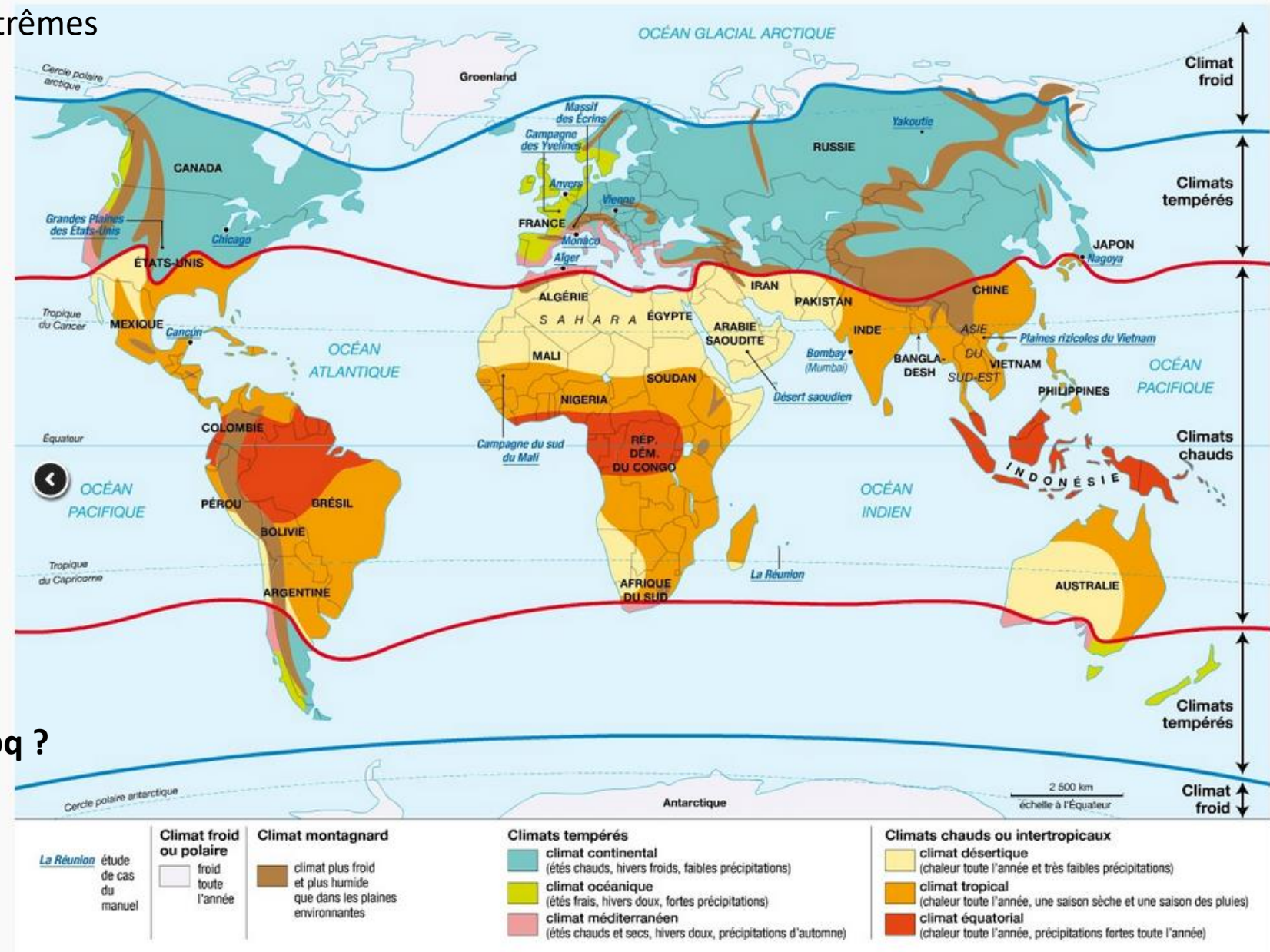
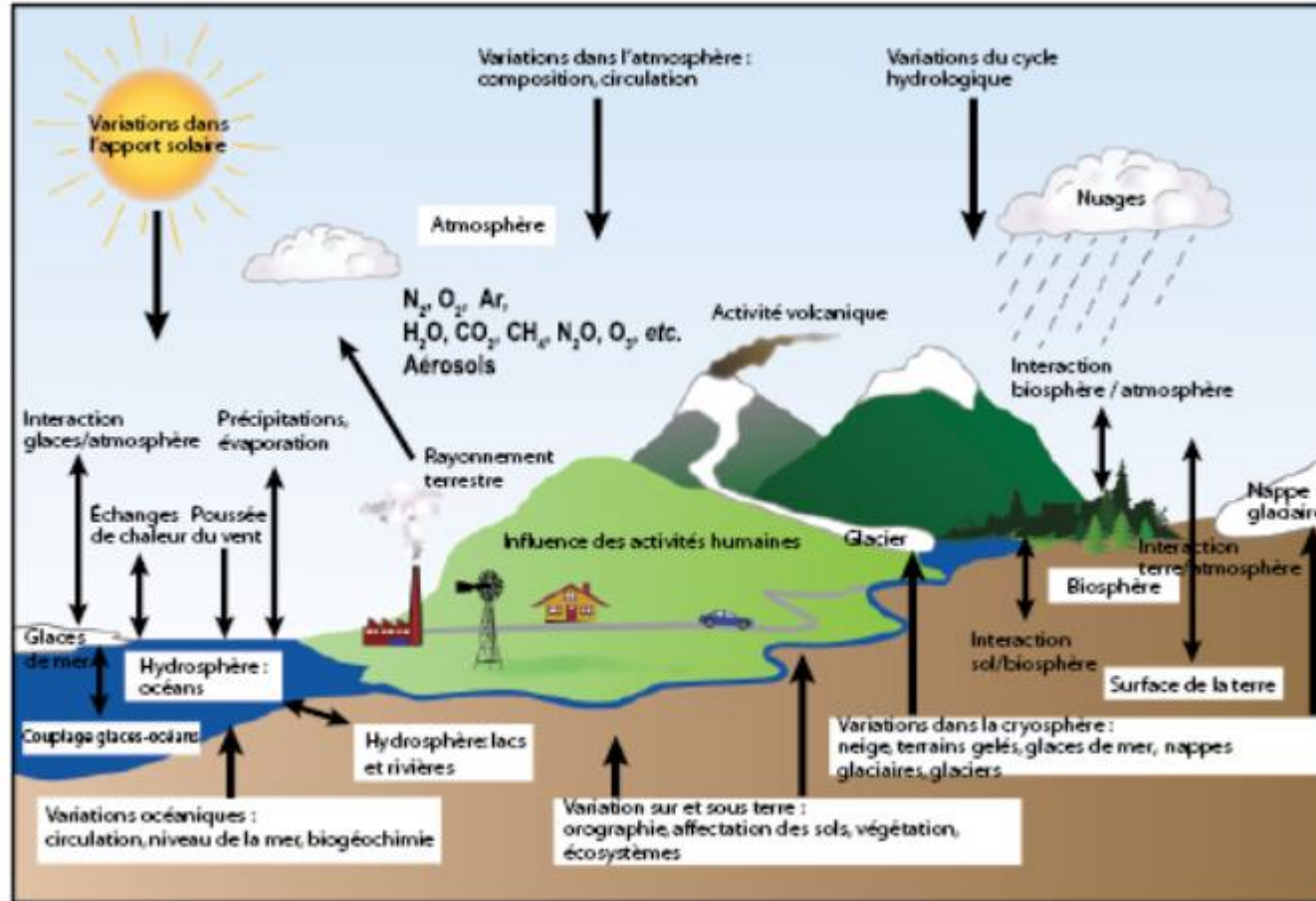


**Le climat** = synthèse des conditions atmosphériques à long terme d'un lieu  
 = les moyennes des paramètres du temps + la norme saisonnière des types de temps + des événements extrêmes



Grande variété de climats sur la terre = pq ?

Le système climatique est constitué de 5 composantes =



- **l'atmosphère** = change le + vite = / elle distribue les climats à l'échelle de la planète / elle module le climat / elle a peu de mémoire => capacité à prévoir mvt atmosphère difficile
  - **l'océan** = se déplace moins vite 100 X plus lente / géant tranquille métronome /
  - **lithosphère** = joue un rôle avec l'albedo
  - **Biosphère** = rejette du CO<sub>2</sub>, de la vapeur d'eau
- ⇒ ces composantes échangent nrj, carbone, vapeur d'eau \_

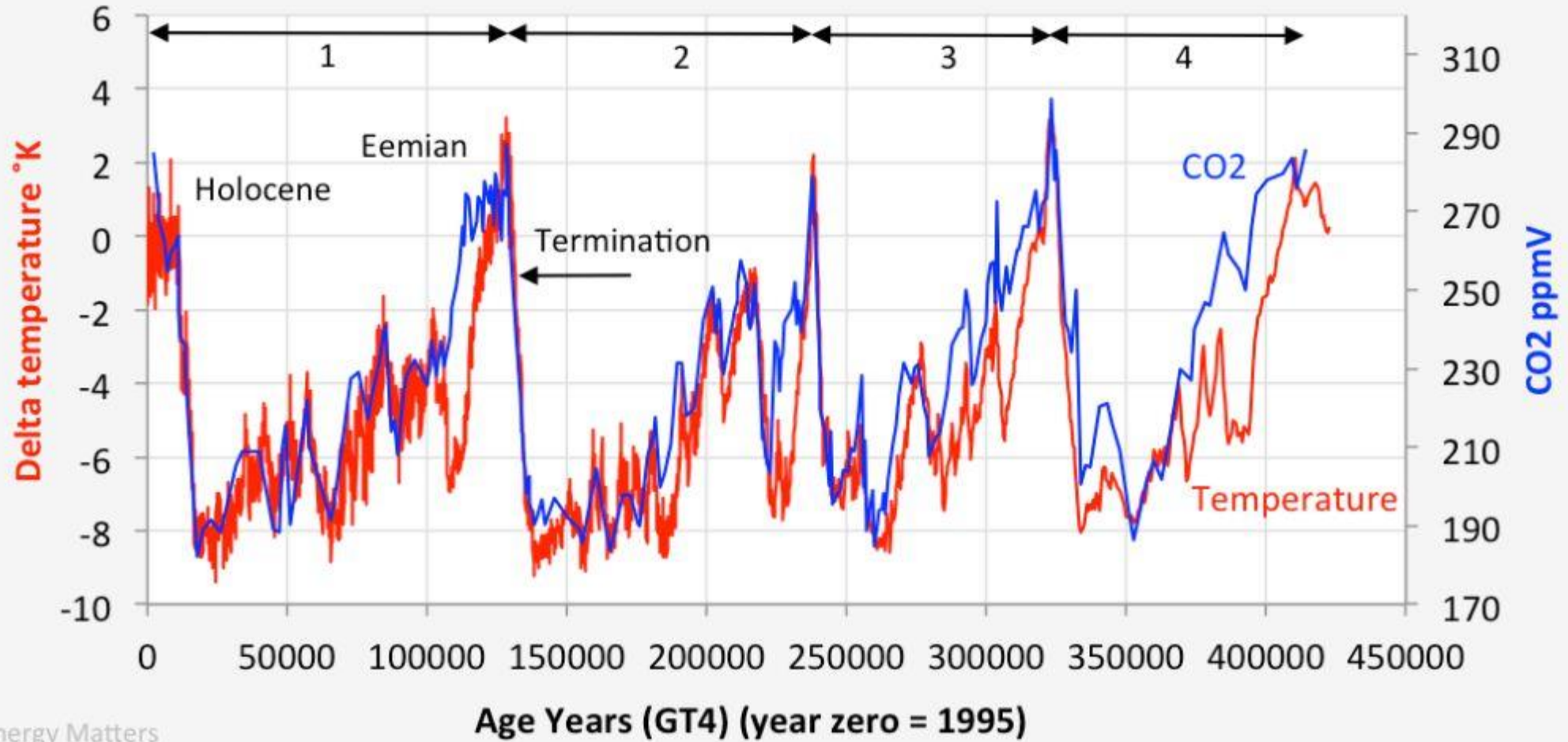
FAQ 1.2, Figure 1. Représentation simplifiée des composantes du système climatique, leurs processus et interactions.

'**albedo** = est le pouvoir réfléchissant d'une surface, c'est-à-dire le rapport du flux d'énergie lumineuse réfléchie au flux d'énergie





# Vostok Ice Core: Temperature and CO2



de quelques mois à l'avance.

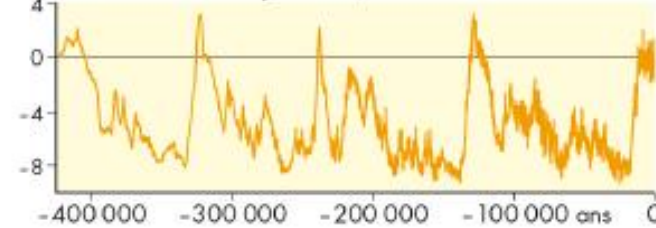
## QUELLES SONT CAUSES DES VARIATIONS NATURELLES DU CLIMAT ?

