la radioactivité s'est construit tout au long du XX<sup>e</sup> siècle.

- 5- Expliquer l'influence que ce savoir (la découverte du radium puis de ses propriétés radioactives), a pu (ou peut) avoir sur les sociétés modernes et comment désormais ces dernières se protègent des risques radioactifs grâce aux connaissances scientifiques.





## Document 2 : le crapaud sonneur à ventre jaune, une espèce suivie

Le marquage peut être un marquage de groupe (un point de couleur par exemple pour chaque individu capturé lors d'une session donnée), mais on utilise de préférence le marquage individuel, car il permet d'obtenir beaucoup plus d'informations. Chez le crapaud sonneur, on identifie facilement les individus grâce à leur motif ventral unique. Ce motif de coloration est en effet propre à chaque individu et stable dans le temps (hormis pour les stades les plus jeunes).

### Photos de motifs ventraux du même individu à des stades différents.

De gauche à droite : juvénile, subadulte, adulte (apte à la reproduction)



D'après *Synthèse de la méthode de suivi de population par C.M.R. appliquée au Sonneur à ventre jaune*, ONF-MEDDE, 2016

Des biologistes veulent estimer l'abondance d'une population isolée de sonneurs à ventre jaune dans la forêt domaniale de Darney en Lorraine. Pour cela, ils utilisent la méthode CMR (capture, marquage, recapture) qui permet d'estimer l'abondance d'une population. Ils ont ainsi capturé, marqué puis relâché 548 sonneurs à ventre jaune. Une deuxième capture de sonneurs à ventre jaune a été effectuée quelques mois plus tard : 554 ont été capturés dont 133 qui avaient été marqués lors de la première capture.

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

**6-** Présenter les principes de la méthode CMR (capture, marquage, recapture).

**7-** Donner la fréquence  $f$  de la population marquée rapportée à l'échantillon des  $n = 554$  individus recapturés. En déduire une première estimation de l'abondance de la population de sonneurs à ventre jaune dans la zone d'étude.

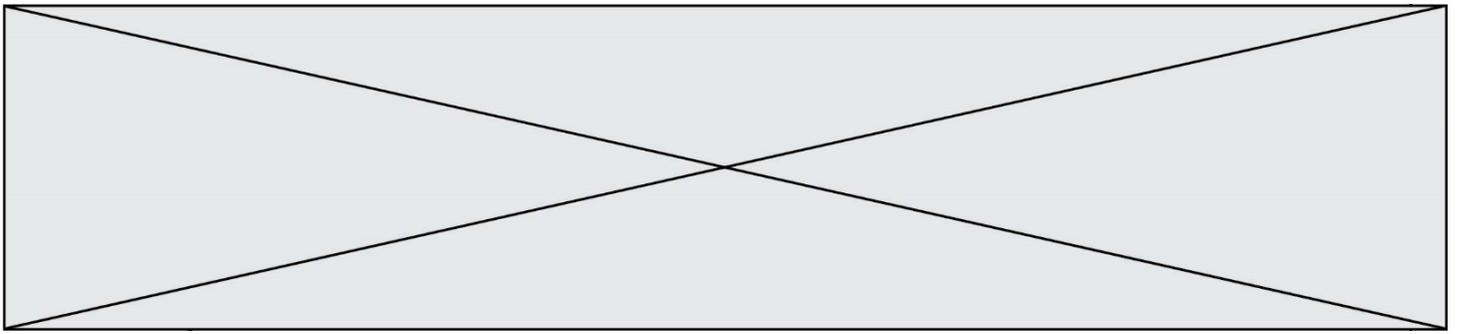
**8-** Pour tenir compte de la fluctuation d'échantillonnage, on considère, avec un indice de confiance de 95 %, que la proportion de la population marquée rapportée à la population totale de sonneurs à ventre jaune se situe dans l'intervalle :

$$\left[ f - \frac{1}{\sqrt{n}}; f + \frac{1}{\sqrt{n}} \right]$$

Déterminer dans ces conditions un encadrement de l'abondance de la population de sonneurs à ventre jaune.

