



Changement climatique

impacts, atténuation et adaptation

Ce document est la transcription révisée, chapitrée et illustrée d'une vidéo du MOOC UVED « Changement climatique : impacts, atténuation et adaptation ». Ce n'est pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots et l'articulation des idées sont propres aux interventions orales des auteurs.

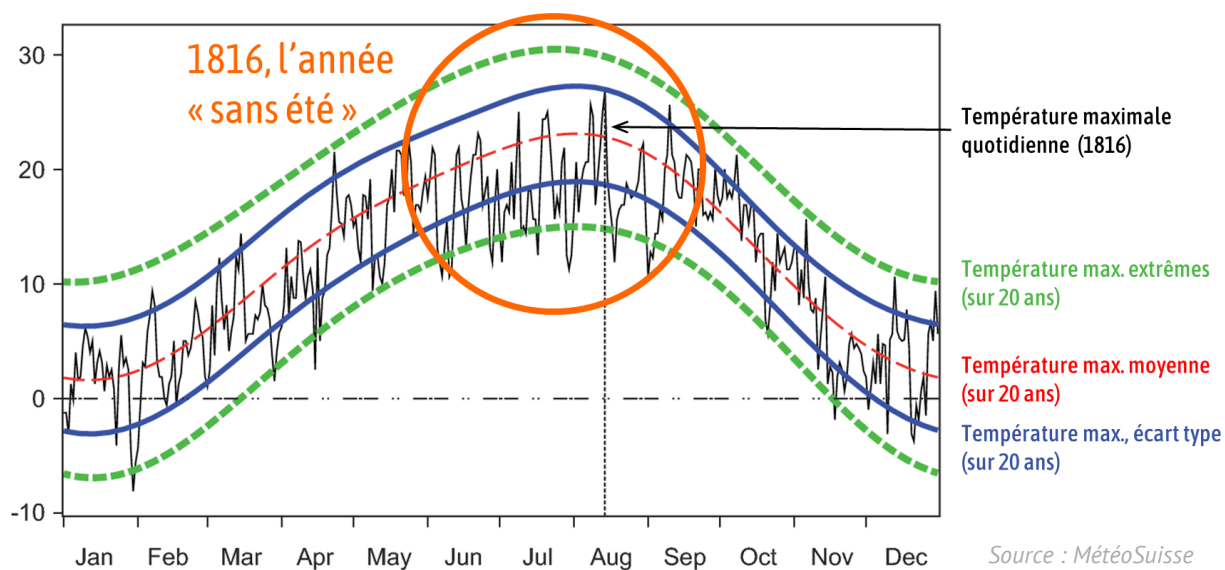
L'observation du climat

Serge PLANTON
Climatologue, Membre de
l'association Météo et Climat



1. Différence entre météorologie et climat

Avant de parler de l'observation du climat, encore faut-il définir ce qu'est le climat. Plus particulièrement, je vais d'abord définir ce qui distingue la météorologie et le climat parce que ces deux termes sont parfois utilisés l'un à la place de l'autre.



Température maximale quotidienne à Genève en 1816 (°C)

Cette figure montre un enregistrement de températures à Genève à 14h pour chaque jour de 1816. Elle permet d'illustrer cette différence. La variabilité météorologique correspond à la variabilité d'un jour à l'autre de la température, tandis que la variabilité climatique est illustrée d'abord par son cycle saisonnier... mais pas seulement. On a tracé sur cette figure les moyennes et les écarts-types des températures, les courbes de couleurs rouge et bleue, calculés sur une période de 20 ans autour de l'année 1816 sans l'inclure. Les pointillés verts sont les valeurs extrêmes de cette période. Cette figure montre donc que l'année 1816 se distingue des normales de températures qui caractérisent le climat de l'époque, notamment pendant l'été qui était plus froid d'environ 4°C. Cette année 1816 a été vécue par des contemporains comme une année "sans été". Nous sommes ici en présence de ce qu'on appelle une anomalie climatique, puisqu'elle se produit à l'échelle d'une saison. On en connaît aujourd'hui l'origine : il s'agit d'une conséquence de l'éruption du volcan indonésien le Tambora en 1815 qui a refroidi le climat mondial à cause des particules qu'elle a engendrées dans la haute atmosphère. Une anomalie météorologique, comme une vague de froid, n'aurait, elle, duré que quelques jours.

