



Effet de serre

Comprendre le mécanisme du changement climatique



Présentation

Contenu de l'outil : un déroulement - une fiche « en savoir plus » - un graphique sur l'évolution de la température de la Terre - un diaporama de 3 diapositives - un livret d'animation et sa correction

Public : 9 ans et +

Durée : 2h

Matériel à prévoir : 2 cartons identiques et solides - une vitre - un projecteur avec support - 2 thermomètres à sonde - 2 bouteilles en plastique - du soda ou de l'eau très gazeuse - un bac d'eau chaude - un thermomètre « rudimentaire » - extrait du « C'est pas sorcier » sur l'effet de serre

OBJECTIFS :

- Comprendre le mécanisme de l'effet de serre.
- Prendre conscience de l'impact des activités humaines dans le réchauffement de la planète.
- Appréhender les conséquences possibles d'un réchauffement climatique.
- Émettre des solutions afin de limiter les effets négatifs d'un changement climatique.

Déroulement

1. Qu'est-ce que l'effet de serre ? (40 min) :

- Interroger les enfants pour connaître leurs représentations de « l'effet de serre ».
- Observation d'une modélisation de serre avec un carton recouvert d'une vitre et un autre carton témoin (sans vitre). Un projecteur éclaire les cartons par le dessus et on prend la température à l'intérieur de chaque carton grâce à des thermomètres à sonde. Explication rapide du phénomène. (12 min)

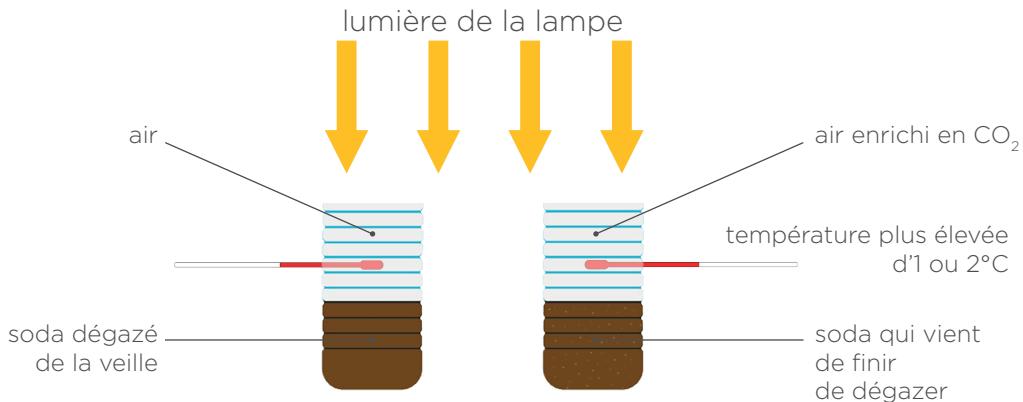
NB : Lancer la deuxième expérimentation en versant le liquide gazeux dans la bouteille et en positionnant la lampe (voir schéma).

- Visionnage d'une partie du « C'est pas sorcier » sur l'effet de serre. (8 min)
- Synthèse avec les élèves. On complète le schéma de l'effet de serre présent sur la première page du livret (phrases manquantes). À cette occasion on précisera que la couche d'ozone n'a rien à voir avec l'effet de serre. (15 min)
- Expérimentation (avec du soda ou de l'eau gazeuse) montrant que le CO₂ est un gaz à effet de serre. Description du dispositif, constat et explications. (5 min)



Effet de serre

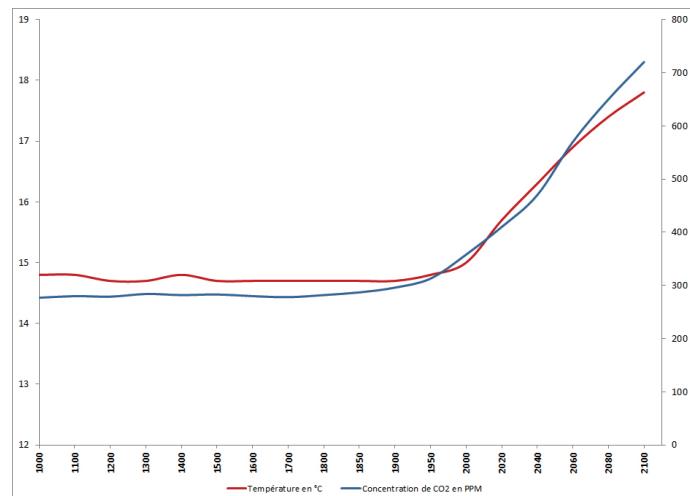
Comprendre le mécanisme du changement climatique



2. Quelles sont les conséquences du changement climatique ? (40 min) :

- Sur le livret, questionnement collectif à partir d'un graphique donnant en parallèle l'évolution de la température globale de la Terre et la concentration de CO₂ au cours du dernier millénaire.

- Que représentent les courbes bleue et rouge ?
- Que se passe-t-il à partir de 1950 ? Pourquoi ?
- Pourrait-il y avoir d'autres causes au réchauffement de la Terre ?



- Montrer sur un grand graphique les périodes glaciaires et inter-glaciaires, les changements naturels du climat au cours de l'histoire de la Terre. Faire la différence entre les changements naturels et le changement anthropique. (15 min)
- À partir de 2 photographies sur le livret montrant la fonte importante d'un glacier en une centaine d'années, on mettra en évidence l'évolution des paysages, preuve que le climat a déjà changé en très peu de temps. (5 min)
- Demander aux enfants d'émettre des hypothèses sur les conséquences d'un réchauffement climatique (la hausse du niveau des mers ne devrait pas manquer d'être citée*). On attend aussi : inondations, cyclones, orages, désertification, famine, maladies... On complète le livret au fur et à mesure de l'explication des phénomènes. (15 min)

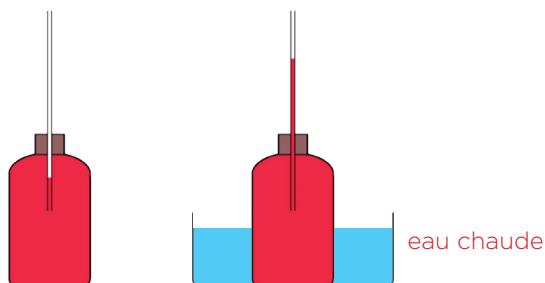
* « Selon vous, pour quelles raisons la hausse de la température devrait-elle faire monter le niveau des mers ? ». Il est fort probable que le seul facteur cité par les enfants soit celui de la fonte des glaces polaires. Or, même si ce facteur n'est pas négligeable, ce n'est pas le plus important.