### Sur le long terme...

#### L'orbite de la Terre



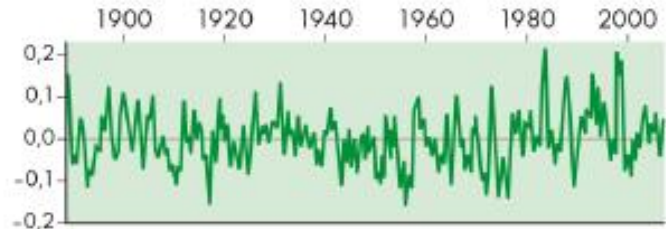
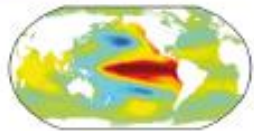
Différence de température, en °C



### Sur le court terme...

#### Processus chaotiques

Exemple :  
El Niño



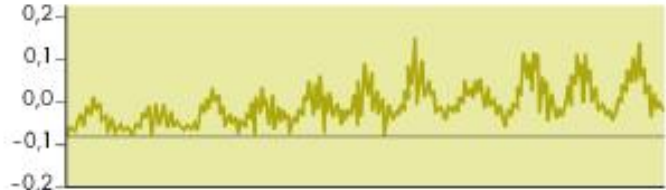
#### L'activité volcanique

Nuages  
de cendres  
et gaz à effet  
de serre



#### L'activité solaire

Irradiance  
solaire



#### Les facteurs anthropiques

Gaz à effet  
de serre et  
aérosols



## les facteurs naturels influençant le climat =

\* **la position relative Terre-Soleil n'est pas constante =** trois paramètres modifient la distance Terre-Soleil, et donc la quantité d'énergie solaire reçue.

### \*la variabilité solaire

le climat est directement fonction de la quantité d'énergie solaire reçue par la Terre. Or l'activité du Soleil est sujette à des fluctuations

### \*le volcanisme

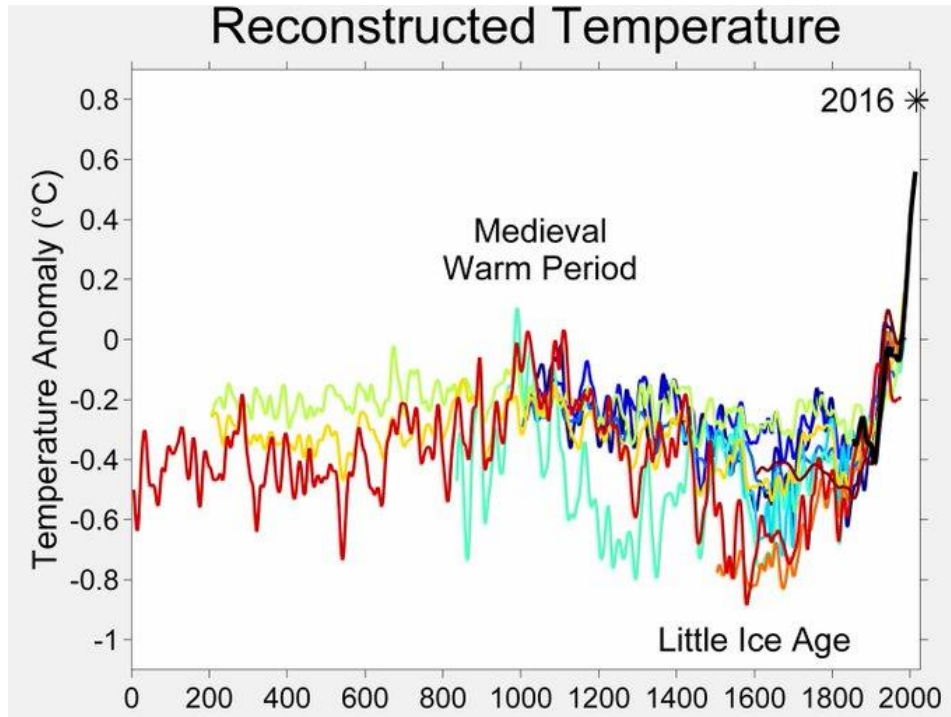
Par ailleurs, les [éruptions volcaniques](#), en projetant de fortes quantités de gaz et de poussières, voilent la lumière solaire et peuvent provoquer une baisse des T°

**les activités humaines ?** modification de la composition chimique de l'atmosphère

**forçage anthropique du climat »**



## 2) des forçages anthropiques ? a) l'évolution récente du climat



on constate aug température après l'an 1000 / puis PAG / forte aug au XXème siècle =

**Pq ?**

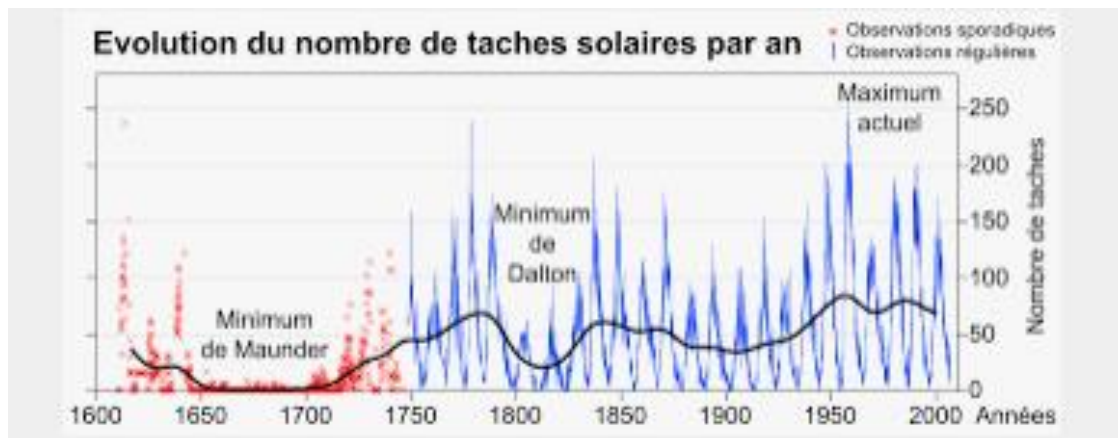
la variabilité solaire = intensité de l'activité solaire =

minimum de Maunder 1600 1750

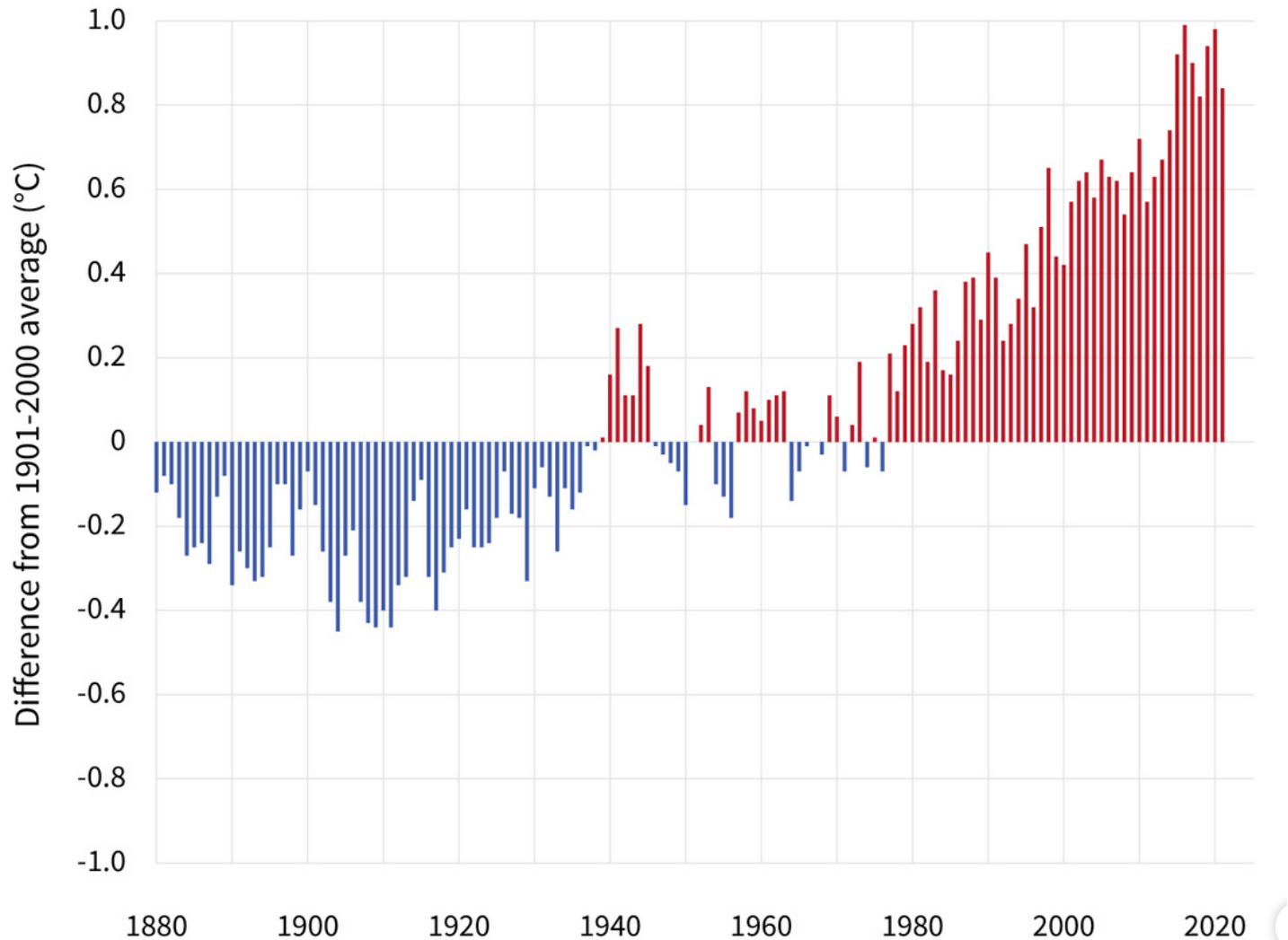
= très peu de tâches solaires signe d'une faible activité solaire /

minimum de Dalton = 1800 - 1850

autre source naturelle de la variabilité du climat = le volcanisme = éruption du Tambora avril 1815 refroidissement de 0,5°



On a une tendance au réchauffement qui n'est pas régulière avec des phases



on constate que la t a aug  
puis qu'elle a baissé à  
partir des années 1950 /  
puis réaugmente à partir  
des années 1980

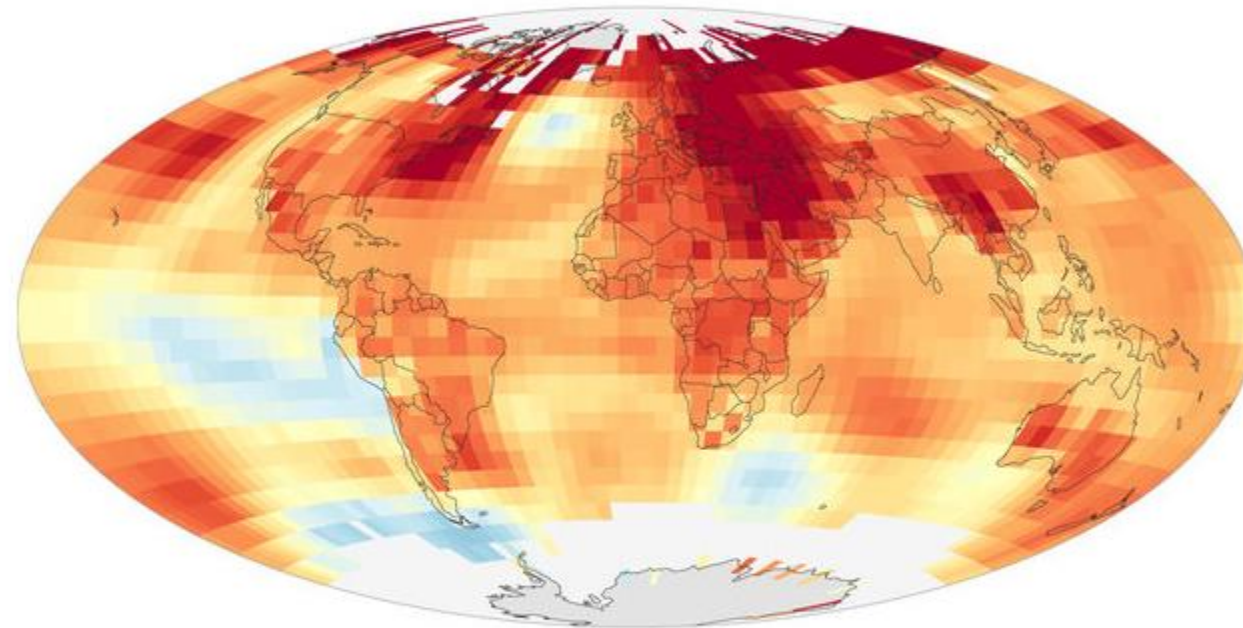
Constat global = aug de 1 °  
depuis l'époque pré  
industrielle

Ecart à la « normale » de  
0,6 ° par rapport à la  
moyenne 1950/1980

Un réchauffement qui se perçoit dans les régions arctiques – cf cours d’HK = recul de la cryosphère ( banquise, Glaciers, fonte du pergélisol ...)

