

# Le climat, ça bouge comment ?

une enquête de Roux Svelte



**COLLECTIF  
ROOSEVELT**

ou une façon sympathique de comprendre les enjeux  
écologiques actuels

1

---

Pourquoi cette histoire et  
comment ?

Cette histoire illustrée est une réalisation du Collectif Roosevelt : <http://collectif-roosevelt.fr/>

« Nous ne croyons pas ce que nous savons » : Pour notre groupe, cette citation de J.P. Dupuy résume bien pour la situation actuelle : Quand on nous explique le climat, on peut comprendre, mais cela « ne prend pas » à l'intérieur des têtes : au delà de la théorie, nous avons tous besoin de ressentir les choses, de les vivre, pour nous les approprier, bref pour qu'elles fassent partie de nous.

Pour vous aider à « interioriser » le climat, nous avons donc essayé, au travers d'exemples tirés de la vie quotidienne, de mieux vous faire percevoir la physique à l'oeuvre. Il est aussi important, à nos yeux, d'arriver à prendre du recul, dans l'espace et le temps, pour avoir une vision plus globale des choses. Nous vous parlerons donc aussi ici de préhistoire et de l'autre bout du monde.

2

---

Conscients qu'il n'est souvent pas possible de rendre compte simplement de la complexité de la réalité, nous avons dû schématiser, résumer, faire des choix, éliminer...

Pour permettre d'approfondir certains sujets abordés, des liens vers des sources d'information plus complètes sont insérés dans le webdocument. Cette liste est évolutive et ne demande qu'à être enrichie à partir de vos suggestions, que vous pouvez nous adresser via le lien suivant : [Page de contact](#)

Merci aux scientifiques pour leur relecture précieuse et attentive. Merci aux autres relecteurs, non forcément

spécialistes, dont les retours ont été pris en compte pour aboutir à la forme définitive du document. Les illustrations et la mise en page sont de Lucile Jouffroy. Son regard extérieur sur le sujet a aussi contribué à rendre le discours plus accessible.

3

---

Pour s'y retrouver, de quoi parle-t-on ?

1. Plantons le décor

2. Astres et températures

3. Libres échanges thermiques à la surface de la Terre

3.1 Transferts thermiques

3.2 Quand ça rentre, ça doit ressortir

4. Les boucles de renforcement

4.1 L'eau dans tous ses états

4.2 Le duo d'éléments carbonés

4.2.1 Le cas du suspect méthane

4.2.2 L'examen du chef de gang CO<sub>2</sub>

5 Les boucles de renforcement

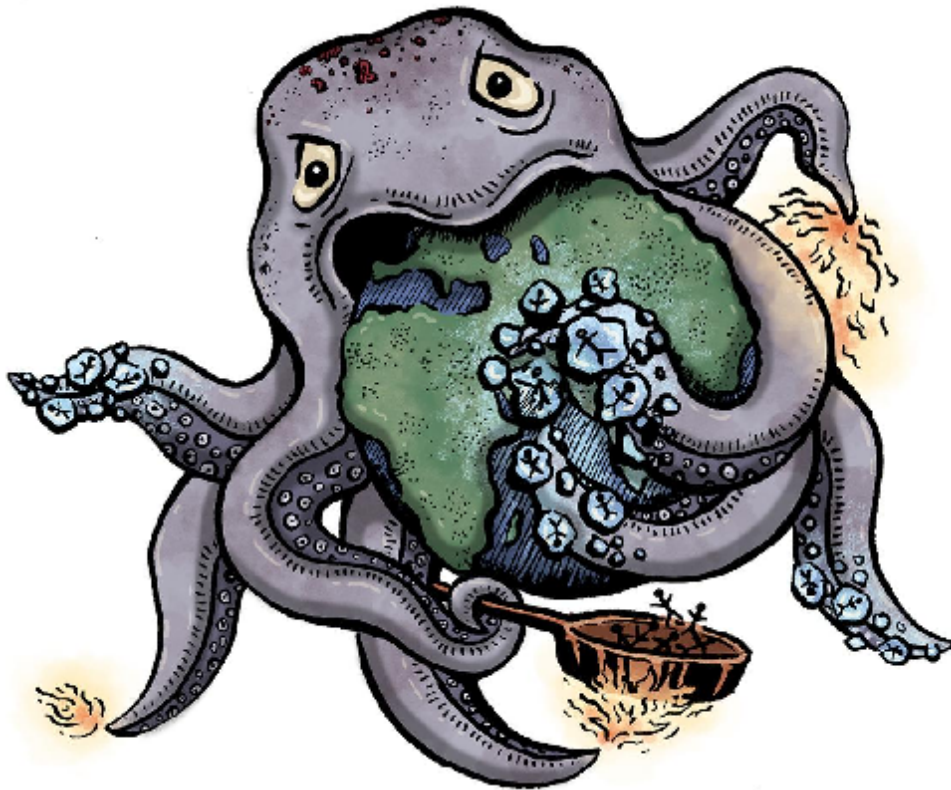
4

---

① Plantons le décor

Le changement climatique, en ce moment, on nous en rebat tous les jours les oreilles. Ce Prince des Ténèbres du monde réel fait planer sur nos têtes la menace d'un futur pas franchement désirable. Suivant les versions, les frasques de ce nouveau Voldemort devraient nous conduire à finir dans une poêle à frire, ou bien congelés lors d'hivers polaires....

Qui croire ?



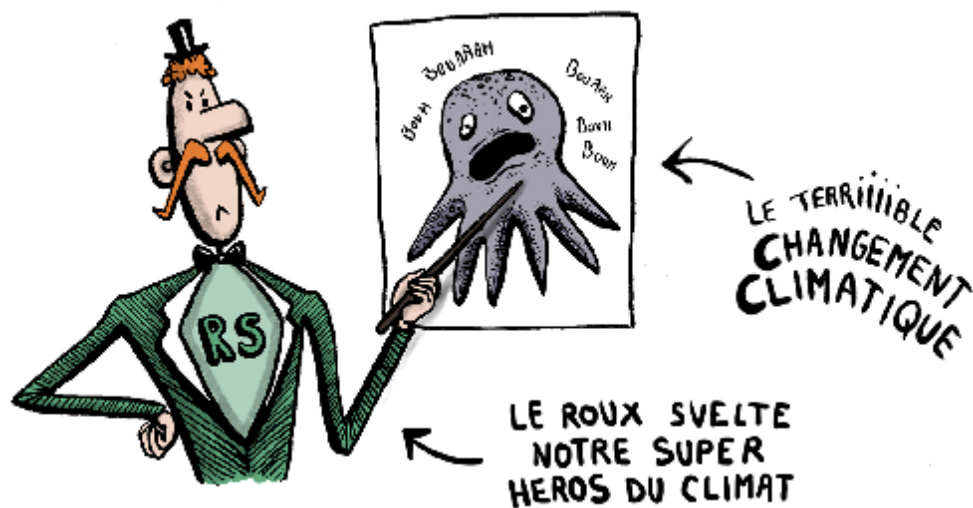
5

---

Pour pouvoir vaincre son ennemi, il faut d'abord le connaître

Je vous propose donc ici d'enquêter pour y voir plus clair à son sujet. Dans un second temps, il sera alors possible d'élaborer, tous ensemble et déterminés, un plan

de bataille gagnant.



« Encore une grosse prise de tête en perspective ! »

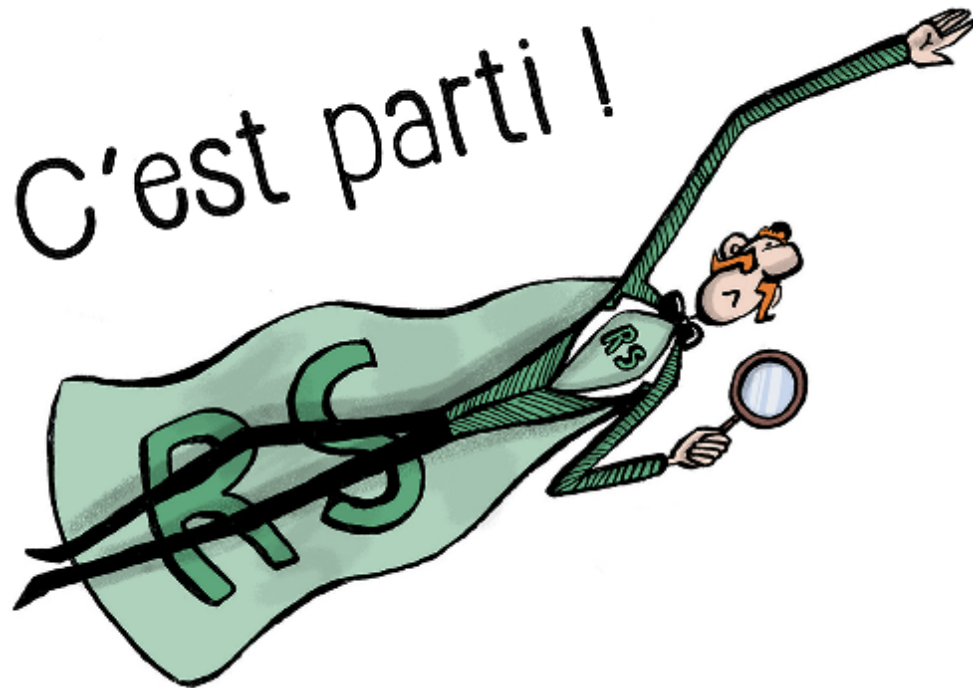
allez vous me dire. Mais en fait pas de stress en vue les amis car ce n'est pas compliqué ; et même si vous ne vous en rendez pas compte, la thermique est un sujet que vous connaissez : nous en faisons tous intuitivement au quotidien sans le savoir...

6

---

Alors, on y va ?

Prêts à percer les secrets de notre adversaire ?



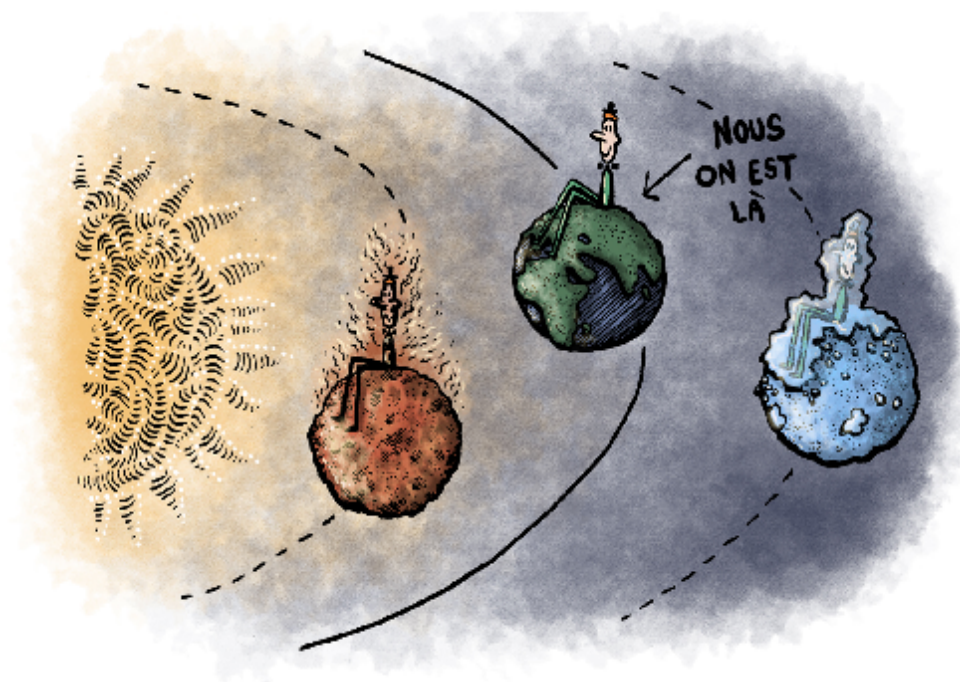
7

---

## ② Astres et températures

Notre bonne vieille Terre est une petite boule perdue dans l'immensité glacée : l'espace qui nous entoure est à une température de  $-269^{\circ}\text{C}$ .