Effet de serre

Comprendre le mécanisme du changement climatique

- On s'appuie alors sur une expérimentation montrant que l'eau chauffée occupe un plus gros volume que l'eau froide, c'est la dilatation qui est la cause principale de la hausse du niveau des mers. L'expérimentation (voir schéma) consistera en un récipient en verre bouché et rempli d'eau colorée et froide. Un tube en verre traverse le bouchon. Au début de l'expérience, il y a peu d'eau dans le tube. On trempe le dispositif dans l'eau chaude, l'eau monte dans le tube (principe du thermomètre). (5 min)



3. Et moi, que puis-je faire ? (40 min) :

- Sur les ordinateurs, les enfants effectuent le questionnaire individuel « Mon empreinte carbone » permettant de calculer le taux d'émission de CO₂ de chaque enfant et de le comparer avec les taux d'autres personnes dans le monde (20 min) : <https://www.oce.global/animations/CarbonFootprint-final/footprint.html>

- De retour en phase collective, demander aux enfants de proposer des solutions pour limiter l'émission de gaz à effet de serre et ainsi minimiser le changement climatique. Incrire 3 propositions sur le livret. (15 min)
- Enfin, sur le livret, chaque enfant inscrit un engagement qu'il souhaite mettre en application pour limiter son bilan carbone. (5 min)



Effet de serre

Comprendre le mécanisme du changement climatique

En savoir plus...

1. Qu'est-ce que l'effet de serre ? (source Wikipédia)

Lorsque le rayonnement solaire atteint l'atmosphère terrestre, une partie (environ 30 %) est directement réfléchie, c'est-à-dire renvoyée vers l'espace, par l'air, les nuages blancs et la surface claire de la Terre (on pense évidemment aux régions blanches et glacées comme l'Arctique et l'Antarctique, mais il ne faut pas en surestimer le rôle : leur position aux pôles fait qu'elles reçoivent peu d'énergie solaire ; l'albédo est la mesure de cet effet de miroir). Les rayons incidents qui n'ont pas été réfléchis vers l'espace sont absorbés par l'atmosphère (20,7 %) et la surface terrestre (51 %).

Cette dernière partie du rayonnement absorbée par la surface du sol lui apporte de la chaleur qu'elle restitue à son tour, le jour comme la nuit, en direction de l'atmosphère. L'effet de serre ne s'intéresse qu'à ces rayonnements, qui seront absorbés en partie par les gaz à effet de serre, ce qui contribue à réchauffer l'atmosphère. Puis dans un troisième temps, cette chaleur contenue par l'atmosphère est réémise dans toutes les directions ; une partie s'échappe vers l'espace.

Il est à noter que l'excès de chaleur généré par les activités humaines, via l'effet de serre, est absorbé à 93 % par l'océan, ce qui atténue ainsi l'augmentation de la température dans l'atmosphère. L'océan global joue donc un rôle de thermostat planétaire et de contrôle des grands équilibres naturels planétaires.

Sans effet de serre (ce qui implique notamment : sans vapeur d'eau et sans nuages), et à albédo constant, la température moyenne sur Terre chuterait à -18 °C. Mais à cette température la glace s'étendrait sur le globe, l'albédo terrestre augmenterait, et la température se stabiliserait vraisemblablement en dessous de -50 °C.

2. Quels sont les principaux gaz à effet de serre ? (source Wikipédia)

Concentrations atmosphériques en volume et potentiel de réchauffement des principaux gaz à effet de serre

Gaz à effet de serre	Formule	Concentration préindustrielle	Concentration actuelle	Potentiel de réchauffement global à 100 ans
Vapeur d'eau	H ₂ O	3 %o	3 %o	non pertinent
Dioxyde de carbone	CO ₂	280 ppm	396 ppm	1
Méthane	CH ₄	0,6 à 0,7 ppm	1,8 ppm	25
Protoxyde d'azote	N ₂ O	0,270 ppm	0,327 ppm	298
Dichloro-difluorométhane	CCl ₂ F ₂	0	0,52 ppb	10 900
Tétrafluorométhane	CF ₄	0	0,070 ppb	7 390
Hexafluorure de soufre	SF ₆	0	0,008 ppb	22 800



Effet de serre

Comprendre le mécanisme du changement climatique



Le potentiel de réchauffement global (PRG) est un moyen simple de comparer les différents gaz à effet de serre qui influencent le système climatique. Il est utilisé pour prédire les impacts relatifs de différents gaz sur le réchauffement climatique en se basant sur leurs propriétés radiatives et leur durée de vie.

La vapeur d'eau (H_2O) et les gouttelettes d'eau des nuages sont à l'origine de 72 %, soit près des trois quarts de l'effet de serre total.

Le dioxyde de carbone (CO_2) est le principal (en quantité) gaz à effet de serre produit par l'activité humaine, 74 % du total (tous modes d'émissions réunis).

3. Y a-t-il un lien entre diminution de la couche d'ozone et réchauffement climatique ?

Le grand public fait souvent un lien entre ces 2 problèmes environnementaux que sont l'augmentation de l'effet de serre et la disparition de la couche d'ozone. Il est vrai que ces deux phénomènes ont certains points communs, ce qui explique cette confusion. En voici quelques-uns :

- Les deux phénomènes résultent d'émissions humaines de certains gaz.
- Il s'agit dans les deux cas d'un processus qui concerne l'atmosphère de manière globale, le lieu d'émission des gaz en cause est sans importance parce que leur durée de vie dans l'air est suffisamment longue.
- Dans les deux cas, il s'agit d'un phénomène qui n'est pas réversible à court terme.

En réalité, ces 2 phénomènes n'ont quasiment rien à voir. Cependant, bien que ce ne soit pas le premier facteur responsable du changement climatique, la diminution de la couche d'ozone a un très léger effet sur le climat. Si la « couche d'ozone » s'amenuise, moins d'ultraviolets sont interceptés dans la haute atmosphère, et donc un peu plus d'énergie solaire parvient au sol. Ceci intensifie le chauffage par le bas de l'atmosphère et modifie donc le climat, mais d'une manière quasi imperceptible.

Il faut noter que, contrairement à l'augmentation de l'effet de serre, depuis la signature du protocole de Montréal en 1987, le problème du trou dans la couche d'ozone a tendance à disparaître.

4. Sommes-nous sûrs que l'augmentation du taux de CO_2 dans l'atmosphère est la cause principale du changement climatique ?

