


## Chapitre 6 : Le bilan radiatif terrestre

Sommaire		
Activités	Page(s)	Autoévaluation
Histoire des sciences : La puissance solaire atteignant la Terre	1-3	
Activité documentaire : Rayonnement émis par la Terre	3-4	
Démarche d'investigation : Comprendre l'influence de l'albédo et de l'effet de serre sur la température du sol terrestre	5-7	
Exercices d'entraînement	8-9	
Cours	10-12	
Devoir surveillé n°6	/	

### Activité 1: Histoire des sciences : La puissance solaire atteignant la Terre



**Introduction** : Le rayonnement émis par le Soleil se répartit de façon isotrope dans l'espace autour de lui.

**Isotrope**: Qui présente les mêmes caractéristiques physiques dans toutes les directions.

**Problématique** : Comment déterminer la proportion de la puissance émise par le Soleil atteignant la Terre et son atmosphère ?

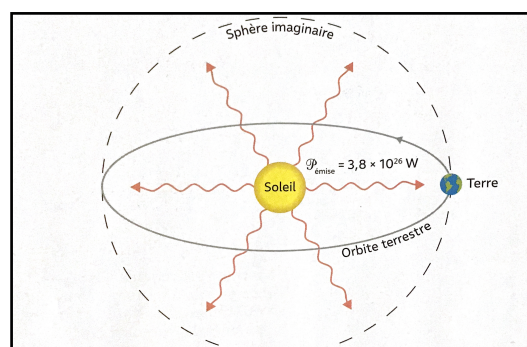
**Objectifs** : Calculer la proportion de la puissance émise par le Soleil qui atteint la Terre.

L'albédo terrestre étant donné, déterminer la puissance totale reçue par la surface terrestre de la part du Soleil.

Expliquer qualitativement l'influence des différents facteurs (albédo, effet de serre) sur la température terrestre moyenne.

#### Document 1: Évaluer la répartition du rayonnement solaire dans l'espace

Distribution isotrope du rayonnement solaire : A une distance donnée du centre du Soleil, la puissance reçue de la part du Soleil se trouve répartie de manière homogène sur une sphère de rayon égale à cette distance.

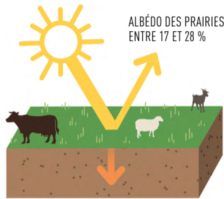


## Document 2: L'albédo

### → L'albédo : 3<sup>e</sup> levier de l'atténuation du réchauffement climatique

Les deux leviers d'action sur le changement climatique déjà connus sont :

- La réduction des émissions à effet de serre
- Le stockage de carbone par les prairies

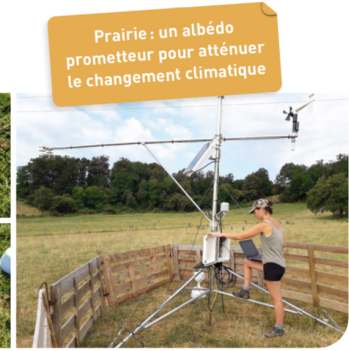


#### L'ALBÉDO : QU'EST-CE QUE C'EST ?

- C'est la fraction de l'énergie solaire réfléchi par une surface vers l'espace, réduisant ainsi le réchauffement de l'atmosphère et du sol.
- Sa valeur est comprise entre 0 et 1.
- Plus une surface est réfléchissante, plus son albédo se rapproche de 1.

#### L'ALBÉDOMÈTRE

- Il mesure, grâce à des capteurs orientés vers le ciel et vers le sol, la différence entre le rayonnement qui descend du ciel et celui qui est réfléchi par la surface (sol, prairie, culture...).
- 2 capteurs distincts mesurent, à intervalles réguliers, les variations de rayonnement dans le visible et dans le proche infrarouge.



#### LES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE EN COURS (2020-2023)

- Mieux caractériser la variabilité spatio-temporelle de l'albédo des prairies en France. Des mesures effectuées dans des fermes expérimentales et par satellite optique à haute résolution sont réalisées pour différentes modalités de gestion des prairies et situations pédoclimatiques.

- Identifier et quantifier des leviers d'augmentation de l'albédo dans un but d'atténuation du changement climatique, de la parcelle jusqu'à l'échelle de territoires.
- Renforcer les arguments en faveur d'un élevage herbivore durable qui repose sur une utilisation optimale des prairies.

VALEURS D'ALBÉDO\* DE DIFFÉRENTES SURFACES  
min = 0, noir parfait  
max = 1, miroir parfait

NEIGE  
0,4 à 0,93

PRAIRIES  
0,17 à 0,28

GRANDES CULTURES  
Blé : 0,16 à 0,26  
Maïs : 0,18 à 0,22

FORÊTS  
Conifères : 0,05 à 0,15  
Feuillus : 0,15 à 0,20

SOL CALCAIRE : ± 0,4

SOL SOMBRE : 0,05 à 0,15

\* L'albédo varie tout au long de l'année, notamment selon la structure du couvert, sa pérennité, les pratiques agricoles (semis, récolte, fauche, pâturage...), le sol sec / humide (plus sombre)...

