

IV/ Le réchauffement climatique actuel.

Si des variations climatiques naturelles ont toujours eu lieu par le passé, l'humanité fait aujourd'hui face à une préoccupation majeure : le climat se réchauffe de façon rapide et inédite, ce qui pourrait entraîner des conséquences néfastes sur l'humanité et les écosystèmes...

A) Description du réchauffement climatique actuel.

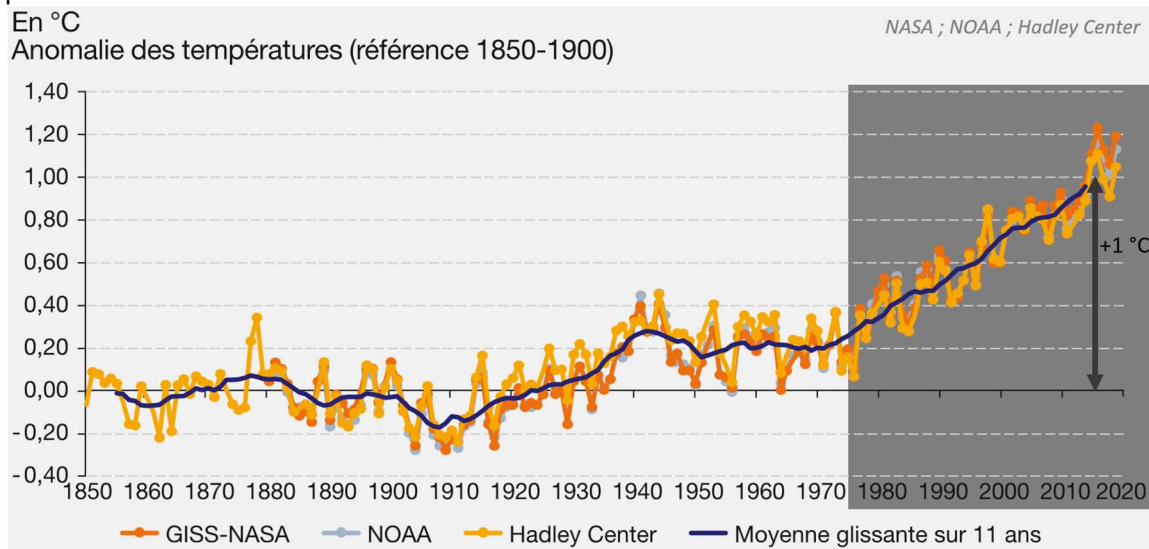
1) Quantification du réchauffement.

Pour correctement quantifier les variations climatiques actuelles, il faut bien saisir la différence entre deux sciences voisines : la **météorologie** et la **climatologie**.

La **météorologie** étudie les variations de températures **en temps réel**. Ces variations dépendent de multiples facteurs (positions des masses d'air, vents...) et subissent ainsi des **variations rapides**, souvent régies par le **hasard**.

La **climatologie** étudie les **tendances de fond** : en utilisant de multiples données, moyennées sur de longs laps de temps, on peut s'affranchir des facteurs aléatoires et identifier les variations de température sur le **long terme**.

Le lissage statistique réalisé par les climatologues permet ainsi d'identifier une **hausse nette de la température** globale depuis la révolution industrielle d'environ **1 °C**.



2) Causes du réchauffement.

Un Groupe d'Experts Intergouvernemental pour le Climat (**GIEC**) a été constitué par l'ONU en 1988 pour tenter de comprendre ce réchauffement et de proposer des solutions.

Son rôle est d'établir une **synthèse** de l'état des connaissances scientifiques sur le sujet. Pour cela, les scientifiques du GIEC étudient et confrontent des milliers de travaux de recherche qui ont été menés à travers le monde.

Les conclusions du GIEC sont formelles : les causes du réchauffement climatique actuel sont anthropiques (= d'origine humaine).