**9-** À partir de vos connaissances et des documents, formuler des hypothèses sur les causes possibles de la baisse d'abondance de ce crapaud.

**10-** On cherche à élaborer un plan national d'action pour la protection du crapaud sonneur à ventre jaune. Proposer différentes mesures permettant d'éviter l'extinction de cette espèce, en se basant sur les documents 1 et 2 précédents, ainsi que sur le document 3 de la page suivante et vos connaissances.



### **Document 3 : le crapaud sonneur à ventre jaune, mesures relatives à sa conservation**

Afin de travailler à la conservation du sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) dont le statut est critique en Normandie, l'Union régionale des Centres permanents d'initiatives pour l'environnement de Normandie propose la mise en place d'un élevage conservatoire de cinq années (2018-2023) permettant, d'une part, de protéger un groupe d'individus d'éventuelles menaces pouvant affecter le site de prélèvement et, d'autre part, d'optimiser la reproduction des géniteurs afin de tenter la réintroduction dans deux sites restaurés dans le département de l'Eure.

L'élevage conservatoire s'articule en 3 étapes :

1/ Prélèvement d'un groupe de 20 adultes du site de l'Eure ; élevage et reproduction en conditions contrôlées. Le nombre de spécimens prélevés permet de garantir la diversité génétique de la population d'origine.

2/ Libération de 10 % des individus issus de la reproduction de ce groupe dans la population d'origine.

3/ Réintroduction de l'espèce (*minimum 2000 et 2500 juvéniles*) sur 2 sites favorables identifiés afin de tenter de restaurer une population stable.

D'après <http://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/ur-cpie-sonneur-a-ventre-jaune-27-derogation-a2589.html>

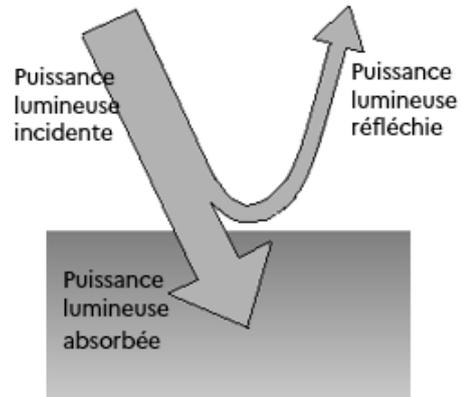




## Document 2 – Définition de l'albédo $\alpha$ et valeurs d'albédo de quelques matériaux

On appelle « albédo » le rapport entre la puissance lumineuse réfléchie par une surface et la puissance lumineuse incidente qu'elle reçoit. L'albédo est donc une grandeur sans dimension qui varie entre 0 (surface sombre totalement absorbante) et 1 (surface claire totalement réfléchissante).

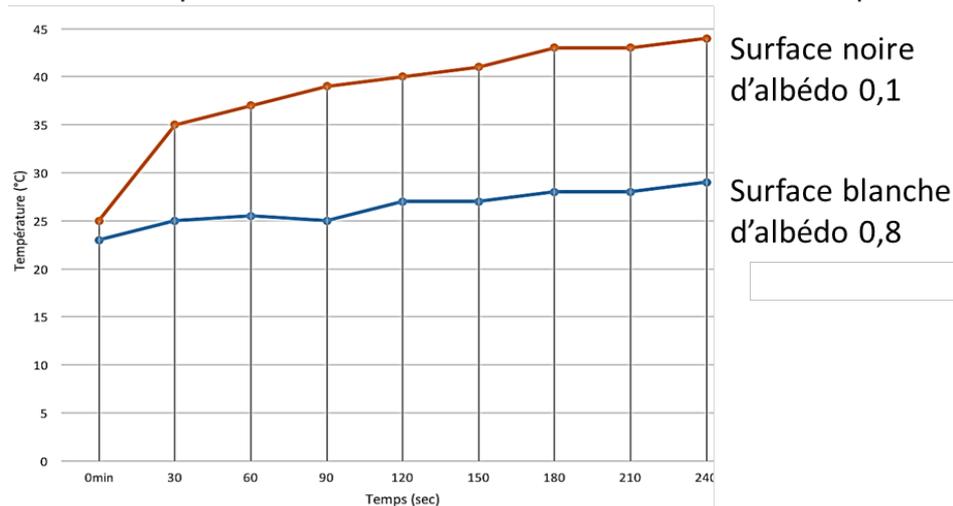
L'albédo terrestre moyen a été estimé à 0,30.