L'étude en cours, portant sur différents types de prairies, est réalisée sur 7 sites français dont le CIRPO.

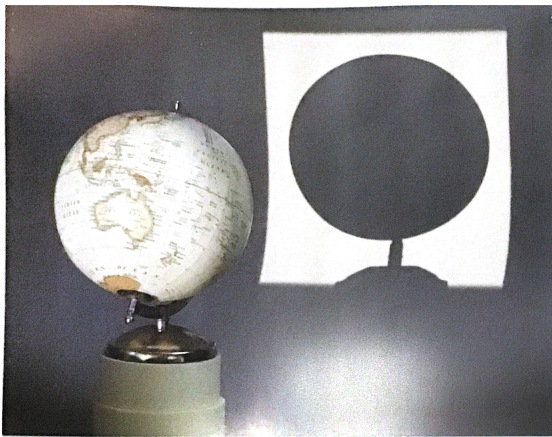
Étude réalisée avec la contribution financière du Comité d'Innovation Agricole - Développement Rural et Rural - du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, projet CALADAP n° 17-1807-00000 - ALBÉDO-prairies, pilotée par l'Institut de l'Élevage.

Financée également grâce au soutien financier de :



## Document 3: Modélisation du rayonnement solaire reçu par la surface de la Terre

Un globe terrestre est éclairé par des rayons parallèles entre eux modélisant l'éclairement du Soleil. L'ombre portée a la forme d'un disque dont le rayon est celui d'une boule.

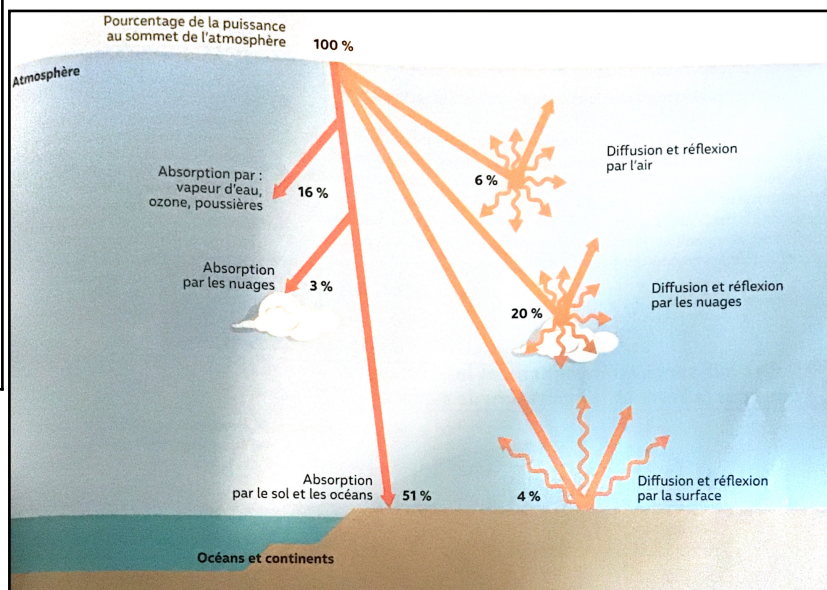


### GÉOMÉTRIE

- L'aire  $S$  d'une sphère de rayon  $R$  se calcule grâce à la relation  $S = 4\pi R^2$ .
- L'aire  $s$  d'un disque de rayon  $r$  se calcule grâce à la relation  $s = \pi r^2$ .
- L'aire d'une surface s'exprime en  $m^2$  dans le Système international.

## Document 4: Pourcentage des puissances solaires absorbées, diffusées et réfléchies par la Terre et par l'atmosphère

L'albédo  $A$  est le quotient de la puissance solaire diffusée et réfléchi par une surface, par la puissance solaire reçue par cette surface. C'est un nombre sans unité compris entre 0 et 1. L'albédo terrestre moyen est  $A = 0,3$ .



### Questions:

- 1) **Calculer** l'aire de la sphère ayant pour centre le centre du Soleil et pour rayon la distance Terre-Soleil  $R = 1,5 \times 10^{11}$  m.
- 2) **En déduire** la puissance par mètre carré reçue de la part du Soleil à 150 millions de kilomètres du Soleil.
- 3) **Calculer** l'aire du disque non éclairé derrière la Terre de rayon  $r = 6380$  km.
- 4) **Calculer** la puissance des rayons émis par le Soleil et interceptés par la Terre et son atmosphère.
- 5) **Retrouver** la valeur moyenne  $A = 0,3$  pour l'albédo terrestre.
- 6) **Calculer** la puissance des rayonnements solaires qui sont effectivement absorbés par la Terre.