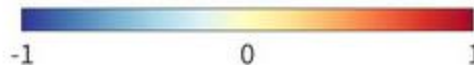
**quelles modifications climatiques et quels scénarii climatiques ? Traité dans le 3)**

## RECENT TEMPERATURE TRENDS (1990-2021)



1990–2021

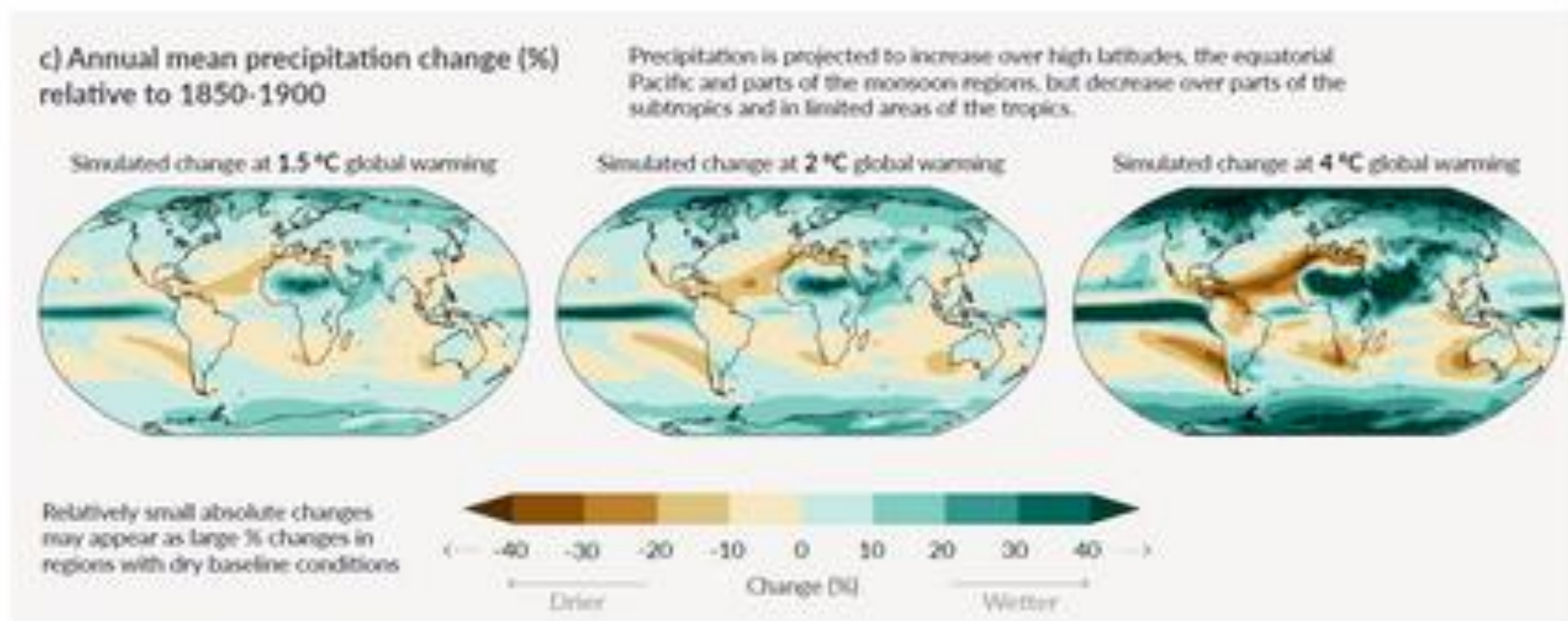
Change in temperature (°F/decade)



NOAA Climate.gov  
Data: NCEI



## Et voici les simulations pour les précipitations selon les trois cas

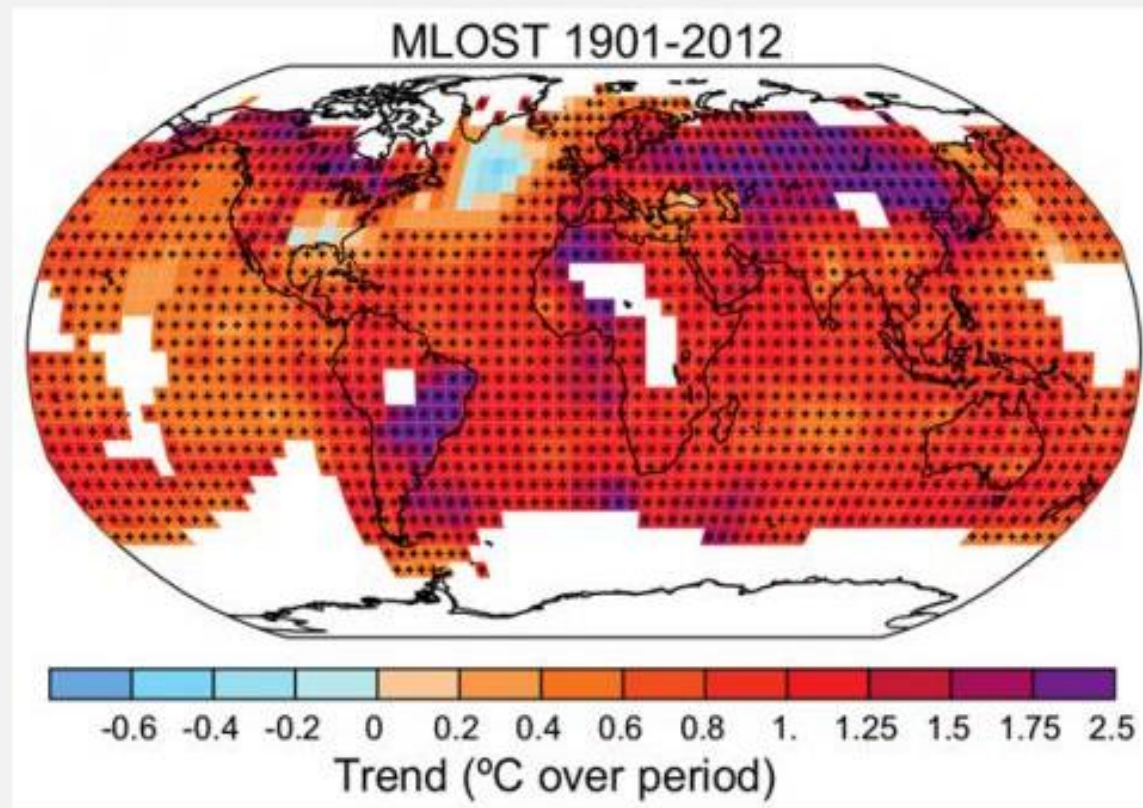
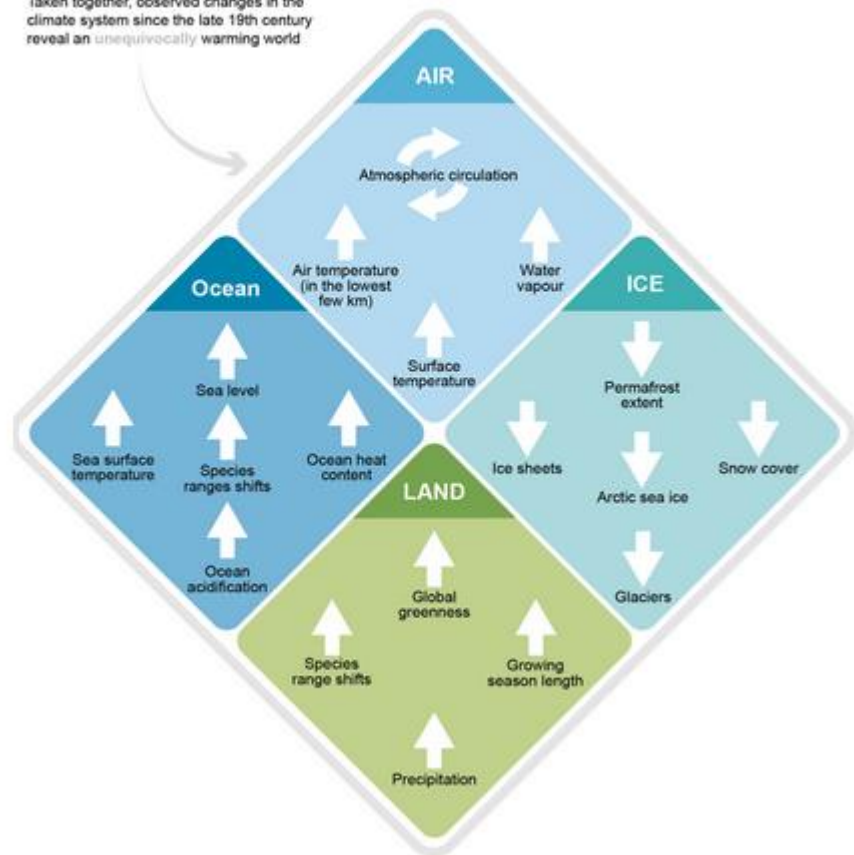


Les moyennes de températures ou de précipitations vont changer, mais les fréquences et intensités des épisodes météo ou climatiques extrêmes également.

## Les signes du changement climatique :

### FAQ 2.2: What is the evidence for climate change?

Taken together, observed changes in the climate system since the late 19th century reveal an unequivocally warming world



### Tendance linéaire de la température moyenne annuelle entre 1901 et 2012

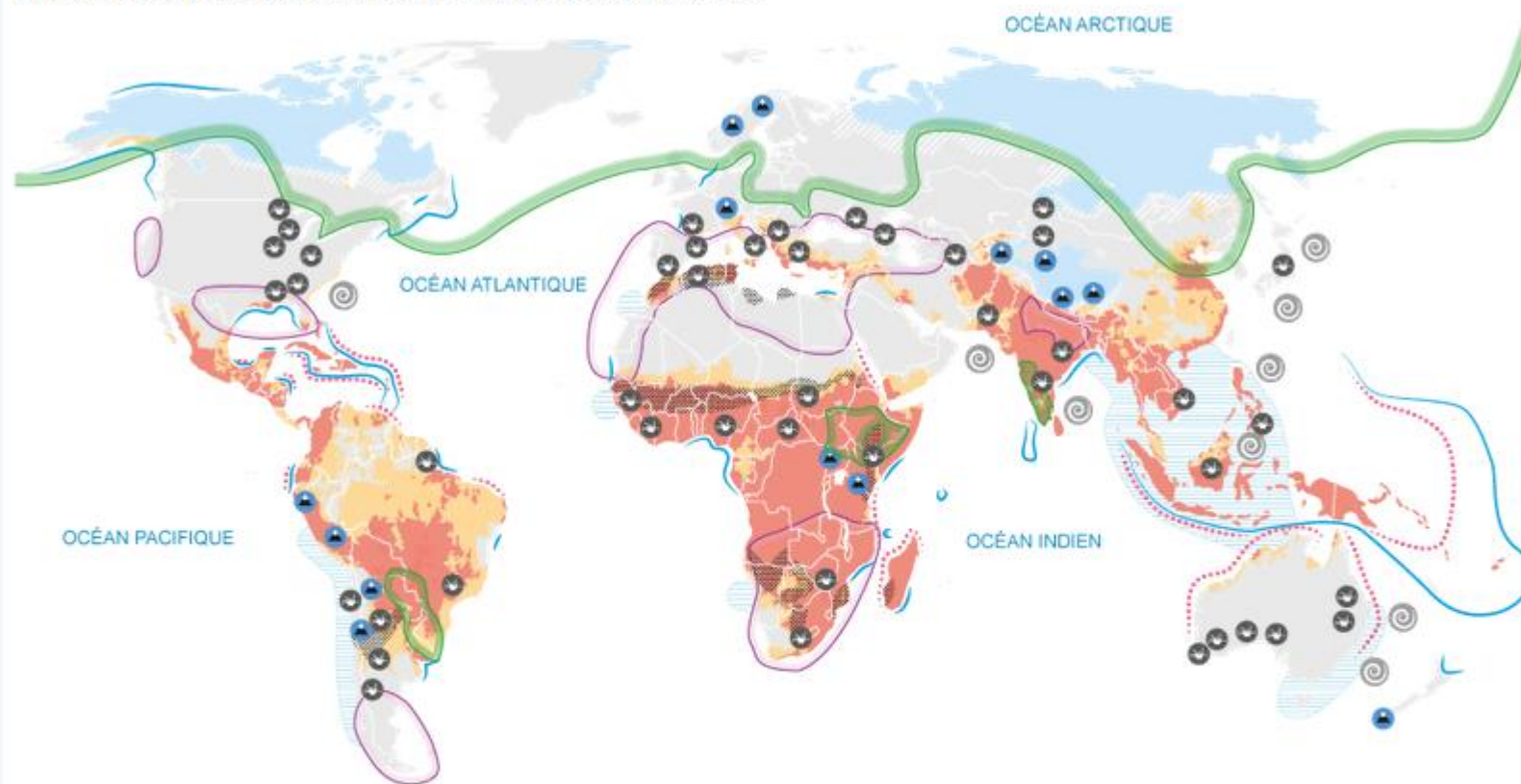
Source : 5eme rapport du GIEC, 2013

Distribution spatiale de la tendance linéaire de la température moyenne annuelle entre 1901 et 2012 (en °C de réchauffement sur l'ensemble de la période considérée). Les régions en blanc représentent les régions où il n'y a pas suffisamment de données pour que le calcul de la tendance soit fiable. Les tendances significatives d'un point de vue statistique (au niveau 5 %) sont indiquées par des signes +. Les calculs sont basés sur les données du NCDC (Vose et al., 2012).




