

CLASSE : Première

VOIE : Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h12

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique

avec enseignement de mathématiques spécifiqueCALCULATRICE AUTORISÉE : Oui NonDICTIONNAIRE AUTORISÉ : Oui Non

La végétalisation des milieux urbains - un enjeu climatique

Exercice sur 12 points

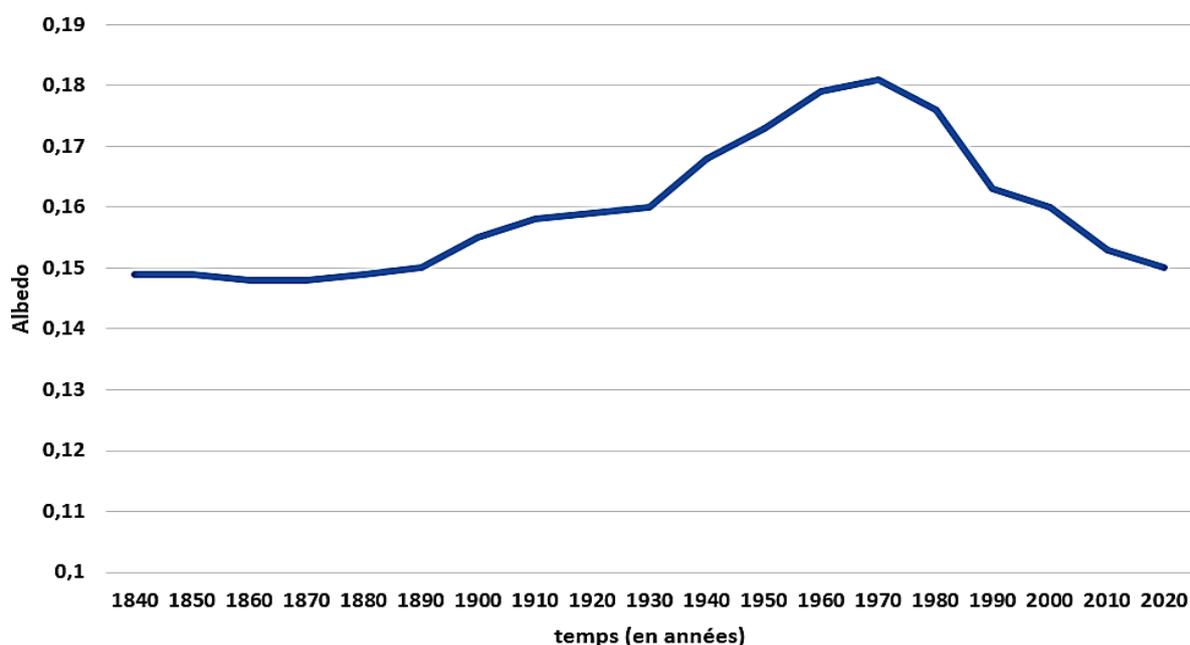
Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

L'été 2022 a été classé comme l'un des plus chauds jamais enregistrés par les services météorologiques. Afin de lutter contre l'îlot de chaleur urbain, les municipalités mettent progressivement en place des projets de végétalisation et de suppression du bitume. À plus grande échelle, ces projets sont aussi envisagés pour lutter contre le réchauffement climatique.

Partie 1 – La végétalisation un enjeu pour le climat

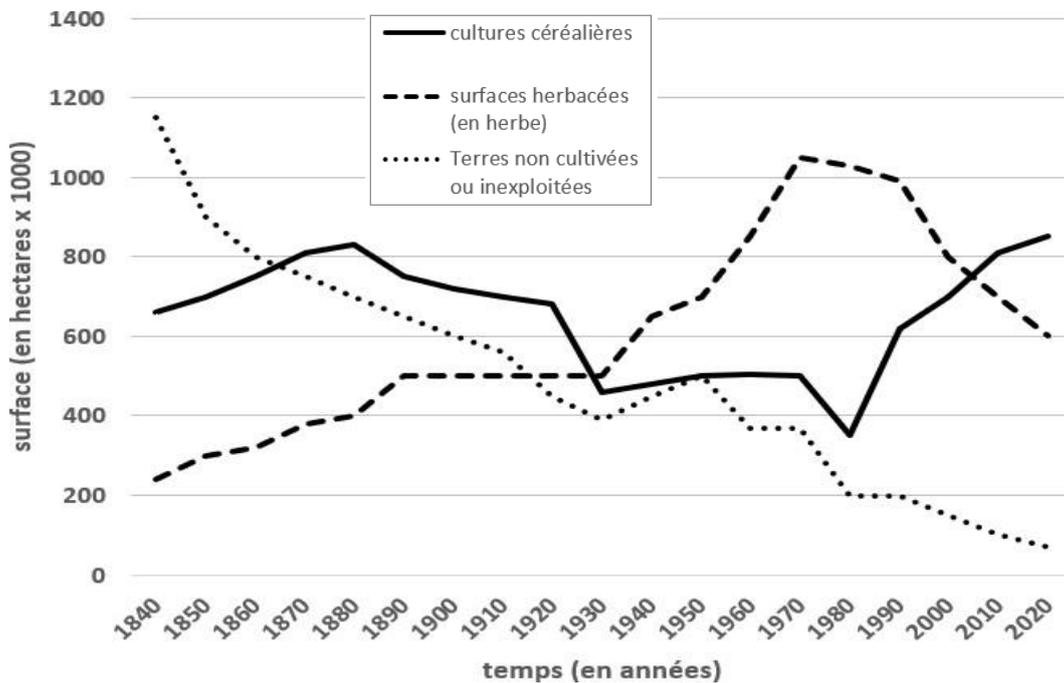
Les documents ci-dessous portent sur une étude menée en France, en Normandie.