Alors, s'il y règne une ambiance à peu près 'agréable' (même si les Touaregs et les Eskimos peuvent avoir une perception différente de la situation....), c'est que l'on a la chance qu'elle tourne autour du Soleil pile à la bonne distance pour qu'il n'y fasse ni trop froid, ni trop chaud, ce qui permet à la vie de se développer. Sinon, on ne serait pas là à s'intéresser à ce sujet...



8

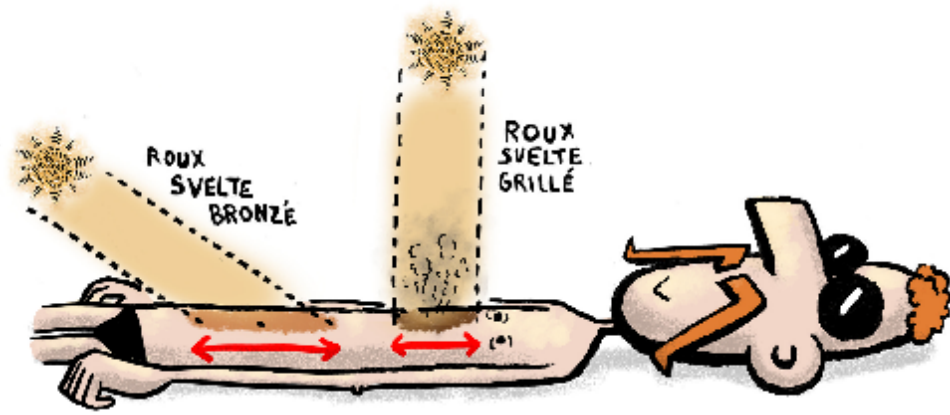
---

Mais pourquoi y fait-il plus ou moins chaud ou froid  
suivant les endroits et les périodes de l'année,

je vous le demande ?

Un angle solaire dont dépend notre bronzage

Tout d'abord, la quantité d'énergie reçue par une surface  
dépend de l'angle solaire : suivant l'angle formé entre le  
rayon de lumière et la surface de la Terre, l'énergie de  
ce rayon va être répartie sur une zone plus ou moins  
grande. C'est pour ça qu'il fait plus chaud autour de midi,  
quand le Soleil est haut dans le ciel !



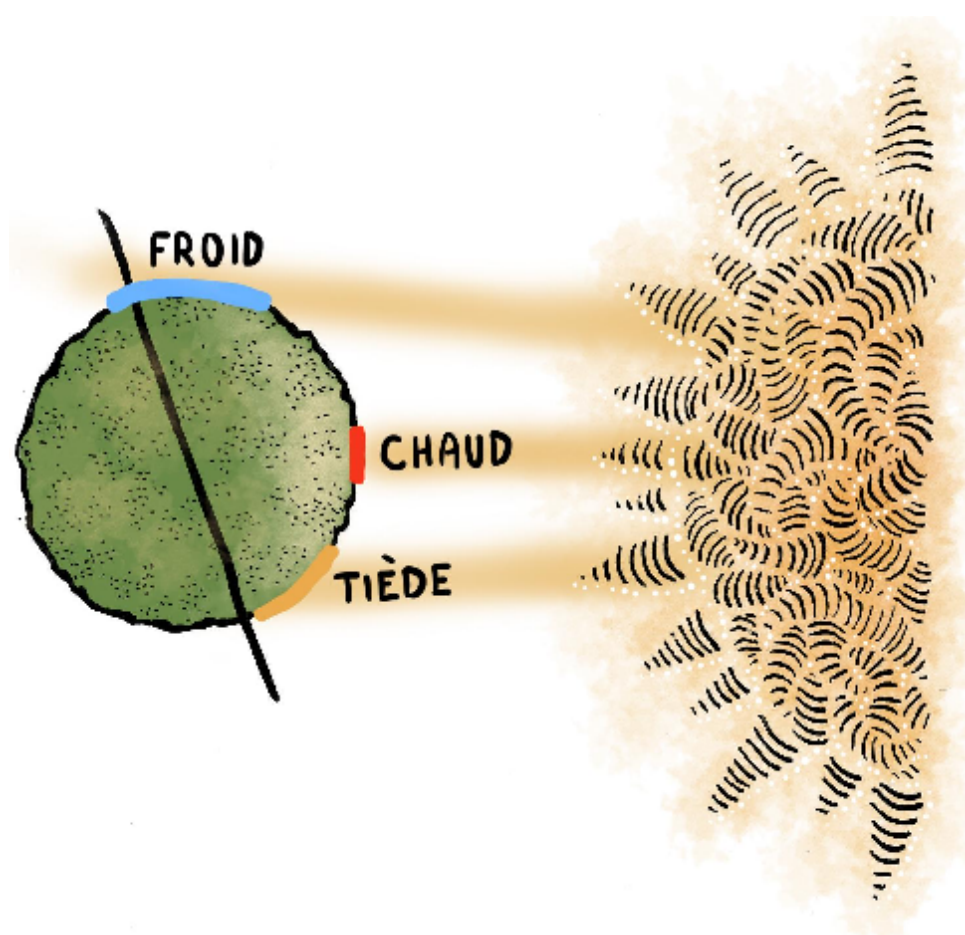
9

Reprenons :

Quand le soleil est haut dans le ciel (proche de la perpendiculaire au sol), il y a plus d'énergie reçue par  $m^2$  ...et il fait plus chaud

Quand le soleil est rasant, il y a moins d'énergie reçue par  $m^2$  ... et il fait plus froid ... et c'est donc logique qu'il fasse aussi plus chaud à l'équateur qu'aux pôles.



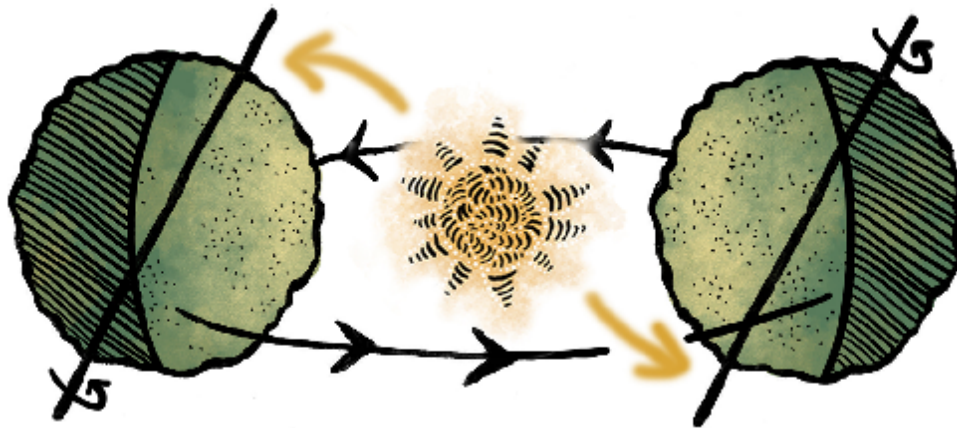


10

---

### Une toupie qui penche

Bon, on n'a pas inventé la poudre... mais on n'en est qu'au début : en effet, la Terre tourne sur elle-même -ce qui donne l'alternance des jours et des nuits-, mais avec une particularité : son axe de rotation est incliné (rappelez vous votre mappemonde lumineuse d'enfant...) par rapport à la trajectoire qu'elle décrit autour du soleil -que l'on appelle son orbite.



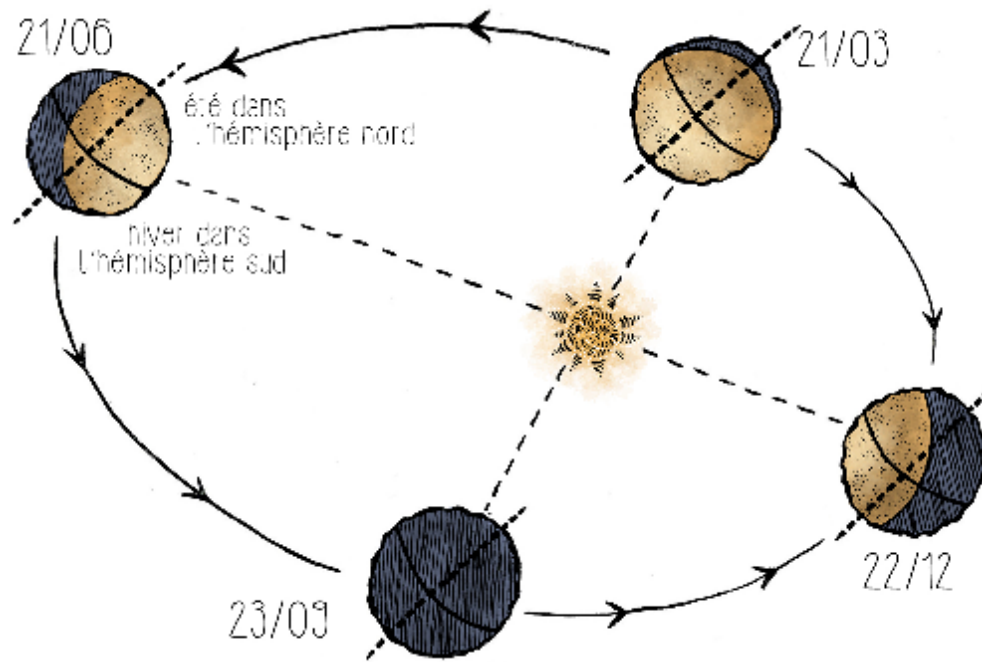
Et la conséquence est que la Terre présente alternativement au soleil au cours de l'année, soit plutôt son pôle Nord (c'est l'été dans l'hémisphère nord) soit plutôt son pôle Sud (c'est l'été dans l'hémisphère sud).

11

---

En été dans l'hémisphère Nord, le soleil est moins rasant, et les jours sont plus longs, donc il fait plus chaud ; et en hiver, c'est l'inverse. Au pôle, la situation est la plus extrême :

- en hiver, le soleil est caché 24h sur 24h derrière l'horizon : c'est la nuit polaire.
- en été, c'est le contraire : le pôle voit en permanence le soleil, c'est le jour continu et son soleil de Minuit.



Un autre élément va intervenir : l'orbite de notre planète est ovale, et non pas ronde, (c'est ce que l'on voit sur le dessin), et donc suivant le moment de l'année, elle se retrouve plus ou moins proche de l'astre solaire, ce qui va influencer sur sa température.

A notre époque, mais ça n'a pas toujours été le cas (et ne le restera pas), la Terre est plus proche du soleil quand c'est l'hiver dans l'hémisphère nord (en Janvier), et elle en est plus loin en été : nos hivers et nos étés sont donc a priori moins extrêmes que dans l'hémisphère Sud où c'est l'inverse, avec un cumul des pires conditions.

12

---

Maintenant,  
passons aux choses sérieuses !

Si la thermique de notre monde fonctionnait uniquement de cette façon, elle ne serait pas du tout sympathique : nous aurions des différences de température bien plus

larges entre été et hiver, et entre pôles et équateur.

Heureusement, la réalité nous est plus favorable.



