

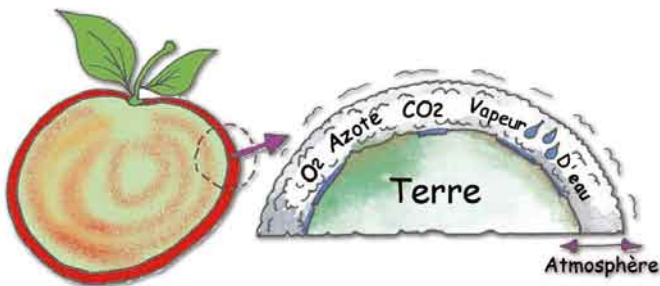
Météo ou climat ?

Qu'est-ce que la météorologie ?

La météorologie est l'étude des phénomènes atmosphériques. Elle permet de prévoir le temps qu'il fera sur une courte période.

C'est une science fascinante car chaque journée est différente. Un jour il fait beau et la situation est tranquille pour le météorologue. Le lendemain, il s'affaire en suivant le déplacement d'une violente tempête ou l'évolution d'orages sur une région.

Les quatre principaux ingrédients de la météorologie sont l'atmosphère, la vapeur d'eau, le vent et le Soleil. Ces éléments, en jouant les uns sur les autres, donnent naissance à tous les phénomènes atmosphériques : les nuages, la pluie, la neige, les dépressions, les anticyclones, etc.



Si la Terre était une pomme, l'atmosphère qui l'entoure ne serait que la peau du fruit. Cette mince couche d'air est un mélange de gaz : les principaux sont l'azote et l'oxygène, mais on y trouve aussi d'autres gaz en moindre quantité, comme le gaz carbonique et la vapeur d'eau.

C'est dans la couche la plus basse de l'atmosphère, appelée la troposphère, que l'on observe la plupart des phénomènes météorologiques.

Qu'est-ce que le climat ?

Si la météorologie se soucie du temps qu'il fait ou qu'il fera à un moment précis, le climat est une moyenne de l'ensemble des conditions météorologiques d'un endroit donné, sur une longue période (au moins 30 ans).

On dit que notre climat est tempéré. En réalité, il existe plusieurs échelles de définition du climat, qui dépendent de l'étendue de la zone considérée. Le climat tempéré définit une zone située entre le climat polaire (très froid) et le climat subtropical (très chaud).

Les climatologues peuvent aussi parler du climat d'une zone très spécifique, comme la montagne. Le climat montagnard est rigoureux, plutôt humide, marqué par un enneigement prolongé, des gels fréquents et de forts contrastes de températures entre le jour et la nuit.

Le savais-tu ?

Aristote, philosophe grec de l'antiquité, inventa le terme «*météor*», qui signifie «*choses dans l'air*». C'est de là que vient le nom du météorologue : il travaille sur des choses situées dans l'air (la pluie, la neige, la glace, les nuages, etc).

Climat vient aussi d'un mot grec «*klima*», qui veut dire «*inclinaison*», car les différents climats de la planète dépendent de l'inclinaison des rayons du Soleil par rapport au zénith.