## Activité 2: Rayonnement émis par la Terre

**Introduction :** La Terre reçoit un rayonnement du Soleil et se réchauffe. C'est grâce à ceci qu'elle émet un rayonnement électromagnétique.

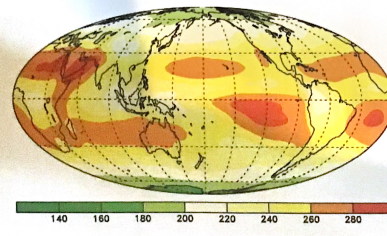
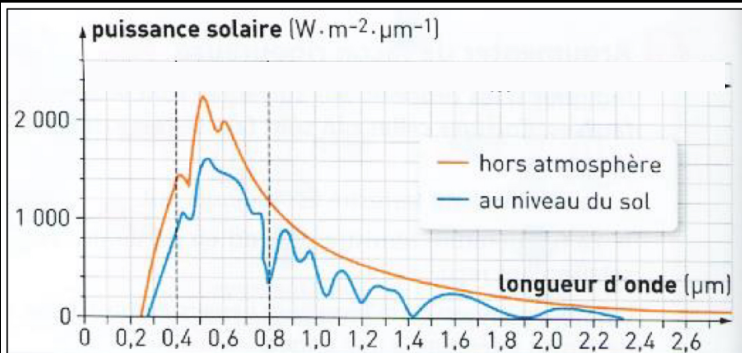
**Problématique :** Comment peut-on analyser le type de rayonnement électromagnétique émis par la Terre ?

**Objectifs :** Commenter la courbe d'absorption de l'atmosphère terrestre en fonction de la longueur d'onde.

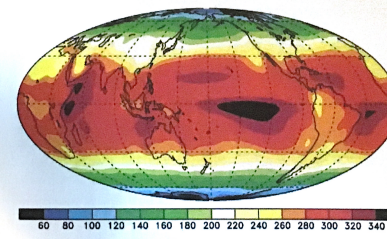
### a. Rayonnement électromagnétique émis par la Terre et le Soleil

La Terre, comme tout corps dont la température n'est pas égale au zéro absolu, émet un **rayonnement électromagnétique** qui est fonction de sa température. Le Soleil, dont la température apparente est proche de 5800 K, émet son maximum de rayonnement dans le domaine des longueurs d'onde proches de  $0,5 \mu\text{m}$ . La Terre, dont la température est proche de 288 K ( $15^\circ\text{C}$ , soit 20 fois moins que le Soleil) émet son maximum de rayonnement pour des longueurs d'onde proches de  $10 \mu\text{m}$  (20 fois plus grandes que pour le Soleil).

D'après [www.ressources.fondation-uvied.fr](http://www.ressources.fondation-uvied.fr).



b. Puissance par unité de surface du rayonnement émis par la Terre en fonction des régions du globe (océans et continents)



c. Moyennes temporelles des températures sur les différentes régions du globe (océans et continents)