# La carte des impacts du réchauffement climatique

Cliquez sur les légendes pour faire apparaître et disparaître les informations




## Zone de risque lié au changement climatique


 Risque extrême\*

 Risque élevé


 Grands deltas menacés

## Effets multiples et difficiles à mesurer


 Hausse des précipitations


 Baisse des précipitations


 Désertification


 Activité cyclonique accrue


 Montée du niveau de la mer

 Fonte du pergélisol

 Fonte des glaciers

 Dégradation des systèmes agricoles

 Dégradation des ressources halieutiques

 Dégradation des récifs coralliens

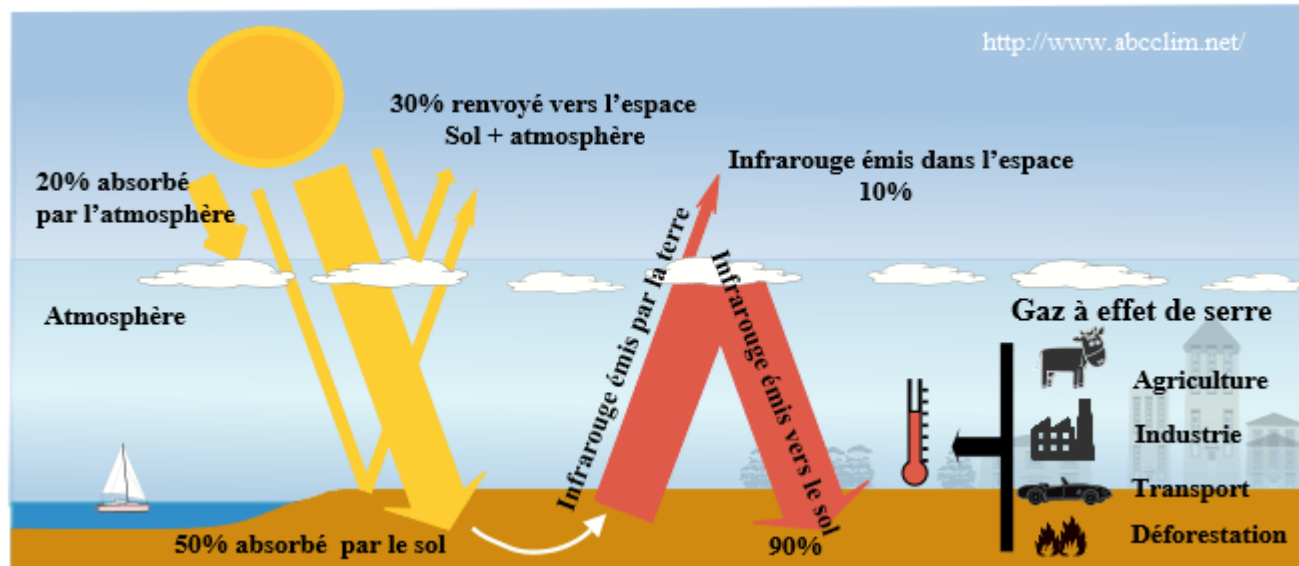
\*selon l'index "Climate Change Vulnerability"



## b) détection et attribution du rôle des activités humaines = l'effet de serre additionnel et la modification de la composition chimique de l'atmosphère

Les constituants majeurs de l'atmosphère sont l'azote (~ 78 %) et l'oxygène (~ 21 %) par rapport à l'air sec). La vapeur d'eau est le troisième constituant de l'air atmosphérique (0,33 % en moyenne).

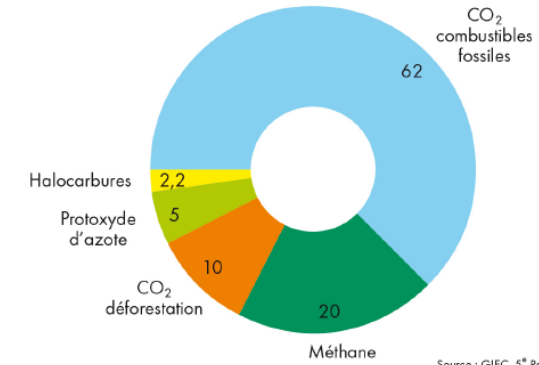
CO<sub>2</sub> = 0,041 % ou 400 ppm = + 30 % depuis 1958  
Azote =  
Méthane = X10 depuis 1850



« il est extrêmement probable que l'influence humaine a été la cause principale du réchauffement observé au cours du XXème siècle » GIEC 2013

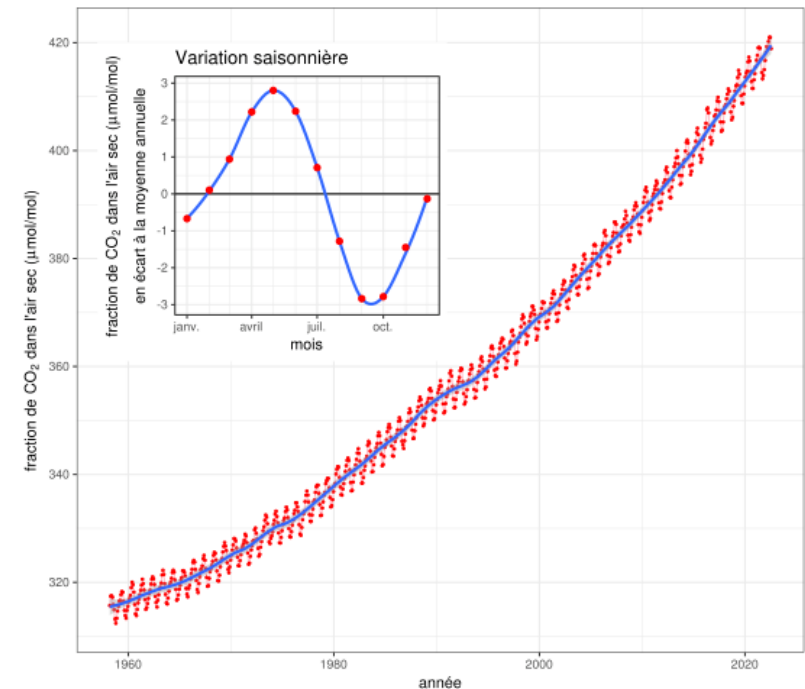
### LES PRINCIPAUX GAZ À EFFET DE SERRE ANTHROPIQUES

Émissions anthropiques de gaz à effet de serre, en 2010, par type, exprimées en pouvoir de réchauffement (%)



Source : GIEC, 5<sup>e</sup> Rapport, 2013.

Moyenne mensuelle de la concentration de CO<sub>2</sub>  
Mauna Loa 1958 - 2022



données : Dr Pieter Tans, NOAA/ESRL (<https://gml.noaa.gov/oz/gg/trends/>) et Dr. Ralph Keeling, Scripps Institution of Oceanography (<https://scrippsco2.ucsd.edu/>). Accédé le 2022-08-15 <https://www.wiki/42Ww>

La courbe de Keeling montre l'évolution de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, mesurée au Mauna Loa Observatory.



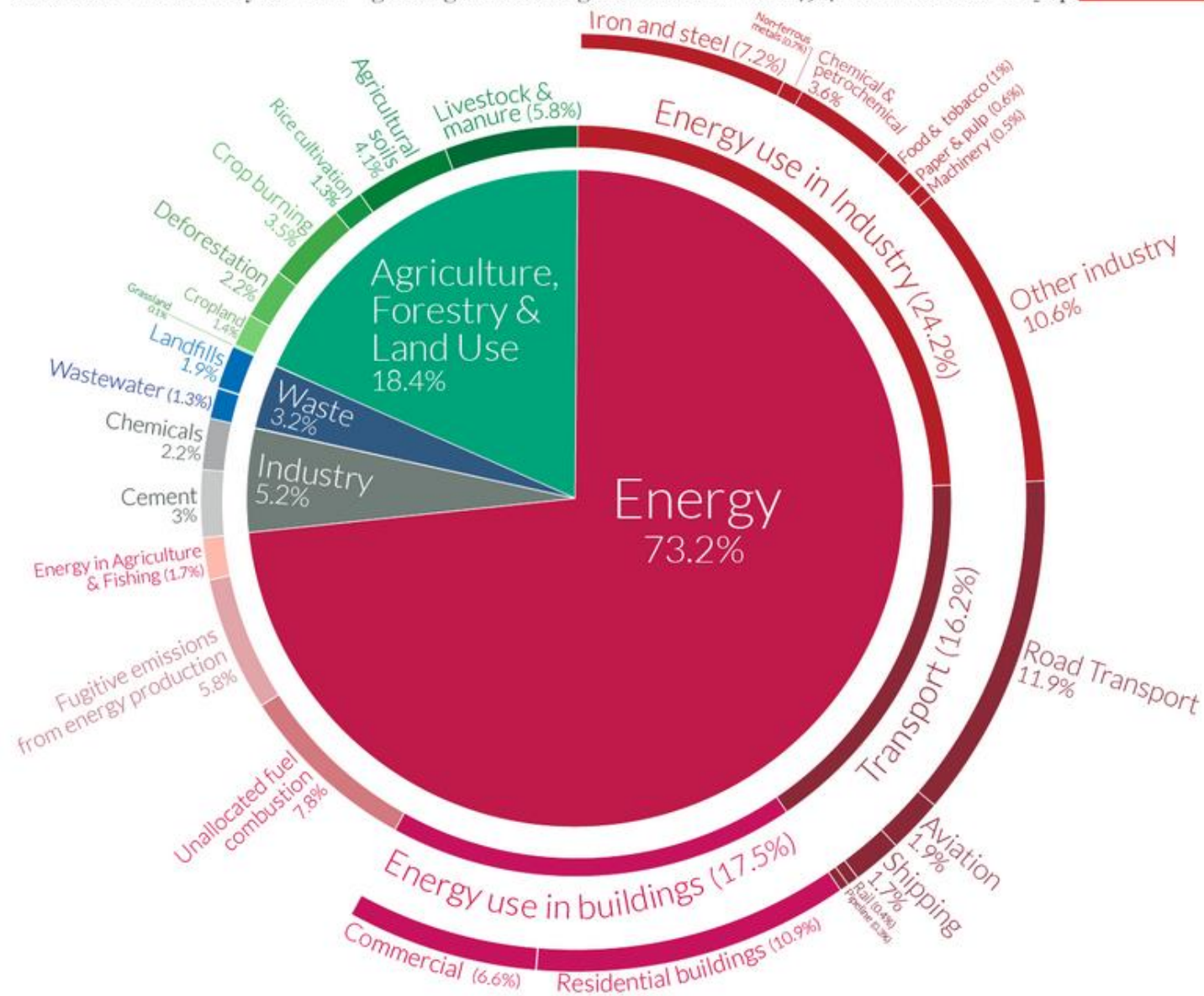
This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO<sub>2</sub>eq.

c) Les différentes émissions anthropiques = pourquoi augmentent-elles et quelle est la part de l'agriculture  
Dans cette augmentation ?