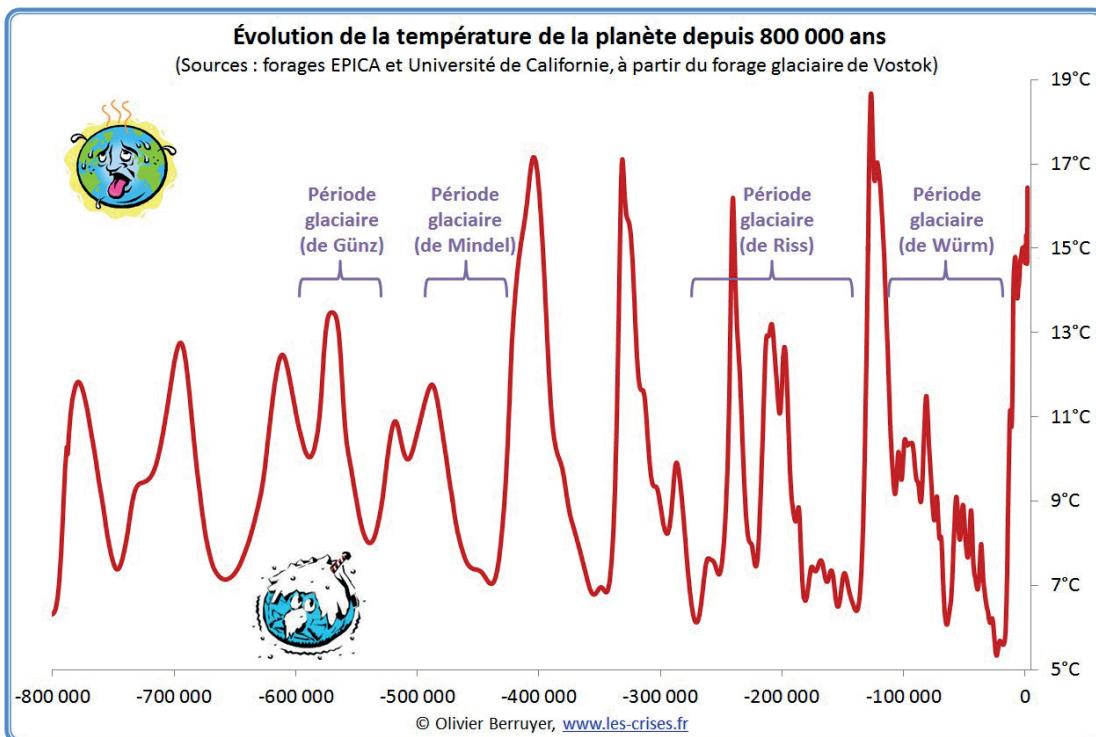
Cette question a fait l'objet de plusieurs polémiques dans la communauté scientifique au cours des dernières années. Il semble désormais qu'il y ait un large consensus sur les réponses apportées.

Sur le graphe ci-après, on observe que sur les derniers 800 000 ans de l'histoire de la Terre, la température moyenne à sa surface, a beaucoup évolué. Elle a varié de 5,5°C à 18,5°C. Il s'agit d'une variation très importante à cette échelle.



Effet de serre

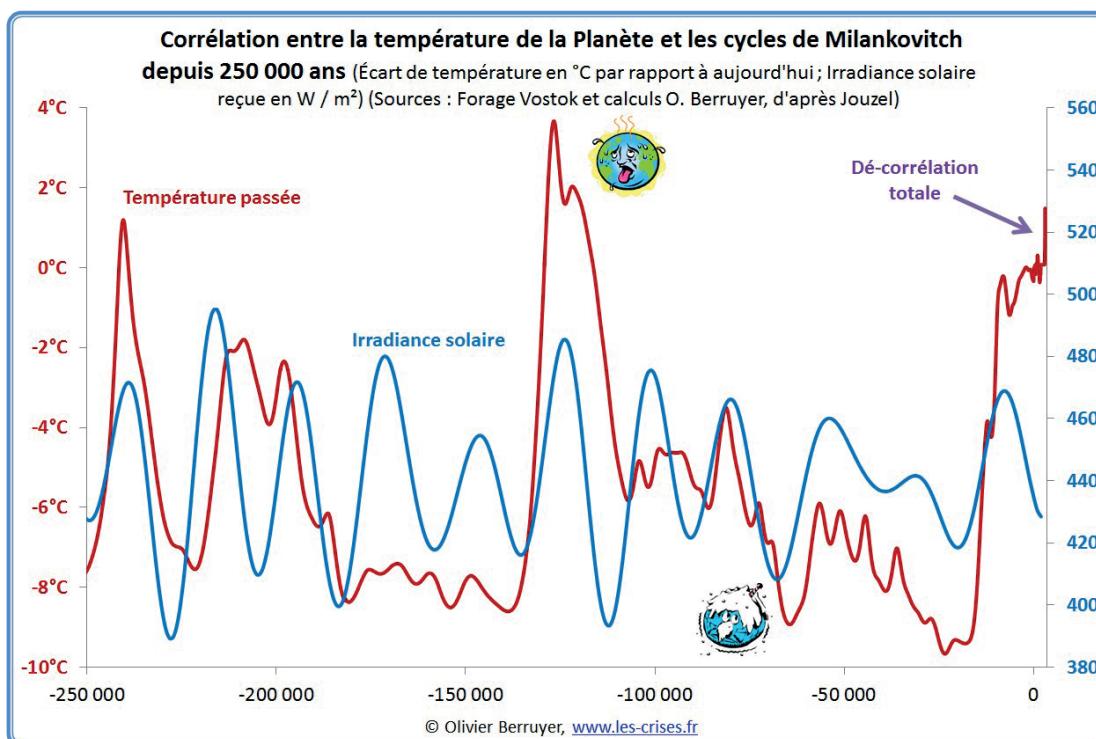
Comprendre le mécanisme du changement climatique



On pourrait donc penser que le réchauffement climatique constaté de nos jours, est un phénomène naturel normal dans la vie de notre planète.

En premier lieu, il est également possible d'imaginer qu'il y a un lien entre l'activité solaire et les variations de la température.

Ainsi, on peut chercher une relation entre l'irradiance solaire (intensité totale du rayonnement reçu par une surface de 1 m² du sommet de l'atmosphère terrestre) et la température moyenne observée à la surface de la Terre au cours de l'histoire. Pour les derniers 250 000 ans, on obtient le résultat suivant :