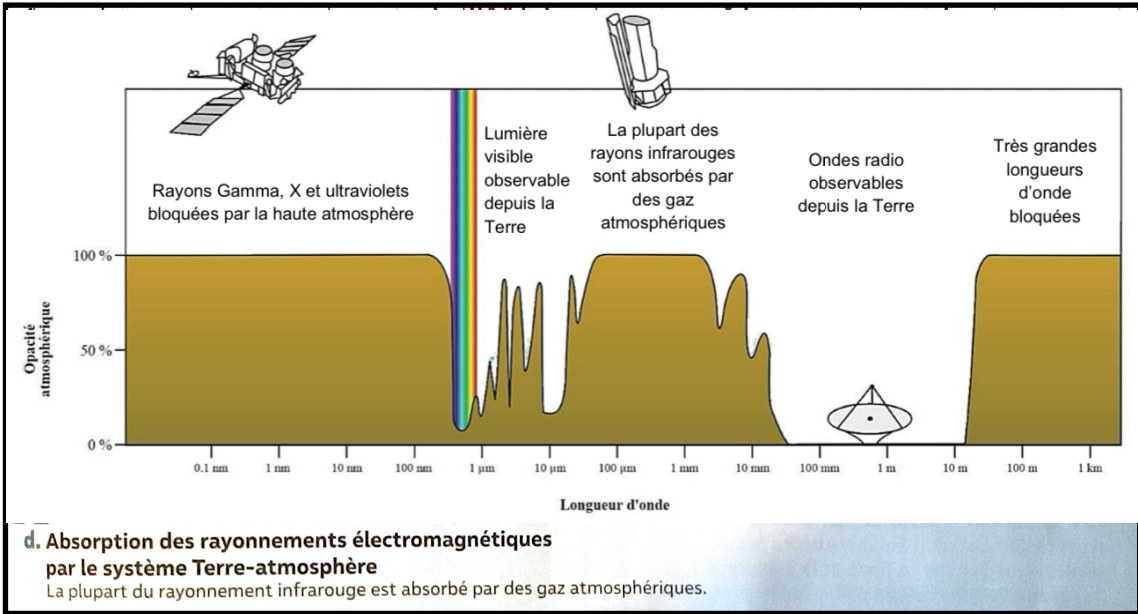


### VOCABULAIRE

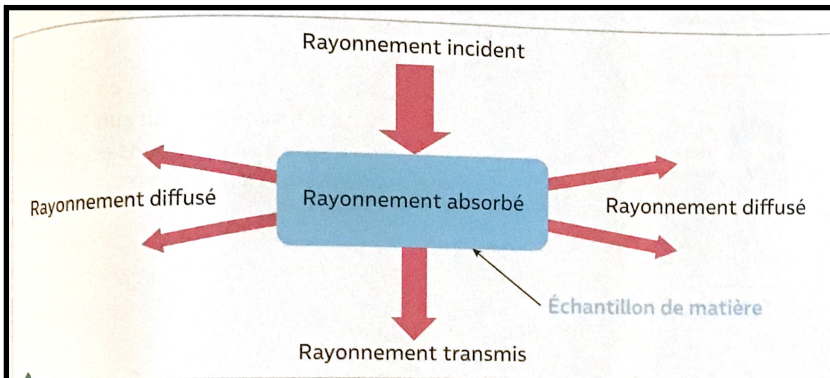
Le **zéro absolu** est la température de zéro kelvin, soit  $-273,15^\circ\text{C}$ .

Le **rayonnement électromagnétique** désigne un mode de transfert d'énergie qui peut être décrit sous forme d'une onde caractérisée par sa longueur d'onde. La lumière visible est un rayonnement électromagnétique, mais ne constitue qu'une petite partie du large spectre électromagnétique.

La **puissance surfacique** reçue est la puissance reçue par unité de surface, c'est-à-dire par mètre carré. L'unité SI est le watt par mètre carré ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ).



Le document d traduit la capacité de l'atmosphère à absorber certains types de rayonnements électromagnétiques. Une opacité atmosphérique de 100 % signifie que les radiations concernées sont entièrement absorbées par l'atmosphère terrestre. Plus l'opacité est faible, plus la proportion de radiations atteignant le sol est importante.



**DONNÉES**

1. Loi de Wien:  

$$T = \frac{\alpha}{\lambda_m}$$
avec  $\alpha = 2,90 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$ .

2. Relation entre température absolue  $T$  (en kelvin) et température « usuelle »  $\theta$  (en degré celsius):

$$T \text{ (K)} = \theta \text{ (}^\circ\text{C)} + 273,15$$

**e. Absorption, transmission, diffusion d'un rayonnement électromagnétique**  
Le rayonnement électromagnétique interagit avec la matière: une partie est absorbée. La partie non absorbée est diffusée ou transmise sans interaction. Tous ces rayonnements ont la même longueur d'onde.

**Questions:**

- 1) En utilisant la loi de Wien, **retrouver** la longueur d'onde d'émission maximale du rayonnement émis par la Terre.
- Rappel :  $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$
- 2) À quel domaine du spectre appartiennent les rayonnements électromagnétiques émis par la Terre ?
- 3) **Indiquer** comment varie la puissance par unité de surface du rayonnement émis par la Terre en fonction de la température du sol en un lieu donné.
- 4) **Expliquer** ce qu'il advient des rayonnements infrarouges émis par la Terre.
- 5) Pour chaque échantillon, **calculer** l'albédo et **compléter** le tableau.

Milieu (échantillons représentatifs)	Calotte glaciaire (glace)	Déserts, montagne (sable)	Océans (eau bleue)	Nuages (coton)	Végétation (herbe)
% de la surface terrestre	5	17	55	13	10
Luminosité incidente (lux)	180				
Luminosité réfléchie (lux)	145	52	40	120	30
Albédo					

### Activité 3: Comprendre l'influence de l'albédo et de l'effet de serre sur la température du sol terrestre

**Introduction :** L'effet de serre est un phénomène naturel provoquant une élévation de la température à la surface de notre planète. [...] On estime que sans cet effet de serre de l'atmosphère, la température moyenne à la surface de la terre serait au plus de  $-19^{\circ}\text{C}$  au lieu des  $15^{\circ}\text{C}$  que nous connaissons.

**Problématique :** Est-ce seulement l'effet de serre qui permet l'équilibre thermique de la Terre ?

**Objectifs :** Le but de cette activité est de comprendre l'influence de l'albédo et de l'effet de serre sur la température de la surface de la Terre. Pour cela on envisage 3 modèles différents :

- premier modèle : seul l'albédo terrestre est pris en compte ;
- deuxième modèle : seul l'effet de serre est pris en compte ;
- troisième modèle : l'albédo et l'effet de serre sont pris en compte.

