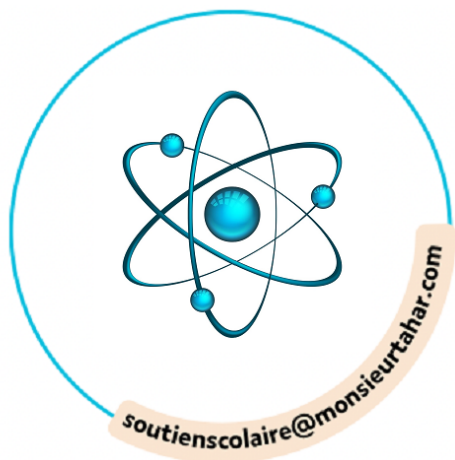


ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE



SVT

CHAPITRE 2

Les climats et la température moyenne du globe



C'est à partir des mesures météorologiques, à l'échelle régionale et sur une période de 30 ans, qu'il est possible d'estimer la température moyenne de la Terre.

I La climatologie, science du climat

Le **climat** d'une région se définit par l'ensemble des conditions météorologiques que l'on y rencontre à chaque saison. Les conditions observées pour définir un climat sont principalement : la température, la pression atmosphérique, le degré d'**hygrométrie**, la pluviométrie, la **nébulosité**, la vitesse et la direction des vents.

Mots clés

- L'**hygrométrie** mesure le taux d'humidité de l'air.
- La **nébulosité** dépend de la couverture nuageuse.

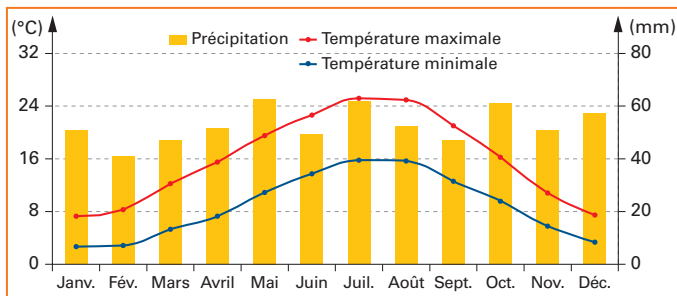
Les paramètres météorologiques s'étudient à deux échelles de temps.

- La **météorologie** étudie la prévision des phénomènes atmosphériques sur des périodes courtes (de quelques jours à quelques semaines) et pour des régions géographiques limitées.

- La **climatologie** étudie les variations du climat à moyen ou long terme (sur plusieurs années, siècles, millénaires, etc.), à l'échelle locale mais aussi globale.

Du fait de sa grande variabilité dans le temps **FICHE 7**, un climat est habituellement déterminé à partir de la moyenne des températures et de la moyenne des hauteurs de précipitations, dites « **normales climatiques** ». Elles sont calculées sur une durée de **30 ans**.

DOC. 1. Climatogramme de Paris (normales climatiques moyennées sur la période 1981-2010)



Source : Météo France

II La température moyenne globale de la Terre

● L'énergie solaire reçue à sa surface est inégalement répartie selon la latitude. Les températures moyennes varient donc énormément à la surface du globe : de -20°C au Groenland à $+25^{\circ}\text{C}$ dans le Sahara (doc. 2).

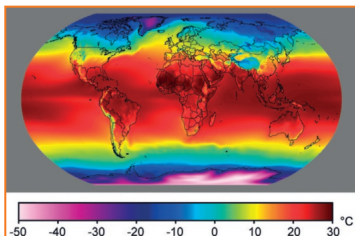
● C'est à partir de la moyenne de toutes les valeurs locales de la température, en tout point du globe, que l'on obtient une **valeur globale de la température terrestre**. Elle est estimée à $14^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ sur la période 1961-1990.

Cette valeur est un **indice du climat global de la Terre**.

● L'ensemble des mesures permet d'établir la température globale :
– au niveau des continents grâce aux stations météorologiques ;
– au niveau des océans à partir d'instruments de mesure embarqués sur des bouées ou sur des navires.

● Les satellites peuvent mesurer d'autres indices du climat global comme l'**étendue des glaces polaires** et des **glaciers continentaux** ou le **volume des océans**. En effet, le volume et le niveau moyen des océans augmentent par dilatation thermique lorsqu'ils se réchauffent. De plus, l'eau issue de la fusion des glaces continentales (Groenland, Antarctique et glaciers continentaux) participe à cette augmentation.

DOC. 2. Température annuelle à la surface de la Terre, moyennée sur la période 1961-1990



ZOOM

Le niveau marin mesuré de l'espace avec SWOT

Le lancement du satellite Swot (Surface Water Ocean Topography) est prévu pour septembre 2021. Un des objectifs de ce satellite, issu d'un partenariat entre des agences spatiales européennes et américaines : mesurer le niveau marin avec une résolution de quelques dizaines de m^2 , contre quelques km^2 pour les satellites actuels !

