

Rayonnement et réchauffement

Où va-t-il faire le plus chaud? Expérience des boîtes à chaussures

Le matériel suivant est nécessaire pour cette expérience:

- quatre cartons à chaussures (pas trop grands)
- quatre thermomètres
- du film plastique de ménage
- du ruban adhésif (scotch)



1. Déposez un thermomètre dans chaque carton à chaussures.
2. Recouvrez deux cartons à chaussures avec du film plastique de ménage et collez-le solidement sur les côtés avec le ruban adhésif.
3. Placez un carton recouvert de film plastique et un carton sans film plastique au soleil.
4. Placez un carton recouvert de film plastique et un carton sans film plastique à l'ombre.
5. Mesurez immédiatement la température dans chacun des cartons et reportez les mesures dans le tableau ci-dessous (colonnes «au début»).
6. Attendez 5 à 10 minutes sans rien toucher aux cartons et observez si la température varie. Après 5 à 10 minutes, lisez les températures affichées par les thermomètres dans chaque carton; reportez vos mesures dans le tableau (colonne «à la fin»).

Carton sans film plastifié	Températures au soleil		Températures à l'ombre	
	Au début	A la fin	Au début	A la fin
Carton avec film plastifié	Au début	A la fin	Au début	A la fin



7. Comparez les résultats obtenus. Les thermomètres affichent-ils des températures différentes? Notez vos constats ci-dessous:

8. Comment pouvez-vous expliquer ce que vous constatez? Indiquez ci-dessous vos idées, vos hypothèses.

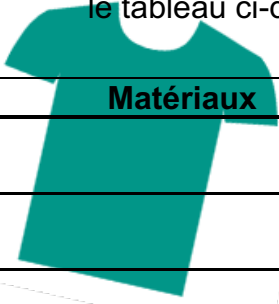
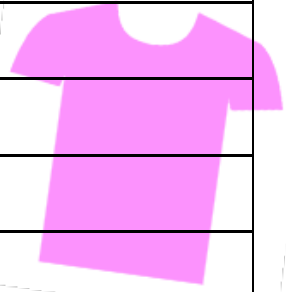
Nos idées, nos hypothèses:

Expérience avec des habits et des matériaux de différentes couleurs: ce qui influence la température à la surface d'un objet

1. Dans la cour de récréation, mesurez la température directement à la surface des différents matériaux, au soleil et à l'ombre. Les matériaux sont des habits de différentes couleurs (par exemple T-shirts ou pullovers blancs, noirs, rouges, bleus et verts), le goudron (au sol), des pierres noires, des pierres blanches, de l'herbe, et de l'eau (si possible dans un gobelet gris ou rouge). Notez vos résultats dans le tableau ci-dessous:

Matériaux	Température au soleil	Température à l'ombre
		
		

2. En classe, mesurez les températures à la surface des mêmes matériaux lorsqu'ils sont placés à l'ombre, puis lorsqu'ils sont placés pendant quelques minutes derrière une vitre qui laisse passer le soleil. Notez vos résultats dans le tableau ci-dessous:

Matériaux	Température au soleil	Température à l'ombre
		
		

3. Comparez les résultats obtenus pour les différents matériaux dans différentes situations. Que constatez-vous? Qu'est-ce qui peut influencer ou déterminer la température d'un objet, selon son emplacement? Formule tes propres idées et hypothèses, puis compare-les à celles de tes camarades. Formulez ensuite une explication de ce que vous avez pu observer.

Ce que nous constatons:

Mes idées, mes hypothèses pour expliquer ce qui peut influencer ou déterminer la température d'un objet, selon son emplacement:

Les idées et hypothèses de mes camarades, si elles diffèrent des miennes:

Notre explication:

Rayonnement et réchauffement: vers un «modèle»

Pense aux constats que tes camarades et toi avez pu faire en réalisant les expériences de mesure de température.

Découpe les étiquettes ci-dessous et place-les aux endroits qui conviennent, selon toi, sur le «modèle» de la page suivante.

Compare tes idées à celles de tes camarades.

Mettez-vous d'accord sur une manière de compléter le «modèle» qui convienne à toute la classe.

Si l'activité vous pose trop de problèmes, consulte les pages 7 à 9 avec tes camarades. Reviens ensuite à cette activité.