Pour chacun des modèles on effectue un bilan radiatif afin de déterminer la température de surface de la Terre dans chacun de ces modèles et ainsi, montrer l'influence de l'albédo et de l'effet de serre.

#### Document 1: Loi de Stefan-Boltzmann

En physique, un corps noir désigne un objet idéal qui absorbe intégralement le rayonnement électromagnétique qu'il reçoit. Cette absorption se traduit par une agitation thermique qui provoque l'émission d'un rayonnement électromagnétique qui ne dépend que de la température  $T$  du corps.

La loi de Stefan-Boltzmann permet de relier la température de surface  $T$  du corps noir au flux surfacique émis par ce corps.

$$\phi_{Emis} = \sigma \times T^4$$

Flux surfacique émis en Watt par mètre carré ( $\text{W.m}^{-2}$ )      Température en Kelvin (K)  
Constante de Stefan-Boltzmann :  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$

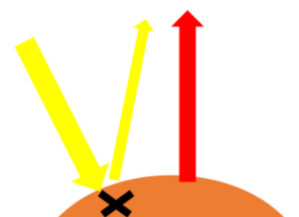
Conversion températures :  $T$  (en Kelvin) =  $\theta$  (en  $^{\circ}\text{Celsius}$ ) + 273,15

**Partie 1 : La Terre n'a pas d'atmosphère et elle possède un albédo de  $A = 0,31$ .**

On note :

- $\phi_{Soleil}$  : flux surfacique émis par le Soleil atteignant le sol terrestre =  $342 \text{ W.m}^{-2}$
- $\phi_{Reflechi}$  : le flux surfacique réfléchi par la surface terrestre.
- $\phi_{absorbe}$  : flux surfacique absorbé par le système {surface terrestre}.
- $\phi_{emis}$  : flux surfacique émis par le système {surface terrestre}.

1) **Compléter** le schéma ci-contre en indiquant les noms des flux surfaciques mis en jeu.



2) **Exprimer** le flux surfacique  $\phi_{recu}$  par le système {surface terrestre} en fonction de A et de  $\phi_{Soleil}$ .

3) Cette question peut être traitée à deux niveaux. **Commencer** par essayer le « niveau autonome » et en cas de difficulté aidez-vous des questions du « niveau guidé ».

Niveau autonome	Niveau guidé
<p>Si on considère que le système {surface de la Terre} a atteint l'équilibre thermique, <b>montrer</b> que la température de surface <math>T_1</math> de la Terre a pour expression :</p> $T_1 = \left( \frac{(1 - A) \times \phi_{Soleil}}{\sigma} \right)^{\frac{1}{4}}$	<p>3.1) Si on considère que le système {surface de la Terre} a atteint l'équilibre thermique, <b>donner</b> la relation entre les flux surfaciques reçu et émis par le système {surface de la Terre} notés respectivement <math>\phi_{recu}</math> et <math>\phi_{emis}</math>.</p> <p>3.2) En <b>déduire</b> que la température de surface <math>T_1</math> de la Terre a pour expression :</p> $T_1 = \left( \frac{(1 - A) \times \phi_{Soleil}}{\sigma} \right)^{\frac{1}{4}}$

4) **Calculer** la température de surface  $T_1$  de la Terre obtenu avec ce modèle.

5) Le résultat trouvé **est-il** en accord avec les informations du texte introductif ?

## Partie 2 : La Terre sans l'albédo

Hypothèses :

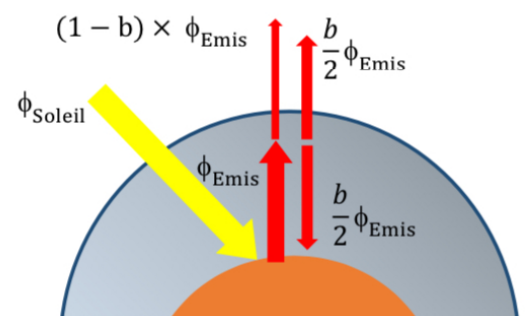
- on considère que tout le rayonnement solaire qui arrive à la surface terrestre est absorbé par le sol : on ne prend donc pas en compte l'albédo.

- on modélise l'absorption du flux surfacique émis par la surface terrestre par les gaz présents dans l'atmosphère en introduisant le coefficient b. Ce coefficient représente la fraction du flux surfacique émis par la terre absorbée par l'atmosphère.

Ainsi si la surface de la Terre émet un flux surfacique  $\phi_{emis}$ , l'atmosphère absorbera un flux surfacique correspondant à  $b \times \phi_{emis}$  (voir schéma ci-contre).

On considérera que la moitié du rayonnement émis par l'atmosphère sort vers l'espace et que l'autre moitié est absorbé par la surface de la Terre : le sol terrestre reçoit un flux surfacique  $\frac{b}{2} \times \phi_{emis}$ .

