

# THEME 1 : SCIENCE, CLIMAT ET SOCIETE

## Chapitre 2 : la complexité du système climatique

Objectif : on cherche à montrer, d'une part, que le système climatique présente une variabilité naturelle liée à des interactions complexes et notamment des mécanismes de rétroactions et, d'autre part, que les actions humaines sur ce système sont irréversibles à court terme.

### 1°) la distinction entre météorologie et climatologie

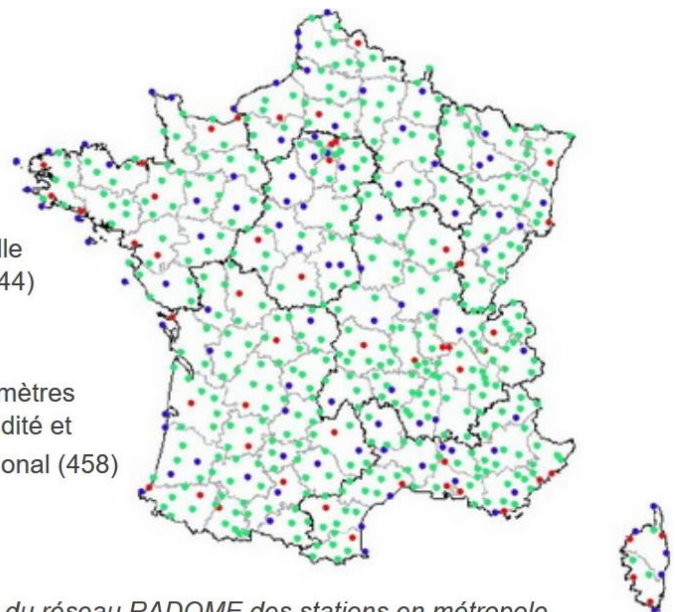
La **météorologie** mesure des grandeurs atmosphériques à un instant et un lieu donné et prévoit leur évolution pour les prochains jours. Ces grandeurs sont principalement la température, la pression, le degré d'hygrométrie, la pluviométrie, la vitesse et la direction des vents et la nébulosité. La météorologie étudie les phénomènes atmosphériques sur le court terme.

La **climatologie** va définir sur une très longue période (30 ans en général) les moyennes des grandeurs atmosphériques caractérisant le climat local ou global. La climatologie étudie ces variations sur des périodes plus ou moins longues (de l'année à plusieurs millions d'années) ce qui permet d'identifier des tendances par exemple d'évolution de la température.

### 2°) les indicateurs climatiques et leurs mesures

Le premier indicateur climat global est la température. Pour définir la température moyenne de la Terre on calcule les moyennes des températures sur des dizaines de milliers de stations météorologiques et aussi à partir de mesures satellitaires. **Voir carte stations France**

Bleu : station du réseau de la veille météorologique mondiale VMM (44)  
Rouge : Station installée sur une plateforme aéroportuaire (52)  
Vert : Station automatique 4 paramètres de base (vent, température, humidité et précipitations) pour le réseau national (458)



Carte du réseau RADOME des stations en métropole  
(Situation au 31 décembre 2012) © Météo-France



On utilise aussi d'autres indicateurs pour caractériser le climat mondial : le volume global des océans mesuré par les **marégraphes**

et les satellites, les surfaces glacées océaniques (**voir antarctique**)