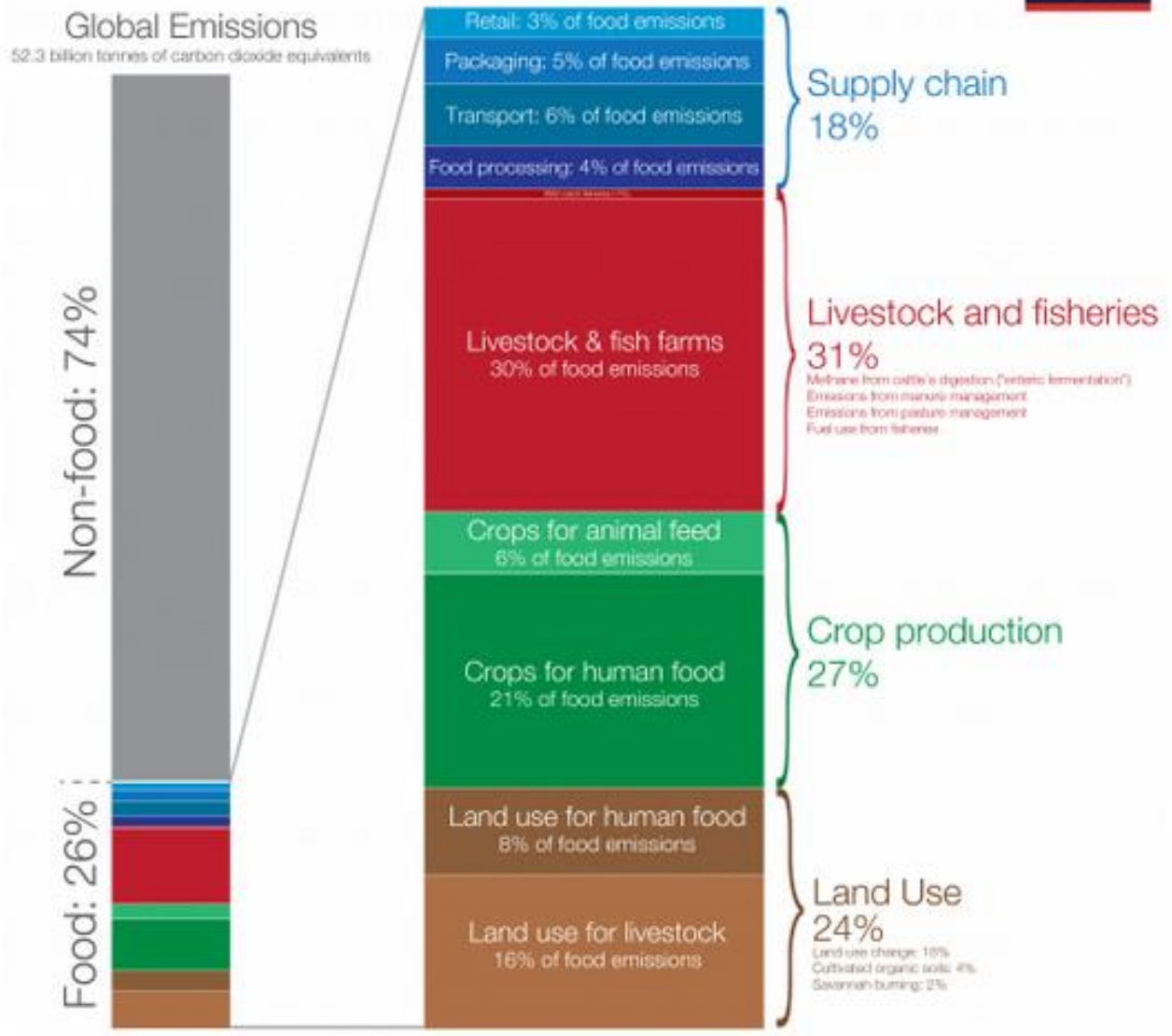
décomposition des émissions mondiale de GES

L'impact des réseaux de communication, des terminaux et des usages sur l'environnement est un sujet d'attention croissant.

Selon les sources [1 et 2], le numérique représente aujourd'hui 3 à 4 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le monde et **2,5 % de l'empreinte carbone nationale** [4]. Si cette part demeure modeste comparativement à d'autres secteurs, la croissance annuelle de la consommation de numérique (volume de données, terminaux, etc.) doit nous interroger.



# Global greenhouse gas emissions from food production Our World in Data



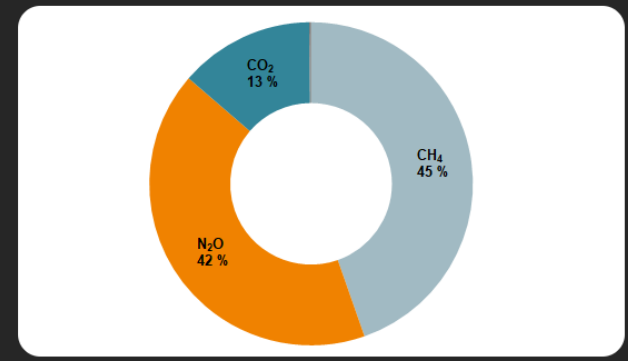
Data source: Joseph Poore & Thomas Nemecek (2018), Reducing food's environmental impacts through producers and consumers, Published in Science. OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

Approvisionnement

Bétail

Labours / terres cultivés

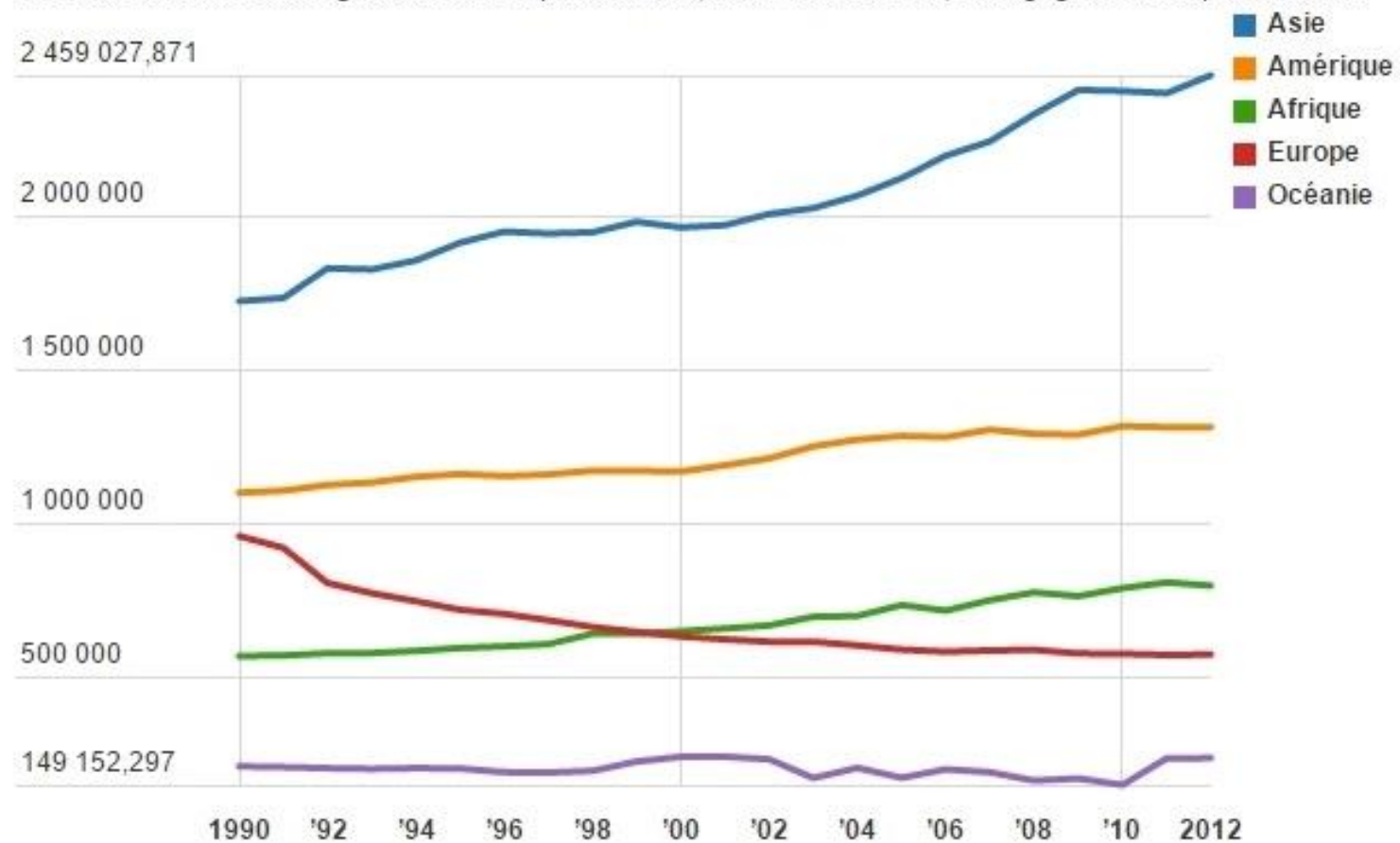
## Répartition des gaz à effet de serre issus des secteurs de l'agriculture et de la sylviculture en 2019





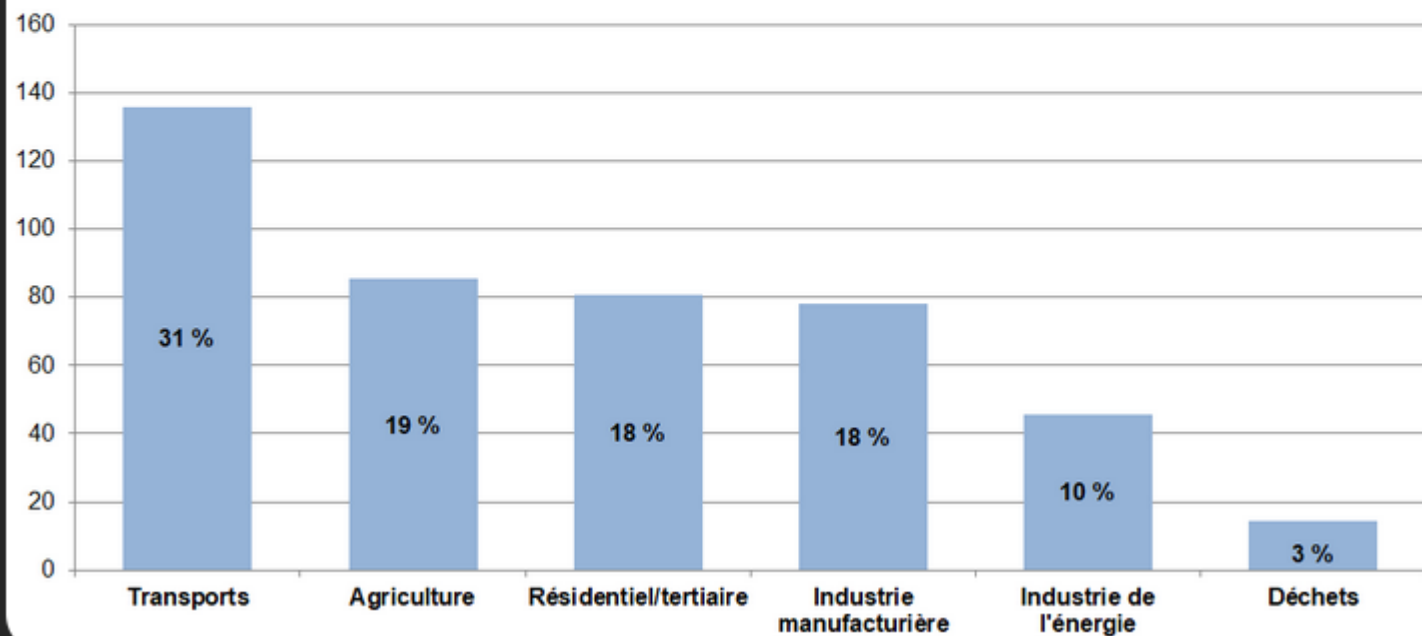
## Évolution des émissions agricoles

Évolution des émissions agricoles sur chaque continent, entre 1990 et 2012, en Gigagrammes équivalent CO2



## Répartition sectorielle des émissions de gaz à effet de serre en France en 2019

En millions de tonnes de CO<sub>2</sub> eq.



## L'exemple du CO2

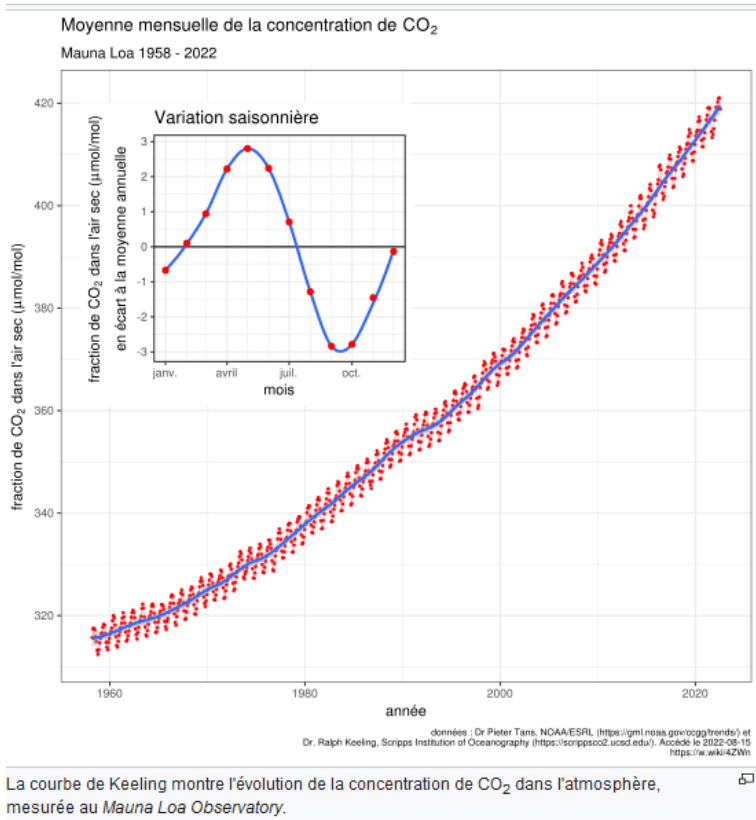
= le CO2 est inaltérable il faut qu'il soit absorbé par les végétaux ou dissous dans l'océan,