Nature de la surface	Neige fraîche	Glace	Béton	Pelouse	Goudron	Forêt	Toit foncé
<b>Albédo <math>\alpha</math></b>	0,80-0,90	0,60-0,80	0,17-0,27	0,25-0,30	0,10	0,10-0,20	0,08-0,18

Par exemple, pour le sable, l'albédo prend toutes les valeurs possibles entre 0,20 et 0,30, ce qui correspond à des pourcentages entre 20 % et 30 %.

### Etude expérimentale de l'influence de l'albédo sur la température d'une surface



Source : D'après <https://temperature.home.blog>

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

- 1- À l'aide des documents, utiliser la valeur de l'albédo de la peinture « Enercool » afin de justifier son effet « anti-chaueur ».

### Document 3 – Perte de surface de glacier en Islande

Menacés de disparition quasi complète d'ici 2200, les glaciers de l'île ont déjà perdu environ 750 km<sup>2</sup> de surface depuis le début des années 2000, soit 7 % de leur superficie totale, sous l'effet du réchauffement climatique, selon une étude publiée lundi.

Au total, la surface des glaciers islandais, qui recouvrent encore un peu plus de 10 % du pays, est tombée en 2019 à 10 400 km<sup>2</sup>, selon une publication de la revue spécialisée Jökull (« Glacier » en islandais). Depuis 1890, la superficie occupée par les glaciers a reculé de près de 2 200 km<sup>2</sup>, soit 18 % de sa surface en 1890. Près d'un tiers de ce recul a été enregistré depuis 2000, selon ce dernier pointage des glaciologues, géologues et géophysiciens islandais.

*Source : Extrait du Parisien du 31 mai 2021*

- 2- En utilisant le document 3 et sachant que l'aire de la surface totale des toits parisiens est d'environ 32 km<sup>2</sup>, évaluer le nombre de villes équivalentes à Paris dont il faudrait repeindre les toits avec la peinture Enercool, afin de compenser la diminution d'albédo liée à la surface de glacier islandais perdue depuis 20 ans.

### Document 4 – Émission du corps noir

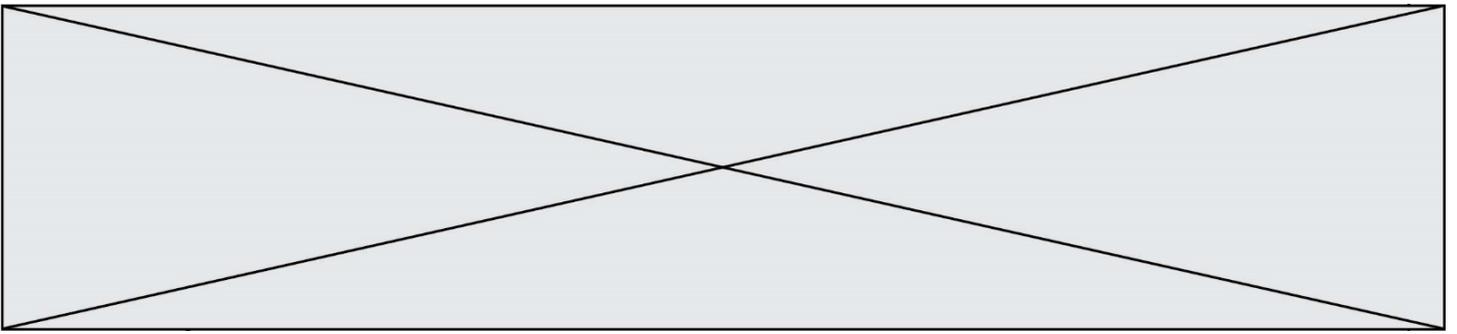
Le modèle du corps noir est un modèle permettant de décrire l'émission de rayonnement électromagnétique d'un objet en fonction de sa température.