# ③ (Libres) échanges thermiques à la surface de la Terre

## 3.1 Transferts thermiques

Il existe un phénomène physique qui va bien nous aider : l'homogénéisation des températures : C'est cela qui fait que votre soupe refroidit, que votre glace fond, ou que la température baisse quand vous coupez le chauffage en hiver : la chaleur (qui est de l'énergie) va toujours du chaud vers le froid, par tous les moyens possibles :

par rayonnement :

par exemple celui du soleil ou du feu de bois qui transmettent ainsi leur énergie, dans toutes les directions. Mais c'est aussi le cas des «radiateurs » ou «radiants» de nos maisons qui émettent (rayonnent) leur énergie par leur surface externe.



---

par conduction :

par exemple, lorsque une tasse de thé très chaude nous brûle les mains : la chaleur passe du liquide au récipient, et remonte ensuite par contact jusque dans nos doigts. Pour nous protéger, nous avons inventé l'anse de la tasse qui rallonge le chemin à parcourir par la chaleur (et diminue la température au bout de ce chemin).



enfin, par convection :

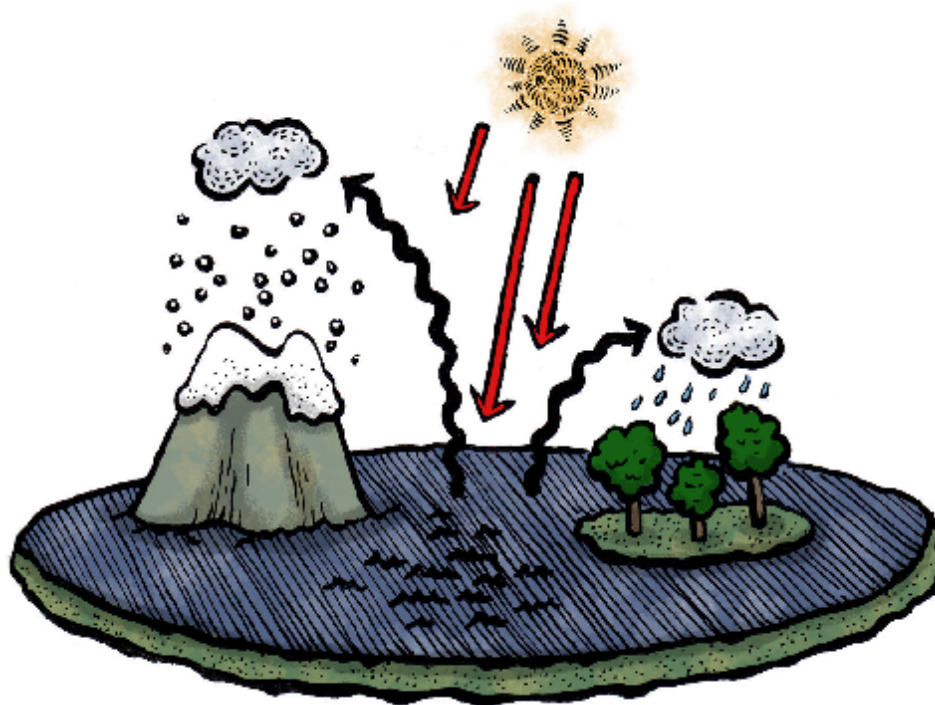
c'est un transport d'énergie via un fluide (liquide ou gazeux) en mouvement, souvent combiné à un changement d'état : passage de l'état solide à liquide, de l'état liquide à gazeux, ou inversement. Le cas d'école, c'est celui de la vapeur qui s'échappe au dessus d'une casserole d'eau portée à ébullition, et va se condenser à nouveau plus loin sur une surface froide (par exemple, sur vos lunettes ou la vitre d'une fenêtre)



15

---

A la surface de la Terre, l'essentiel des transferts thermiques se fait par rayonnement (nous allons y revenir plus tard), mais aussi par convection : l'eau joue un rôle important à travers ses changements d'états. Glaces et neiges se forment et fondent ; l'évaporation se produit déjà à basse température (par exemple sur les trottoirs séchant après la pluie), et nous observons la condensation tous les jours, sous forme de rosée ou de pluie.



16

---

Les vents et les courants marins sont les grands régulateurs de la thermique de la surface terrestre, entre les pôles et l'équateur : ils transportent à peu près la même quantité d'énergie, et dépendent des contraintes qu'ils subissent : D'une manière générale, ce qui est chaud (plus léger) monte, et ce qui est froid (plus lourd) descend.

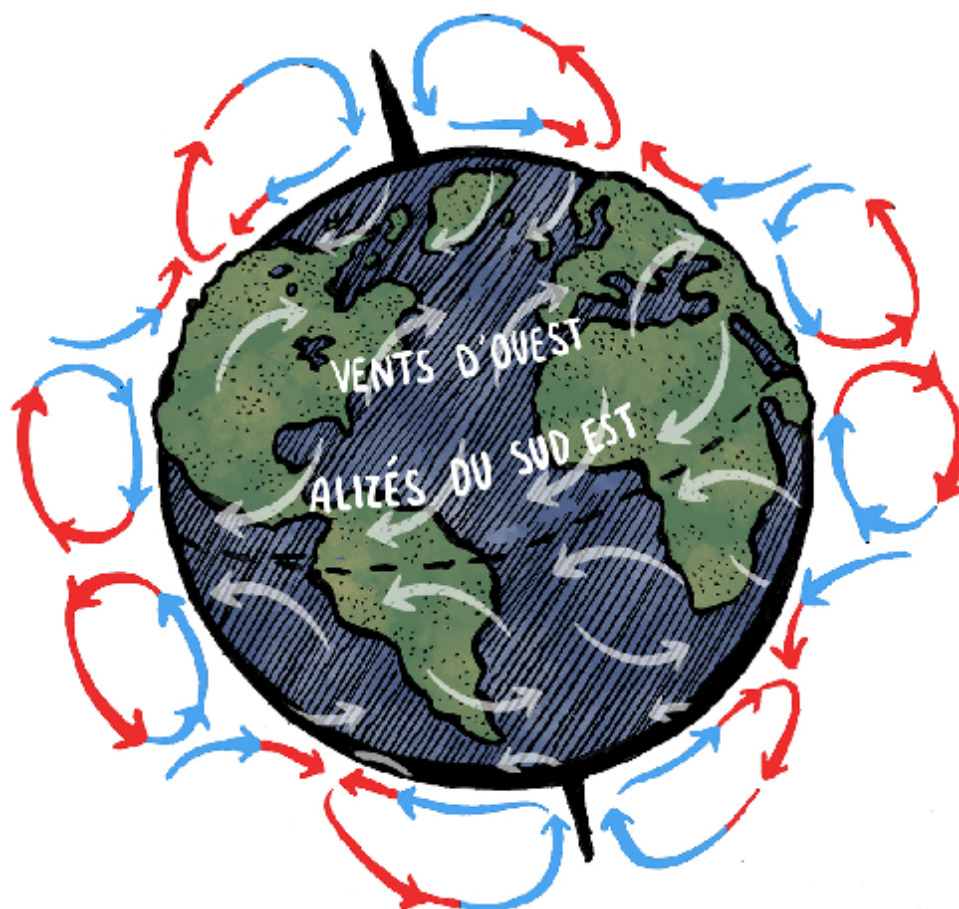




Et bien sûr, ces phénomènes de réchauffement et de refroidissement se produisent en boucle !

17

Pour les vents, l'air chaud s'élève avant de se diriger vers les zones froides, et retombe lorsqu'il se refroidit. En pratique, l'air chaud monte à l'équateur pour aller en direction des pôles. La rotation de la Terre le dévie vers l'Est, et en retour, pour fermer la boucle, les célèbres alizés, à la latitude des tropiques, ramènent cet air vers l'ouest.



En gros, cela fonctionne comme sur le dessin , mais ce qu'il faut surtout avoir en tête, c'est que les températures que nous connaissons sont le fruit de nombreux échanges thermiques à la surface du globe.

18

---

Sur les océans, les vents poussent l'eau en surface et créent des courants, dirigés dans le même sens.

Le Gulf Stream est un courant marin chaud généré par les vents de Sud-ouest, qui permet de remonter la chaleur vers le pôle nord, et maintient ainsi en hiver un climat doux en Europe de l'ouest : cela est possible

grâce au large espace d'eau existant entre l'Islande et l'Europe. Nous serions sinon bien plus souvent sous la neige, comme sur la côte est américaine : pour mémoire, New York et ses tempêtes de neige hivernales sont à la même latitude que Naples...

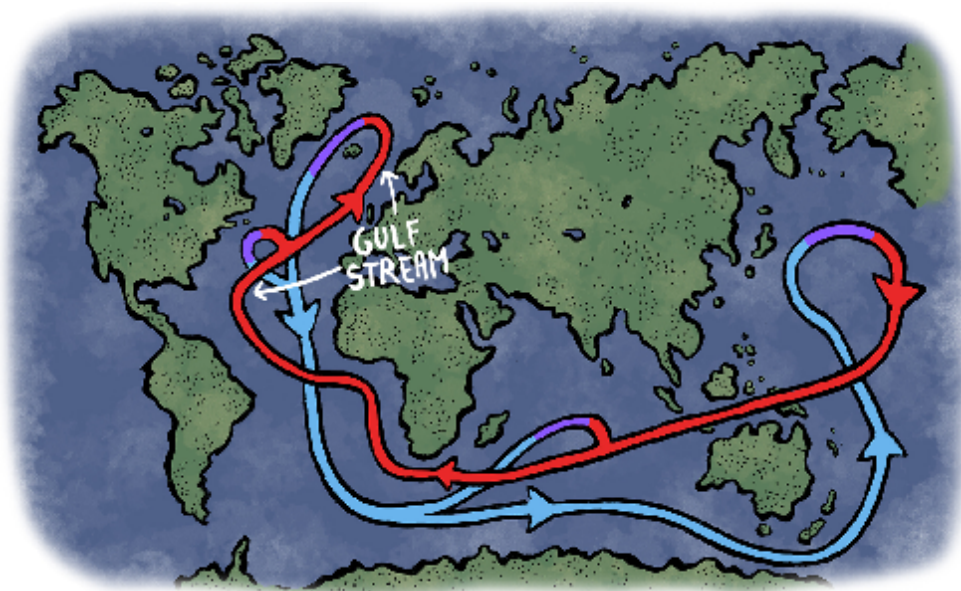


**En somme le Gulf Stream est un excellent moyen de chauffage !**

19

---

Comme les vents, les courants marins forment aussi des boucles : le cycle de leur circulation générale à l'échelle de la planète dure 1500 ans... Le Gulf Stream finit sa course au large de la Norvège, où l'eau est refroidie et plonge alors à grande profondeur. Elle revient vers le Sud en longeant la côte américaine puis l'Antarctique avant de se réchauffer dans le Pacifique et repartir vers l'Atlantique via le Sud de l'Afrique.