- Cycle naturel pré industriel du CO2

Absorption CO2 = photosynthèse / sols vivants / océans

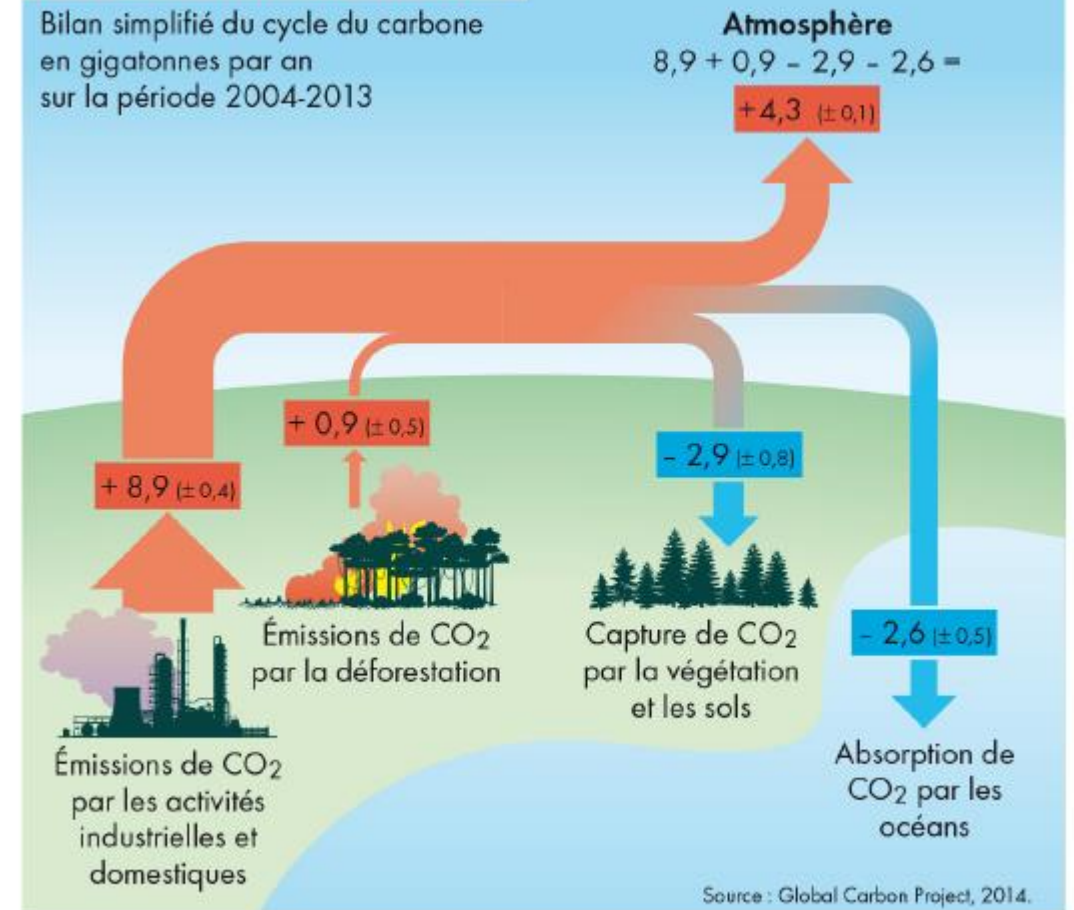
Largage CO2 = respiration, feux,

Perturbation par les émissions de CO2 dues aux combustibles fossiles à partir de 1784



### LE CYCLE DU CARBONE SUR TERRE

Bilan simplifié du cycle du carbone en gigatonnes par an sur la période 2004-2013





L'exemple du méthane

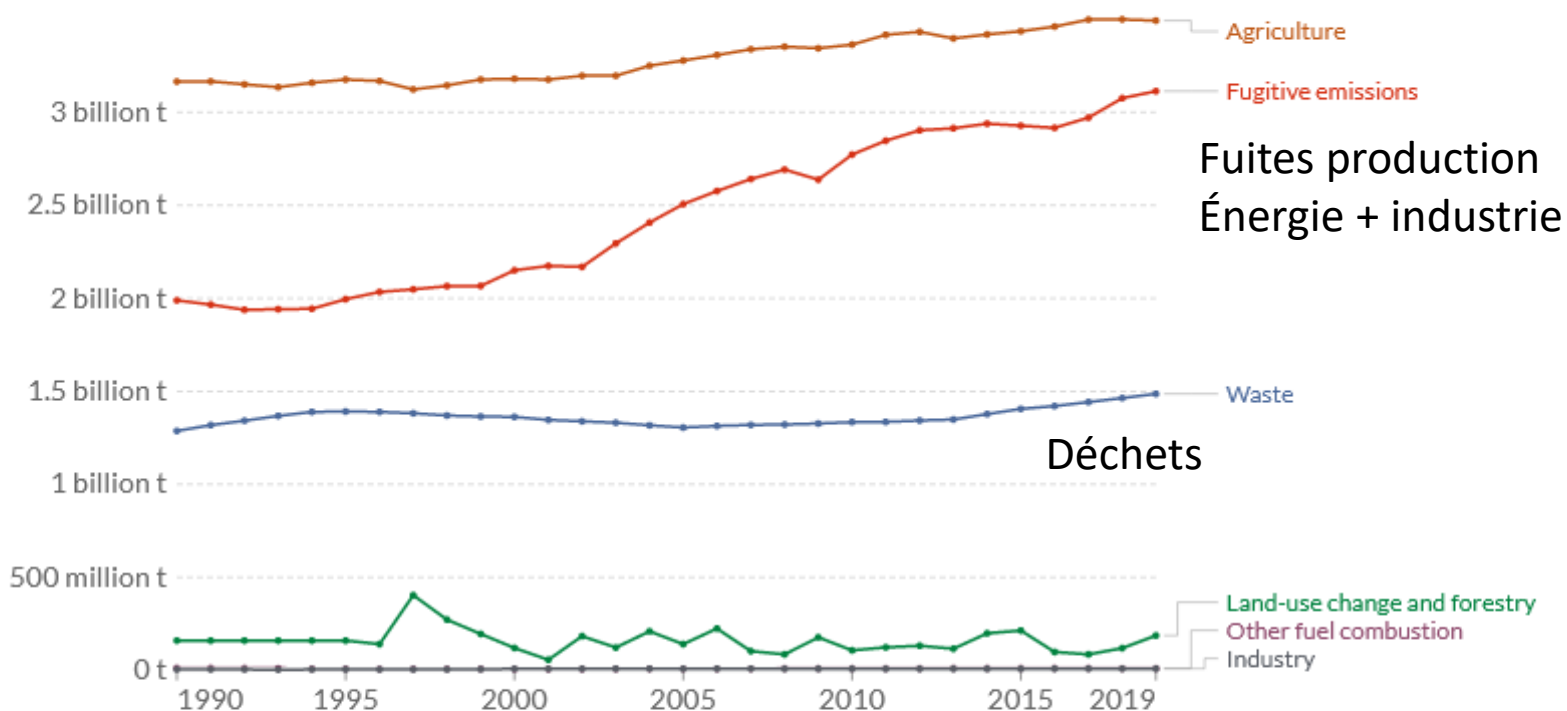
# Annual CH<sub>4</sub> emissions by sector

## Methane emissions by sector, World

Methane (CH<sub>4</sub>) emissions are measured in tonnes of carbon dioxide equivalents (CO<sub>2</sub>e) based on a 100-year global warming potential value.

Our World  
in Data

↔ Change country



Source: Our World in Data based on Climate Analysis Indicators Tool (CAIT).

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

▶ 1990 ○ 2019

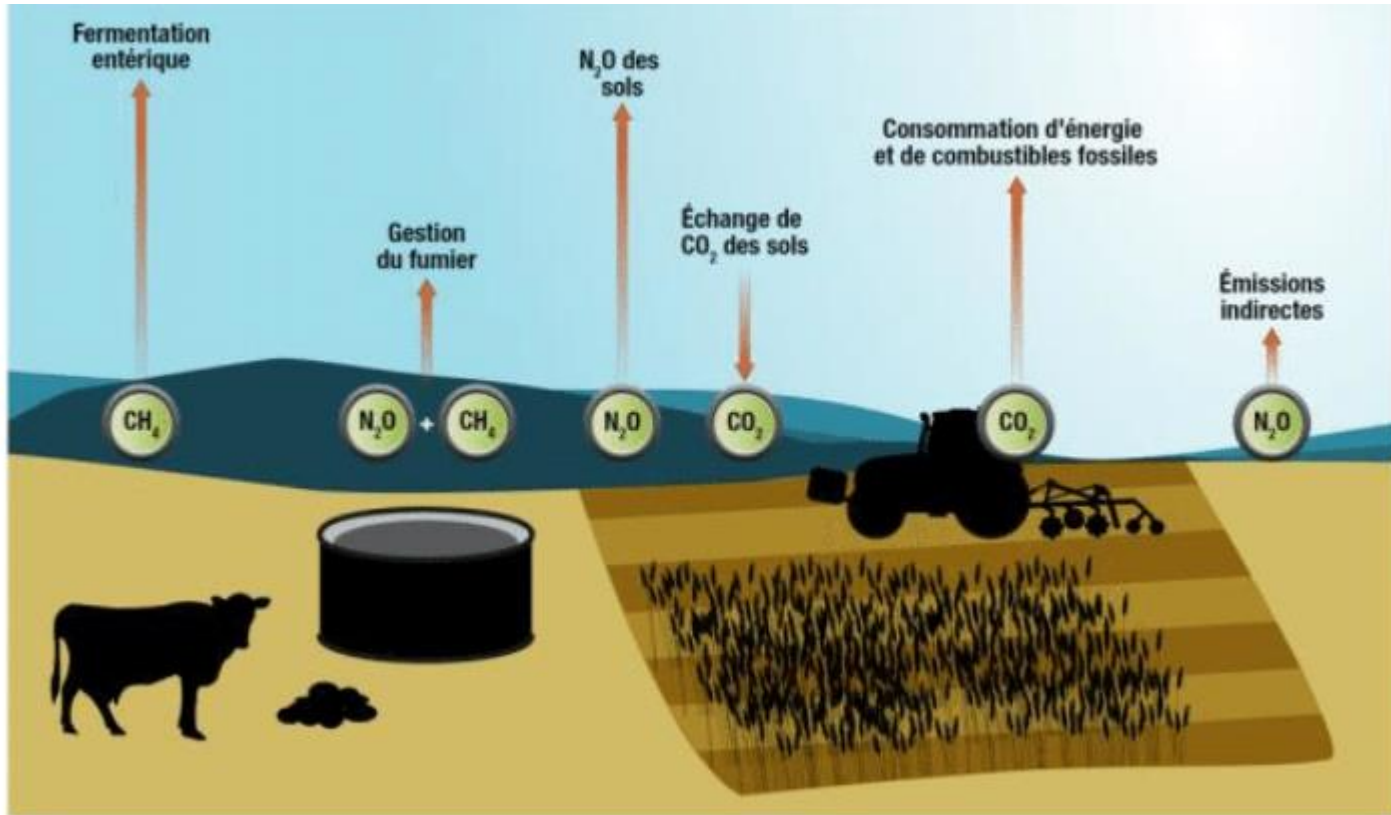
CHART

TABLE

SOURCES

↓ DOWNLOAD

🔗



Émissions de méthane et de protoxyde d'azote dans les exploitations agricoles

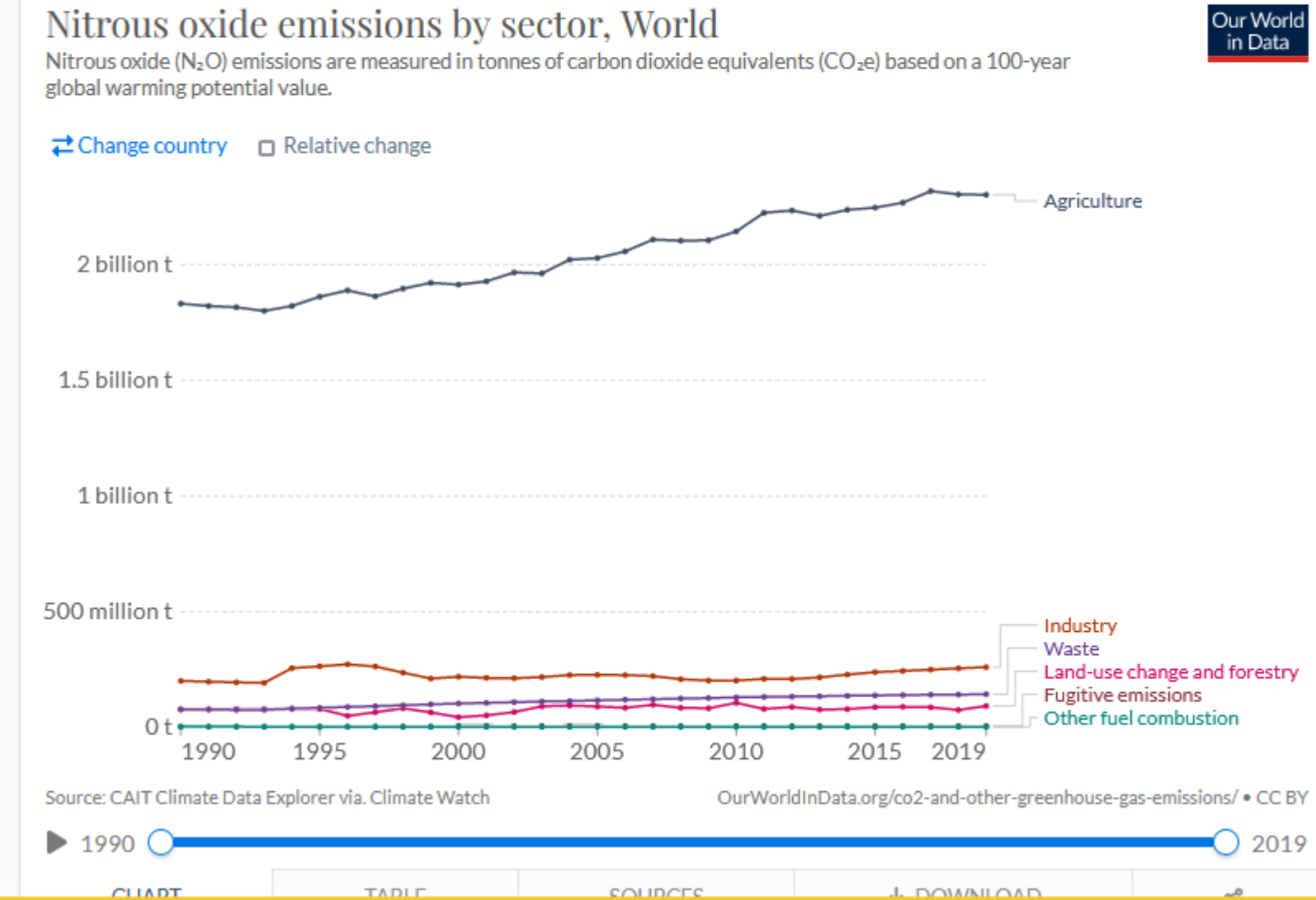
## Source de méthane

- **35% = naturel** = zone humide décomposition anaérobie / feux /
- **65 % sources anthropique** = décharges / combustions biomasse / les ruminants = les bovins / culture du riz = elle tient au fait que le riz pousse dans l'eau et que, lorsque les champs sont inondés, le sol s'appauvrit en oxygène, ce qui favorise la production de méthane par les micro-organismes