Dans ce modèle, la loi de Wien établit une relation entre la température du corps noir  $T$  et la longueur d'onde  $\lambda_{\max}$  du maximum d'émission ce corps :

$$\lambda_{\max} \times T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

Avec  $\lambda_{\max}$  en mètre (m) et  $T$  en Kelvin (K).

- Si on note  $T$  la température exprimée en Kelvin (K) et  $\theta$  la température exprimée en degrés Celsius (°C) alors on a  $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273,15$ .
- $1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm}$ .
- La couleur d'un objet dépend des radiations lumineuses diffusées par l'objet. Ainsi, un objet noir absorbe les radiations lumineuses du domaine visible alors qu'un objet blanc diffuse toutes les radiations lumineuses du visible.



- 3- Montrer que dans le cadre du modèle du corps noir, la longueur d'onde du maximum d'émission du Soleil est d'environ 459 nm, sachant que sa température de surface vaut 6045 °C.
- 4- Argumenter la cohérence du choix d'une peinture de couleur blanche pour repeindre les toits par rapport au spectre de la lumière du Soleil.
- 5- À partir de l'ensemble des informations, discuter de l'intérêt, de la faisabilité ainsi que de l'efficacité d'utiliser la peinture « Enercool » pour modérer les effets du réchauffement climatique.

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

## Partie B : Niveau terminale

Sur 8 points

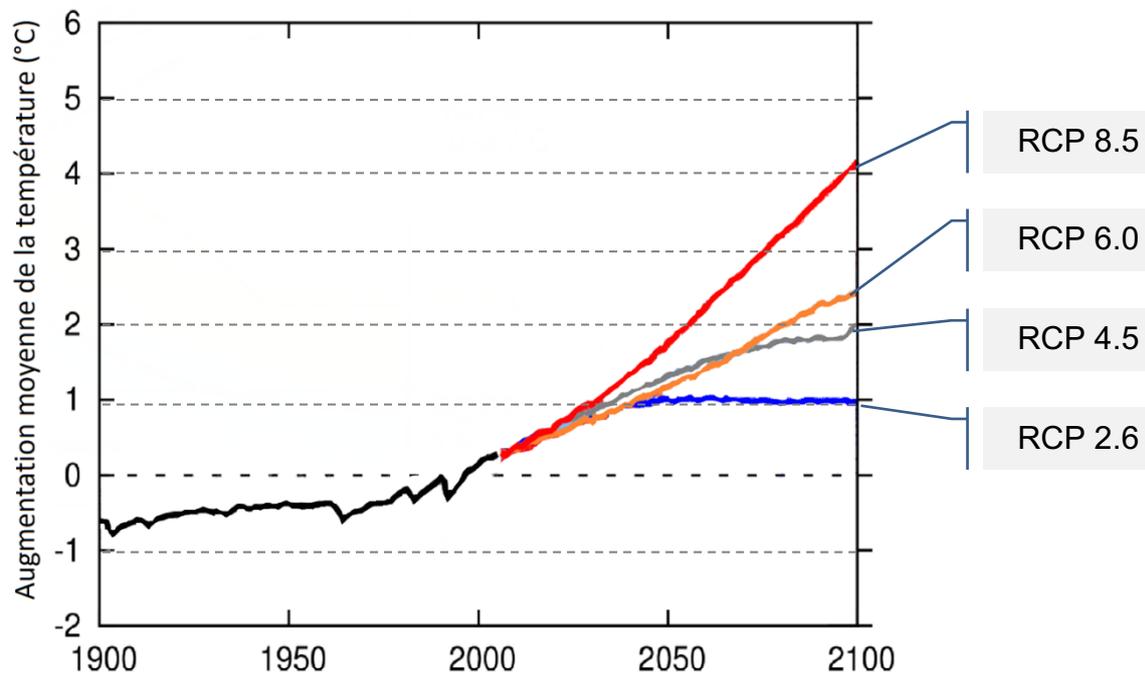
Thème « Science, climat et société »