On prendra  $b = 0,8$ .



1) Cette question peut être traitée à deux niveaux. **Commencer** par essayer le « niveau autonome » et en cas de difficulté aidez-vous des questions du « niveau guidé ».

Niveau autonome	Niveau guidé
<p>Si on considère que le système {surface de la Terre} a atteint l'équilibre thermique, <b>montrer</b> que la température de surface <math>T_2</math> de la Terre a pour expression</p> $: T_2 = \left( \frac{\Phi_{Soleil}}{(1 - \frac{b}{2}) \times \sigma} \right)^{\frac{1}{4}}$	<p>1.1) On note <math>\phi_{recu}</math> le flux surfacique reçu par le système {surface terrestre}. <b>Donner</b> l'expression de <math>\phi_{recu}</math> en fonction de <math>\phi_{Soleil}</math>, <math>\phi_{emis}</math> et b.</p> <p>1.2) Si on considère que le système {surface de la Terre} a atteint l'équilibre thermique donc que <math>\phi_{emis} = \sigma \times T_2^4</math>, <b>montrer</b> que la température de surface <math>T_2</math> de la Terre a pour expression :</p> $T_2 = \left( \frac{\Phi_{Soleil}}{(1 - \frac{b}{2}) \times \sigma} \right)^{\frac{1}{4}}$

2) **Calculer** la température de surface  $T_2$  de la Terre obtenu avec ce modèle.

3) **Interpréter** l'écart entre le résultat obtenu avec ce modèle et les informations du texte introductif.

### Partie 3 : La température terrestre avec l'albédo et l'effet de serre

On prendra un albédo  $A = 0,31$  et le coefficient d'absorption de l'atmosphère  $b = 0,8$ .

1) Cette question peut être faite à deux niveaux. **Commencer** par essayer le « niveau autonome » et en cas de difficulté aidez-vous des questions du « niveau guidé ».

Niveau autonome	Niveau guidé
<p>Si on considère que le système {surface de la Terre} a atteint l'équilibre thermique, <b>montrer</b> que la température de surface <math>T_3</math> de la Terre a pour expression</p> $: T_3 = \left( \frac{(1 - A) \times \Phi_{Soleil}}{(1 - \frac{b}{2}) \times \sigma} \right)^{\frac{1}{4}}$	<p>1.1) On note <math>\phi_{recu}</math> le flux surfacique reçu par le système {surface terrestre}. <b>Donner</b> l'expression de <math>\phi_{recu}</math> en fonction de <math>\phi_{Soleil}</math>, <math>\phi_{emis}</math>, A et b.</p> <p>1.2) Si on considère que le système {surface de la Terre} a atteint l'équilibre thermique donc que <math>\phi_{emis} = \sigma \times T_3^4</math>, <b>montrer</b> que la température de surface <math>T_3</math> de la Terre a pour expression :</p> $T_3 = \left( \frac{(1 - A) \times \Phi_{Soleil}}{(1 - \frac{b}{2}) \times \sigma} \right)^{\frac{1}{4}}$

2) **Calculer**  $T_3$ . **Conclure**

## Exercices d'entraînement

### Exercice 1: Un des problèmes posés par la fonte des glaces

L'albédo de la Terre peut se diviser en deux parties : l'albédo de l'atmosphère (albédo moyen estimé à 0,25, considéré comme constant dans cet exercice) et l'albédo des surfaces, dont la valeur varie très fortement.

#### Document 1: Albédo de quelques surfaces terrestres.

Surface	Albédo
Océan	0,05-0,10
Forêt/sol sombre	0,05-0,20
Glace	0,6
Neige fraîche	0,9

#### Document 2: Évolution de la Mer de Glace (Haute-Savoie) entre 1890 et 2010.



1890



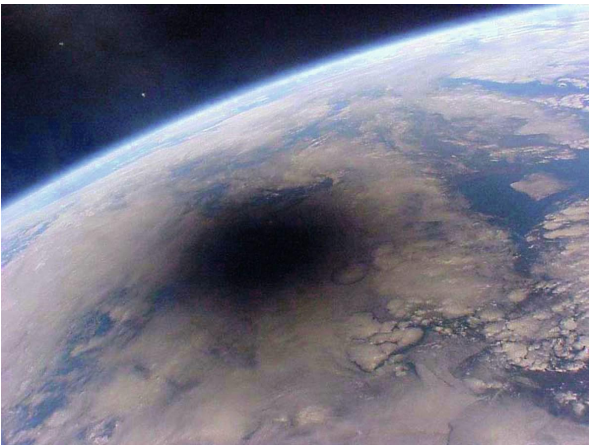
2010

- 1) La fonte des glaces est un phénomène observé depuis quelques dizaines d'années et qui tend à s'accélérer, notamment aux pôles. Que **deviennent** les surfaces qui disparaissent ?
- 2) À l'aide du document, **déduisez** la manière dont évolue l'albédo moyen des surfaces terrestres au cours du temps.
- 3) À l'aide de la définition de l'albédo, **déterminez** l'évolution de la fraction de la puissance solaire absorbée par la Terre au cours du temps.
- 4) **Concluez** sur l'influence de la fonte des glaces sur le réchauffement climatique.