Document 1 – Évolution de l'albédo en Normandie



Source : d'après <https://normandiemaine.cerfrance.fr/arad2/albedo-des-prairies-et-changement-climatique/>

Document 2 – Évolution des grands types de surfaces en Normandie



Source : d'après <https://normandiemaine.cerfrance.fr/arad2/albedo-des-prairies-et-changement-climatique>

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). Par exemple, pour une surface ayant un albédo d'une valeur de 0,20, cela correspond à 20 % de puissance lumineuse réfléchie par rapport à la totalité de la puissance lumineuse reçue.

- 1- Réaliser un schéma légendé et titré représentant les flux énergétiques pour une surface ayant un albédo d'une valeur 0,30, c'est-à-dire la valeur de l'albédo terrestre moyen.
- 2- Parmi les trois propositions suivantes, choisir celle qui est correcte et justifier votre choix. En considérant tout autre paramètre constant, l'augmentation de l'albédo terrestre :
 - a- entraîne une hausse de la température de la surface terrestre.
 - b- entraîne une baisse de la température de la surface terrestre.
 - c- n'entraîne aucune modification de la température de la surface terrestre.
- 3- À l'aide des documents 1 et 2, indiquer quelle conséquence pourrait avoir le type de surface végétale sur la température locale en Normandie en justifiant la réponse.

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, on établit que :

a- la puissance par unité de surface émise par le corps noir dépend et de sa température suivant la loi de Stefan-Boltzmann : $P = \sigma \times T^4$

P : la puissance par unité de surface émise par le corps noir en watts

T : la température du corps noir en kelvins

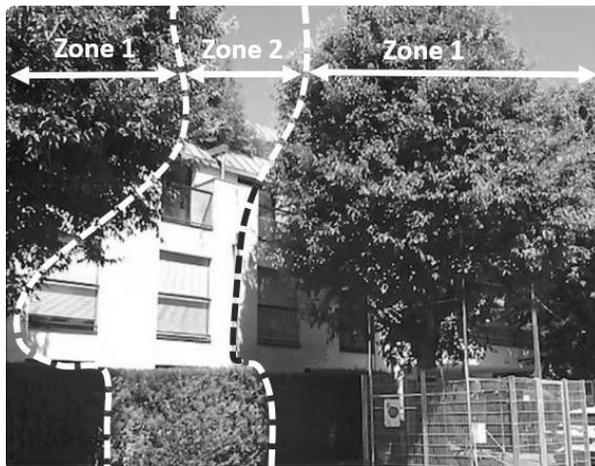
σ : la constante de Stefan-Boltzmann avec $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$

b- la longueur d'onde du maximum d'émission dépend de la température du corps noir suivant la loi de Wien :

$$\lambda_{\max} \times T = 2,898.10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

- La longueur d'onde du maximum d'émission, λ_{\max} , est exprimée en mètre.
- $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273,15$.

Document 3 – Photographie de la façade d'un immeuble et imagerie thermique



Photographie



Image thermique

Les longueurs d'onde d'émission maximale mesurées sont de :
9559 nm sur la zone 2 (au point A) et 9852 nm sur la zone 1 (au point B).

Source : d'après <https://www.20minutes.fr/planete/4030218-20230403-climatologie-urbaine-vient-pouvoir-rafraichissant-arbres-ville>

- 4- En vous appuyant sur les propriétés du corps noir énoncées précédemment, déterminer la valeur de la température du corps noir dont le maximum d'émission serait à la longueur d'onde mesurée par la zone A (document 3). En déduire la puissance par unité de surface qu'émettrait ce corps noir. Réaliser les mêmes calculs pour la zone B. Expliciter les calculs effectués puis reproduire et compléter sur la copie le tableau ci-dessous :