Gaz à effet de serre (par exemple gaz carbonique ou dioxyde de carbone – CO ₂)	Le rayonnement est absorbé par la surface de la Terre et transformé en rayonnement thermique (qui émet de la chaleur)
Surface de la Terre	L'air au-dessus de la surface du sol est chauffé
Rayonnement solaire entrant	Rayonnement thermique (chaleur émise)
Nuages	Rayonnement thermique renvoyé par les gaz à effet de serre
Rayonnement dispersé par les nuages	Rayonnement renvoyé (réfléchi) par la surface terrestre
Atmosphère (enveloppe d'air de la Terre)	

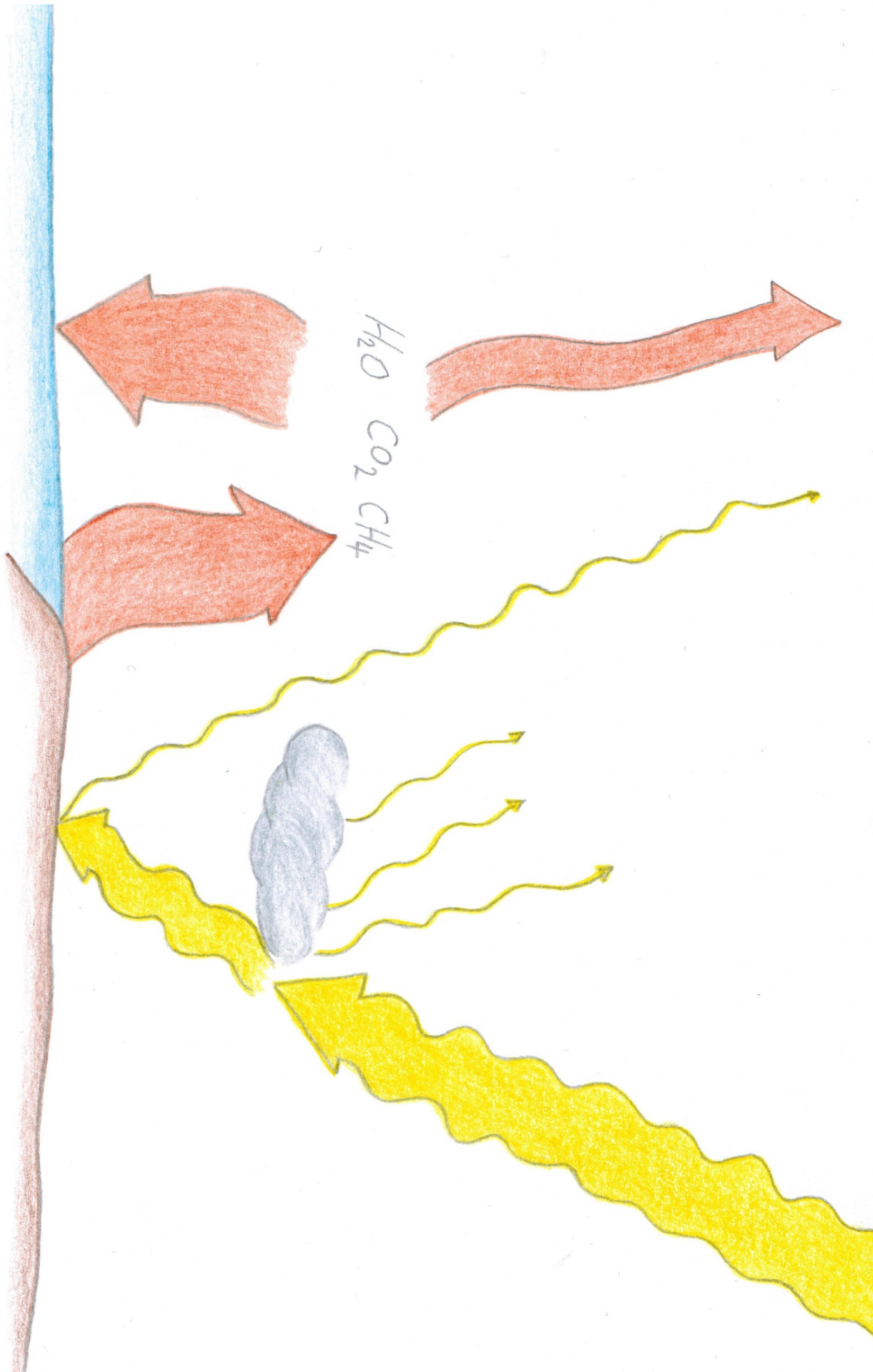


Schéma original projet CCESO II. Dessin: Michelle Walz

Un peu d'histoire, quelques questions et explications



Tucker Collection (2011)
John Tyndall portrait mid career.jpg

Le portrait ci-contre est celui d'un grand savant irlandais qui s'appelait **John Tyndall** (1820 – 1893). Il fut l'un des premiers à essayer de comprendre pourquoi il ne fait en moyenne ni trop chaud, ni trop froid sur la Terre, ce qui a permis le développement de la vie.

Ci-après, tu trouveras quelques-unes des questions que John Tyndall et ses collègues se sont posés.

Réfléchis toi aussi à ces questions, et prends connaissance des explications qui les accompagnent.