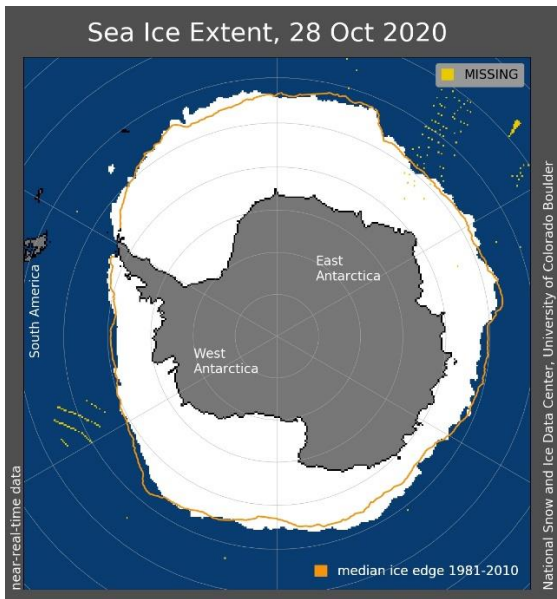


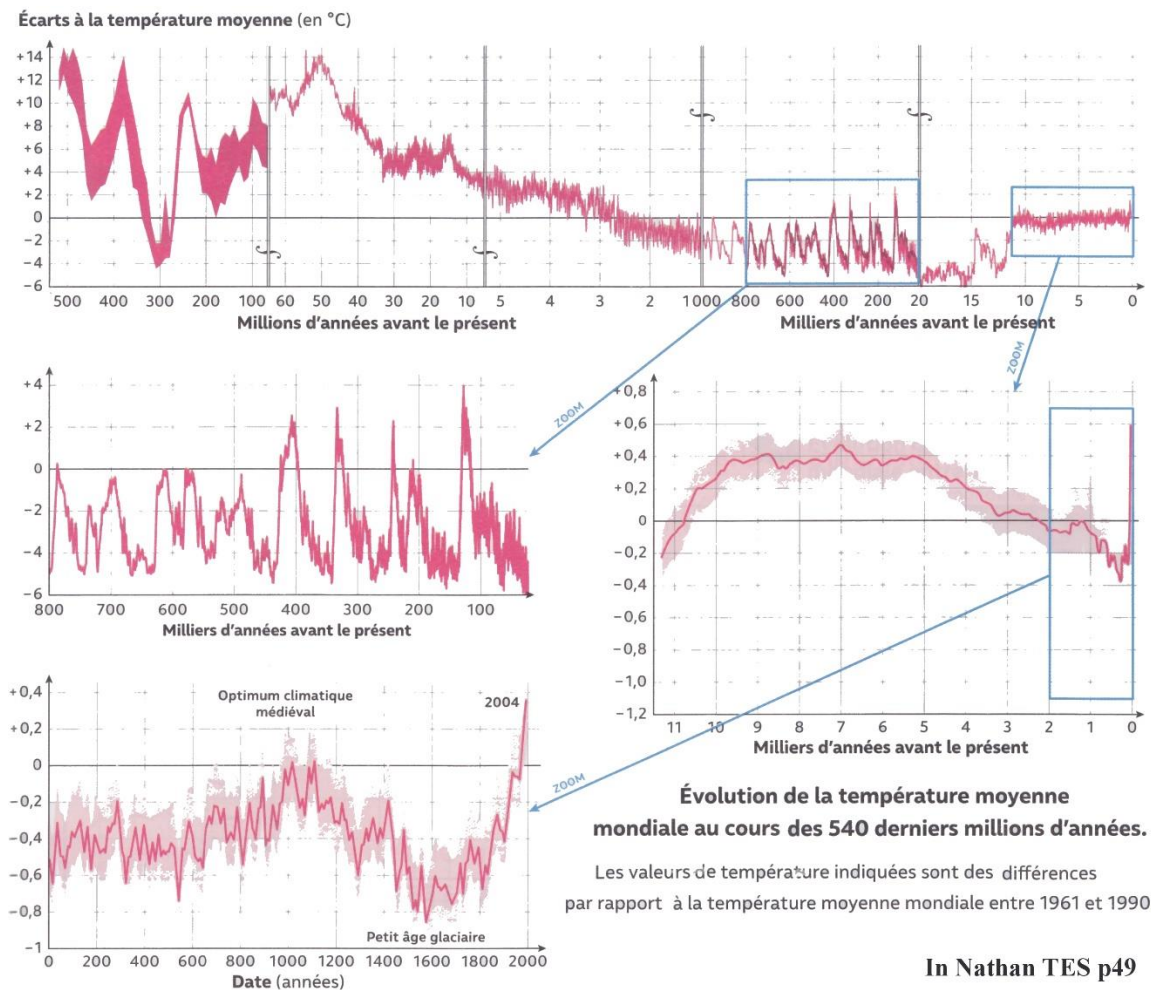
image du satellite Sentinel2 qui couvre le Massif du Mont-Blanc, prise le 29 août 2015 (crédit : ESA).

et les glaciers

etc.