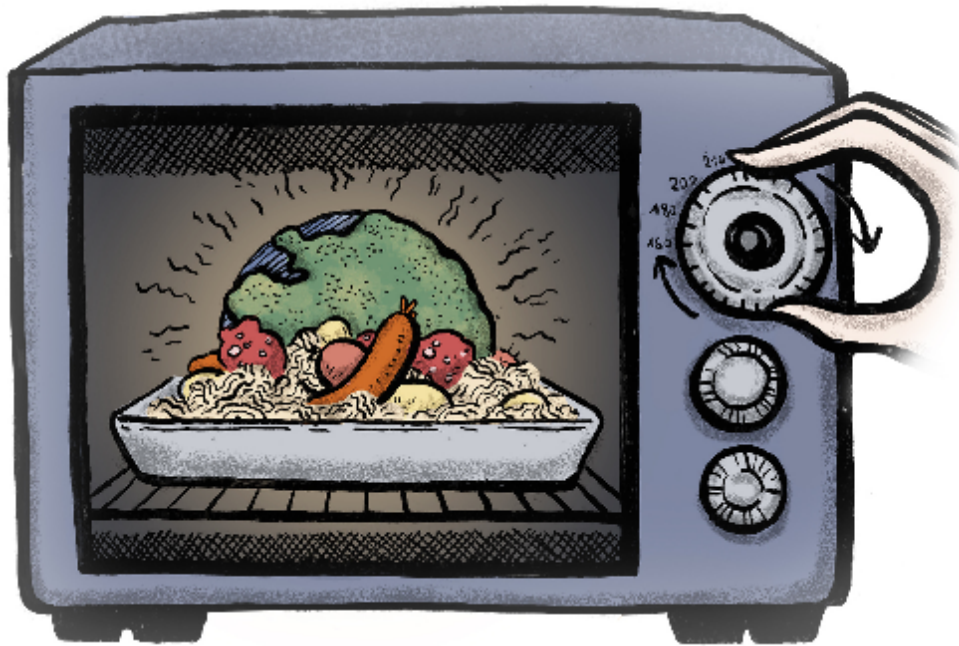


Plus d'informations : [La circulation thermohaline](#)

20

---

Nous savons donc maintenant pourquoi il fait plus ou moins chaud ou froid à la surface de la planète, et comment les échanges thermiques y fonctionnent. Mais jusqu'à maintenant on ne voit pas bien le rapport avec la choucroute : pourquoi la température devrait elle grimper à l'avenir ?



21

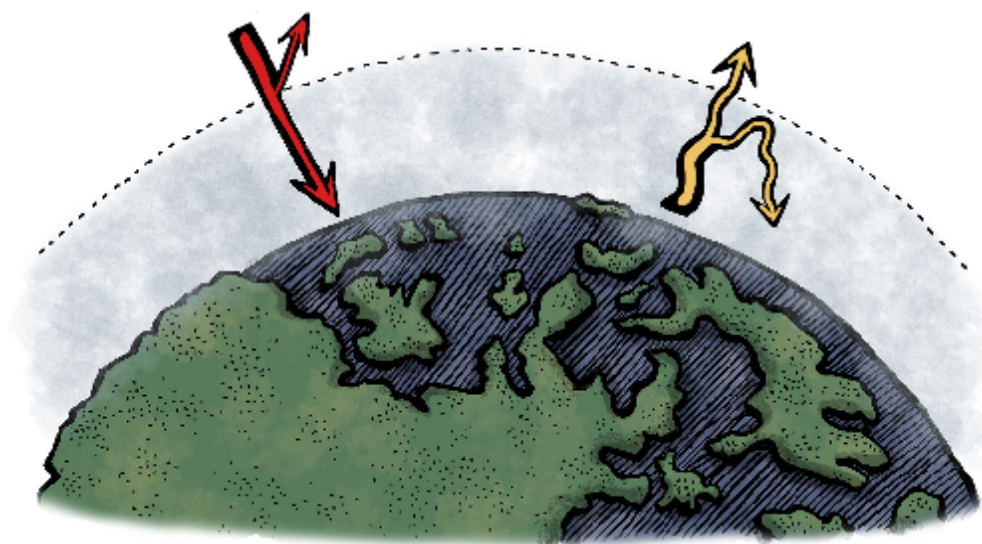
### 3.2. Quand ça rentre, ça doit ressortir

C'est là qu'entre en jeu une autre loi importante de la physique qui nous dit la chose suivante : Lorsque un corps atteint sa température d'équilibre de par les échanges thermiques avec son environnement (comme vu plus haut), la quantité d'énergie qu'il reçoit est alors égale à celle qu'il perd.

Pour notre Terre, voilà comment ça se passe :

L'atmosphère laisse passer une partie des rayons du soleil, et réfléchit le reste

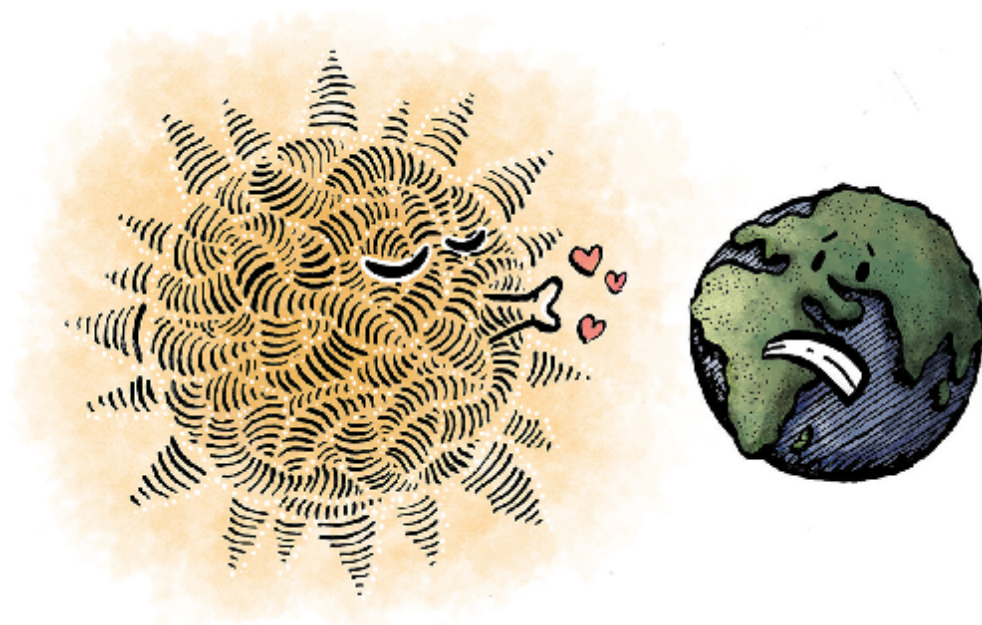
La terre, réchauffée par le Soleil, rayonne cette énergie vers l'espace à travers l'atmosphère.



22

---

Le soleil : un prétendant aux ardeurs  
diversement acceptées



Ce qui rentre est une vieille connaissance : le flux solaire !

- Sa valeur décroît quand la distance au soleil

augmente (il fait plus froid sur Jupiter que sur Mercure ...)

- Sa valeur augmente très doucement dans le temps : elle était 15% plus faible il y a 700 millions d'années (l'activité de notre soleil augmente), mais pour notre quotidien comme celui de nos petits enfants, cela ne va pas changer grand-chose...

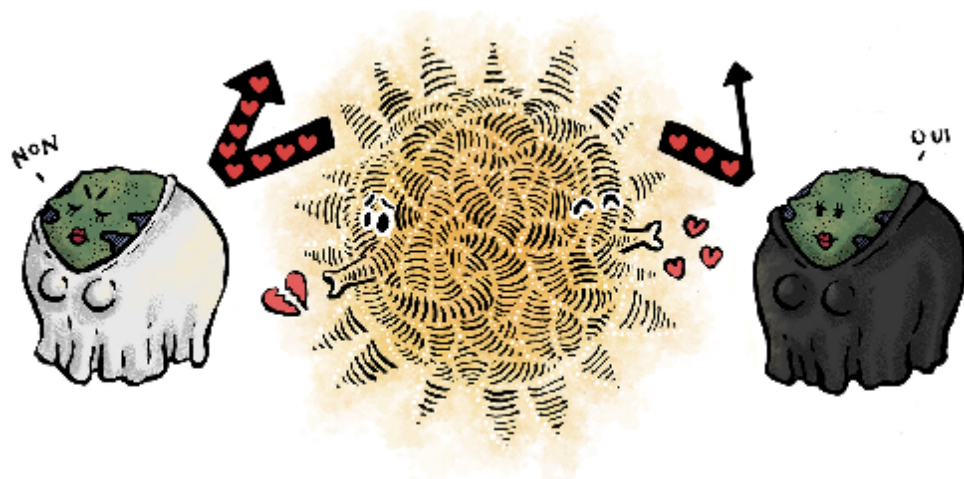
23

---

- Ce qui compte le plus, en fait, c'est la façon dont sa chaleur est absorbée à la surface de la planète, et cette propriété va dépendre de sa «couleur» : nous avons tous remarqué qu'il vaut mieux, pour ne pas se brûler, ne pas poser sa main sur une surface noire en plein soleil : ça chauffe, car le noir absorbe la quasi-totalité du rayonnement solaire (au moins 95%) qu'il reçoit. A l'inverse, le blanc en réfléchit 80% (et donc n'en absorbe que 20%). C'est pour cela que :

- La neige et la glace fondent lentement, même par grand soleil

- Il faut porter des lunettes de soleil quand on est dans la neige, car nos yeux reçoivent alors près de 2 fois plus de lumière : la lumière directe + la lumière réfléchie.



24

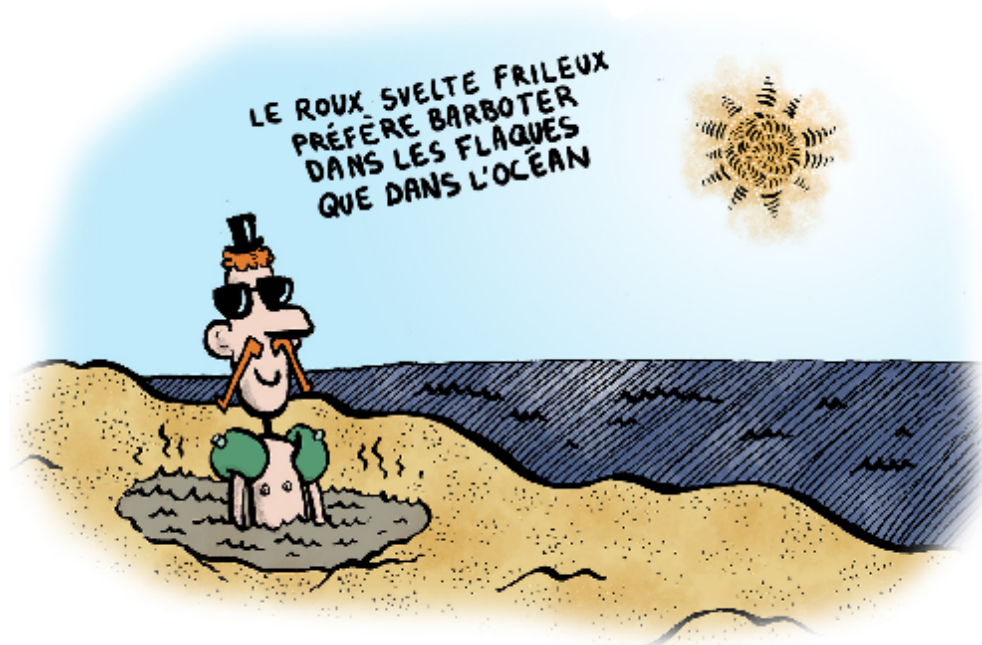
---

## Eau noire

L'eau liquide (lacs, mers et océans) se comporte comme la couleur noire : elle absorbe 90% du flux solaire : Ça chauffe vite !

on ne s'en rend pas bien compte pour les grands volumes d'eau, car l'énergie est diffusée sur une grande profondeur .

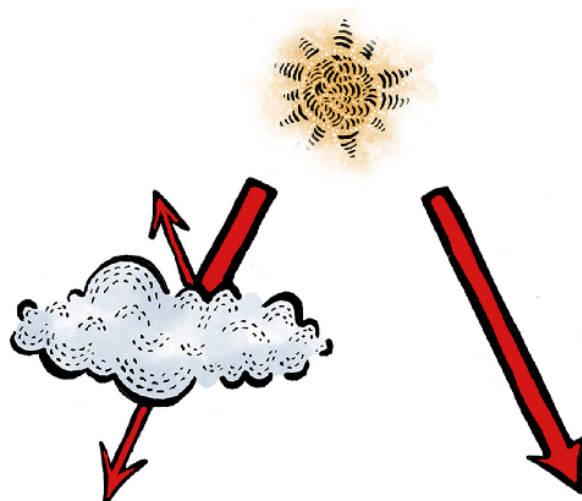




25

## Nuages blancs

vus du soleil, les nuages (qui sont de la vapeur d'eau « saturée » en suspension dans l'air) sont blancs : ils réfléchissent le flux solaire vers l'espace : nous savons tous qu'il fait moins chaud la journée par temps couvert.