Comment se fait-il que la température moyenne de la Terre soit ni trop chaude, ni trop froide, ce qui a permis le développement de la vie?

C'est à la présence de l'atmosphère et à sa composition que l'on doit ces conditions de température: sans l'atmosphère et sans le phénomène de l'effet de serre naturel (voir au bas de cette page), la température moyenne de la Terre serait de -18°C . Grâce à la présence de l'atmosphère et au phénomène de l'effet de serre naturel, la température moyenne de la Terre est de 15°C .

Cette température et la présence d'eau sous forme solide (glace), liquide et gazeuse (vapeur d'eau) ont permis le développement de la vie.

Il y a plus de 200 ans, des savants pensaient qu'une partie des gaz contenus dans l'air était capable de retenir la chaleur apportée par le soleil pour qu'elle ne retourne pas entièrement dans l'espace. Et toi, qu'en penses-tu?

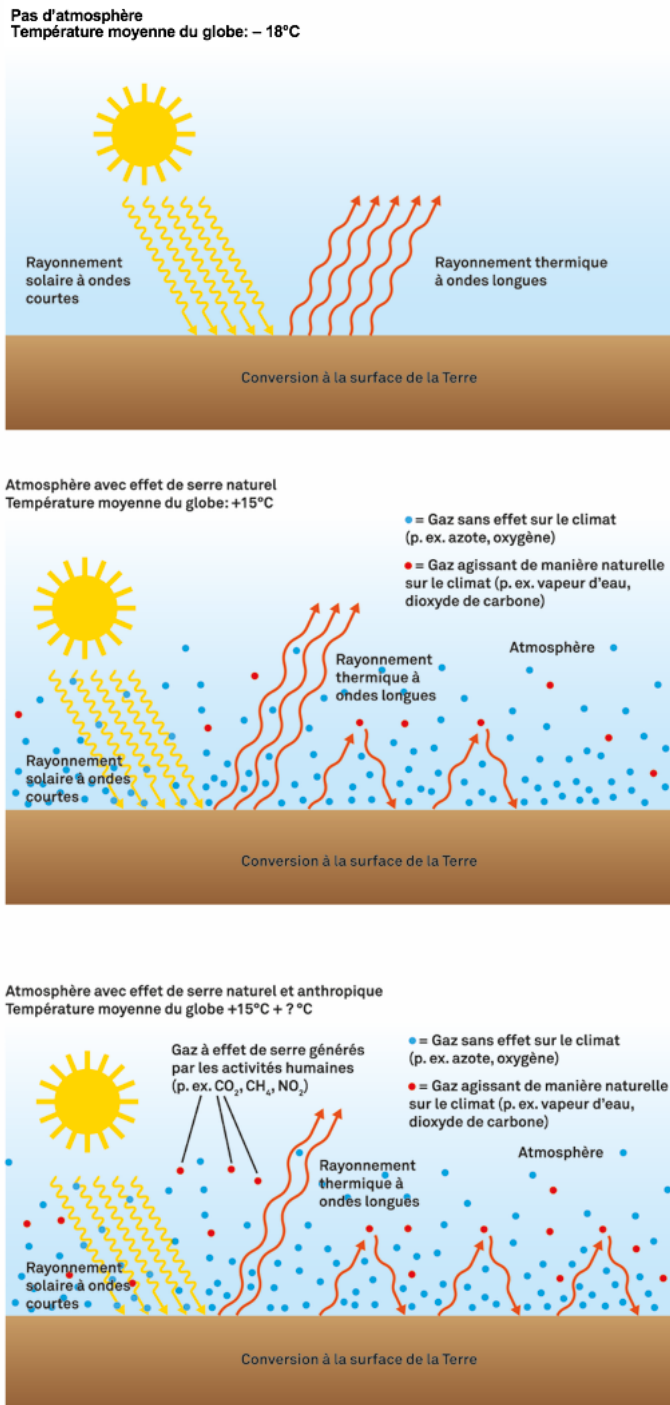
Les schémas de la page suivante te donneront une partie de l'explication!

Après avoir effectué un certain nombre d'expériences, John Tyndall affirma que c'est grâce à la vapeur d'eau et au gaz carbonique (CO_2) contenus dans l'atmosphère que la température moyenne de la Terre est d'environ 15°C .

Les observations et les conclusions de Tyndall sont correctes. Il faut t'imaginer que la composition de l'atmosphère et le rôle des différents gaz qui la constituent n'étaient pas encore bien connus voici plus de 200 ans. Les travaux de Tyndall ont permis à la science de faire de grands progrès dans ce domaine.

