

T ^{ale} Spé	Chap 11	ÉTUDE D'UN SYSTÈME THERMODYNAMIQUE
Activité A	Quelle est la température moyenne terrestre ?	

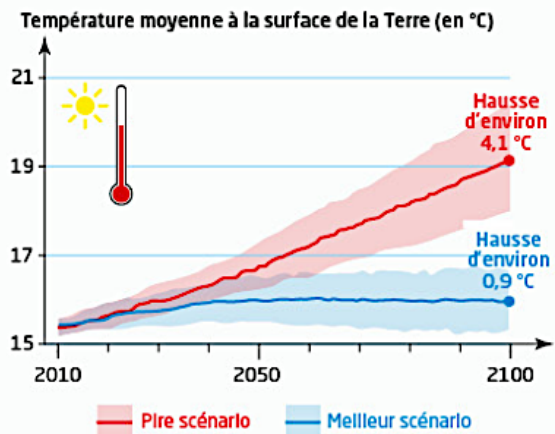
CAPACITES EXIGIBLES AU BACCALAUREAT

- Effectuer un bilan quantitatif d'énergie pour estimer la température terrestre moyenne, la loi de Stefan-Boltzmann étant donnée.
- Discuter qualitativement de l'influence de l'albédo et de l'effet de serre sur la température terrestre moyenne.

Dans le domaine climatique, la pandémie aura un impact ... négligeable ... En effet la période que nous traversons n'a pas eu d'effet sur la baisse des émissions de gaz à effet de serre, avertit l'ONU. La Planète s'achemine vers un réchauffement de +3°, et les objectifs fixés lors de l'Accord de Paris, il y a cinq ans, s'éloignent.

Quels modèles permettent d'estimer l'évolution de la température de la surface de la Terre ?

Document 1 : Prévisions du GIEC d'ici 2020



Document 2 : Définition de l'albédo et impact de l'homme

L'albédo A est le quotient du flux surfacique φ_D réfléchi et diffusé par un système par le flux surfacique incident φ_S .

$$A = \frac{\varphi_D}{\varphi_S}$$

Le flux surfacique moyen émis par le Soleil et reçu par la haute atmosphère de la Terre est égal à $\varphi_S = 340 \text{ W.m}^{-2}$.

Le système {Terre ; atmosphère} a un albédo moyen considérable $A = 0,30$ car les océans, le sable et la neige jouent un rôle très important. L'albédo est diminué par les activités humaines mais aussi par le réchauffement climatique.



Impact de l'homme sur l'albédo

Document 3 : L'effet de serre

Les gaz à effet de serre absorbent une fraction α du rayonnement émis par la Terre. Cette proportion est d'environ 77%. Ce rayonnement absorbé est ensuite ré-émis dans toutes les directions. Ainsi la moitié des rayonnements infrarouge absorbés par les gaz à effet de serre repart dans l'espace et l'autre moitié retourne à la surface de la Terre.

L'effet de serre est déséquilibré par les activités humaines, en particulier l'utilisation des énergies fossiles ; celles-ci provoquent une augmentation de la concentration des gaz à effet de serre et donc une augmentation du coefficient d'absorption α .

Document 4 : La Terre est un corps noir

Tout corps chauffé à une température T émet un rayonnement électromagnétique (situé dans le visible ou non). La loi de Stefan-Boltzmann permet d'établir une relation entre le flux thermique surfacique émis φ_E et la température T du corps considéré :