Prenez une  
petite laine

Sortez la crème  
solaire !

26

---

## Une terre bien emmitouflée

Après les entrées, voyons maintenant les sorties :  
rappelons que notre bonne vieille Terre est perdue dans  
un espace à  $-269^{\circ}\text{C}$ ...

Comment fait-elle pour se réchauffer ?

La chaleur absorbée par la Terre (venant du soleil) va  
repartir par rayonnement vers l'espace froid. Ce  
rayonnement va être influencé par la quantité de gaz à  
Effet de Serre contenue dans l'atmosphère (j'ai nommé  
le clan des GES !): Plus ce manteau sera épais, plus la  
planète aura chaud !



Plus d'informations : [L'effet de serre](#)

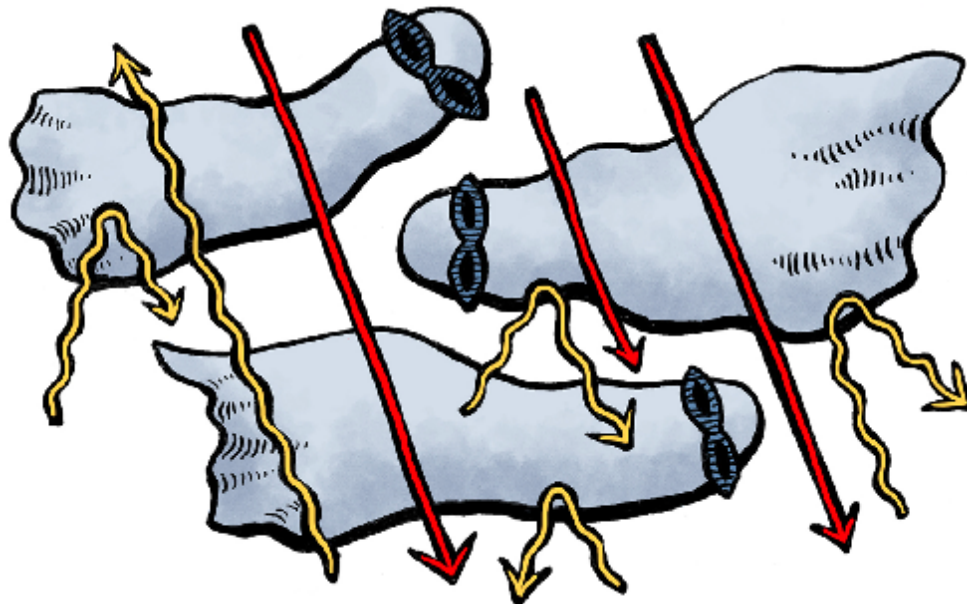
27

---

## Les gaz à Effet de Serre

Les voilà enfin, ces célèbrissimes acteurs dont tout le monde attendait l'entrée en scène dans l'histoire !

Transparents, ils laissent passer les rayons du soleil jusqu'au sol mais bloquent une partie de l'énergie reçue à l'intérieur de l'atmosphère. Ce phénomène est crucial pour la vie sur Terre : sans eux, pas de fleurs ni d'oiseaux, car la température moyenne y serait de  $-18^{\circ}\text{C}$  au lieu des  $15^{\circ}\text{C}$  actuels ! Ça change tout !



28

---

## Qui sont les GES ?

du plus important, au moins important

(à tout seigneur, tout honneur !)

① on ne l'a pas forcément en tête, mais l'eau ( $H_2O$ ) sous sa forme vapeur est de loin le GES le plus important : sans elle, la température moyenne de la Terre serait toujours extrêmement basse, de l'ordre de  $-15^{\circ}C$ .



Nous avons vu précédemment que, le jour, les nuages bloquaient une partie du rayonnement solaire, nous permettant d'avoir moins chaud. Et bien la nuit au contraire, ils nous réchauffent, en retenant une partie du rayonnement de la Terre dans l'atmosphère.



29

---

Nous pouvons percevoir l'effet de ce GES "vapeur d'eau" dans la vie courante: sa concentration est hétérogène, et nous avons tous remarqué qu'il fait souvent plus froid la

nuit par ciel clair, que par temps couvert et humide.



De même, les nuits dans le désert sont froides, car le temps y est sec : il y a peu de vapeur d'eau dans l'atmosphère pour conserver la chaleur. À l'inverse, les nuits dans les forêts équatoriales sont chaudes et humides, de par la forte concentration ambiante en vapeur d'eau.

30

---

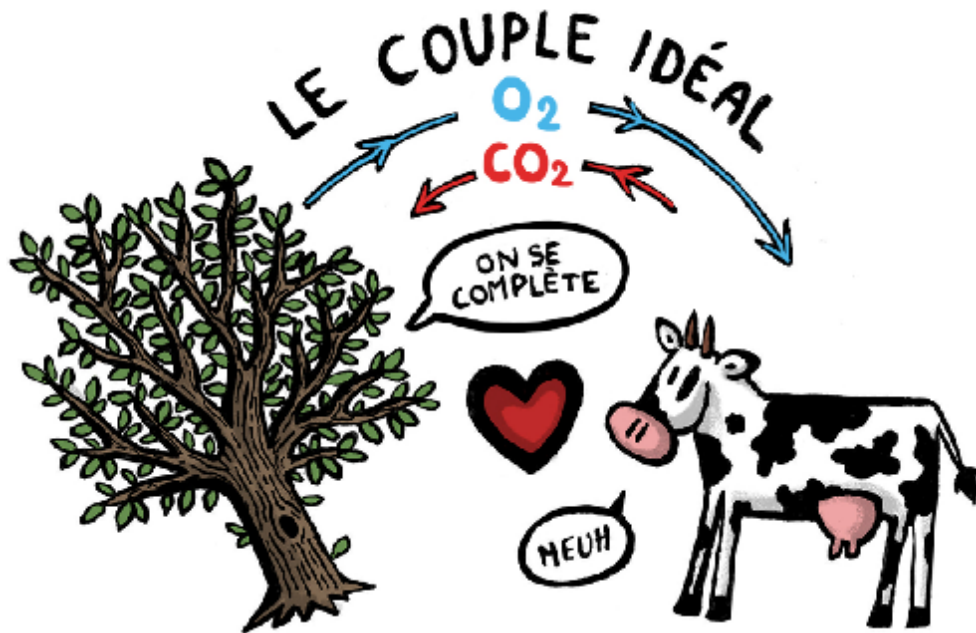
② Le coupable idéal, l'ennemi public n°1, celui qui fait en permanence la une des informations, j'ai nommé :

l'incontournable dioxyde de carbone

de son nom de code CO<sub>2</sub>



Le CO<sub>2</sub> est avec l'oxygène, au cœur des cycles biologiques : globalement, le règne végétal, par la photosynthèse, respire du CO<sub>2</sub> pour stocker du carbone (C) et rejeter de l'oxygène (O<sub>2</sub>), tandis que le règne animal respire de l'oxygène pour recracher du CO<sub>2</sub>.



31

- La répartition du CO<sub>2</sub> à la surface de la Terre est quasi-homogène, de par le brassage de l'air.

- C'est sa surproduction liée à l'activité humaine qui pose problème, perturbant l'équilibre présent.

Ces deux propriétés sont également valables pour les gaz qui suivent :

③ Le principal complice du  $\text{CO}_2$ , le méthane ( $\text{CH}_4$ ), lié lui aussi au stockage de carbone dans la matière organique végétale. A concentration égale, il a un fort pouvoir d'effet de serre, près de 80 fois celui du  $\text{CO}_2$ , mais il reste moins longtemps que lui dans l'atmosphère.



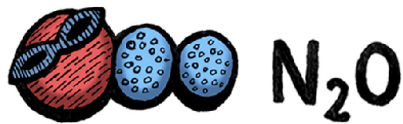
32

---

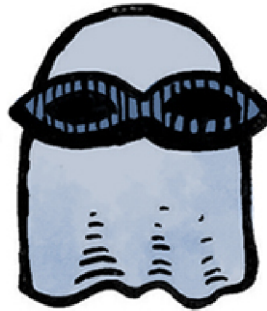
④ l'ozone ( $\text{O}_3$ ) A haute altitude, il est quand même très bénéfique, arrêtant les rayons solaires ultraviolets dangereux grâce à la fameuse «couche» A basse altitude (où il est généré lui aussi entre autres par les feux de forêts et la combustion des carburants fossiles), c'est un irritant pour nos poumons mais aussi un inhibiteur de la croissance des plantes, ce qui est gênant pour la captation du  $\text{CO}_2$ ....



⑤ le protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ), émis naturellement dans les zones humides, mais aussi associé à l'utilisation d'engrais azotés.



⑥ les halocarbures, dont les CFC, utilisés en particulier dans les systèmes réfrigérants (frigos et clim), plus connus pour être responsables de la formation du trou dans la couche d'ozone. A la différence des gaz précédents, ils n'existent pas à l'état naturel ; ils ont un très fort pouvoir instantané d'effet de serre (plus de 1000 fois celui du  $CO_2$  !) et restent, à l'échelle de temps humaine, quasi définitivement dans l'atmosphère.



33

---

Maintenant que vous savez (presque) tout, revenons en à notre équilibre thermique :

Si l'énergie solaire absorbée par la Terre ne change pas, que se passe t'il si la quantité de GES augmente dans l'atmosphère ? Vous avez bien suivi : ce qui sort doit être égal à ce qui entre, donc si la Terre rayonne moins bien vers l'espace à travers l'atmosphère, alors sa température devra augmenter pour permettre d'évacuer la même quantité d'énergie.





## ④ Les boucles de renforcement

ou un petit panorama de réactions en chaîne

Maintenant, nous allons vraiment plonger au cœur de notre enquête, en abordant un sujet essentiel mais moins connu, qui vous donnera une bien meilleure perception de la manière dont bouge le climat: C'est celui des « boucles de renforcement » (ou d'amplification), Le système Terre est complexe, aussi ne parlerons nous ici que de certaines très importantes.



Non, ne fuyez pas !

En fait c'est simple : il s'agit de regarder ce qu'il se passe en terme de d'absorption de flux solaire et de rayonnement de la Terre, quand la température augmente.