Climats et paysages

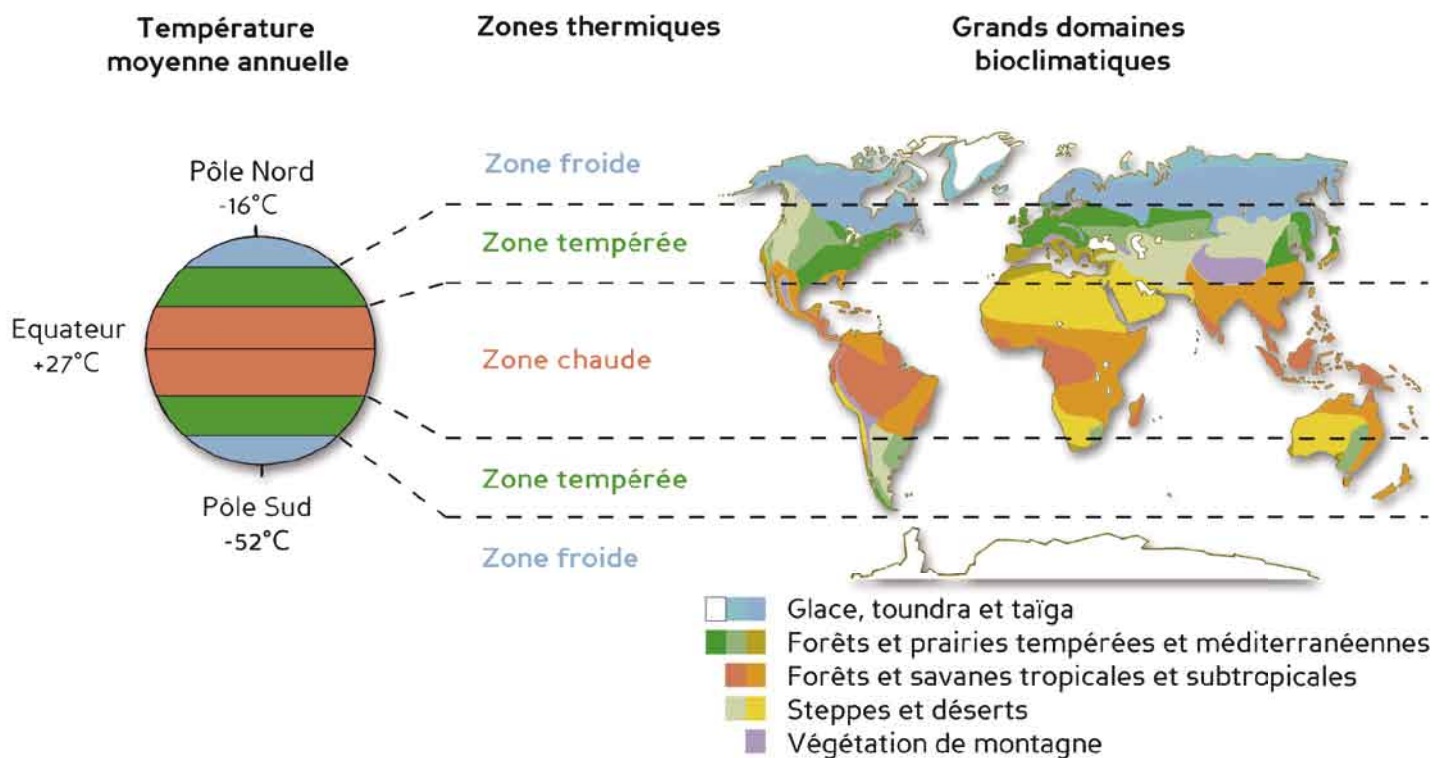
Le visage de la Terre

La Terre ne reçoit pas la même énergie du Soleil selon que l'on se trouve au pôle, à l'équateur ou entre les deux. On pourrait ainsi découper la planète en trois grandes zones : chaude, tempérée et froide, en fonction de l'énergie reçue. L'énergie reçue est forte à l'équateur et faible aux pôles.

La présence d'océans, de continents, de reliefs dans ces grandes zones est à l'origine de nombreux climats différents. Par exemple : le climat tropical humide, le climat continental, le climat montagnard, le climat méditerranéen...

A leur tour, ces climats influencent le paysage. Il n'y a pas de végétation dans le désert qui est très sec, mais la forêt est luxuriante dans les zones humides et chaudes de l'équateur. Les régions polaires sont couvertes de glace et n'ont presque pas de végétation car il y fait très froid.

A chaque grande zone climatique correspond un type de végétation. Le visage de la Terre est ainsi lié au climat.



Climats et paysages

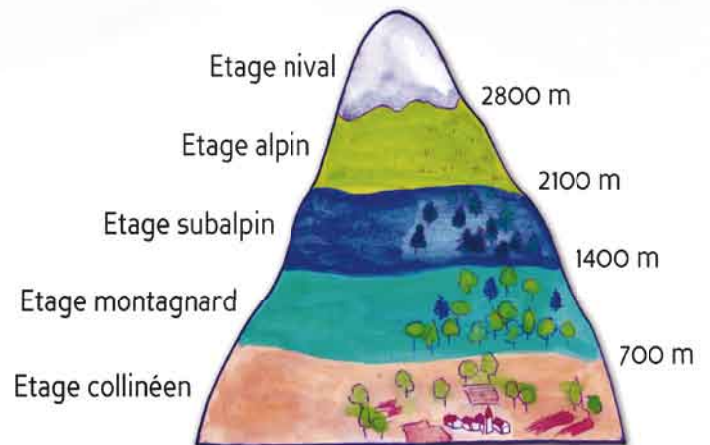
Les étages de végétation en montagne

As-tu déjà observé un paysage de montagne ? Que se passe-t-il avec l'altitude ?



En montagne, la végétation change progressivement avec l'altitude et forme ce que l'on appelle les étages de végétation. En partant de la plaine jusqu'aux plus hauts sommets, on trouve :

- L'étage collinéen avec les habitations, les champs, les vergers et la forêt de feuillus
- L'étage montagnard occupé par la forêt mixte de feuillus et de conifères
- L'étage subalpin et sa forêt de conifères (les feuillus ont presque disparu)
- L'étage alpin où les arbres ont disparu et sont remplacés par une pelouse rase
- L'étage nival avec ses rochers et ses neiges éternelles (il n'y a presque plus de végétation)



Sais-tu pourquoi la végétation change avec l'altitude ?

Altitude et température

Lorsque l'on monte en altitude, la température diminue progressivement. Dans les Alpes, chaque fois que l'on monte de 100 m, la température diminue de 0.5°C. Ainsi, à 1000 m, la température moyenne annuelle est de 6°C environ.