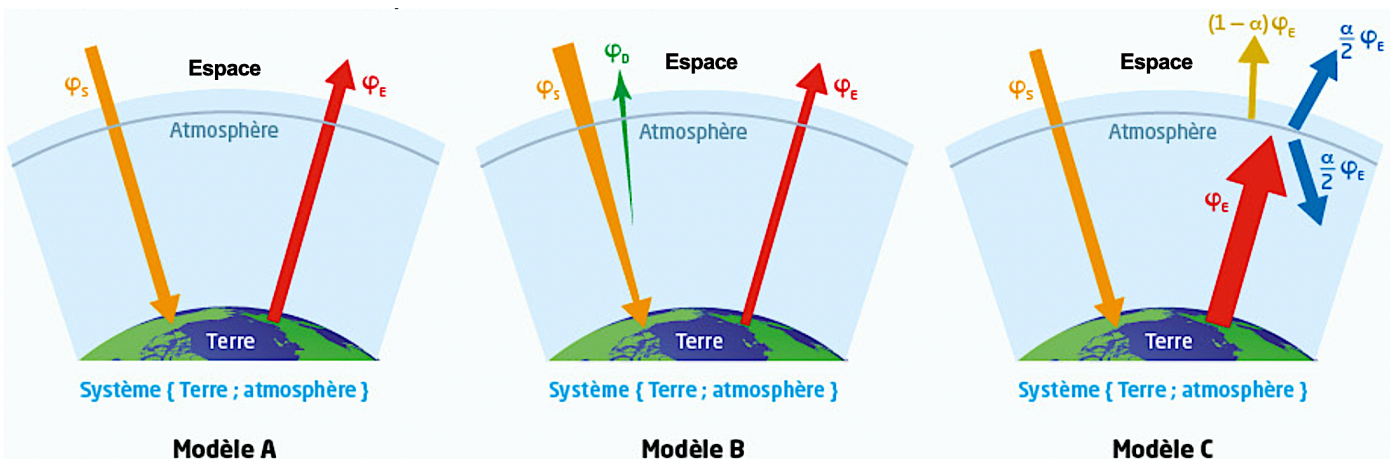
$$\varphi_E = \sigma \times T^4$$

avec $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$

Elle montre que le flux émis par un corps noir (c'est-à-dire un corps chauffé qui se comporte comme un morceau de charbon par exemple) est proportionnel à sa température élevée à la puissance 4.

Document 5 : Différents modèles possibles

Pour chacun des modèles ci-dessous, le système {Terre ; atmosphère} est considéré en *équilibre radiatif*, c'est-à-dire qu'il émet un flux total dans l'espace égal au flux total qu'il reçoit de l'espace. La température de la Terre est alors constante. Le rayonnement émis par la Terre est supposé semblable à celui d'un corps noir.



Question préliminaire : Associer chacun des modèles A, B et C du document 5 aux documents 2 ,3 ou 4.

Modèle A :

A.1. En supposant le système {Terre ; atmosphère} en *équilibre radiatif*, déterminer la valeur du flux surfacique φ_E rayonné par la surface de la Terre.

A.2. En déduire la valeur de la température moyenne $T_{\text{Terre mod A}}$ de la surface terrestre. Commenter.

Modèle B :

B.1. En supposant le système {Terre ; atmosphère} en *équilibre radiatif*, exprimer la relation entre φ_E , φ_S et φ_D .

B.2. En tenant compte de la valeur actuelle moyenne de l'albédo terrestre, calculer la valeur du flux surfacique φ_E rayonnée par la surface de la Terre.

B.3. En déduire la valeur de la température moyenne $T_{\text{Terre mod B}}$ de la surface terrestre. Commenter.

Modèle C :

C.1. En considérant le système {Terre ; atmosphère} en *équilibre radiatif*, exprimer la relation entre φ_E et φ_S .

C.2. En tenant compte de l'effet de serre actuel, calculer la valeur du flux surfacique φ_E rayonnée par la surface de la Terre.

C.3. En déduire la valeur de la température moyenne $T_{\text{Terre mod C}}$ de la surface terrestre. Commenter.

Bilan :

En réalité, le modèle retenu par le GIEC pour calculer la température terrestre et son évolution tient compte des 3 modèles précédents (albédo, effet de serre et le fait que la Terre se comporte comme un corps noir).

Compléter le schéma ci-dessous en indiquant la valeur des différents flux puis en déduire la température moyenne à la surface de la Terre.