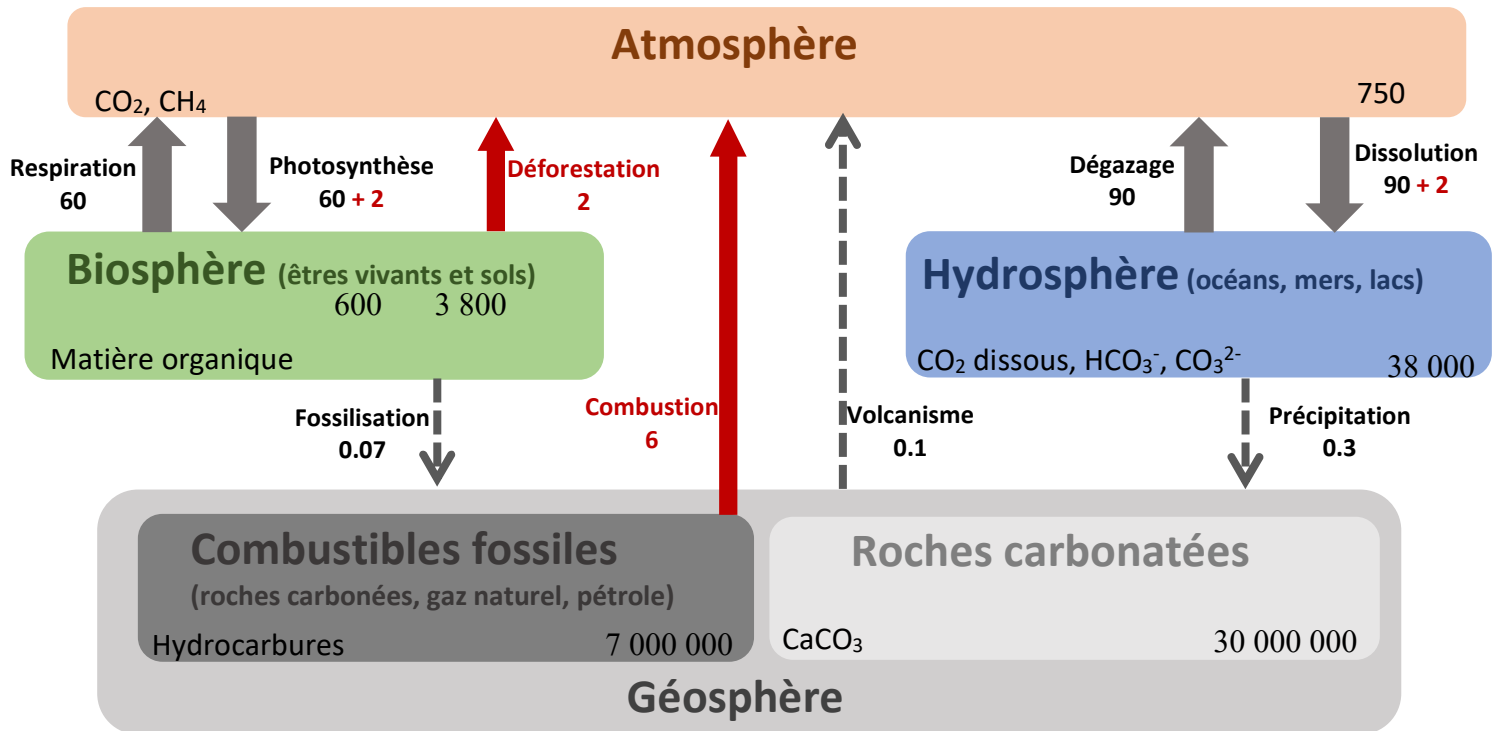
Le cycle du carbone, qui était à l'équilibre, est actuellement déséquilibré par les activités humaines :

- La **combustion de combustibles fossiles** (charbon, gaz naturel et pétrole) entraîne le dégazage massif de CO₂ dans l'atmosphère.
- La **déforestation** déstocke du carbone organique de la biosphère vers l'atmosphère sous forme de CO₂.

Certains processus naturels **atténuent** l'augmentation de CO₂ atmosphérique :

- L'hydrosphère absorbe davantage de CO₂.
- La photosynthèse est plus efficace, ce qui permet de capter davantage de CO₂ et d'augmenter la production de biomasse (« verdissement » de la planète).

Mais malgré ceci, la quantité de CO₂ augmente d'année en année dans l'atmosphère, ce qui **intensifie l'effet de serre** et **perturbe donc le climat global**.