Peux-tu calculer la température moyenne annuelle à 2000 m ? Cela correspond à la limite entre la forêt et les pelouses de l'étage alpin.

Alors ?... Bien trop froid pour un arbre !

En montagne, on retrouve aussi un lien très fort entre le climat et le paysage. Si le climat change, les espèces que l'on trouve là changeront aussi. Le visage de notre planète ne sera plus le même.

Altitude ou latitude ?

Altitude et latitude. Voilà deux mots qui se ressemblent, mais ne désignent pas tout à fait la même chose !

Tu connais bien **l'altitude** : en montagne, pas moyen de passer à côté ! L'altitude est l'élévation verticale d'un point par rapport au niveau de la mer (niveau zéro).

Un peu plus difficile, **la latitude**... La latitude est une coordonnée géographique. Elle représente la position nord-sud d'un point entre l'équateur et le pôle (on y associe la longitude, qui est la position est-ouest de ce point sur la Terre). Certaines latitudes remarquables ont reçu un nom, comme le tropique du Cancer ou le cercle polaire arctique. En connais-tu d'autres ?



Ainsi, l'étage subalpin avec ses forêts de conifères rappelle la forêt boréale, tandis qu'une pelouse alpine se rapproche de la toundra arctique.

Altitude et latitude ont quelques points communs. On compare souvent une montée en altitude avec un déplacement en latitude.

Quand on s'élève en altitude, la température diminue. La température annuelle moyenne dans les Alpes diminue ainsi de 0.5°C pour une élévation de 100 m en altitude. En parcourant 100 km en plaine vers le pôle Nord, on observe le même écart de température. Ce qui veut dire que quelques heures de marche en montagne équivalent à quelques heures d'avion vers le Grand Nord !

Lors d'une ascension en montagne, on rencontre sur des distances très courtes, des types de végétation (ou étages) qui font penser à ceux de latitudes très séparées.

Pourquoi la température diminue-t-elle avec l'altitude et la latitude ?

En altitude, c'est la diminution de la pression atmosphérique qui provoque la baisse des températures. L'air se dilate et se refroidit.

Quand on se déplace en latitude vers les pôles, la température diminue car les rayons du Soleil arrivent de plus en plus inclinés par rapport à la surface de la Terre. Ils ne la réchauffent donc pas beaucoup.

Voilà deux mécanismes bien différents, mais qui ont le même effet !

Les nuages

Sans doute as-tu remarqué qu'en montagne il pleut plus souvent qu'en plaine et que les sommets sont rapidement dans les nuages. Pourquoi ?

Voici une expérience facile à réaliser :

Matériel nécessaire

- 1 bouteille en verre épais
- 1 gros glaçon
- 1 feuille de papier noir

Verse de l'eau bouillante dans la bouteille. Attention de ne pas te brûler !

Attends quelques minutes, vide ensuite la moitié de la bouteille. Dépose ton glaçon sur le goulot.

Puis observe au travers de la bouteille en plaçant le papier noir derrière pour mieux voir.



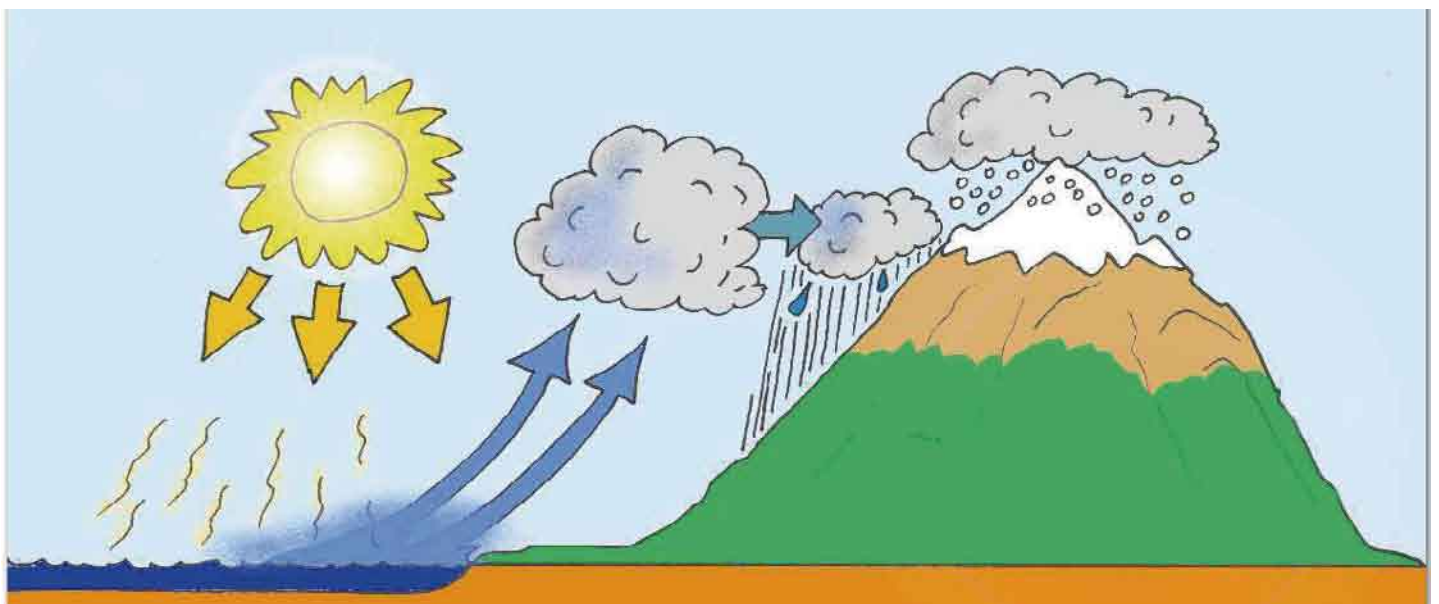
Que se passe-t-il ?