35

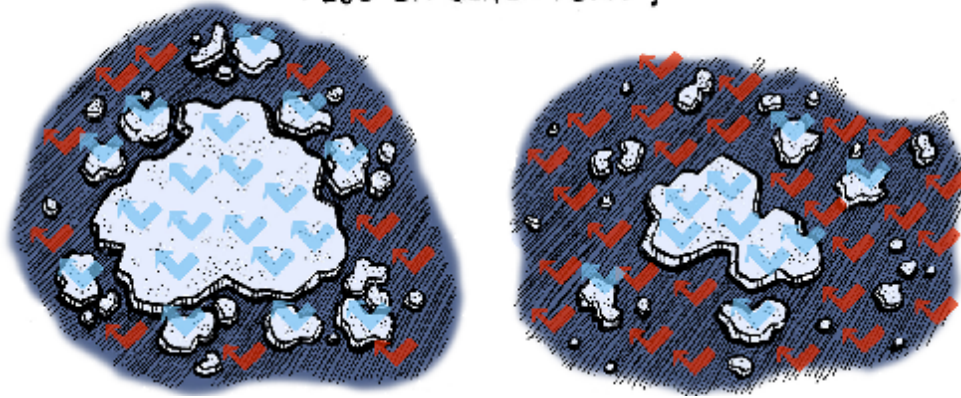
---

## 4.1 H<sub>2</sub>O dans tous ses états

L'eau sous forme solide fond (glaciers et banquise) :

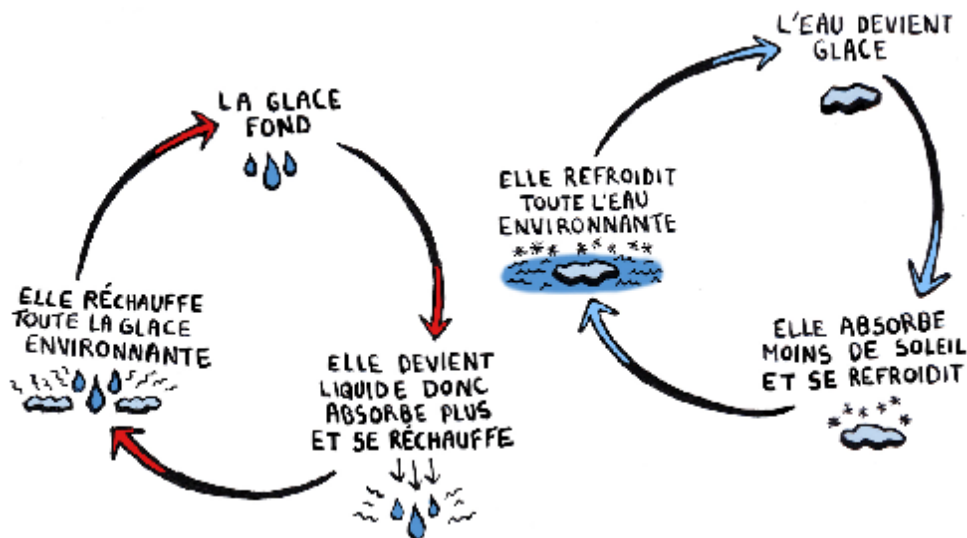
Les surfaces correspondantes, qui, en étant précédemment blanches, captent donc peu d'énergie solaire, vont maintenant, sous forme liquide, en absorber beaucoup plus ..., ce qui va élever localement la température et faire fondre de proche en proche encore plus de glace !

PLUS LA GLACE FOND,  
PLUS IL FAIT CHAUD,  
PLUS LA GLACE FOND !



36

Cela marche aussi en sens inverse : lorsque la température baisse, l'eau gèle et la surface devient blanche, absorbant moins de flux solaire, ce qui va la refroidir encore plus, et faire geler l'eau avoisinante.



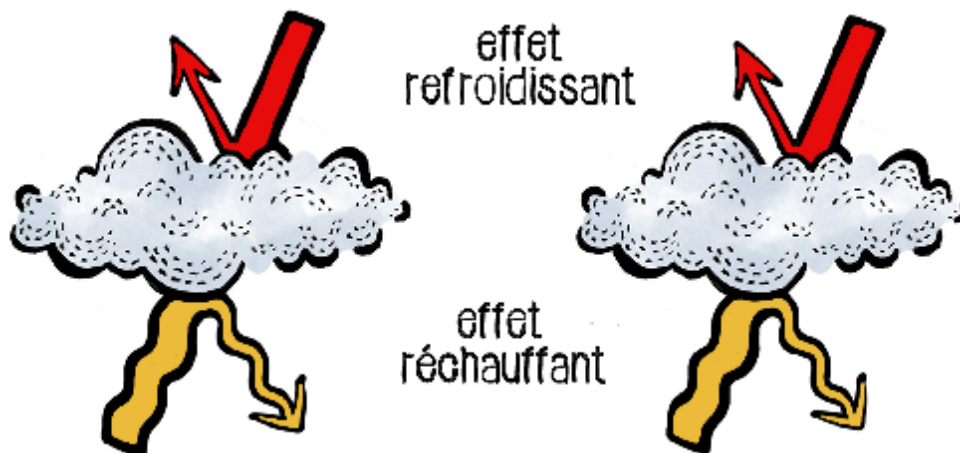
voilà un exemple de ce que l'on appelle une boucle de renforcement, source d'instabilité d'un système par amplification du signal initial. Les zones polaires sont ici les premières concernées.

Plus d'informations : [Les boucles de rétroaction](#)

---

L'eau sous forme liquide s'évapore :

- Cela augmente la quantité de vapeur d'eau dans l'atmosphère, donc l'effet de serre (effet réchauffant)
- mais dans le même temps, cela augmente la formation des nuages à basse altitude qui réfléchissent le flux solaire; comme nous l'avons vu au chapitre précédent (effet refroidissant)
- Avec nos connaissances actuelles, on ne sait pas dire quel effet l'emporte et donc s'il s'agit globalement d'une boucle de renforcement, ou, au contraire, d'atténuation, mais on estime son impact relativement faible.



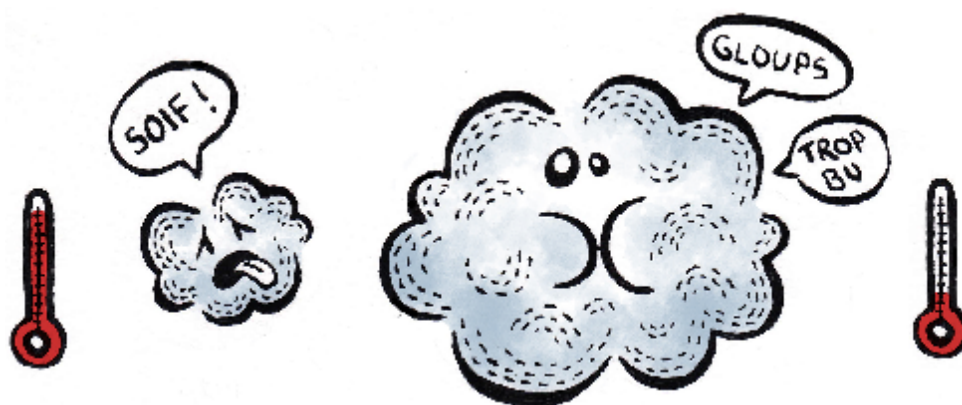
---

Cependant, l'atmosphère, en se réchauffant, a le pouvoir de stocker plus de vapeur d'eau avant saturation, c'est-à-dire avant que des nuages se forment et qu'il pleuve. Cela a les répercussions collatérales suivantes :

- Dans les zones déjà sèches, on atteint moins souvent

la saturation, et il pleut donc encore moins. Il y a plus de sécheresse et les déserts se développent, ce que l'on voit en particulier au Sahel, mais aussi au Nord et à l'ouest de la Chine ; le pourtour méditerranéen est aussi concerné.

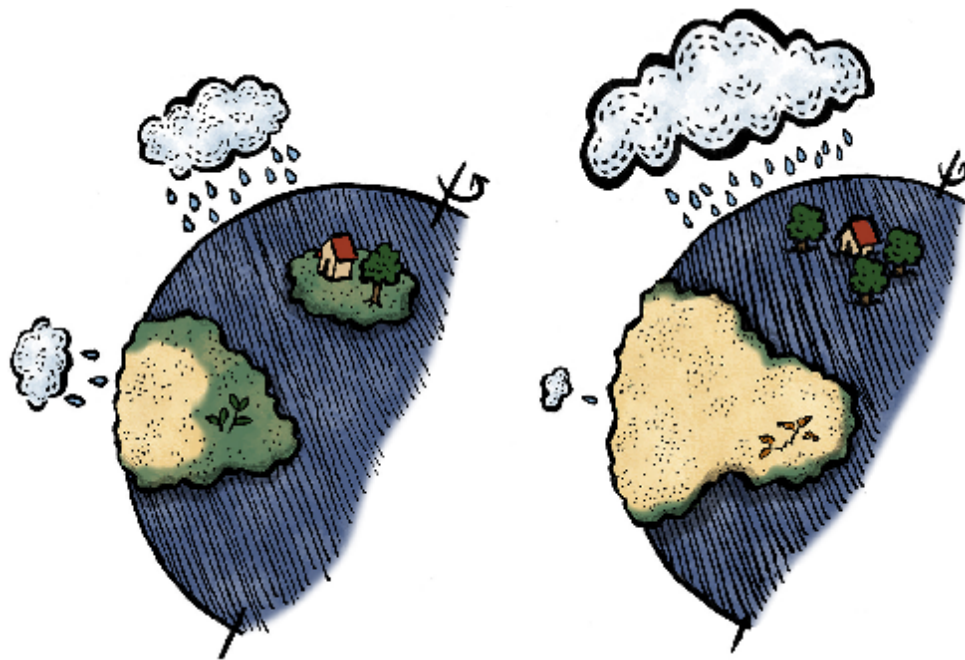
- L'atmosphère contient globalement plus d'eau, et donc, dans les zones froides où la saturation est fréquente, les pluies seront plus abondantes : les inondations augmentent sous les hautes latitudes, ce que l'on constate au Nord de l'Europe ces dernières années.



39

---

Globalement, quand le climat se réchauffe, les régions sèches sont de plus en plus sèches, et celles pluvieuses de plus en plus pluvieuses.



Plus d'informations : [Eau et climat](#)

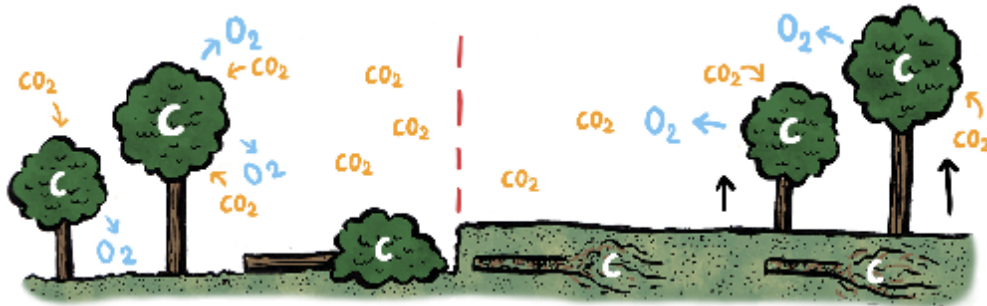
40

---

## 4.2 Le duo d'éléments carbonés $\text{CO}_2$ et $\text{CH}_4$

Pour mieux comprendre les mécanismes en jeu, il est tout d'abord utile de savoir comment se sont formées les énergies fossiles (combustibles riches en carbone) : A leur origine se trouve le phénomène de sédimentation : sur le sol (terrestre et sous-marin), les dépôts organiques végétaux stockant du carbone peuvent être recouverts, au fil du temps, par d'autres dépôts minéraux ou organiques (car la vie continue en surface). Lorsque cette matière organique 'enfouie' se retrouve piégée sous une couche imperméable, elle va, suivant son origine (algues ou arbres), générer du gaz naturel, du charbon ou du pétrole, à l'issue de longs processus de transformation.