Le rayonnement du Soleil traverse l'atmosphère presque sans pertes et apporte de l'énergie à la surface de la Terre. Une partie du rayonnement qui arrive à la surface de la Terre est directement renvoyée (réfléchi) vers l'espace, le reste est absorbé et transformé en un rayonnement d'une autre nature, qu'on appelle rayonnement thermique (c'est un dégagement de chaleur). Une partie de ce rayonnement thermique émis par la Terre est arrêtée par certains des gaz qui se trouvent dans l'atmosphère et est renvoyée vers la Terre, ce qui contribue à en réchauffer la surface et les couches d'air proches du sol. Ce phénomène est appelé **effet de serre naturel**, et les

gaz qui permettent à ce phénomène d'exister sont appelés **gaz à effet de serre**. C'est l'effet de serre naturel qui assure à la Terre une température moyenne de 15°C. Comme cela a déjà été mentionné, sans l'atmosphère et sans l'effet de serre naturel, la température moyenne de la Terre serait de -18°C. Les gaz à effet de serre, par exemple la vapeur d'eau, le gaz carbonique et le méthane, font que la chaleur reste dans les couches d'air proches de la surface.



(Schémas originaux projet CCESO II, 2019)

Les rayons du Soleil apportent de l'énergie – de la chaleur – à la surface de la Terre. Cette chaleur est convertie en un rayonnement différent, le rayonnement thermique. Sans atmosphère, toute la chaleur apportée par les rayons du Soleil repartirait dans l'espace. La Terre serait froide (-18°C) et plutôt peu agréable pour y vivre !

Les gaz à effet de serre¹ qui se trouvent de manière naturelle dans l'atmosphère arrêtent une partie du rayonnement thermique et le renvoient vers la surface de la Terre, ce qui réchauffe le sol et les couches d'air proches de la surface. C'est l'effet de serre naturel.

Certaines activités humaines ont pour conséquence d'envoyer des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Comme il y a plus de gaz à effet de serre, ils retiennent une plus grande partie du rayonnement thermique et la renvoient vers la surface. Il fait ainsi de plus en plus chaud : c'est ce qu'on appelle le réchauffement climatique.

¹ Les principaux gaz à effet de serre sont la vapeur d'eau (H₂O), le gaz carbonique ou dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O).

Comment la vapeur d'eau arrive-t-elle dans l'atmosphère?

La plus grande partie de la vapeur d'eau présente dans l'atmosphère y arrive grâce au phénomène de l'**évaporation**. Lorsque l'eau liquide reçoit de l'énergie (de la chaleur), des particules passent à l'état de gaz et deviennent de la **vapeur d'eau**.

Le processus de l'évaporation se produit à la surface et au-dessus des océans, des mers, des lacs et des marécages, mais aussi à la surface et au-dessus des étendues recouvertes de neige ou de glace, et au-dessus des surfaces recouvertes de végétation (forêts, cultures, prairies, pâturages). De minuscules ouvertures à la surface des feuilles des végétaux permettent l'évaporation.

Notons encore que les éruptions volcaniques envoient de la vapeur d'eau dans l'atmosphère. Mais les quantités de vapeur d'eau émises dans l'atmosphère par les volcans sont très nettement plus faibles que celles qui proviennent de l'évaporation.

A ton avis, l'air se refroidit-il plus pendant la nuit lorsqu'il y a des nuages ou lorsque le ciel est dégagé?

La surface de la Terre accumule la chaleur pendant la journée et la restitue surtout pendant la nuit.

S'il y a des nuages pendant la nuit, ceux-ci retiennent une partie de cette chaleur et la renvoient vers la surface de la Terre, ce qui réchauffe les couches d'air proches du sol.

Par conséquent, c'est lorsque le ciel est dégagé qu'il va faire le plus froid: une partie plus importante de la chaleur émise par la Terre peut se perdre dans l'espace.

Selon toi, la surface et l'air qui en est proche se réchauffent-ils plus vite sur une route asphaltée (goudronnée) ou sur une étendue couverte de neige ou de glace?

Pense à l'une de tes expériences de mesure de température en réfléchissant à cette question!

Le neige et la glace renvoient environ 90% de l'énergie du Soleil dans l'atmosphère. Une surface d'eau ou des champs n'en renvoient que 10 à 20%.

Une route asphaltée est de couleur sombre, donc elle ne renvoie qu'une très faible partie du rayonnement solaire et va en absorber l'essentiel. Elle emmagasine ainsi de la chaleur: il fera donc plus chaud à la surface d'une route goudronnée et dans les couches d'air proches que sur une étendue de neige... tout comme un T-shirt noir emmagasine plus de chaleur qu'un T-shirt blanc.

Fais le point avec tes camarades sur ce que vous avez retenu au sujet des phénomènes de rayonnement et de réchauffement.

Construisez un schéma qui peut servir de résumé à ce que vous avez découvert et appris. Faites une légende du schéma et ajoutez un bref commentaire explicatif.