La formation des nuages :

Le Soleil réchauffe l'eau des océans et des lacs. Quand l'eau se réchauffe, elle s'évapore : elle forme de minuscules gouttelettes invisibles, qui s'élèvent dans l'air. Chaque année, ce sont des millions de litres d'eau qui s'évaporent ainsi.

En s'élevant, la vapeur d'eau se refroidit et devient liquide. On dit qu'elle se condense. C'est comme cela que se forment les nuages. Et bien c'est le même phénomène que tu as observé dans ta bouteille quand l'air humide a rencontré le froid du glaçon.

Les montagnes sont parmi les lieux les plus ventés et humides. En altitude, le relief arrête les nuages. Quand les vents chauds et humides soufflent et remontent les pentes, l'air se refroidit. Avec ce rafraîchissement la vapeur d'eau se condense en gouttelettes d'eau ou en cristaux de glace et forme des nuages. Peu à peu les nuages grossissent et lorsque les gouttes ou les cristaux deviennent trop lourds, ils tombent : c'est la pluie ou la neige !



Dessins : Michel Delamarre ©

Les flocons

La chasse aux flocons :

Aujourd'hui il neige... c'est le moment de partir à la chasse aux flocons. Prépare-toi !

Matériel nécessaire

1 feuille de papier noir
1 loupe
des crayons et du papier à dessin

Mets la feuille de papier noir au congélateur. Lorsque celle-ci est bien froide, sort dehors avec la feuille de papier et la loupe.



Laisse plusieurs flocons se déposer sur la feuille. Comme elle est très froide, ils ne fondent pas tout de suite et tu peux les examiner à la loupe. Une fois rentré au chaud, tu pourras dessiner les flocons que tu as observé.



A quoi ressemblent les flocons ? Combien ont-ils de côtés ? Peux-tu trouver deux flocons identiques ?

Pourquoi les flocons sont-ils tous différents ?

Pour expliquer cela, il faut connaître l'histoire des flocons. Les flocons de neige naissent à l'intérieur des nuages et tout commence autour d'un grain de poussière : quand la vapeur d'eau gèle, un cristal de glace de taille microscopique se forme autour du grain de poussière.

En traversant le nuage, cette petite boule de glace rencontrent d'autres cristaux. Ils s'accrochent alors entre eux, jusqu'à former des flocons. Il faut des milliers de cristaux de glace pour faire un seul flocon.



Quand il se forme, chaque flocon est un hexagone : il a 6 côtés. Mais en virevoltant dans le nuage, le flocon traverse des zones de températures différentes, qui modifient sa forme. Quand il fait froid, les bras du flocon grandissent. Quand il fait chaud, le flocon s'épaissit mais les bras ne s'allongent pas.

Au fur et à mesure que le flocon descend dans le nuage, sa forme change : il se casse un bras en rencontrant un autre flocon, il devient tout rond car il fait trop chaud, etc. Aussi, il n'y a pas deux flocons identiques. Chacun a sa propre histoire !

Le manteau neigeux

Il neige, les flocons tombent en silence et recouvrent le paysage d'un manteau blanc. Peut-être as-tu remarqué qu'à l'extérieur tout est calme, les bruits sont étouffés.

Mais il est temps d'aller faire des boules de neige et de petites expériences par la même occasion.

Matériel nécessaire

1 mètre
1 planche
1 thermomètre

Mesure la hauteur d'une couche de neige fraîche avec le mètre. Ensuite tasse la neige à l'aide de la planche et mesure à nouveau sa hauteur. Que s'est-il passé ?



La neige renferme beaucoup d'air, comme une couette. Il y a 9 fois plus d'air que d'eau dans une couche de neige fraîche ! Lorsque tu l'écrases, l'air s'échappe et elle occupe moins de volume. C'est ce que tu as mesuré.