## Exercice 2: L'éclipse totale de Soleil de 1999

Une éclipse totale de Soleil est un événement rare et impressionnant. L'éclipse du 11 août 1999 est considérée comme celle ayant été suivie par le plus d'êtres humains dans toute l'histoire : en effet, elle a traversé des zones très fortement peuplées comme l'Europe et l'Asie.

Une large partie de l'hémisphère nord a été plongée, à un moment de la journée, dans la pénombre. En revanche, seule une petite partie de la surface terrestre a été plongée dans une totale obscurité : une tache complètement noire se déplaçait sur Terre, donnant ainsi aux quelques chanceux sur place la sensation étrange d'observer la tombée de la nuit (puis le lever du jour) en quelques secondes à peine. C'est cette « tache d'ombre » qui va nous intéresser tout au long de cet exercice.



La tache d'ombre lors de l'éclipse de 1999.

1) Le centre de la tache d'ombre est notamment passé au nord-est de Paris, à Reims. Cette tache de 112 km de diamètre se déplaçait d'ouest en est à une vitesse de 3 055 km·h<sup>-1</sup>. **Déterminez** la durée pendant laquelle les Rémois (habitants de Reims) se sont retrouvés plongés dans l'obscurité.

2) La puissance émise par le Soleil est interceptée par la Terre. **Rappelez** sur quelle surface cette puissance est

interceptée, puis déterminez l'expression littérale et la valeur numérique de son aire.

3) **Déterminez** la valeur numérique de l'aire de la tache d'ombre.

4) Normalement, la Terre intercepte une puissance émise par le Soleil égale à  $1,74 \times 10^{17}$  W. À l'aide des questions précédentes, **déterminez** la puissance  $P_{\text{ombre}}$  que la Terre ne peut pas intercepter à cause de la présence de la tache d'ombre. Le rayon de la Terre est de 6280 km.

5) **Déterminez** la valeur numérique de l'énergie que la Terre n'a pas pu intercepter à cause de la tache d'ombre pendant toute la durée où Reims s'est trouvée plongée dans l'obscurité. Rappel :  $E = P \times \Delta t$

6) La consommation électrique annuelle rémoise s'élève à environ  $4 \times 10^5$  MWh. Combien de temps **faudrait-il** aux Rémois pour consommer autant d'énergie que la valeur calculée à la question précédente ?

## Cours: Le bilan radiatif terrestre

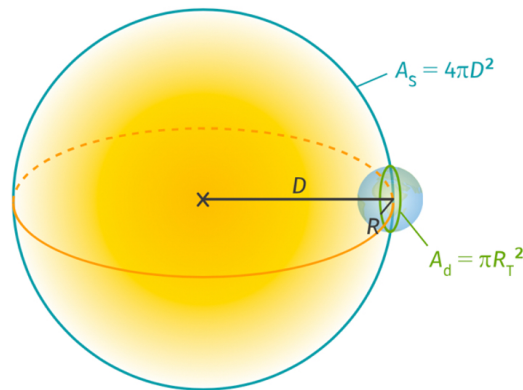
### I. La puissance radiative solaire reçue par la Terre

#### 1) Puissance solaire interceptée par la Terre

##### Puissance solaire interceptée par la Terre

La Terre, de rayon  $R_T$ , est située à une distance  $D$  du Soleil. À cette distance, la puissance solaire totale se répartit sur toute une sphère de rayon  $D$ , dont la surface vaut  $4\pi \cdot D^2$ . De toute la puissance répartie sur cette sphère, la Terre en intercepte une proportion, sur une surface égale à  $\pi \cdot R_T^2$ . La Terre intercepte donc une proportion  $\varepsilon$  de la puissance émise par le Soleil égale à :

$$\varepsilon = \frac{\pi \cdot R_T^2}{4\pi \cdot D^2} = \left(\frac{R_T}{2D}\right)^2$$



Portion de puissance solaire interceptée par la Terre, située à une distance  $D$  du Soleil.

Plus de 99,9 % de la puissance reçue par l'atmosphère et la surface terrestre provient du Soleil. Pourtant, la Terre ne reçoit qu'une infime partie (environ un demi-milliardième) de la puissance émise par le Soleil. Cette proportion de la puissance totale est déterminée par le rayon de la Terre et sa distance au Soleil.

La puissance totale interceptée par la Terre est naturellement répartie sur l'ensemble de sa surface par la rotation journalière du globe terrestre.