Le cycle du carbone simplifié. Les stocks sont en GtC, et les flux en GtC/an.
 Flèches en pointillés : flux lent du cycle du carbone.
 En rouge : impact des activités humaines

De plus, il semblerait que certains facteurs contribuent à **amplifier** les variations climatiques :

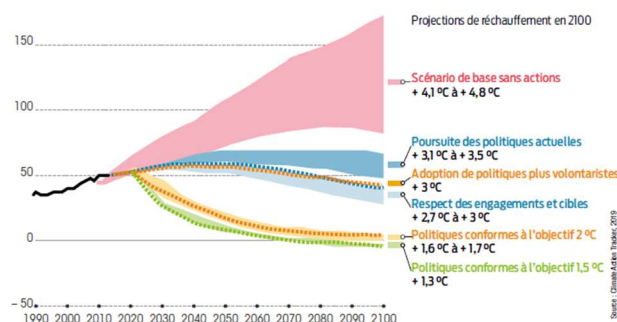
- Le réchauffement entraîne une augmentation par évaporation de la quantité de **vapeur d'eau atmosphérique**, qui est un gaz à effet de serre.
- L'augmentation des températures diminue la **solubilité du CO₂** présent dans les océans, qui a ainsi tendance à dégazer dans l'atmosphère et à amplifier l'effet de serre.
- Lorsque les températures augmentent, les **surface glacées** (calottes glaciaires, glaciers, banquises, ...) **diminuent**. Or, ces surfaces gelées sont claires et ont donc un **albédo important** (l'albédo correspond au rapport énergie réfléchi / énergie reçue). Ainsi, il y aura une **baisse globale de l'albédo** donc davantage de rayonnements absorbés, ce qui entrainera une hausse des températures.
- Les augmentations de température peuvent également entraîner la **fonte du permafrost** (= pergélisol) des régions boréales, qui contient de grandes quantités de **méthane** emprisonné dans la glace. Le méthane va ainsi se retrouver dans l'atmosphère et contribuer à l'augmentation de l'effet de serre.

3) Modèles prédictifs.

De nombreux climatologues tentent de produire des **modèles prédictifs** permettant de prévoir l'étendue des conséquences du réchauffement climatique anthropique. Le GIEC fait une synthèse de ces modèles, qu'il publie dans ses rapports.

Ces prévisions s'appuient sur des **mesures** et des **observations** de l'évolution actuelle, ainsi que sur des **modèles mathématiques** qui intègrent toutes les données connues sur la dynamique climatique.

Il existe de multiples projections possibles qui peuvent varier selon les modèles mathématiques utilisés et selon les **scénarios socio-économiques** pris en compte. Pour un scénario donné, l'ensemble des modèles permet de définir des **fourchettes** de variations probables. Ces fourchettes peuvent être très larges, à cause des multiples incertitudes des différentes projections.



Différents scénarios du GIEC concernant les émissions de CO₂ (en Gt d'équivalent CO₂) à l'horizon 2100 et les augmentations de température attendues.

Les projections sont **inquiétantes** car si rien n'est fait, d'ici 2100, l'augmentation des températures pourrait atteindre **+5°C**, avec une augmentation du niveau marin qui pourrait atteindre **1 mètre**.

B) Les conséquences du réchauffement climatique.

1) L'augmentation du niveau marin.

Une des conséquences majeures du réchauffement climatique actuel est **l'augmentation du niveau marin**. Cette augmentation est causée par deux phénomènes :

- La **dilatation thermique** : En se réchauffant, l'eau se dilate, ce qui augmente le volume d'eau contenu dans les océans, et contribue donc à augmenter le niveau marin.
- La **fonte des glaces continentales** : La fonte des glaces flottantes (= la banquise) n'entraîne aucune augmentation du niveau marin. Cependant, la fonte des glaces continentales (**glaciers** et **calottes glaciaires**) entraîne le ruissellement d'eau liquide jusqu'à l'océan, ce qui contribue largement à la montée des eaux.

Les **conséquences** d'une telle montée des eaux peuvent être catastrophiques : Des zones géographiques entières peuvent se retrouver submergées par les eaux, notamment certains deltas ou certaines îles. Les intrusions d'eau salée peuvent en outre empêcher l'agriculture sur certaines zones (ex : delta du Mekong).

La montée des eaux entraînera donc le **déplacement des populations** les plus affectées.