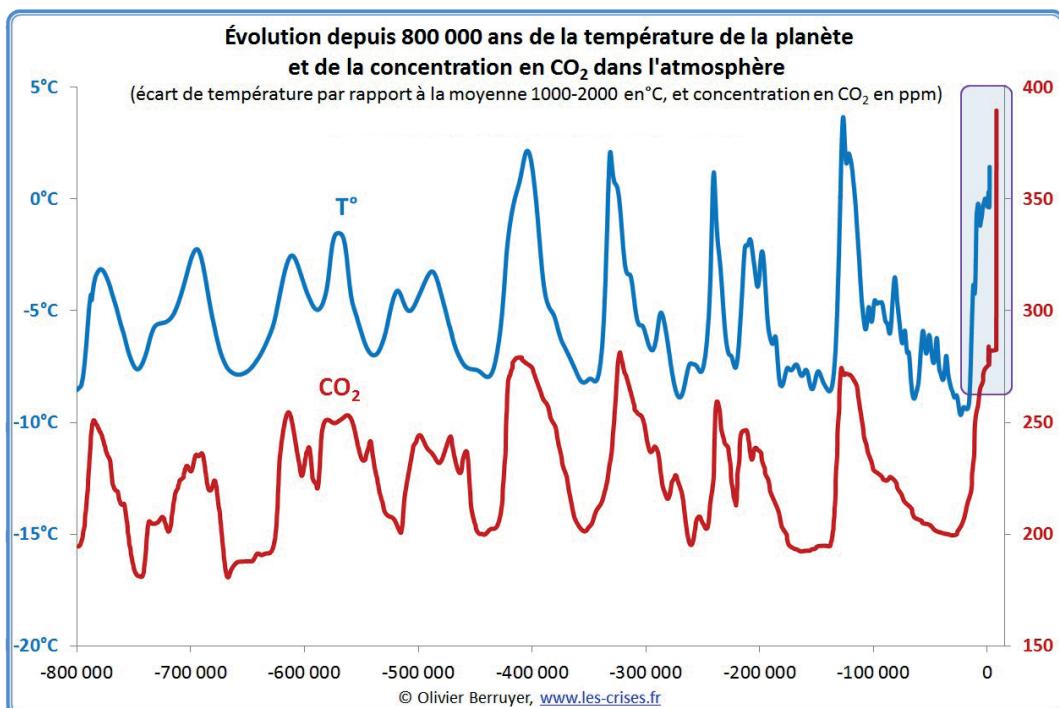


Effet de serre

Comprendre le mécanisme du changement climatique

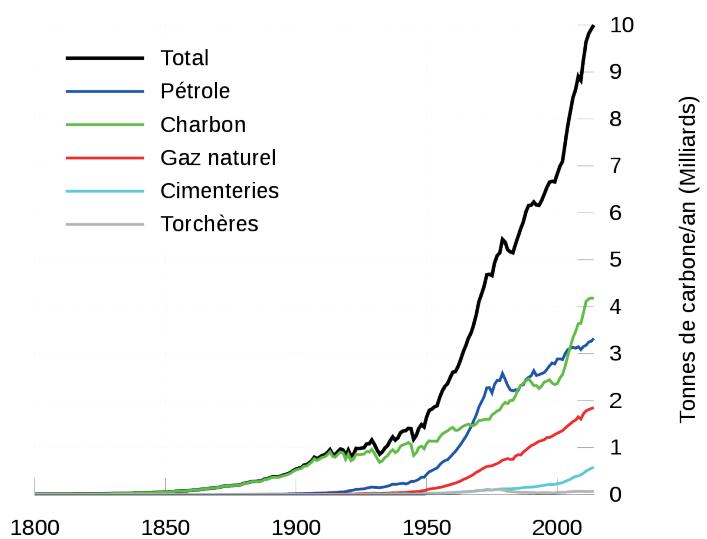
La plupart du temps, les 2 courbes sont en corrélation, on peut donc imaginer qu'il y a un lien entre ces 2 paramètres. Cependant, ce n'est pas suffisant, puisque notamment sur la dernière partie de la courbe, on observe une dé-corrélation totale. En suivant le seul paramètre de l'irradiance solaire, de nos jours la Terre devrait subir une période glaciaire ou pré-glaciaire. Or, dans les faits, c'est plutôt l'inverse.

On peut imaginer qu'il existe un autre paramètre qui contrecarre cette tendance. Si on compare maintenant les courbes de la température moyenne de l'atmosphère terrestre et de la concentration de CO₂ dans cette même atmosphère, on note une corrélation quasi parfaite, y compris pour la période actuelle.



Le réchauffement climatique constaté de nos jours, serait donc bien le fruit de la hausse de concentration de CO₂ dans l'atmosphère au cours des dernières décennies. Des hausses de CO₂ dans l'atmosphère se sont déjà produites dans l'histoire de la Terre. Mais ces variations avaient des causes naturelles. La plupart du temps l'augmentation de la concentration de CO₂ résultait de l'activité volcanique.

Ce n'est pas ce que nous observons actuellement. Les rejets massifs de CO₂ dans l'atmosphère résultent pour la majeure partie des activités humaines et notamment de la combustion d'énergies fossiles. Cette consommation est en évolution constante depuis la révolution industrielle (fin du 19^e siècle), elle connaît une hausse vertigineuse depuis les années 1950.