### 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**

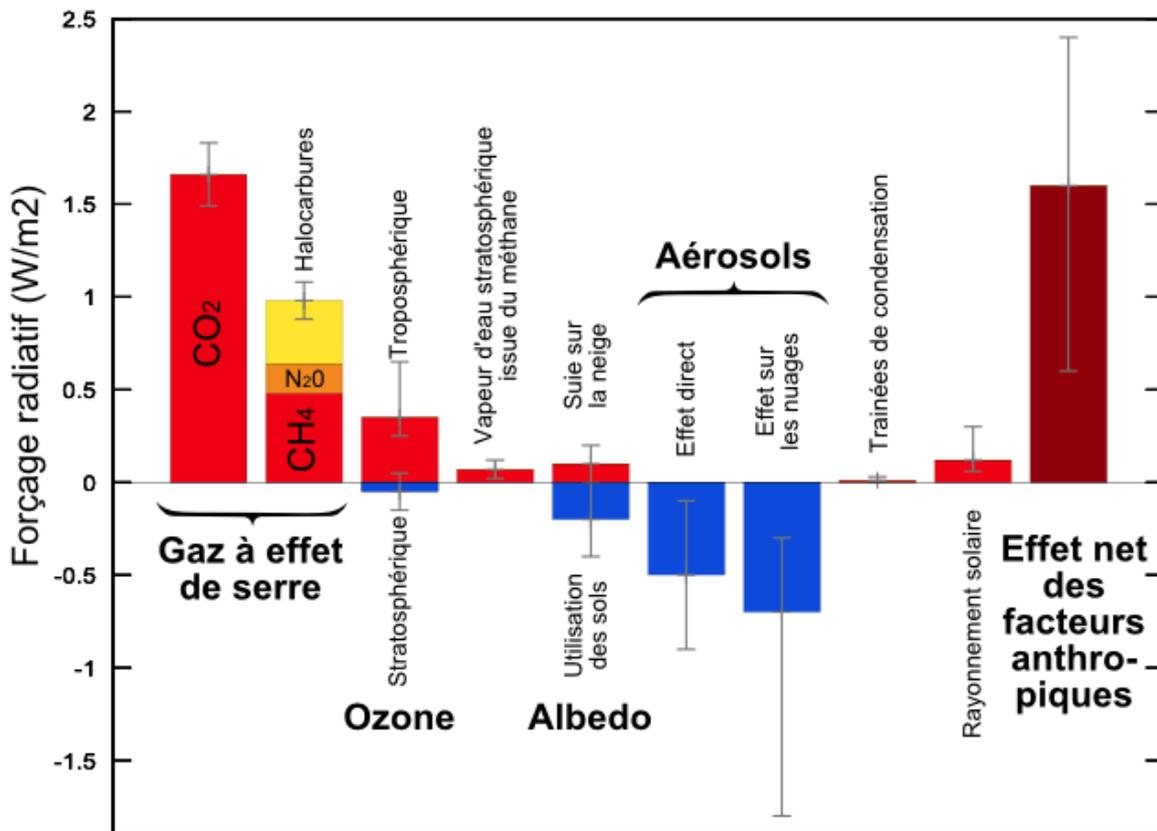


Chaque scénario RCP est caractérisé par un nombre qui correspond à une valeur d'élévation du forçage radiatif par unité de temps et de surface, exprimé en  $W \cdot m^{-2}$ .

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  $\Delta e$  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  $\Delta V$  d'un volume  $V_0$  d'eau est proportionnelle à la variation de température  $\Delta T$  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.