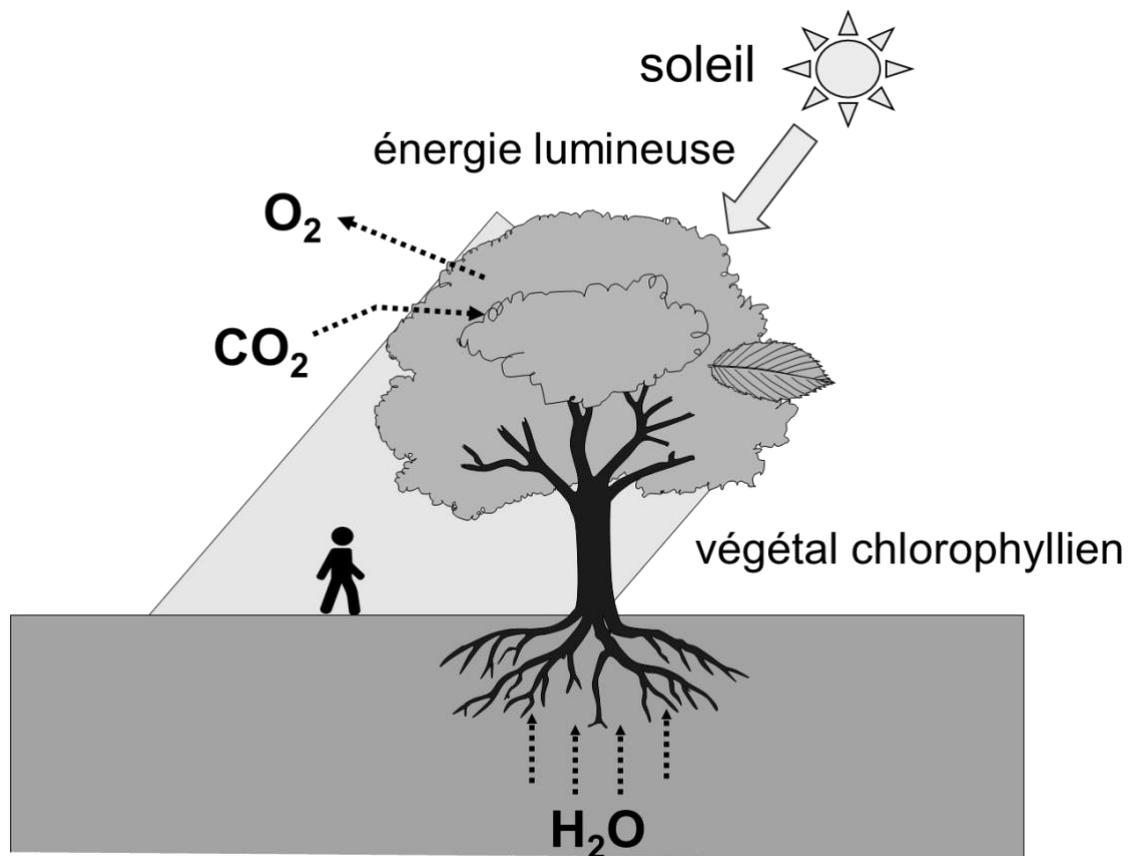
Les zones de la façade	Modélisation par un corps noir	
	Température (en K)	Puissance par unité de surface émise (en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)
Zone A		
Zone B		

Un îlot de chaleur urbain est caractérisé par une température de l'air qui reste élevée même la nuit, c'est-à-dire même lorsqu'elle ne reçoit plus d'énergie lumineuse en provenance du Soleil.

- 5- En vous appuyant sur les résultats obtenus à la question précédente, expliquer à l'aide d'un paragraphe argumenté l'intérêt de planter un arbre à proximité d'une façade d'immeuble pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain la nuit.

Partie 2 – La végétalisation, un enjeu plus global sur le climat

Document 4 – Effet d'un arbre sur son environnement : représentation schématique du mécanisme de la photosynthèse



Source : d'après <http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/>

La photosynthèse permet à une plante chlorophyllienne de produire sa propre matière organique ; notamment du glucose de formule chimique : $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

- 6- Écrire l'équation ajustée (équilibrée) de la réaction de la photosynthèse.

La photosynthèse est associée à un phénomène de transpiration. Ainsi, une partie de l'eau liquide absorbée par la plante est perdue à l'état gazeux majoritairement au niveau des feuilles.

- 7- Nommer la transformation physique qui a lieu lors de la transpiration végétale.

8- Identifier en justifiant lequel des deux systèmes, l'eau de la plante ou bien le milieu extérieur, perd de l'énergie lors de la transpiration végétale.

9- Pour la proposition suivante, indiquer la bonne réponse et justifier ce choix.

La transpiration végétale :

- diminue la température de l'air ambiant.
- augmente la température de l'air ambiant.
- n'a aucun effet sur la température de l'air ambiant.

En 2021, les émissions de CO₂ pour le transport aérien en France se sont élevées à 12,4 millions de tonnes (source du Ministère de la transition écologique).

Des études scientifiques ont été menées afin de déterminer les compensations de CO₂ par les arbres. Le taux annuel de compensation de CO₂ est estimé à environ 26,6 kg de CO₂/arbre.

10- Calculer le nombre d'arbres nécessaires pour compenser ces émissions de CO₂ liées au transport aérien en France.

Selon l'IGN (institut national de l'information géographique et forestière), la forêt française héberge en 2021 environ 11 milliards d'arbres.

11- Porter un regard critique sur votre valeur calculée en la comparant avec la valeur fournie par l'IGN.

12- Discuter de l'intérêt de la végétalisation dans la lutte contre les îlots de chaleur urbains et dans la lutte contre le réchauffement climatique mondial.