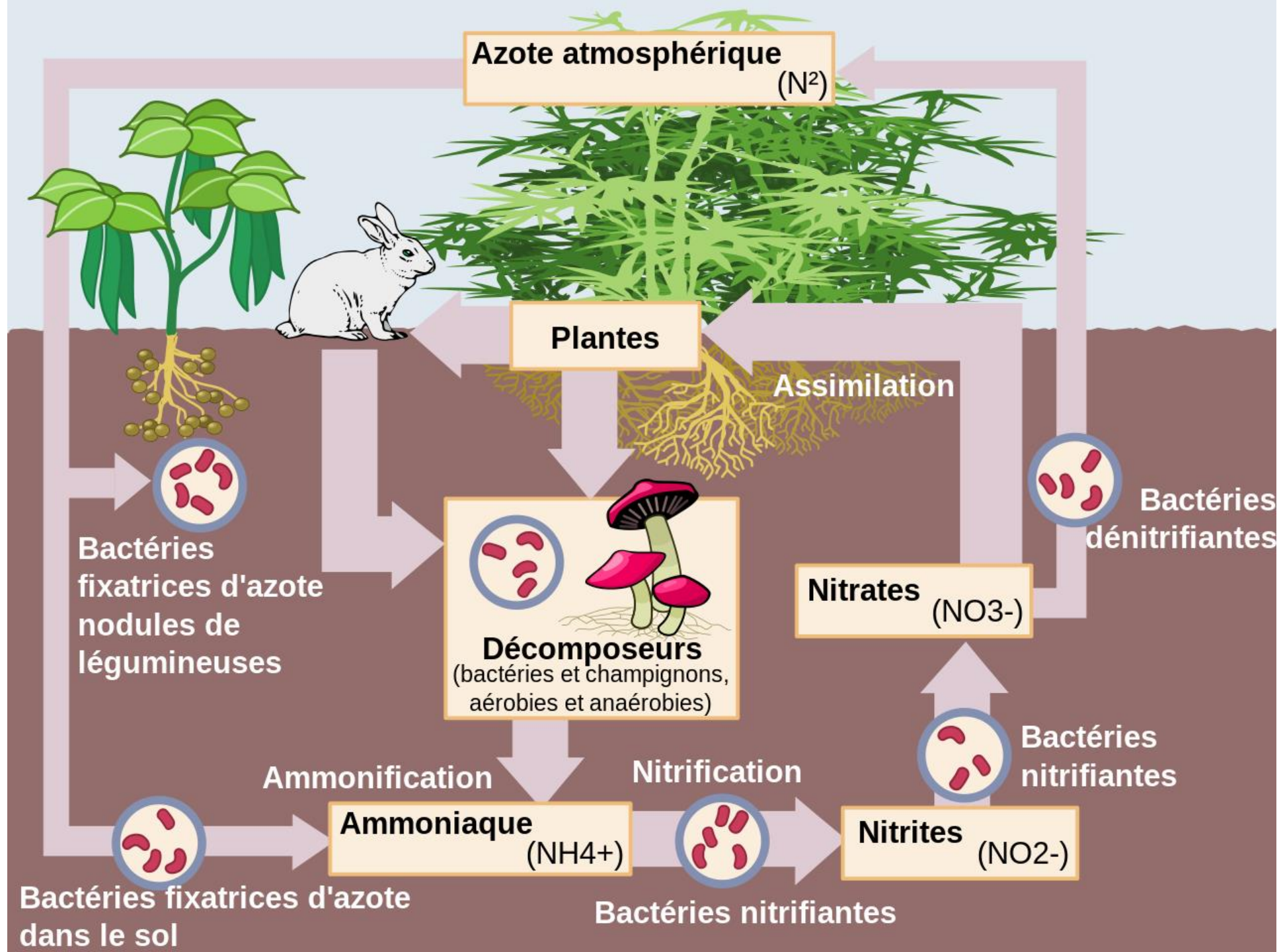
# Annual N<sub>2</sub>O emissions by sector

L'azote

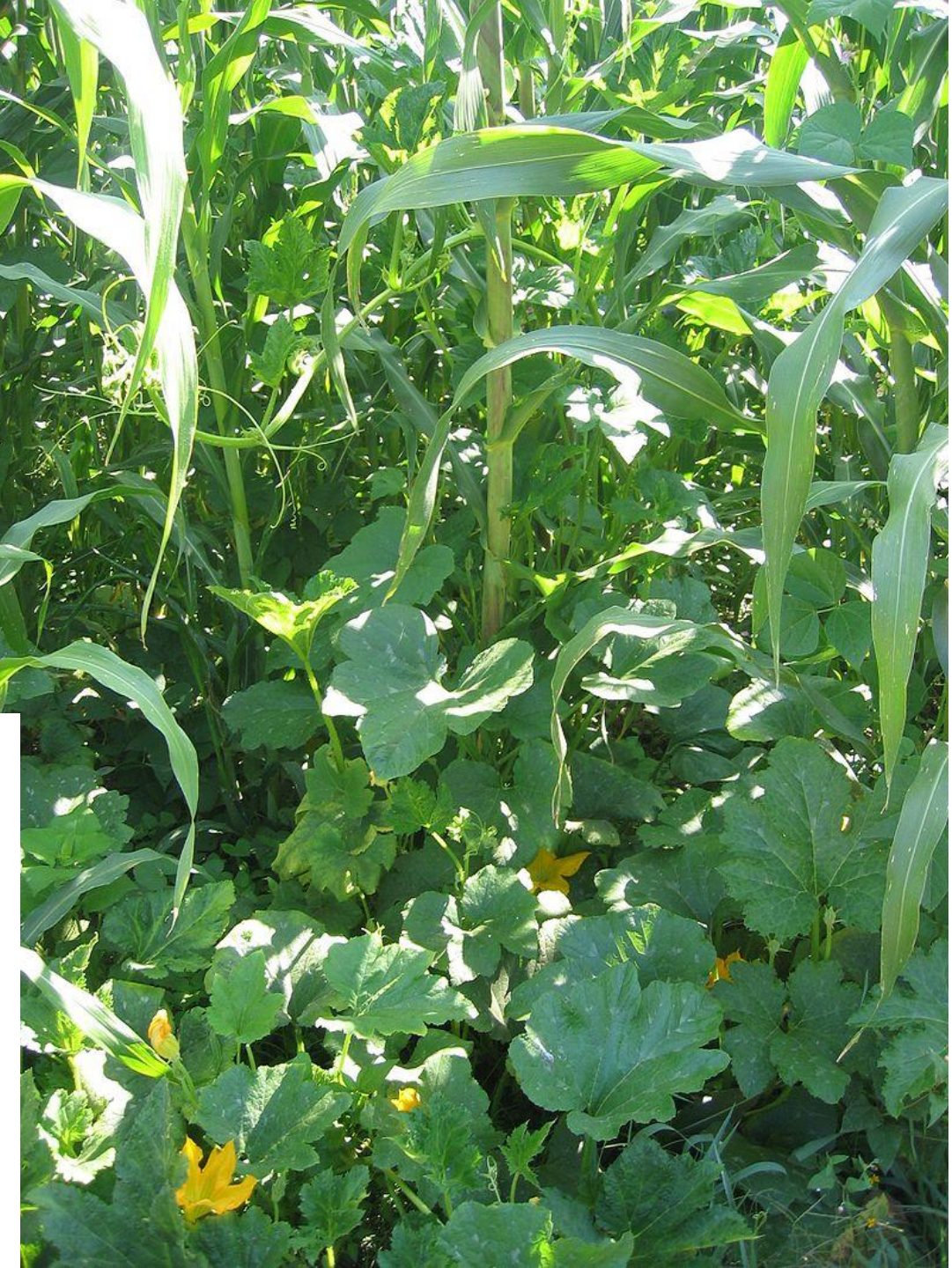
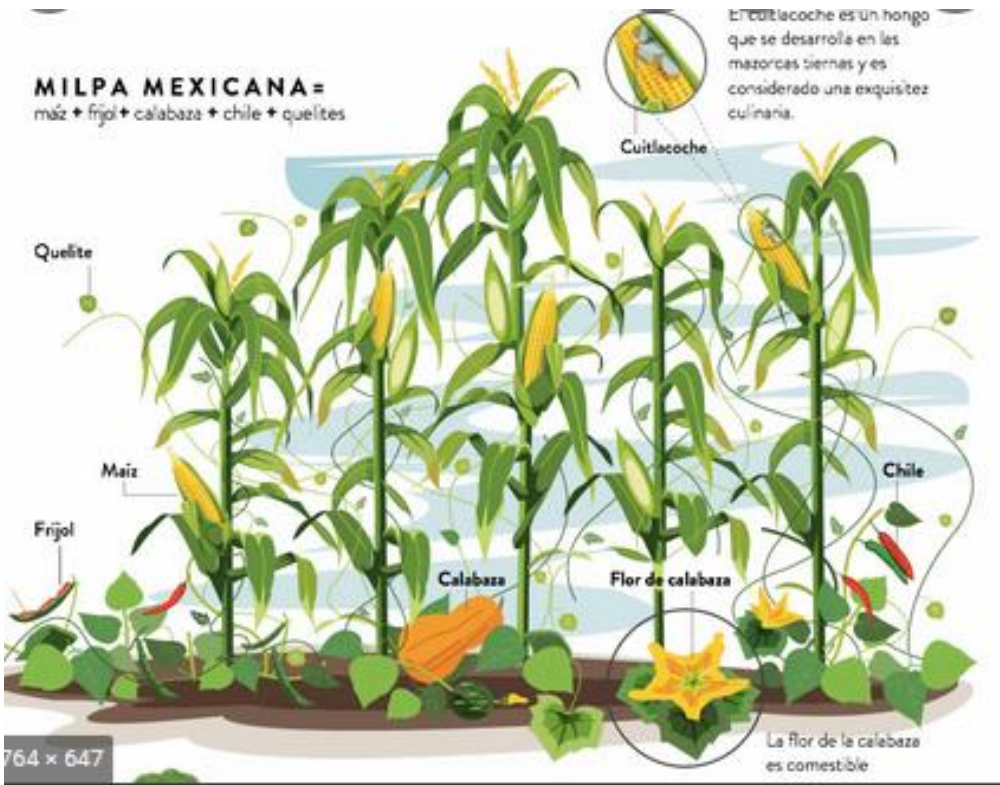
75 % des émissions de N<sub>2</sub>O proviennent du secteur agricole











Milpero et son fils devant sa parcelle



Le trèfle blanc (*trifolium repens*)



Le pois fourrager



Le lupin



La luzerne (*Medicago Sativa*)



La féverole (*Vicia Faba*)



La vesce commune (*Vicia Sativa*)



Le Mélilot jaune (*Melilotus Officinalis*)



Le trèfle incarnat (*Trifolium Incarnatum*)



Le lotier corniculé (*Lotus Corniculatus*)



*Cliquer sur les photos pour plus d'information sur chaque légumineuse.*





ACCUEIL / RUBRIQUES / ÉPOQUE CONTEMPORAINE

## Pérou : quand l'Occident se battait pour de la fiente

De 1840 à 1870, en Amérique du Sud, le commerce des excréments d'oiseaux marins, ou guano, devient un enjeu agricole international. Un « or fétide » si recherché que, très rapidement, les confits deviennent politiques.