Maintenant, tu peux faire des boules de neige. Qu'entends-tu quand tu tasses la neige dans tes mains ? La neige crisse. Ce sont les cristaux qui se cassent.



Utilise le thermomètre pour mesurer la température du manteau neigeux à différentes profondeurs : du sommet de la couche de neige au sol. Les températures sont-elles les mêmes partout ?

Les propriétés de la neige :

La neige est un très bon isolant thermique : elle protège du froid. L'air renfermé dans le manteau neigeux empêche le froid de pénétrer jusqu'au sol et conserve la chaleur de la terre. Les Inuits, habitants du Grand Nord, savaient cela. Ils construisaient des igloos avec la neige pour se protéger du froid. Il peut faire -20°C à l'extérieur, mais la température à l'intérieur de l'igloo ne descend pas en-dessous de 0°C .



Certains animaux utilisent aussi les propriétés isolantes de la neige en creusant des trous pour passer l'hiver. Le Campagnol des neiges, par exemple, vit entre la couche de neige et le sol. Il est ainsi protégé du froid et des prédateurs !

La neige est aussi un isolant phonique : elle étouffe les sons. C'est encore la couche d'air du manteau neigeux qui empêche les bruits de se propager. Voilà pourquoi une bonne chute de neige est accompagnée du silence...

L'histoire des climats

Les climatologues ont découvert plusieurs méthodes pour étudier les climats du passé. En effet, le climat laisse des marques dans le paysage, que l'on peut analyser.

Le secret des arbres :

As-tu déjà regardé un arbre coupé ? Sur le tronc, on voit des cernes, qui permettent de déterminer l'âge de l'arbre : chaque année, un nouveau cerne (on les appelle aussi anneaux de croissance).



Mais on peut faire plus fort ! Quand le temps est chaud, l'arbre grossit beaucoup et fait un large cerne. Quand il fait froid et sec, le cerne est étroit. On peut donc lire le temps qu'il a fait en observant la taille des cernes des arbres.

Voilà qui permet d'analyser l'évolution du climat au cours du temps. Cette méthode s'appelle la dendrochronologie. Avec l'étude de vieux troncs, elle a permis de remonter jusqu'à 7000 ans !

Pour trouver des indices sur le passé de la Terre, les scientifiques sont remontés encore plus loin grâce à...

... des carottes de glace !

Les glaciologues creusent dans la glace très profondément pour en retirer des carottes de glace. Sur la carotte, chaque couche distincte correspond à une époque. En analysant la composition de la glace et les bulles d'air emprisonnées, les scientifiques déterminent la température et la composition de l'atmosphère de l'époque.

La carotte «EPICA», extraite des glaces d'Antarctique, fait 3 km de long et vient de livrer les informations de 800 000 ans d'évolution climatique !

Le climat de la Terre évolue très lentement au cours des siècles. Il est constitué de périodes chaudes (interglaciaires) et froides (glaciaires). Nous vivons dans une époque interglaciaire qui a débuté il y a 10 000 ans. La dernière glaciation remonte à 19 000 ans. Un tiers de la surface de la Terre était alors couvert d'une couche de glace de 250 m d'épaisseur.



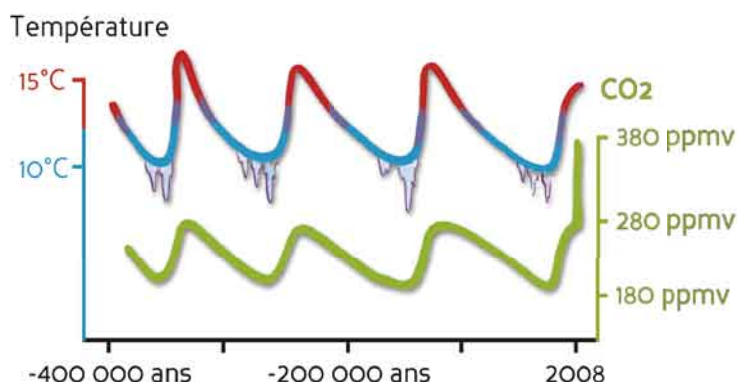
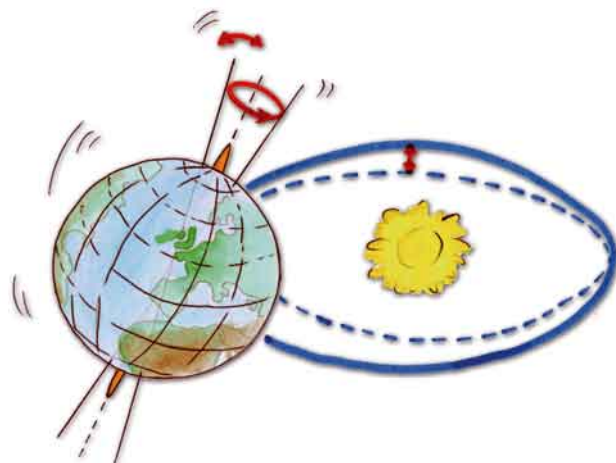
La valse des températures

Dans toute l'histoire de la Terre, le climat a déjà connu des variations très importantes, comme les glaciations (périodes froides) et les périodes interglaciaires (périodes chaudes, comme la période actuelle).