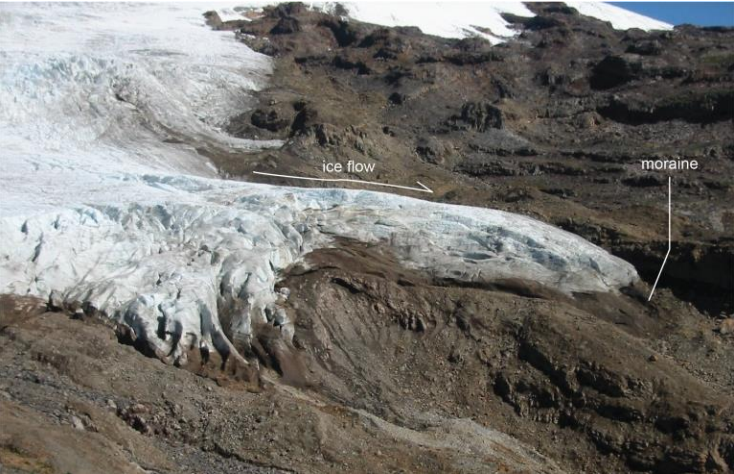
### 3°) la variabilité naturelle du climat

La **reconstitution des paléotempératures** basée sur la proportion d'isotope  $O^{18}$  de l'oxygène des bulles de gaz piégés dans les glaces et des coquilles carbonatées de foraminifères (unicellulaire marin) montre des périodes de refroidissements et de réchauffements de grandes ampleurs et sur des temps plus ou moins long.

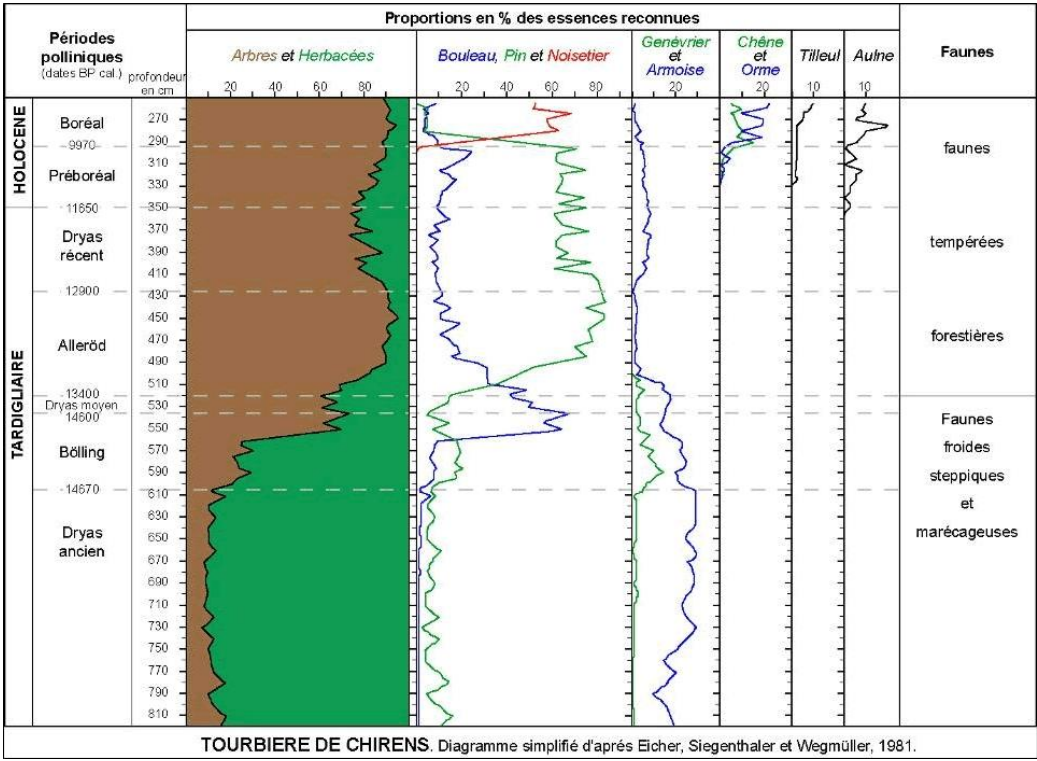


Cette reconstitution s'appuie aussi sur les traces laissées par l'extension des glaciers (**moraines**),





la composition en pollens accumulés dans les tourbières (**diagramme pollinique**)