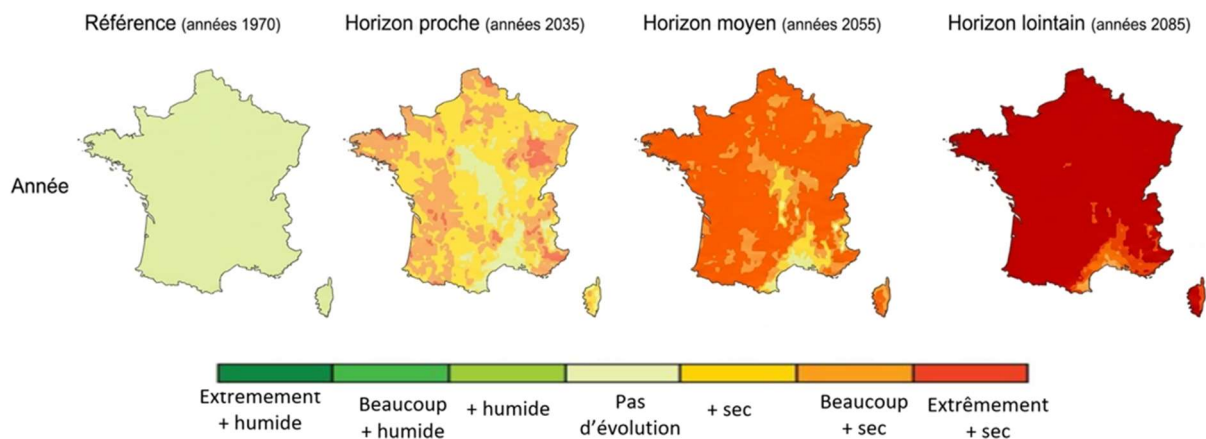
2) La perturbation du cycle de l'eau.

Les modifications de température peuvent affecter l'évaporation et les précipitations, ce qui peut modifier localement le cycle de l'eau.

L'augmentation de la température des mers et océans augmente dans certaines régions la probabilité de certains **événements météorologiques catastrophiques** de grande ampleur (tempêtes, ouragans, inondations, ...) en favorisant l'évaporation de l'eau, et donc les précipitations.

L'augmentation de la température terrestre augmente la **sécheresse** dans certaines régions, ce qui risque de poser de gros problèmes :

- * Dans certaines régions, **l'agriculture** risque de devenir compliquée, voire impossible, ce qui pourrait poser des problèmes d'approvisionnement en nourriture.
- * La sécheresse peut aussi poser des problèmes **d'accès à l'eau douce**, qui pourraient même rendre certaines zones inhabitables.
- * La sécheresse peut être responsable d'une recrudescence des **incendies**, y compris dans des régions jusque-là épargnées.



Prévisions de l'évolution de la sécheresse des sols (données TRACC)

3) Les bouleversements de la biodiversité.

La **biodiversité** est également affectée par les émissions de CO₂ mondiales :

-La dissolution de CO₂ additionnel dans les océans entraîne une **acidification** qui perturbe certains organismes marins.

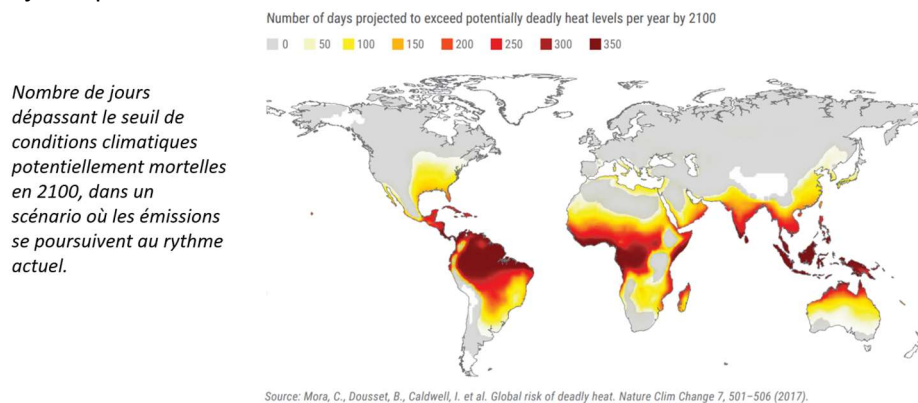
-L'augmentation de la température de l'eau met en difficulté certaines espèces. C'est le cas notamment des **coraux**, qui constituent les récifs, des milieux très riches en biodiversité animale.