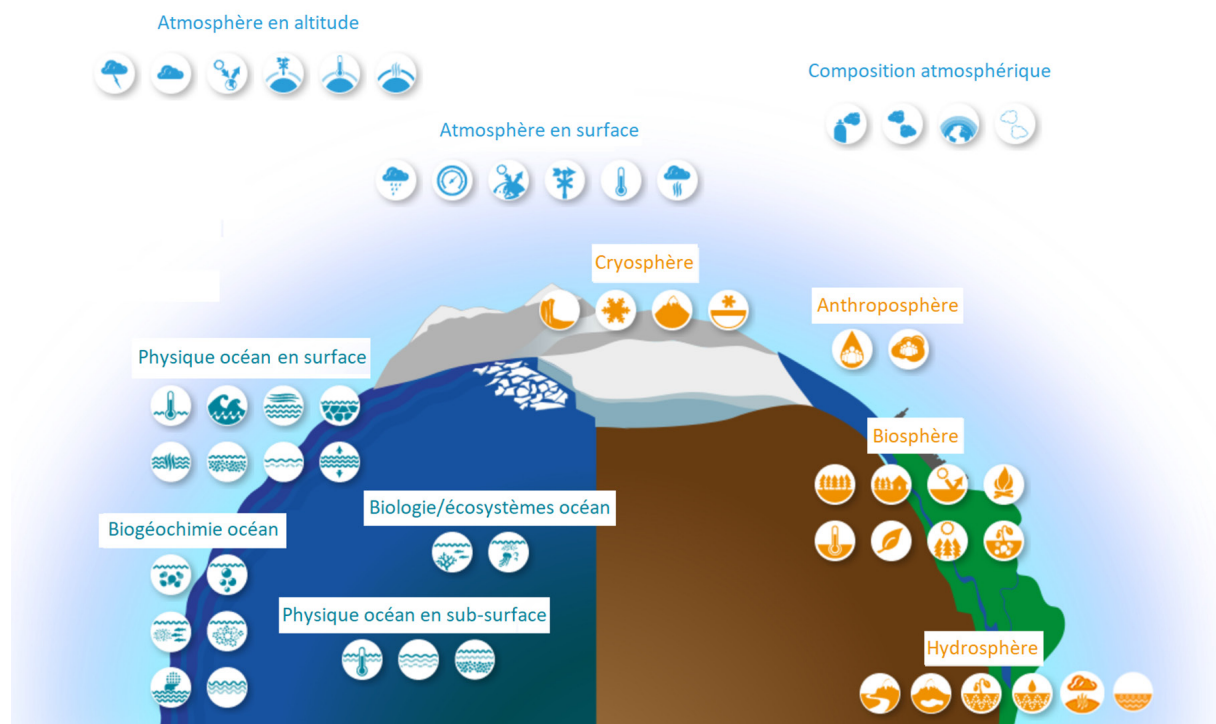
Au-delà de cette illustration, une définition simple de la différence entre météorologie et climat peut être formulée ainsi : la météo étudie le temps qu'il fait et qu'il va faire en un lieu donné et un instant donné, typiquement sur quelques jours ; le climat s'intéresse aux conditions météo moyennes, calculées sur une région donnée, sur une longue période. La période recommandée par l'Organisation météorologique mondiale pour définir ces normales climatiques est, par convention, d'une trentaine d'années.

2. Observation du climat

Les grandeurs pertinentes pour caractériser le climat sont le plus souvent des variables de surface, telles que la température, les précipitations et la vitesse du vent. Mais les scientifiques élargissent la définition du climat à la description statistique du système climatique dont les évolutions influencent celles du climat à la surface de la Terre à différentes échelles de temps. Observer le climat est donc non seulement observer la surface de la Terre, mais aussi dans l'atmosphère, dans l'océan sur toute sa profondeur, dans les glaces sur continent et sur mer, dans la biosphère et dans les sols superficiels. Ces différentes composantes du système climatique interagissent en effet entre elles en échangeant de l'énergie, de la quantité de mouvement, de la vapeur d'eau, mais aussi du CO₂ et d'autres constituants, et influencent ainsi les évolutions climatiques.

La communauté scientifique internationale a mis en place un programme d'observation du climat à l'échelle planétaire qu'on appelle le Système mondial d'observation du climat. Il consiste notamment à définir les variables climatiques essentielles qui permettent de suivre les évolutions du climat dans toutes les composantes du système climatique. Ces variables doivent être pertinentes, techniquement observables ou

dérivées d'observations par des méthodes scientifiques, s'appuyer sur des réseaux d'observation couvrant la planète, et avoir été recueillies sur des périodes de temps les plus longues possibles.



Source : WMO

Cette figure montre l'ensemble de ces variables, au nombre de 55, parmi lesquelles les températures sur continent et sur mer, le niveau de l'océan, l'étendue des glaces, celles des feux, la concentration du CO₂ dans l'atmosphère, etc. L'observation du climat nécessite donc une large combinaison d'observations multiples dans les différents milieux, s'appuyant sur des réseaux de coordonnées à l'échelle mondiale.

3. Traitement des séries climatiques

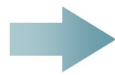
Les premières mesures instrumentales de variables climatiques datent du XVII^e siècle, avec notamment la série de températures de Paris reconstituée par Daniel Rousseau de 1658 à nos jours. Mais avant 1850, ces séries étant trop peu nombreuses ou trop mal réparties ; on utilisait des marqueurs indirects du climat aussi appelés proxies. Il est ainsi possible de reconstruire la variabilité de la température moyenne de la Terre sur deux millénaires à partir d'archives naturelles comme, parmi d'autres, les troncs d'arbres qui ont conservé la mémoire des climats passés dans l'épaisseur et la densité de leurs cernes.