Vue d'artiste du satellite Swot



La variabilité du climat à différentes échelles

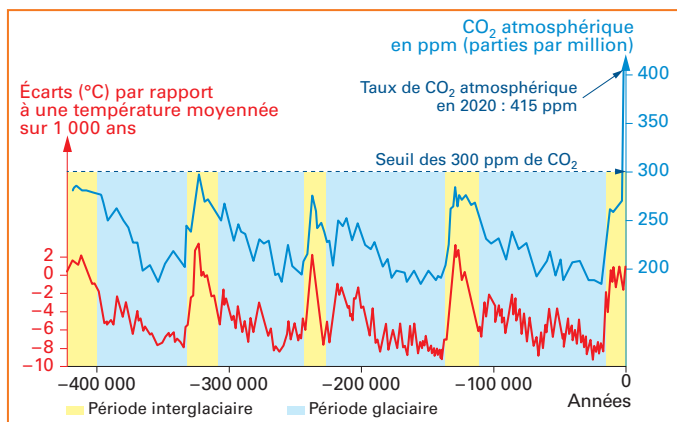


Connaître les variations du climat global de la Terre sur différentes échelles de temps permet de mettre en perspective les variations récentes du climat, dues aux activités humaines, par rapport à ses variations naturelles.

I La variabilité du climat du Quaternaire

La période du **Quaternaire** se caractérise par une **forte oscillation climatique**, surtout au cours du dernier million d'années. Ce sont les teneurs en CO_2 des bulles d'air emprisonnées dans les glaces qui ont permis de reconstituer l'évolution des climats au cours de cette période (doc. 1).

DOC. 1. Évolution de la température globale de la Terre et de la teneur en CO_2 de l'atmosphère depuis 400 000 ans



Lors du **dernier million d'années**, le climat oscille entre des **périodes glaciaires** plus froides et longues (environ 90 000 ans) et des **périodes interglaciaires** plus chaudes et beaucoup plus courtes (entre 10 et 40 000 ans), avec une amplitude maximale de la température globale terrestre de 10 °C.

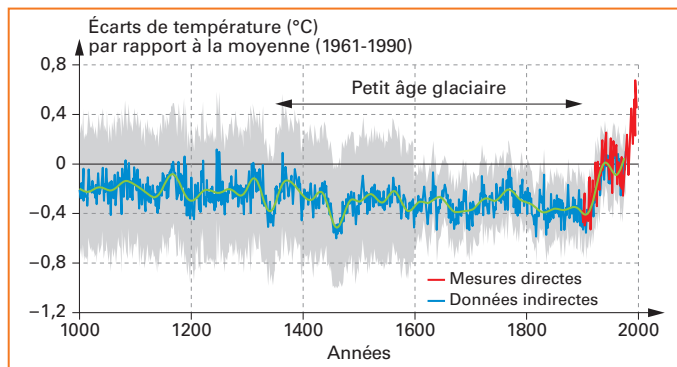
De même, au cours de cette période, le taux du **CO_2 atmosphérique** oscille mais **ne dépasse jamais les 300 ppm** (parties par million), exception faite lors du **xx^e siècle** où il n'a cessé d'augmenter (doc. 1).

II La variabilité du climat lors du dernier millénaire

■ Au cours du **dernier millénaire**, la **température globale** de la Terre est assez **stable**. Elle montre de faibles variations (moins de 1°C), avec une tendance au refroidissement pendant la période dite du « Petit âge glaciaire » (1350-1900).

■ Depuis 150 ans, on observe au contraire un **réchauffement climatique** global rapide d'environ 1°C . ► FICHE 8

DOC. 2. Évolution de la température globale dans l'hémisphère nord au cours du dernier millénaire



■ Si l'on remonte sur plusieurs centaines de milliers d'années, on constate que l'**augmentation de la température** globale de la Terre et de la **concentration atmosphérique en CO_2** n'a jamais été aussi rapide que ces **150 dernières années**.



Des indices du climat passé sur les parois d'une grotte

Ce grand pingouin peint dans la grotte Cosquer (près de Marseille) et daté d'environ -19 000 ans atteste que le climat était beaucoup plus froid dans le sud de la France lors de la dernière période glaciaire qu'aujourd'hui.



Le réchauffement climatique



Le réchauffement climatique est lié au déséquilibre du bilan radiatif terrestre induit par l'Homme lors de la période industrielle.

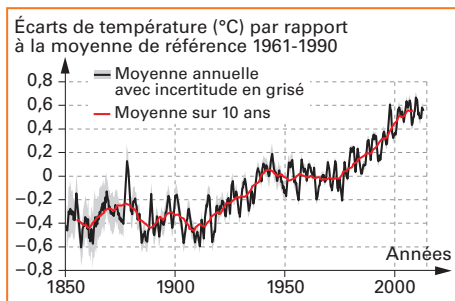
I Les indicateurs du réchauffement climatique

● L'augmentation de la température moyenne mondiale a débuté avec l'ère industrielle et s'est surtout accentuée après 1900 pour atteindre 1°C de plus en 2016.