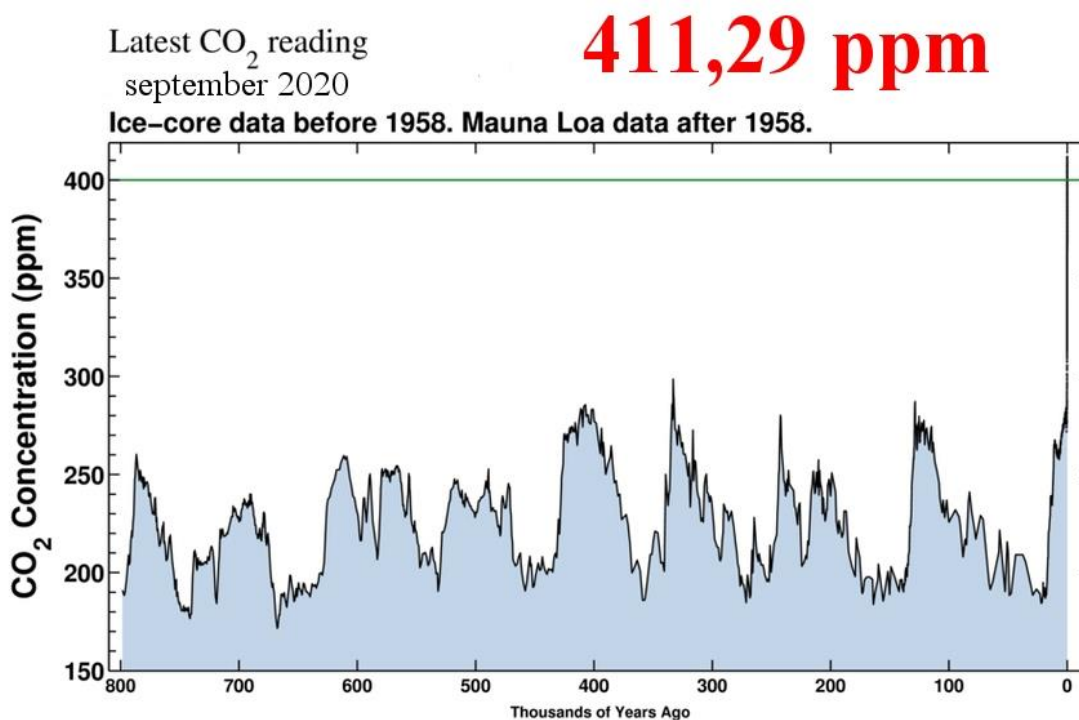


ou les lacs ou bien encore pour des données récentes la date des **vendanges**.

Evolution de la date de vendange (moyenne décennale) entre 1901 et 2018 pour un panel de vignobles français



On constate d'autre part que l'on enregistre des variations naturelles de la concentration en  $\text{CO}_2$  sur des cycles longs (entre 180 et 208 ppm) mais celle-ci n'a jamais augmenté aussi rapidement qu'actuellement (411 ppm)



#### 4°) Les gaz à effet de serre et le réchauffement climatique récent

##### a) La notion de forçage radiatif

Depuis environ 150 ans on observe un réchauffement climatique global d'environ  $1^\circ\text{C}$ . Ce réchauffement est à mettre en relation avec l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (dioxyde de carbone, méthane,  $\text{N}_2\text{O}$  et vapeur d'eau). Ces gaz absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et le réémettent en partie vers le sol ce qui augmente la puissance radiative reçue : cette puissance additionnelle entraîne une perturbation de l'équilibre radiatif, elle correspond au forçage radiatif.

Cette énergie supplémentaire est en grande partie stockée dans les océans mais aussi dans l'atmosphère et les sols : elle se traduit par une augmentation de la température moyenne à la surface de la Terre et une montée du niveau marin.

##### b) Les effets amplificateurs de la température terrestre et leurs conséquences (non traitée encore)

La dynamique du système climatique résulte d'interactions complexes entre des systèmes physiques (atmosphère, océans, cryosphère, sols, biomasse).

Certains paramètres exercent une rétroaction positive sur la température : il s'agit de l'augmentation de la concentration en vapeur d'eau de l'atmosphère, la diminution des surfaces glacées qui augmentent l'albédo et le dégel du pergélisol libérant des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. L'océan joue actuellement un rôle majeur d'amortisseur du forçage radiatif en stockant l'énergie mais cela conduit à une élévation du niveau marin essentiellement par dilatation thermique. Le reste de l'élévation est dû à la fonte des glaciers continentaux.

L'océan va restituer cette énergie accumulée ce qui va entraîner un changement climatique irréversible pour plusieurs siècles.

La biosphère exerce une rétroaction négative car l'augmentation de la concentration de dioxyde de carbone favorise la croissance des végétaux ; il constitue un puits de  $\text{CO}_2$ .