-Sur les continents, les animaux et les végétaux voient leurs **zones de répartition se modifier**, ce qui entraîne des **migrations** et des **disparitions** d'espèces.

4) Les effets sanitaires sur les populations.

La modification des zones de répartition de certaines espèces, comme les moustiques, peut entraîner un **élargissement des zones d'incidence de certaines maladies**, comme le paludisme.

Les hausses de température entraînent également un **risque accru de mortalité par la chaleur**, surtout dans les régions humides tropicales. A cause de la chaleur, certaines zones géographiques risquent même de devenir inhabitables une majeure partie de l'année.



C) Faire face au réchauffement climatique.

1) Stratégies d'atténuation.

L'atténuation du réchauffement climatique désigne l'ensemble des actions et stratégies visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et à limiter l'ampleur du changement climatique.

On distingue trois grandes pistes d'atténuation :

-Une diminution globale de la consommation énergétique (=sobriété énergétique).

Il semblerait que la **sobriété énergétique** pourrait être une aide pour atteindre la neutralité carbone. Mais cela aurait bien évidemment des **conséquences importantes sur nos modes de vie**, ce qui sera difficile à accepter par la population.

Certaines mesures pourraient nous faire gagner en sobriété sans changer notre mode de vie en optimisant notre **efficacité énergétique** (isolations des logements, installation d'éclairage LED, amélioration de l'efficacité des moteur...).

-Une transition vers des énergie décarbonées.

L'**électricité** peut être décarbonée grâce aux **énergies renouvelables** ou au **nucléaire**, mais chacune de ces solutions présente des limites qu'il faut prendre en compte.

Pour les autres secteurs que l'électricité, la **biomasse** peut être utilisée comme source d'énergie non carbonée dans le **résidentiel** (chauffage au bois...) ou le **transport** (biocarburants). La quantité de biomasse disponible est cependant **très insuffisante** pour assurer la totalité de nos besoins actuels dans ces deux secteurs.

Une autre piste consiste à **électrifier** massivement le chauffage résidentiel (chauffage électrique, pompes à chaleur) et les transports (via les voitures électriques). Mais pour cela il est nécessaire que l'électricité produite soit elle-aussi décarbonée.

-La capture et la séquestration du carbone.

Certaines techniques permettent de **prélever le CO₂** de l'air pour ensuite le **séquestrer** dans de la biomasse ou au sein des couches géologiques. Quelques exemples :

- *Le **reboisement** permet de stocker le carbone dans les arbres, et donc de prélever du CO₂ dans l'atmosphère.

- *Des technologies permettent de **soustraire le CO₂** émis par des processus de combustion (p.ex. dans une centrale à charbon), et de l'injecter ensuite dans les roches du sous-sol, où il pourra être séquestré pendant des temps très longs.

- ***L'altération des silicates** pourraient être une piste permettant de soustraire du CO₂ à l'atmosphère. Le principe est de broyer très finement de l'olivine et d'épandre ces poussières dans les océans afin de favoriser leur altération puis leur transformation en argiles. Ces réactions entraînent l'absorption de CO₂ atmosphérique.

- *Certaines techniques agricoles permettent de **séquestrer du carbone dans les sols**, ce qui permet également de le soustraire à l'atmosphère.

2) Stratégies d'adaptation.

Malgré toutes les stratégies d'atténuation qui peuvent être mise en place, il est évident que l'humanité devra **s'adapter** au réchauffement climatique.

Pour cela, de nombreux états mettent en place des stratégies visant à réduire les effets du réchauffement sur les populations. Ces stratégies dépendent des choix politiques qui sont pris en accord avec les problématiques propres à chaque région.

Deux exemples de stratégies d'adaptation en France :

- L'adaptation à la sécheresse** passe par exemple par une **modification des pratiques agricoles**. Celles-ci doivent évoluer vers des cultures moins exigeantes en eau, et doivent ménager la qualité des sols, afin de les rendre plus efficaces pour la rétention de l'humidité. L'irrigation peut aussi gagner en efficacité, et des réserves d'eau peuvent être mises en place dans certains contextes particuliers.

- L'adaptation à la chaleur** passe par des **aménagements urbains**. La mise en place de parcs et de végétaux permettrait d'éviter la présence d'îlots de chaleur urbain. L'amélioration de l'isolation thermique et l'utilisation de la climatisation font également partie de l'adaptation aux fortes chaleurs.