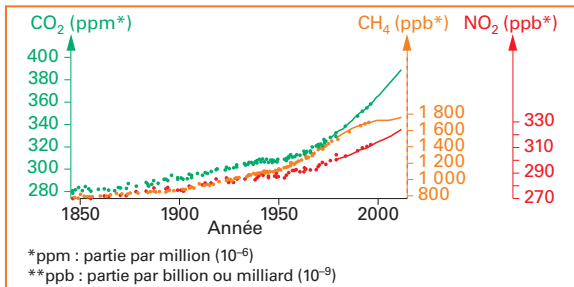
● Le niveau marin, qui est un des indicateurs du réchauffement climatique, a augmenté d'environ 20 cm depuis 1900.

● Ces augmentations de la température et du niveau des océans peuvent être mises en parallèle avec celles des teneurs de l'atmosphère en gaz à effets de serre (GES) – dioxyde de carbone (CO_2), méthane (CH_4) et oxyde nitreux (N_2O) – qui ont fortement augmenté en raison des émissions engendrées par les activités humaines.

DOC. 1. Évolution de la température moyenne mondiale depuis 1850



DOC. 2. Concentrations atmosphériques des GES depuis 1850



*ppm : partie par million (10^{-6})

**ppb : partie par billion ou milliard (10^{-9})

La dynamique du réchauffement climatique



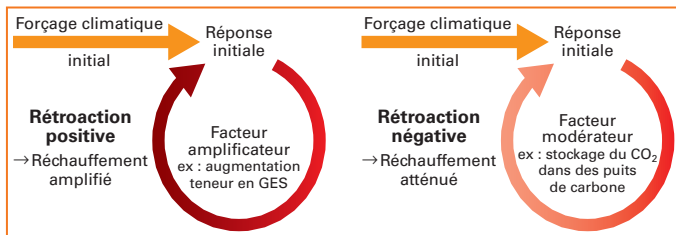
La dynamique du réchauffement climatique résulte des interactions entre les différentes enveloppes externes du globe.

I Notion de rétroaction climatique

Le **système climatique** est complexe : les enveloppes externes interagissent en échangeant de l'eau, du CO₂ et de l'énergie... Toute perturbation de l'une de ces enveloppes externes va agir sur les autres.

Une **rétroaction** est une action en retour par rapport à un effet qui lui a donné naissance. Dans le cas du réchauffement climatique, le forçage radiatif positif va donner lieu à des rétroactions qui vont amplifier le réchauffement (**rétroactions positives**) ou au contraire l'atténuer (**rétroactions négatives**).

DOC. 1. Principe des boucles de rétroactions positive et négative



II Les rétroactions positives

L'augmentation de la température moyenne terrestre entraîne de nombreuses **rétroactions positives** : une **évaporation** plus importante à la surface du globe d'où une augmentation de la concentration atmosphérique en vapeur d'eau, principal gaz à effet de serre ; une **diminution** de la surface couverte par les **glaces de mer ou continentales** d'où une diminution de l'**albédo** terrestre et une augmentation du rayonnement infrarouge émis par la Terre ; un **dégel** partiel du permafrost, qui renferme notamment de grandes quantités de méthane d'où une libération de GES dans l'atmosphère.

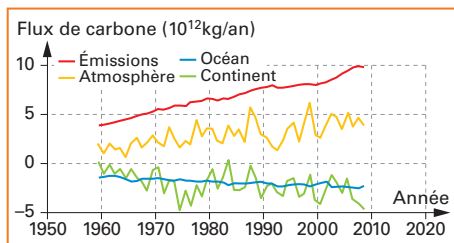
L'augmentation de la température moyenne terrestre va donc renforcer l'effet de serre et entraîner l'**emballement du système climatique**.



III Les rétroactions négatives

- L'**océan** exerce une double **rétroaction négative** :
 - il constitue le principal **puits de CO₂** de la planète, le CO₂ étant très soluble dans l'eau, en particulier dans les eaux froides ;
 - il absorbe à sa surface une fraction importante de l'apport additionnel d'énergie liée au réchauffement.
- Avec les augmentations de la température globale terrestre et de la teneur en CO₂ atmosphérique, la photosynthèse est plus efficace. Cet accroissement de la productivité végétale exerce aussi une **rétroaction négative**, car elle constitue un puits de carbone ou « **puits de CO₂** », c'est-à-dire un réservoir permettant de stocker du carbone dans des molécules organiques.
- Si la végétation et les océans sont des puits de CO₂, ils ne sont pas suffisamment importants pour compenser les émissions anthropiques.

DOC. 2. Flux de carbone depuis 1960



Évolution des émissions totales de CO₂ liées aux activités humaines (combustibles fossiles et déforestation), de la teneur en CO₂ atmosphérique et des puits de CO₂ océaniques et continentaux

De plus, l'accumulation d'énergie dans les océans rend **le changement climatique irréversible** à des échelles de temps de plusieurs siècles, du fait de la grande inertie thermique de l'eau.



Le dégel du permafrost, amplificateur du réchauffement

Au nord de l'Alaska, le dégel du permafrost, photographié ici en juillet 2018, entraîne une libération des gaz à effet de serre qu'il renferme, en particulier de méthane, puissant gaz à effet de serre.