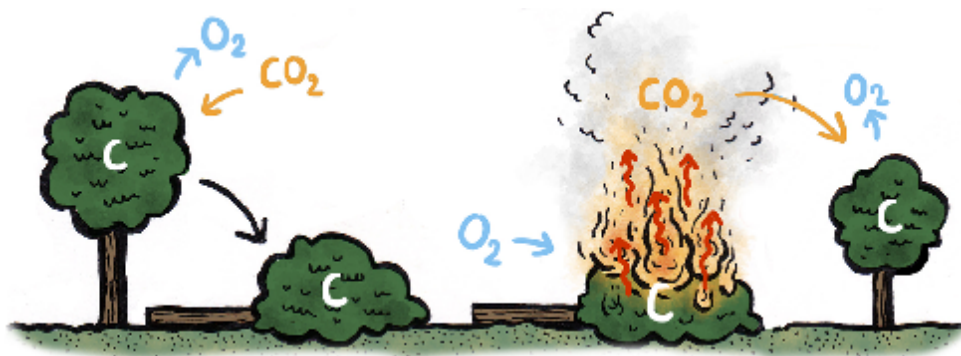
Ce carbone enfoui est donc au fur et à mesure retiré de l'atmosphère, ce qui conduit à un lent refroidissement du climat au cours du temps. En pratique, celui-ci existe sur Terre à grande échelle depuis 50 millions d'années



Plus d'informations : [volcanisme et climat](#)

41

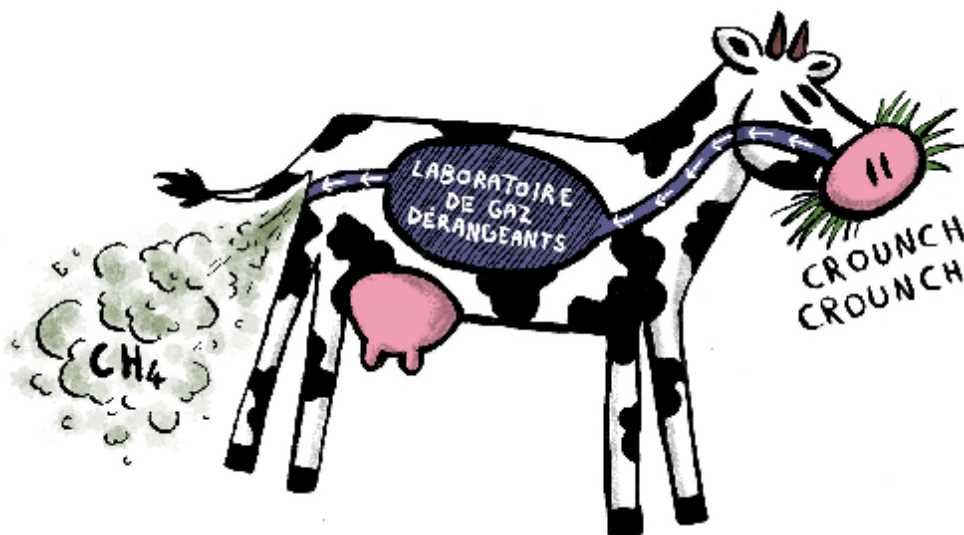
Précisons que le cycle naturel des forêts «en surface» est quand à lui neutre en carbone, car la libération de carbone provoquée par la combustion ou la décomposition de matière végétale est compensée par sa repousse en continu.



Mais ceci n'est vrai que tant que la quantité de carbone stocké est conservée, ce qui n'est pas aujourd'hui le cas à cause de l'activité humaine : 15% de nos émissions de GES proviennent de la déforestation.

### 4.2.1 Le cas du suspect Méthane-CH<sub>4</sub>

Il est le résultat de la décomposition de matière organique, par des bactéries, en milieu sans oxygène : l'exemple connu, c'est celui de la fermentation d'herbe dans l'estomac des vaches, mais de nombreuses autres sources existent : dans les décharges, et les zones humides (rizières en particuliers). Le méthane est aussi, logiquement, le principal composant du gaz naturel fossile «enfouï».



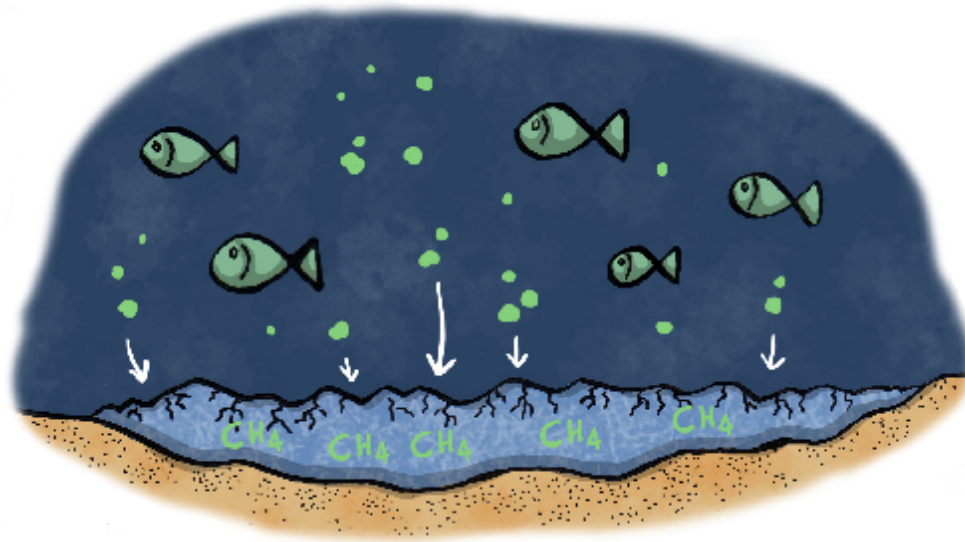
La matière organique peut aussi s'accumuler au cours du temps, sans être stockée de façon définitive dans le sous-sol :

- près des pôles, dans les zones marécageuses (tourbières), et dans les sols gelés (appelés permafrost) : rappelez vous les scoops de découvertes



de corps de mammouths bien conservés !

- Mais aussi, au fond des océans, où elle se dépose et se décompose : parce qu'il y fait froid et qu'il y règne une forte pression, l'eau contenue dans le sol gèle, emprisonnant le gaz présent : se forment des composés solides appelés hydrates de méthane, dont on connaît encore mal les quantités.



Plus d'informations : [Le permafrost et les hydrates de méthane](#)

44

---

Maintenant, que se passe-t'il si la température globale de la planète augmente ?

Le permafrost et les hydrates de méthane fondent, libérant progressivement leur gaz, ce qui va encore augmenter l'effet de serre. Là encore, les zones polaires sont les premières concernées, et on y mesure déjà des augmentations significatives de dégazage.



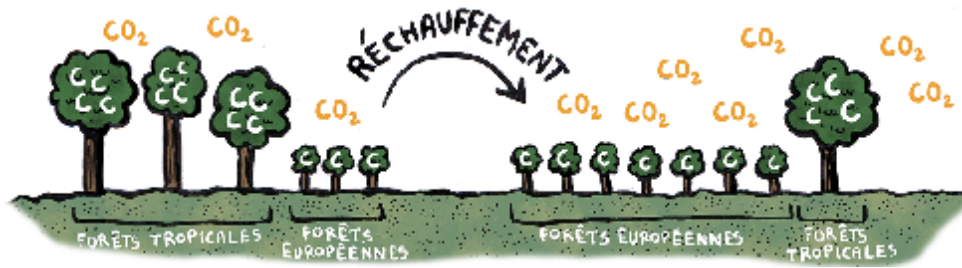
45

## 4.2.2 L'examen du chef de gang - CO<sub>2</sub>

Il reste beaucoup plus longtemps dans l'atmosphère que le méthane : en fait jusqu'à ce qu'il soit stocké dans des « puits » de carbone. Parmi ces puits, on trouve en particulier la végétation, les sols et les océans.

### Le puits de carbone «végétation»

Nous en avons déjà parlé : la végétation stocke le carbone dans les fibres de bois. La capacité de stockage de la végétation croît avec la lumière, la température et l'humidité : une forêt tropicale stocke environ 3 fois plus de carbone qu'une forêt européenne. La perte des forêts tropicales liée au réchauffement ne peut donc pas être compensée par la pousse supplémentaire de végétation aux hautes latitudes. Finalement, le comportement « naturel » du carbone lié à la végétation apparaît être une boucle de renforcement .

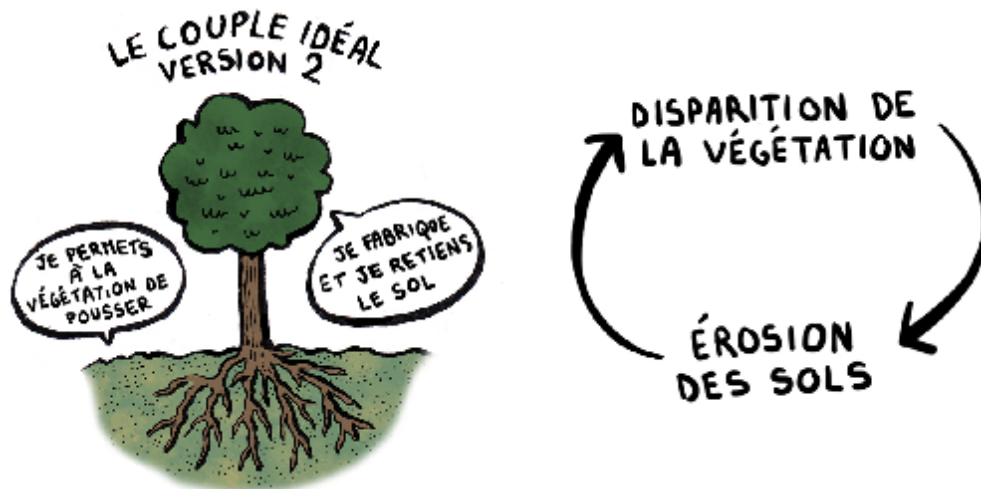


Plus d'informations : [Réchauffement et végétation](#)

46

### Le puits de carbone « Sols »

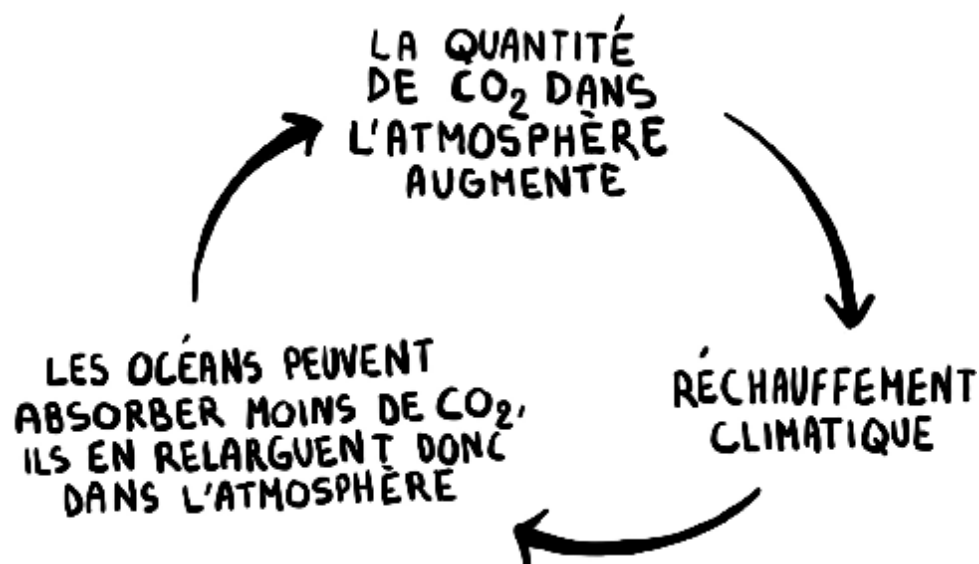
Les sols sont créés au fil du temps par accumulation de matière organique végétale, recueillant une part significative du carbone atmosphérique pompé par la végétation. Le sol devient plus fertile et favorise donc encore cette végétation. On observe en cas de réchauffement une érosion des sols, dans les zones en désertification: la disparition de la végétation et de son réseau racinaire ne permet plus de retenir la couche arable, emportée par le vent et l'eau, et le carbone associé se retrouve à nouveau dans l'atmosphère.