#### 2) Le rôle de l'albédo

Une fraction de la puissance interceptée par la Terre est réfléchi par l'atmosphère et la surface. L'albédo est le rapport de la puissance de rayonnement réfléchi par la puissance de rayonnement reçu. La valeur de l'albédo dépend de la nature de la surface (continents, océans) et de la couverture nuageuse.

La mesure de l'albédo moyen de la Terre (environ 0,30) permet de déterminer la part de la puissance solaire réfléchi vers l'espace, et d'en déduire la part absorbée par la Terre.

##### Le saviez-vous ?

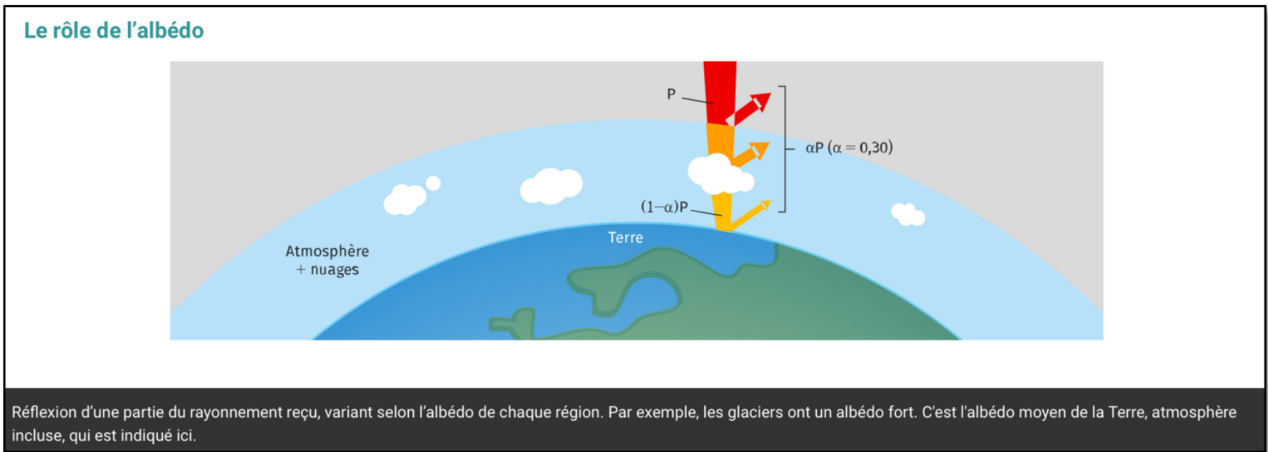
Les deux principaux acteurs de l'effet de serre sont :

- la vapeur d'eau et les gouttelettes d'eau liquide dans les nuages ( $H_2O$ ), à l'origine de près de 75 % du phénomène ;
- le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ).

D'autres gaz présents en plus faible quantité participent aussi au phénomène : le méthane ( $CH_4$ ), l'oxyde nitreux ( $N_2O$ ), etc.

**Albédo** : pour une surface, rapport de l'énergie des ondes renvoyées sur l'énergie incidente. Il est de 0 pour un corps noir parfait et de 0,9 pour la neige.

**Effet de serre** : réchauffement de l'atmosphère terrestre dû à la rétention du rayonnement émis par la surface terrestre.



## II. Le devenir de la puissance transmise

### 1) Émission d'un rayonnement infrarouge par la Terre

La Terre émet un rayonnement électromagnétique infrarouge dans une gamme de longueurs d'onde centrée sur  $10 \mu\text{m}$ .

### 2) Équilibre thermique dynamique de la Terre

La Terre émet vers l'espace une puissance moyenne égale à celle qu'elle absorbe. Il s'agit d'un équilibre thermique dynamique stable au cours du temps.

## III. L'absorption du rayonnement par l'atmosphère et l'effet de serre

### 1) Mise en évidence et origine de l'effet de serre

La température moyenne de la surface terrestre est supérieure à celle calculée d'après l'équilibre thermique de la planète : le rayonnement solaire absorbé n'est donc pas la seule source de chaleur que reçoit la surface.

L'atmosphère contient des gaz qui absorbent certains rayonnements, essentiellement dans la gamme des infrarouges. L'atmosphère absorbe donc une partie de la puissance émise par la surface et la réémet vers la surface et vers l'espace.

#### Le saviez-vous ?

La température moyenne à la surface de la Lune est de  $-2 \text{ }^\circ\text{C}$ . La Lune n'a pas d'atmosphère, donc pas d'effet de serre, mais son albédo faible (0,11) lui permet d'absorber une plus grande part du rayonnement solaire que la Terre.

### 2) L'effet de serre et la température de surface

La température moyenne de la surface terrestre ( $15 \text{ }^\circ\text{C}$ ) est le résultat d'un équilibre dynamique entre, d'une part, l'émission infrarouge de la surface et, d'autre part, l'absorption du rayonnement solaire et du rayonnement infrarouge issu de l'atmosphère.

## Répartition de la puissance solaire reçue