Ainsi, il y a 20 000 ans, une grande partie de l'Europe était couverte de glace. Les glaciers des Alpes remplissaient les vallées. A leur maximum d'extension, ils arrivaient à 40 km de Lyon ! Les habitants de nos régions ont dessiné dans les grottes les animaux de cette époque : des rennes et des mammouths... En Europe, il faisait 15°C de moins qu'aujourd'hui, mais la Terre en moyenne était plus froide de 5°C seulement.

Cette alternance de périodes chaudes et froides depuis des centaines de milliers d'années est due à des changements très lents de l'orbite de la Terre autour du Soleil.



On observe que dans le passé, la concentration en CO₂ a suivi l'évolution de la température. Plus il faisait froid, moins il y avait d'effet de serre et donc plus il faisait froid (au contraire, lorsqu'il faisait chaud, il y avait plus d'effet de serre, ce qui accentuait encore la chaleur). Ainsi, de petites variations d'ensoleillement ont eu de grandes conséquences climatiques.

Aujourd'hui, c'est l'augmentation du CO₂ qui fait changer le climat.

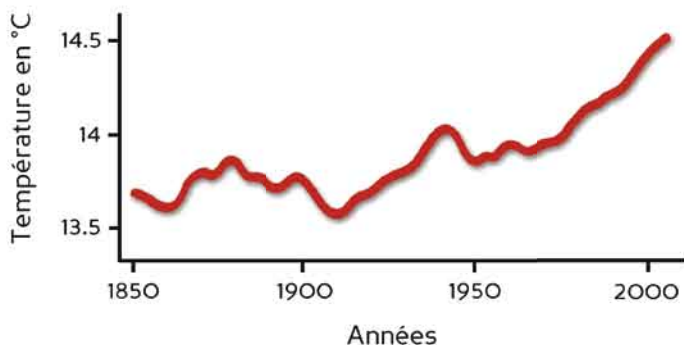
En analysant des carottes de glace de l'Antarctique, les chercheurs ont montré que depuis 800 000 ans, les quantités de gaz à effet de serre dans l'atmosphère n'ont jamais été aussi élevées qu'actuellement. Le rythme d'augmentation du CO₂ est 100 fois plus rapide que ses variations naturelles.

Adapté de "Quel climat pour demain ?" (Masson Delmotte et al., 2005)

Le changement climatique

On entend souvent parler ces temps-ci de changement climatique. Mais pourquoi dit-on que le climat change ? Que savons-nous exactement ?

Au rang des premières accusées se trouvent les températures. Le graphique ci-dessous retrace leur évolution depuis les années 1850. Que constates-tu ?



Depuis 1850, la température moyenne de la Terre a augmenté de presque 1°C. Le réchauffement s'est accéléré depuis les années 1970.

Ces derniers temps, les températures se prennent pour des championnes olympiques. Elles ne cessent de battre des records. A l'exception de l'an 2000, les dernières années comptent toutes parmi les années les plus chaudes enregistrées sur le globe depuis 1850 !

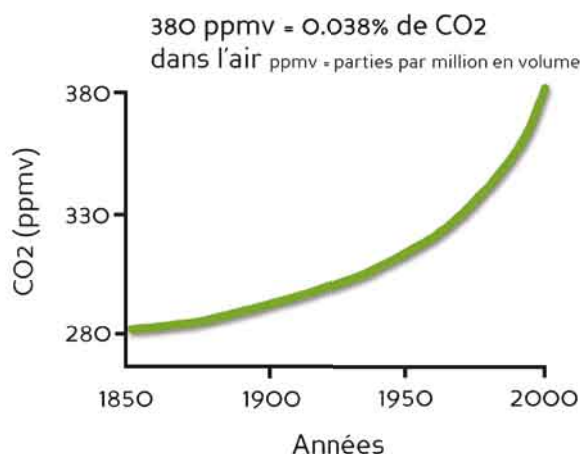


Ce changement est inhabituel par sa rapidité et son ampleur. Les phénomènes ou les cycles naturels (la variation de l'activité solaire, de l'orbite de la Terre, le volcanisme...) ne peuvent pas l'expliquer tout seuls.

Les chercheurs ont montré que ce sont les activités humaines qui sont responsables de ce changement climatique.

Depuis le début de l'ère industrielle, la combustion massive de pétrole, de gaz naturel et de charbon dans les pays industrialisés modifie l'atmosphère. Cette combustion rejette de grandes quantités de CO₂ (dioxyde de carbone) dans l'atmosphère, et les scientifiques ont montré que ces molécules sont à l'origine d'un effet de serre climatique.