47

## Le puits de carbone « océans »

Le plus important réservoir de carbone, associé à une boucle de renforcement, c'est: l'eau sous sa forme liquide: elle absorbe du  $\text{CO}_2$  lorsque la quantité de ce dernier augmente dans l'atmosphère: c'est une autre forme de la loi physique générale d'homogénéisation. Cependant, cette capacité diminue quand leur température augmente: ils relarguent donc du  $\text{CO}_2$  en se réchauffant: il s'agit là encore d'une boucle de renforcement.



48

Par ailleurs, l'augmentation de la quantité de  $\text{CO}_2$  dans l'eau fait croître son niveau d'acidité, ce qui est un risque à moyen terme pour des pans entiers de la vie marine. Sont menacés des micro-algues, dont la perte va encore rejeter du  $\text{CO}_2$ , mais aussi les organismes à carapace ou squelette calcaire (mettez une coquille d'escargot dans du vinaigre blanc pour vous en convaincre....).



Plus d'informations : [Les puits de carbone](#)

49

---

## ⑤ Les boucles de renforcement, en pratique, ça fait quoi ?

Maintenant, je vous sens un peu effrayés, vous demandant ce qui va nous arriver : Au vu de l'ensemble des mécanismes physiques et biologiques en jeu, si la terre commence à se réchauffer, n'allons nous pas tous finir carbonisés ?

Pour se faire une idée de l'impact de ces boucles, je vous propose de regarder en arrière, dans la préhistoire, quand l'influence de l'humanité sur l'environnement ne dépassait guère celle d'un pet de lapin...



Plus d'informations : [Homo Sapiens](#)

50

---

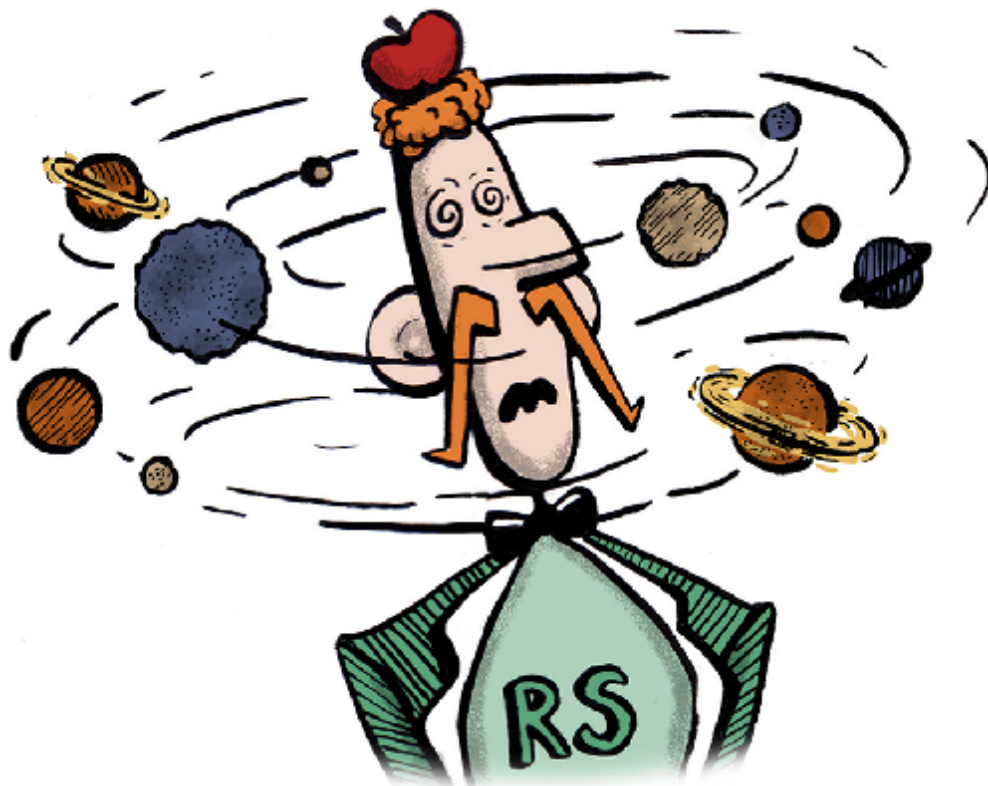
## Les glaciations de l'ère quaternaire

D'où viennent ces glaciations qu'ont vues nos ancêtres ? Durant ces périodes, la température moyenne de la planète était plus basse de 5°C en moyenne, et de 10°C aux pôles. C'était un autre monde : la calotte glaciaire descendait jusqu'au milieu de la France alors qu'elle n'existe plus aujourd'hui en Europe, même en Scandinavie. Ces glaciations ont alterné avec d'autres phases de réchauffement, même s'il n'y avait ni industrie lourde ni voitures pour perturber le climat.

Quelle est la cause «naturelle» de ces variations ?

En fait, elles sont d'origine astronomique, et c'est une histoire d'attraction ! Revenons au début, à nos histoires de distance et d'angles des rayons du soleil ; l'homme à

la pomme, Isaac Newton, qui nous fournit l'explication : de par la loi d'attraction universelle, d'autres astres (Jupiter, Saturne, la Lune) influencent légèrement les mouvements de la Terre :

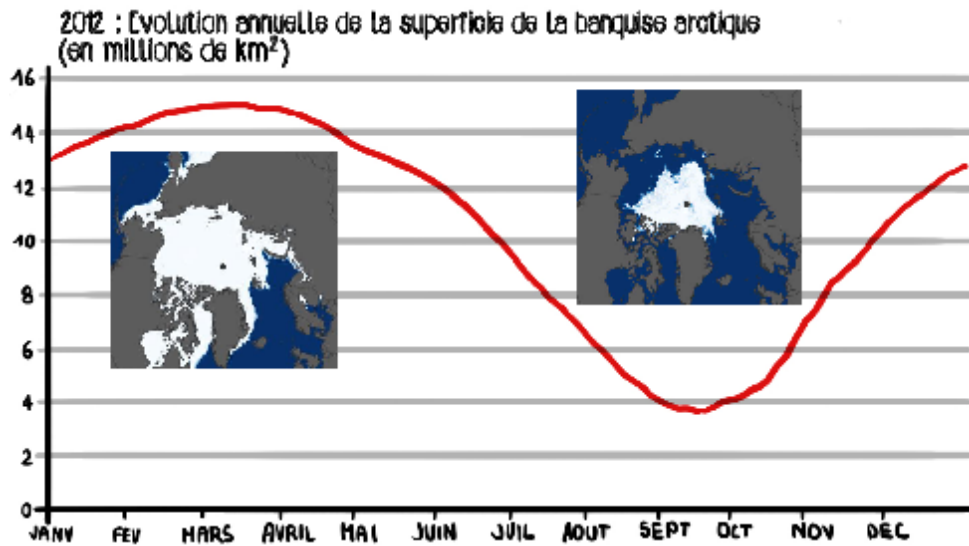


Plus d'informations : [Les cycles de Milankovitch](#)

51

---

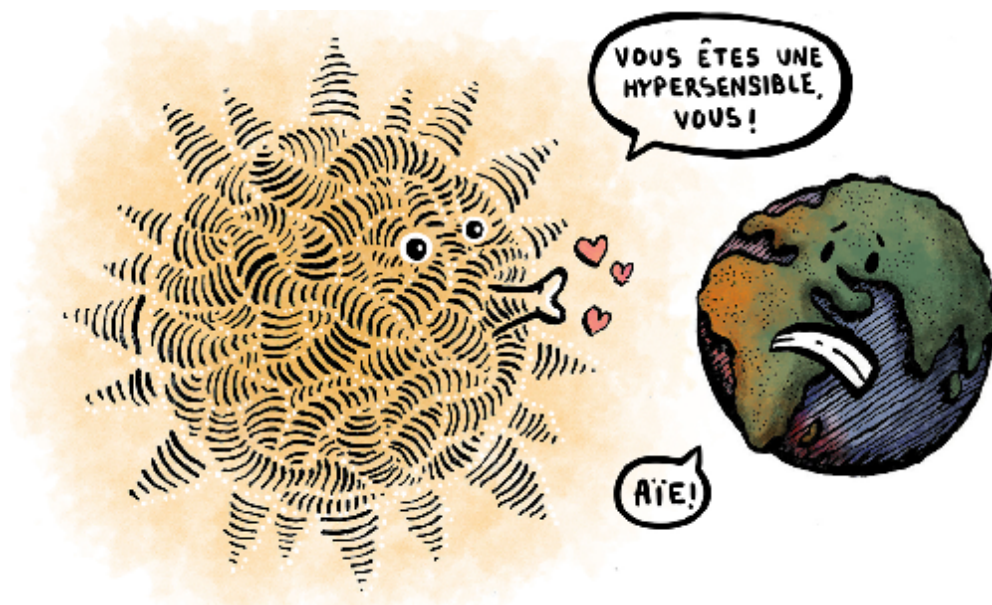
Ces différents mouvements, très lents, ne changent pas la quantité totale d'énergie solaire qui touche notre planète. Par contre, en faisant varier en été la distance au soleil et l'angle de ses rayons, ils modifient alors la quantité de flux solaire vue par les pôles à ce moment là, et cet aspect est essentiel. Pour bien l'appréhender, il faut d'abord avoir à l'esprit que la banquise s'étend chaque hiver sur le pôle concerné, avant de fondre en partie l'été suivant sous l'effet de l'exposition au Soleil.



Le flux solaire vu au pôle Nord en été peut, suivant les conditions, augmenter légèrement (d'environ 10% par rapport à la moyenne), ce qui va favoriser la fonte estivale de cette banquise... et activer un peu plus, ensuite, les boucles de renforcement : relargage de CO<sub>2</sub> dû au réchauffement de l'eau, relargage de méthane, etc.... d'où réchauffement supplémentaire

Plus d'informations : [les glaciations](#)

52





Au bout du compte, on se rend donc compte que notre petite Terre est très sensible: Elle voit toujours la même quantité totale d'énergie solaire au cours d'une année, mais un petit changement de la répartition de ce flux solaire à sa surface, suivant l'endroit et les saisons, modifie complètement son climat. Il est donc légitime de se questionner sur les conséquences de nos actions, en particulier celles relatives à nos émissions massives de CO<sub>2</sub>.

53

---

C'est grave, docteur ?



Nous avons vu que le climat évolue naturellement, mais cela ne veut pas dire que, face au réchauffement actuel, l'on ne peut rien faire : nous y contribuons, et nous pouvons donc agir pour le freiner et s'y adapter. C'est ce que nous vous proposerons d'étudier dans une prochaine enquête.

---

## Le Collectif Roosevelt

Nous sommes un mouvement citoyen (association) portant une vision globale, reliant les questions économiques, sociales et climatiques. Notre but est simple : Aider à provoquer un sursaut, dire la gravité de la situation et alimenter le débat démocratique

Notre collectif a été créé début 2012 pour proposer aux candidats à l'élection présidentielle 15 premières mesures d'urgence à mettre en œuvre dès leur prise de fonction pour sortir de la crise. Le nom Roosevelt fait référence à la volonté d'action dont fit preuve le président américain lors de son arrivée au pouvoir en 1933, qui véritablement changea la donne à l'époque.

Nos propositions, signées par plus de 100000 citoyens, portent sur la régulation de la finance, la mise en place d'un autre modèle de développement social et écologique, dans un véritable cadre démocratique européen, le seul à même de peser à l'heure de la mondialisation

Sur le terrain, le Collectif Roosevelt allie plaidoyer et interpellation des élus avec un travail de mobilisation et d'éducation citoyenne.

<http://collectif-roosevelt.fr/>