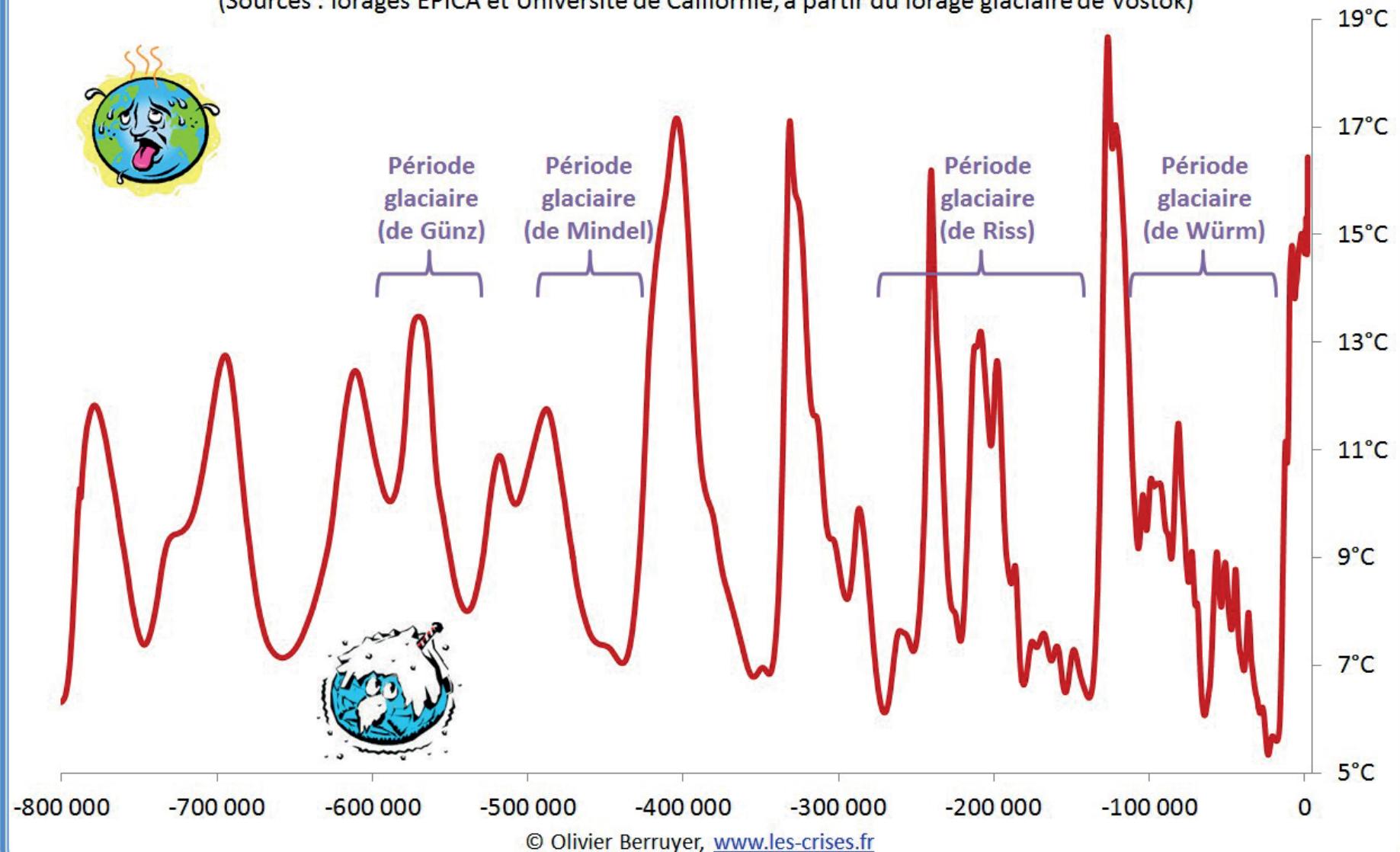


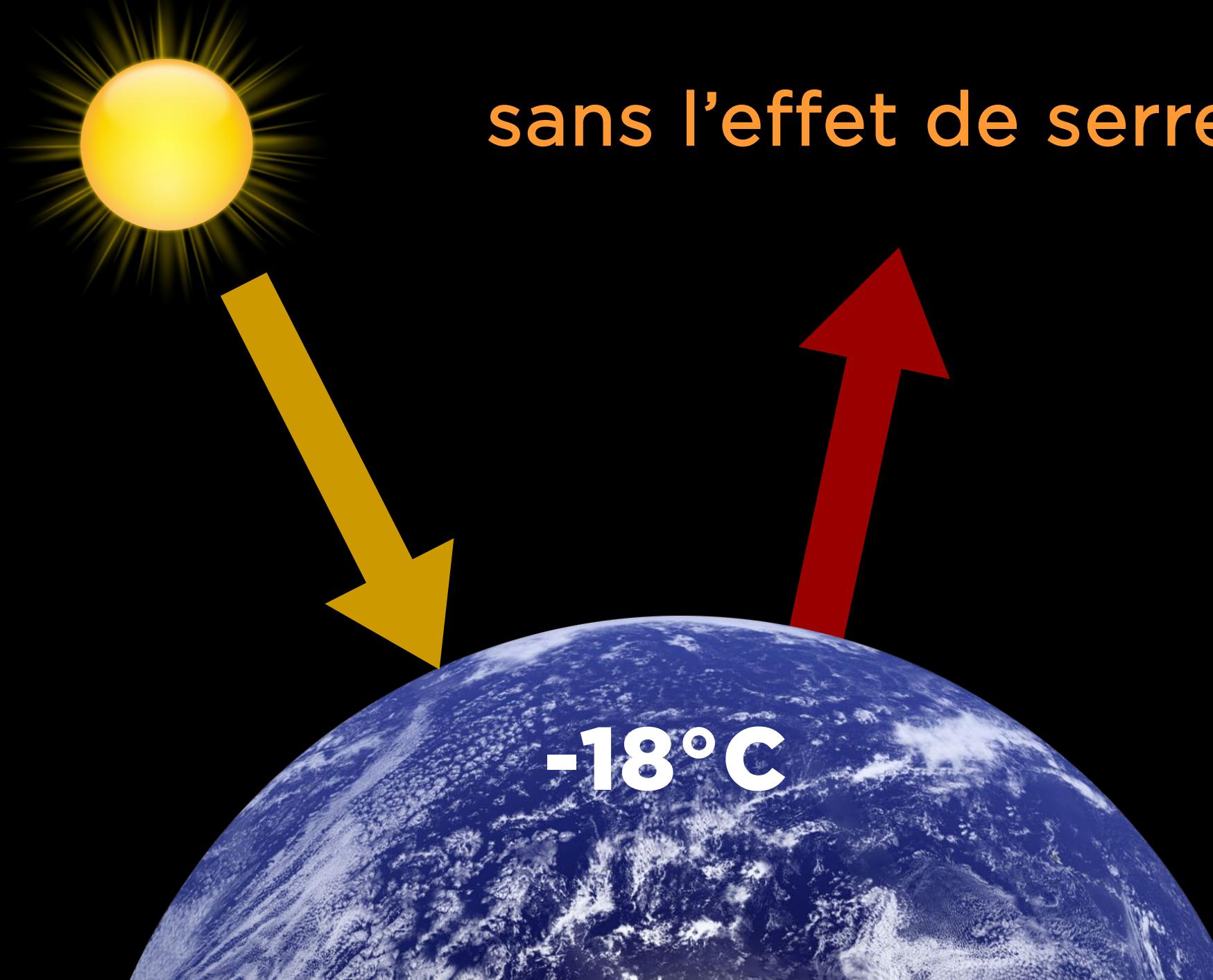
Effet de serre

Comprendre le mécanisme du changement climatique

Évolution de la température de la planète depuis 800 000 ans

(Sources : forages EPICA et Université de Californie, à partir du forage glaciaire de Vostok)