Aujourd'hui, la quantité de CO₂ dans l'atmosphère est supérieure de 30% à la quantité qui était observée avant la période industrielle.



L'effet de serre

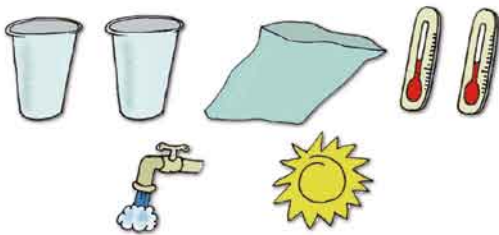
L'effet de serre est un phénomène naturel qui permet la vie sur Terre. La température moyenne sur Terre est aujourd'hui de +15°C. Sans l'effet de serre naturel, elle serait de -18°C, et toute l'eau serait gelée... Brrr !

Le phénomène d'effet de serre tire son nom de ce qui se passe dans la serre du jardinier : comme la vitre d'une serre, l'atmosphère laisse passer les rayons du Soleil, mais emprisonne la chaleur.

L'effet de serre dans un verre :

Matériel nécessaire

de l'eau
du Soleil
2 verres identiques
1 sac plastique + 1 élastique
2 thermomètres (plus petits que les verres)

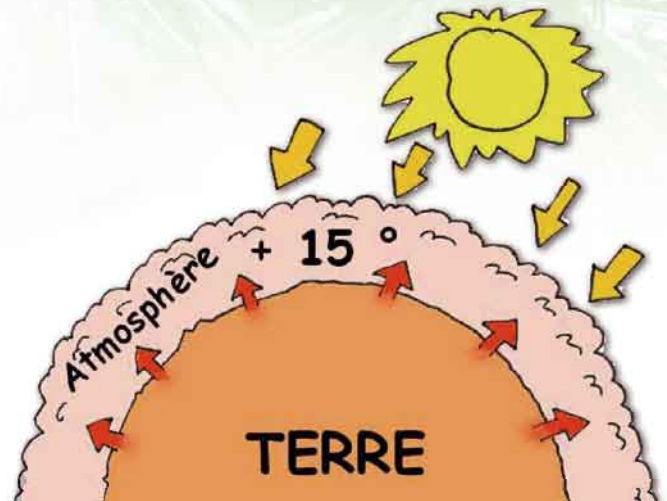


Remplis chaque verre à moitié d'eau, met un thermomètre dans chaque verre.

Recouvre un des verres avec le plastique et fixe-le en mettant l'élastique autour.

Place les 2 verres au Soleil. Enregistre les températures des 2 thermomètres toutes les 10 minutes pendant une heure.

Dessine un graphique avec les données que tu as enregistrées. Que constates-tu ?



Le principe de l'effet de serre :

L'atmosphère, qui entoure la Terre, renferme une couche de gaz nommés les gaz à effet de serre. Les plus importants sont la vapeur d'eau, le gaz carbonique, le protoxyde d'azote et l'ozone. Les rayons du Soleil traversent l'atmosphère et réchauffent la surface de la Terre. Celle-ci émet alors des radiations de chaleur vers l'atmosphère. Mais la couche de gaz à effet de serre emprisonne la plupart de ces radiations : la chaleur reste dans l'atmosphère.

L'effet de serre lié à l'Homme :

Depuis la révolution industrielle, les activités humaines provoquent une augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Ils proviennent de la combustion du charbon, du pétrole, du gaz naturel et des forêts, et même de l'élevage (à cause des pets de vache !).

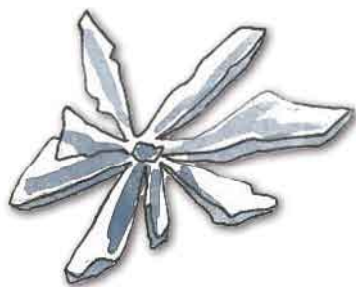
Comme les gaz à effet de serre augmentent, une plus grande quantité de radiations est stoppée. Cela crée un réchauffement de la basse atmosphère. Résultat : la température moyenne de la planète augmente !

Ca chauffe dans les Alpes !

Un coup de chaud

Dans les Alpes, la température a augmenté de 1 à 3°C selon les endroits depuis 1958. C'est beaucoup plus élevé que la moyenne globale, puisqu'en 100 ans la température de la Terre a augmenté de 0.8°C !

Le problème, c'est que des températures élevées, ça ne fait pas bon ménage avec la neige ou la glace...



Les flocons de neige se font de moins en moins fréquents. Vers 1500 m, en moyenne montagne, la quantité de neige qui tombe a diminué presque de moitié depuis 1960.

Si la température augmente encore de 2°C en hiver, il y aura 1 mois à 1 mois et demi de neige en moins à 1500 m ! Pourras-tu toujours skier dans ces conditions ?