Il faut attendre 1856 pour voir apparaître le premier réseau d'observation météorologique géré par Emmanuel Liail, à l'Observatoire de Paris, sous la direction de l'astronome français Urbain Le Verrier. Les autres réseaux d'observation de

l'atmosphère et de l'océan sont bien plus tardifs. L'estimation de variables de type climatique à partir d'observations de satellites ne date, quant à elle, que de la fin des années 1970.

Mais observer et recueillir les données ne suffit pas. Dans une série d'observations, par exemple de la température en un lieu donné, il faut tenir compte des perturbations de la mesure. Ces perturbations résultent, entre autres, des changements des instruments, de l'environnement de la mesure, du déplacement de la station, même dans un lieu à proximité. L'image ci-dessous illustre à titre d'exemple le déplacement de la station de La Rochelle entre 1910 et 1999, avec un changement aussi très important du type de station de mesure, comme on peut le constater.

1910: Ecole Normale



1999: « Le Bout Blanc



Source :
Météo France

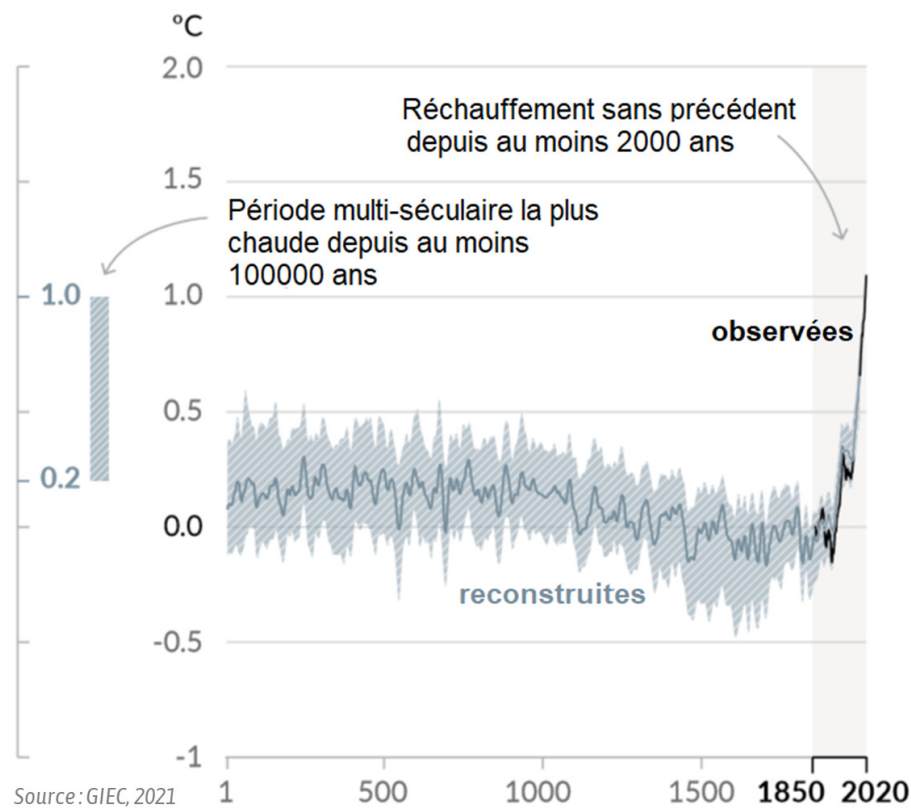
L'exemple des stations de mesure de La Rochelle

Un traitement statistique de chaque série par comparaison à d'autres séries observées voisines doit ainsi être réalisé chaque fois que possible. On parle d'homogénéisation des séries. Cette opération permet d'extraire le signal de variabilité climatique de séries de données contaminées par des artefacts de la mesure. Les observations satellitaires nécessitent aussi la prise en compte de l'évolution des capteurs embarqués, et donc, des étalonnages entre des séries d'observations issues de différents satellites. Ces opérations étant réalisées, il convient d'estimer avec précision toutes les sources d'erreur des reconstructions climatiques, incluant les erreurs non corrigées par l'homogénéisation ou l'étalonnage, les erreurs aussi liées à la répartition imparfaite des observations, les erreurs instrumentales et bien d'autres.

4. Exemple de l'évolution de la température moyenne mondiale

La figure ci-dessous illustre l'évolution de la température moyenne mondiale sur une période de 2 000 ans par rapport à la moyenne de 1850 à 1900, prise par le GIEC comme valeur préindustrielle. Elle est reconstruite à partir de proxies et, après 1850, à

partir de la combinaison de réseaux multiples d'observation instrumentale et de reconstructions utilisant des techniques de modélisation qu'on appelle des réanalyses de données.



Variations de la température moyenne à la surface du globe observées ou reconstruites sur deux millénaires

C'est la meilleure estimation de l'évolution de la température moyenne mondiale telle qu'elle figure dans le premier volet du sixième rapport du GIEC publié en 2021. On y voit que les températures de la décennie 2011-2020 sont 1,1°C plus chaudes que les températures de la fin du XIX^e siècle, précisément entre 0,95 et 1,2°C plus chaudes. On y voit aussi que le réchauffement actuel est sans précédent depuis au moins 2 000 ans.