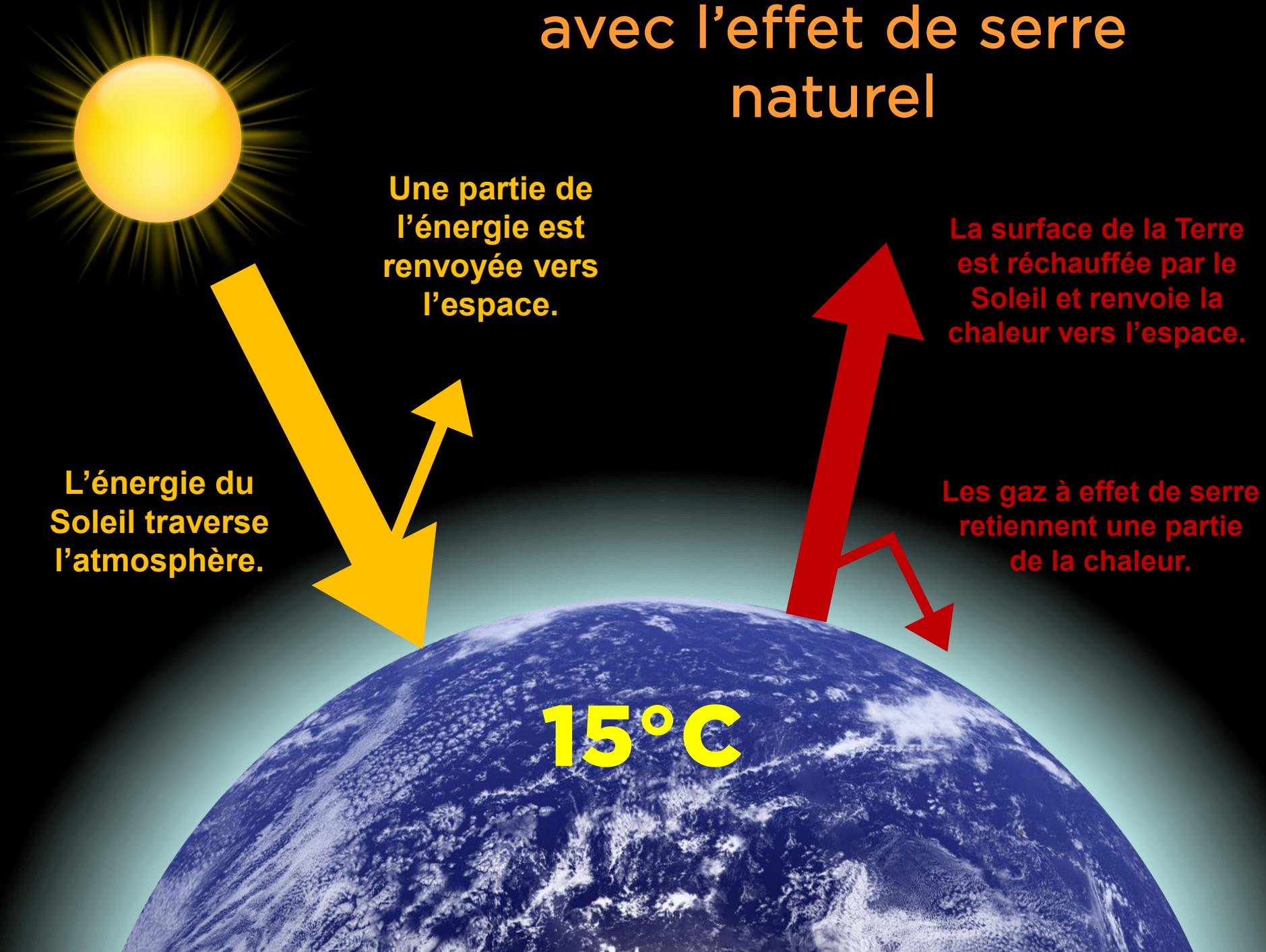




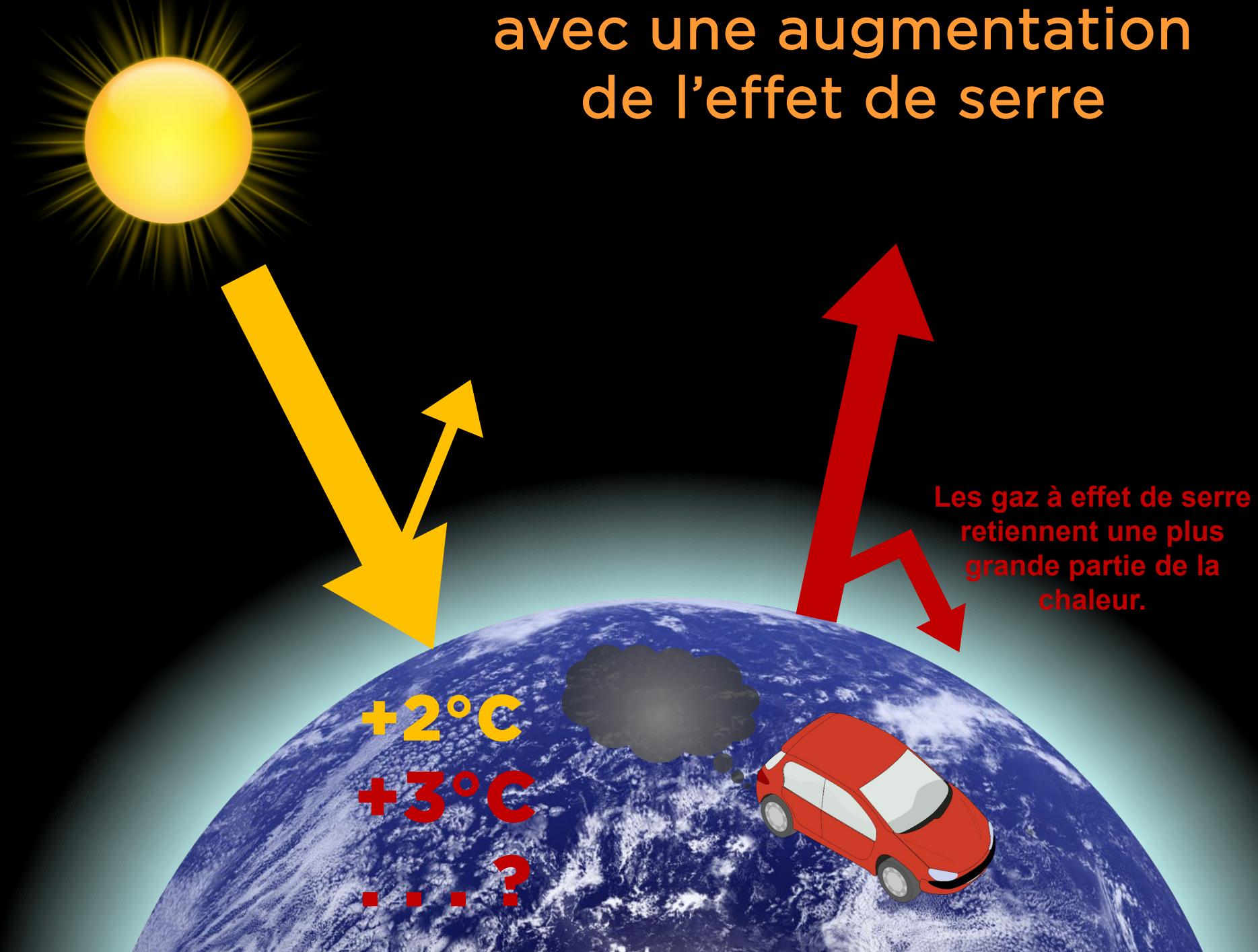
sans l'effet de serre

-18°C

avec l'effet de serre naturel



avec une augmentation de l'effet de serre





4. Et moi, que puis-je faire ?

Teste tes habitudes en répondant au questionnaire qui se trouve à l'adresse suivante :

<https://www.oce.global/animations/CarbonFootprint-final/footprint.html>

A. Quelle est ta production de CO₂ en une année ?



..... kg



B. Cite 3 actions qui permettraient de réduire les quantités de CO₂ émis par l'homme :

.....