De côté des glaciers, ce n'est pas beaucoup mieux. Regarde ce qui est arrivé à la Mer de Glace dans la vallée de Chamonix :



1916



2001

Le glacier a suivi un régime amaigrissant plutôt sévère ! Ce n'est d'ailleurs pas le seul : presque tous les glaciers du monde fondent. Depuis 1850, les glaciers des Alpes ont perdu 40% de leur surface et plus de la moitié de leur volume.

A ce rythme-là, beaucoup de petits glaciers auront disparu en 2050, tandis que les gros comme la Mer de glace continueront à diminuer...

Pour la faune et la flore, tous ces changements, ça fait du grabuge ! Remontée en altitude, modifications des rythmes saisonniers, espèces menacées de disparitions... il va y avoir du changement.

Voyage dans le futur

Prévoir le climat

Les scientifiques cherchent à estimer le climat futur. Ils utilisent pour cela de gros ordinateurs (les plus gros ordinateurs du monde servent à calculer l'évolution du climat) et des modèles climatiques. Un modèle climatique, c'est comme une planète Terre virtuelle dans laquelle on reproduit tout ce qui fabrique le climat : les courants marins, les vents, les nuages, l'effet de serre...

Les résultats des ordinateurs sont comparés aux nombreuses mesures des climats passés et du climat d'aujourd'hui. Plus on dispose de mesures sur la glace, l'océan, l'atmosphère, la végétation... mieux on peut prévoir la suite du changement climatique et ses conséquences.

Mais pour prévoir l'évolution du climat, il faut savoir comment va évoluer l'effet de serre. Et cela dépend de nos modes de vie : combien y aura-t-il d'humains sur Terre ? Comment vivrons-nous ? Quelles quantités de charbon, de pétrole et de gaz allons-nous utiliser ?

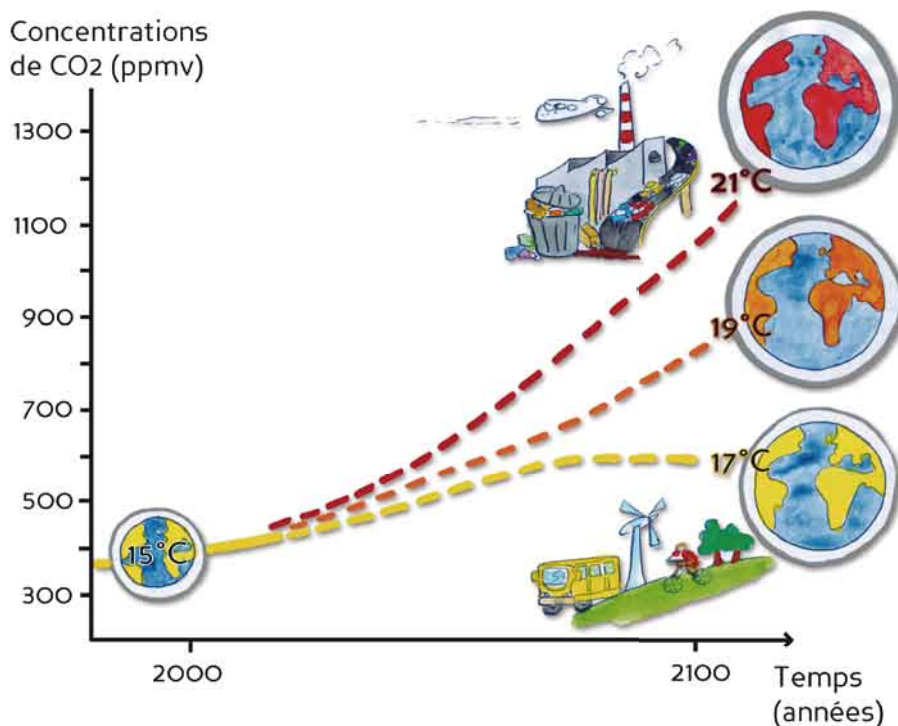
Des scénarios pour le futur

Selon nos choix de mode de vie, la concentration de CO₂ augmentera plus ou moins dans les décennies à venir.

Le CO₂ déjà présent créera de toutes façons un réchauffement, car les molécules de gaz à effet de serre restent plusieurs dizaines d'années dans l'atmosphère. Si nous faisons de gros efforts pour réduire nos émissions de gaz à effet de serre, la concentration de CO₂ pourrait se stabiliser au double du niveau naturel entre 2050 et 2100. Dans ce cas, le réchauffement moyen serait de 2°C en 2100.

Mais si nous continuons comme aujourd'hui à rejeter année après année toujours plus de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, la concentration de CO₂ pourrait tripler avant 2100 et le réchauffement pourrait dépasser 5°C.

Dans tous les cas, ça va chauffer, mais plus ou moins fort. Nous pouvons limiter l'ampleur de ces changements. Nos actions et nos décisions futures sont donc très importantes.



Adapté de "Quel climat pour demain ?" (Masson Delmotte et al., 2005)