.....

.....

C. Personnellement, je m'engage à ...

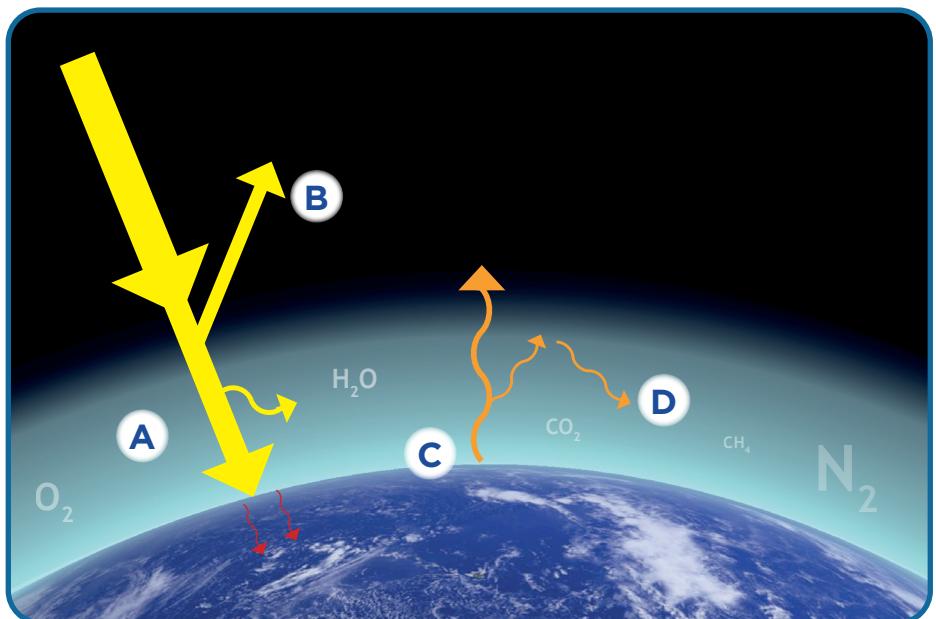
.....

.....

Prénom :

1. Qu'est-ce que l'effet de serre ?

Relie chaque lettre à l'action correspondante :



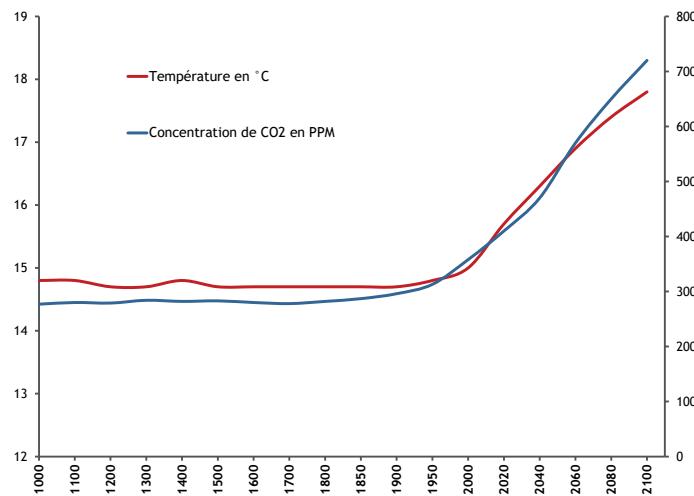
- | | |
|----------|---|
| A | <ul style="list-style-type: none"> • La surface de la Terre est réchauffée et renvoie la chaleur vers l'espace. |
| B | <ul style="list-style-type: none"> • Une partie de l'énergie est renvoyée vers l'espace. |
| C | <ul style="list-style-type: none"> • Les gaz à effet de serre dans l'atmosphère retiennent une partie de la chaleur. |
| D | <ul style="list-style-type: none"> • L'énergie en provenance du Soleil traverse l'atmosphère. |

Effet de serre

Comprendre le mécanisme du changement climatique



2. Pourquoi le climat change-t-il ?



A. Que représentent les courbes rouge et bleue ?

.....

.....

B. Que se passe-t-il à partir de 1950 ? Pourquoi ?

.....

.....

.....

C. Pourrait-il y avoir d'autres causes au réchauffement de la Terre ?

.....

.....

.....

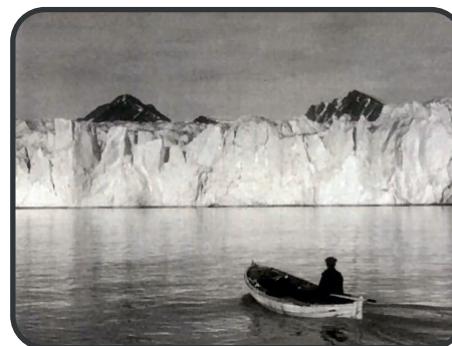
Effet de serre

Comprendre le mécanisme du changement climatique



3. Quelles seront les conséquences ?

1918



2002



Glacier Blomstrandbreen en Norvège © Christian Åslund

Si rien n'est fait, quels pourraient être les effets d'un réchauffement climatique pour la planète et les populations ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



4. Et moi, que puis-je faire ?

Teste tes habitudes en répondant au questionnaire qui se trouve à l'adresse suivante :

<https://www.oce.global/animations/CarbonFootprint-final/footprint.html>

A. Quelle est ta production de CO₂ en une année ?



..... kg



B. Cite 3 actions qui permettraient de réduire les quantités de CO₂ émis par l'homme :

Réduire les trajets automobiles en utilisant par exemple les transports en commun, le vélo ou les déplacements à pied.

Réduire la production et l'utilisation des emballages.

Consommer des denrées produites localement.

Limiter sa consommation de viande.

Adopter une conduite économique.

C. Personnellement, je m'engage à ...

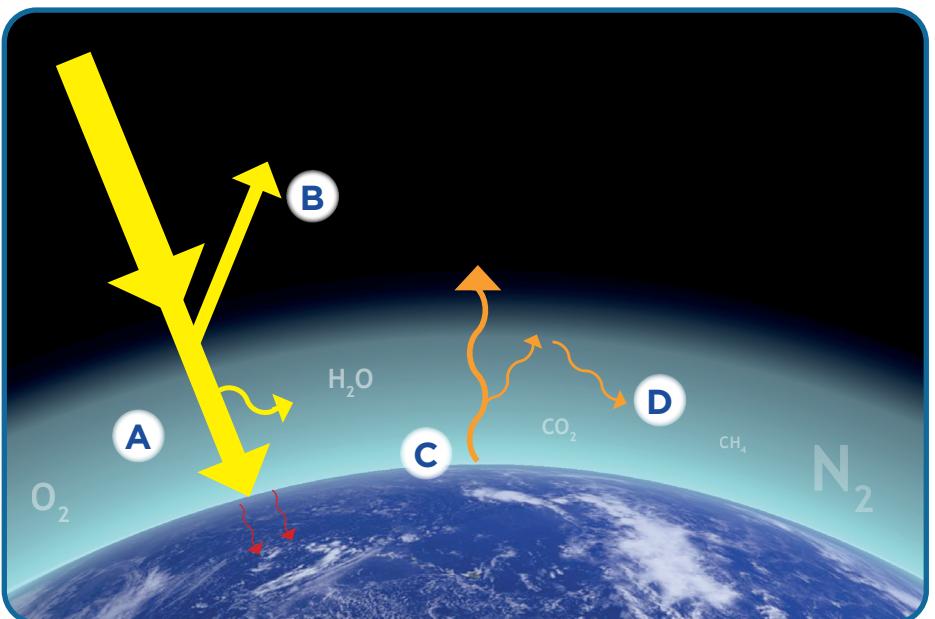
Aller à l'école à pied ou à vélo.

Manger des fruits et des légumes de saison.

Prénom :

1. Qu'est-ce que l'effet de serre ?

Relie chaque lettre à l'action correspondante :



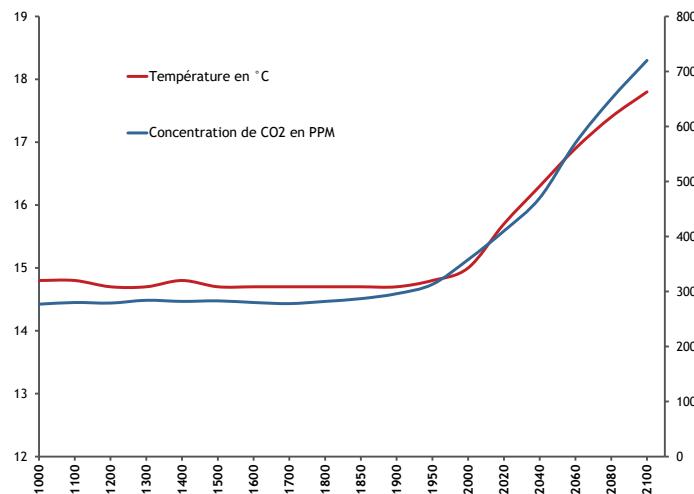
- | | |
|---|---|
| A | La surface de la Terre est réchauffée et renvoie la chaleur vers l'espace. |
| B | Une partie de l'énergie est renvoyée vers l'espace. |
| C | Les gaz à effet de serre dans l'atmosphère retiennent une partie de la chaleur. |
| D | L'énergie en provenance du Soleil traverse l'atmosphère. |

Effet de serre

Comprendre le mécanisme du changement climatique



2. Pourquoi le climat change-t-il ?



A. Que représentent les courbes rouge et bleue ?

La courbe rouge représente l'évolution de la température moyenne de la Terre au cours des 1000 dernières années.

La courbe bleue représente l'évolution de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère de la Terre au cours des 1000 dernières années.

B. Que se passe-t-il à partir de 1950 ? Pourquoi ?

À partir de 1950, il y a simultanément une hausse de la concentration de CO₂ et de la température moyenne sur la Terre. On peut imaginer qu'il y a une corrélation entre ces 2 données. Les années qui suivent la deuxième guerre mondiale voient une grande augmentation de l'industrie et de la production automobile. Il en résulte des rejets massifs de CO₂ dans l'atmosphère. Jusqu'à nos jours, ces rejets n'ont cessé de croître.

C. Pourrait-il y avoir d'autres causes au réchauffement de la Terre ?

On pourrait par exemple émettre les hypothèses suivantes :

- une variation de l'activité solaire,
- la variation de la distance Terre-Soleil,
- la variation de l'axe de rotation de la Terre,
- une augmentation de l'activité volcanique,
- les incendies...

Effet de serre

Comprendre le mécanisme du changement climatique

3. Quelles seront les conséquences ?

1918



2002



Glacier Blomstrandbreen en Norvège © Christian Åslund

Si rien n'est fait, quels pourraient être les effets d'un réchauffement climatique pour la planète et les populations ?

- Fonte des glaciers et des calottes polaires
- Hausse du niveau des mers et des océans
- Sécheresses, désertification
- Plus grande fréquence de tempêtes, de cyclones
- Inondations
- Étés caniculaires, incendies
- Côtes submergées
- Migrations climatiques, famines, épidémies, guerres
- Dérèglement des courants marins (Gulf Stream)
- Perte de la biodiversité...



Effet de serre

Comprendre le mécanisme du changement climatique



Conception pédagogique : Sophie GALLEZOT / [Écolothèque de Montpellier Méditerranée Métropole](#) - Alexandre NICOLAS / [Académie de Montpellier](#)

Conception graphique : Alexandre NICOLAS / [Académie de Montpellier](#)

Édition : [Écolothèque de Montpellier Méditerranée Métropole](#)

Crédits iconographiques

Atmosphère terrestre et Soleil : © gritsalak/ Fotolia.com

Schémas bouteilles coupées, graphique température et CO₂, schémas récipients : Alexandre NICOLAS - Académie de Montpellier/Écolothèque de Montpellier Méditerranée Métropole

Graphique tonnes de carbone par an (original modifié : recréé en tant que svg avec Gnuplot et mis à jour pour utiliser les données de 2010, traduit en français) : original Mak Thorpe, travail dérivé Autopilot / CC BY-SA 3.0

Soleil : © snyGGG / Fotolia.com

Terre (original modifié : image tronquée, ajout d'un dégradé représentant l'atmosphère) : NASA - Image du centre de vol spatial Goddard par Reto Stöckli (surface terrestre, eau peu profonde, nuages) - Améliorations de Robert Simmon (couleur de l'océan, composition, globes 3D, animation) - Données et support technique : MODIS Groupe Terre ; MODIS Équipe de support des données scientifiques ; MODIS Groupe Atmosphère ; MODIS Groupe Océan - Données supplémentaires : Centre de données USGS EROS (topographie) ; Centre de terrain de télédétection terrestre USGS (Antarctique) ; Programme de satellites météorologiques de défense (lumières de la ville)

Voiture rouge : openclipart.org / Domaine public

Personnages d'enfants : © brgfx / Fotolia.com

Glacier en 1918 : Moa Sigvald - Institut polaire norvégien / Norsk Polarinstitutt

Glacier en 2002 : © Christian Åslund / Greenpeace