Enrique Meseguer, historien.

Publié le 19/11/2021 à 13h16, mis à jour le 19/11/2021 à 13h16 • Lecture 6 min.

Article réservé aux abonnés

Je m'abonne à partir de 1€ | sans engagement



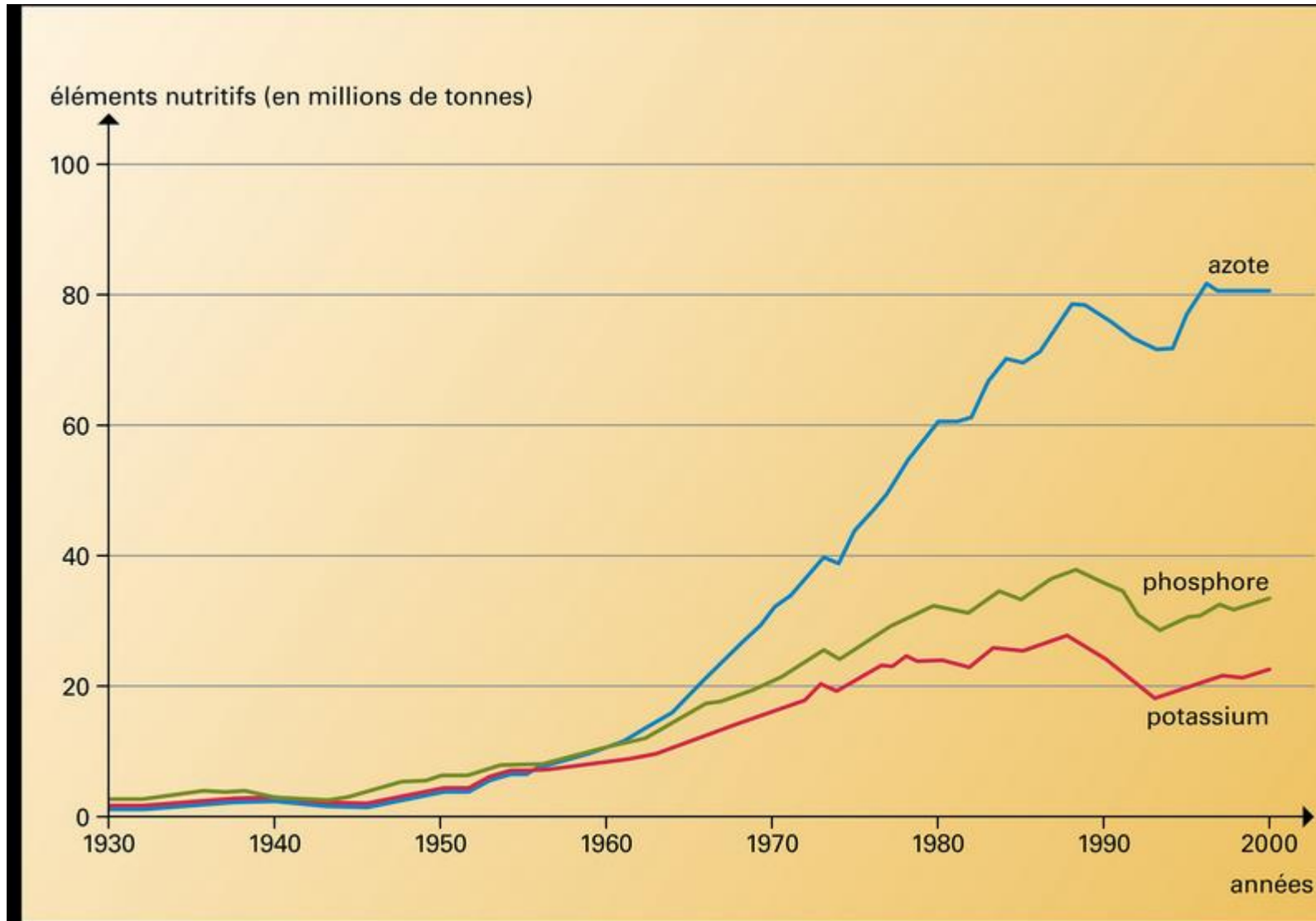
EDITION DU MOIS



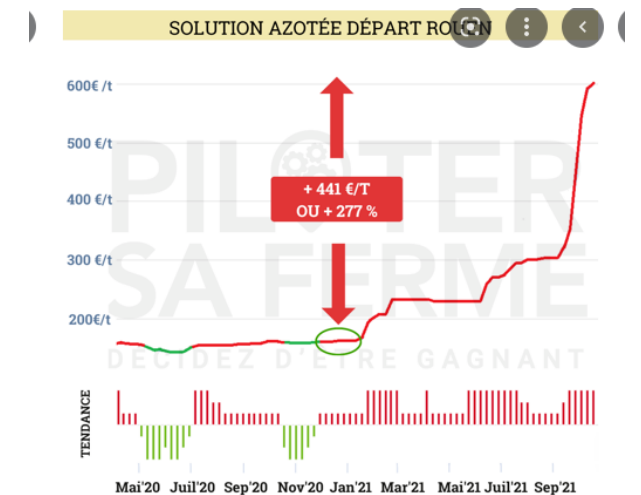
## **Chincha, les îles au trésor**

Le guano contient de l'azote, du phosphore et du potassium, les nutriments dont les plantes ont besoin pour leur croissance. C'est le grand naturaliste Alexander von Humboldt qui, en 1803, pendant son voyage en Amérique du Sud, a observé que dans les zones côtières désertiques du Pérou les plantes fertilisées avec du guano poussaient de façon exubérante. Son emploi était le résultat de siècles d'expérience : les civilisations précolombiennes des Mochicas et des Incas l'utilisaient déjà ; de leur langue, le quechua, vient le mot *wánu* (« engrais »), à l'origine du guano.

# Engrais : consommation mondiale



- Invention d'un procédé chimique = procédé Haber Bosch pour la production de fertilisants agricole azotés = dans lequel sont ajouté aussi du phosphate et du potassium
- Découverte = 1909
- Diffusion 1913 / BASF = naissance de l'agrochimie



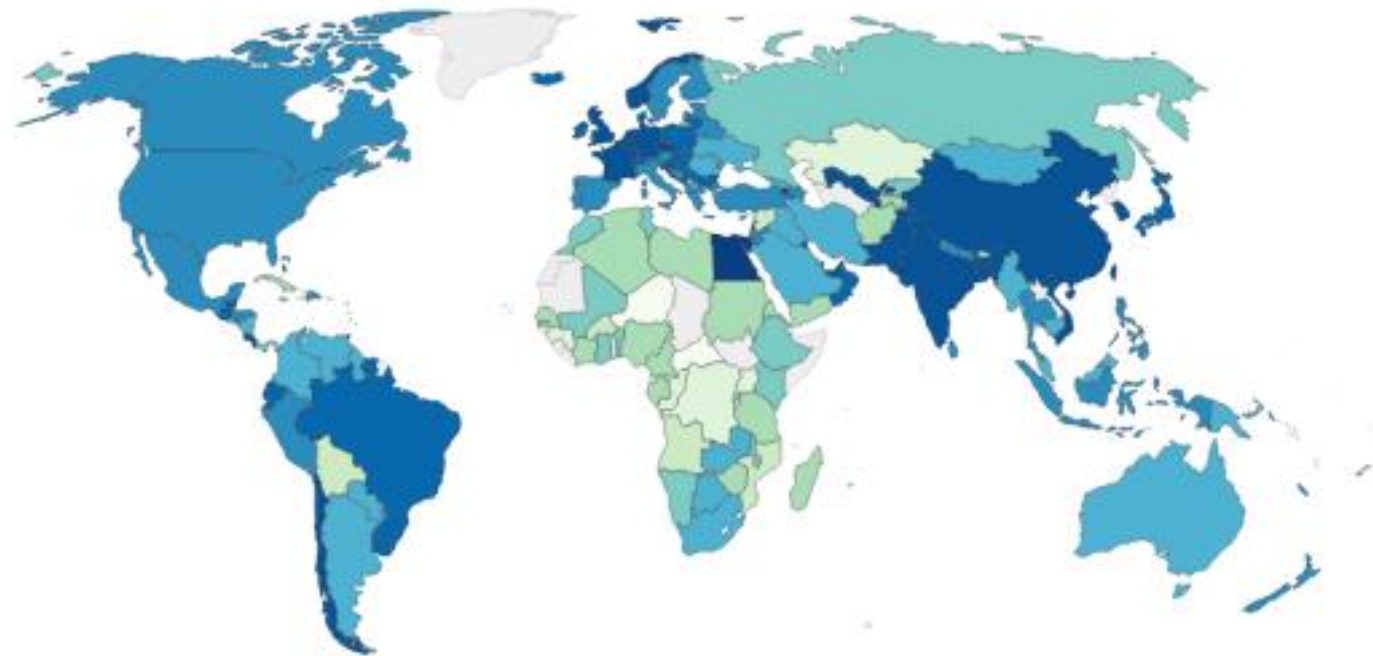


# Nitrogen fertilizer use per hectare of cropland, 2019

Application of nitrogen fertilizer, measured in kilograms of total nutrient per hectare of cropland.

Our World  
in Data

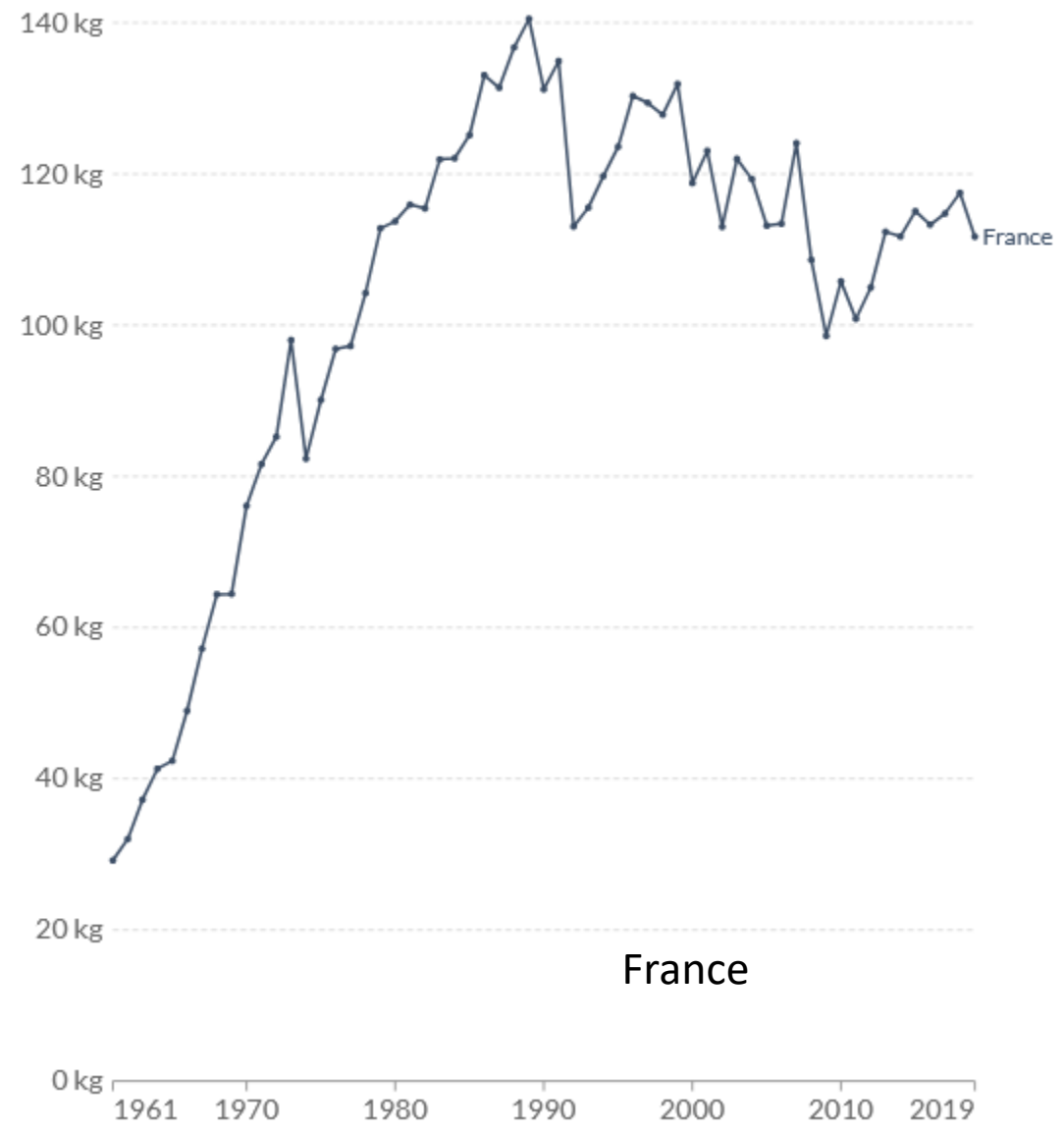
World



# Nitrogen fertilizer use per hectare of cropland, 1961 to 2019

Our World in Data

Application of nitrogen fertilizer, measured in kilograms of total nutrient per hectare of cropland.

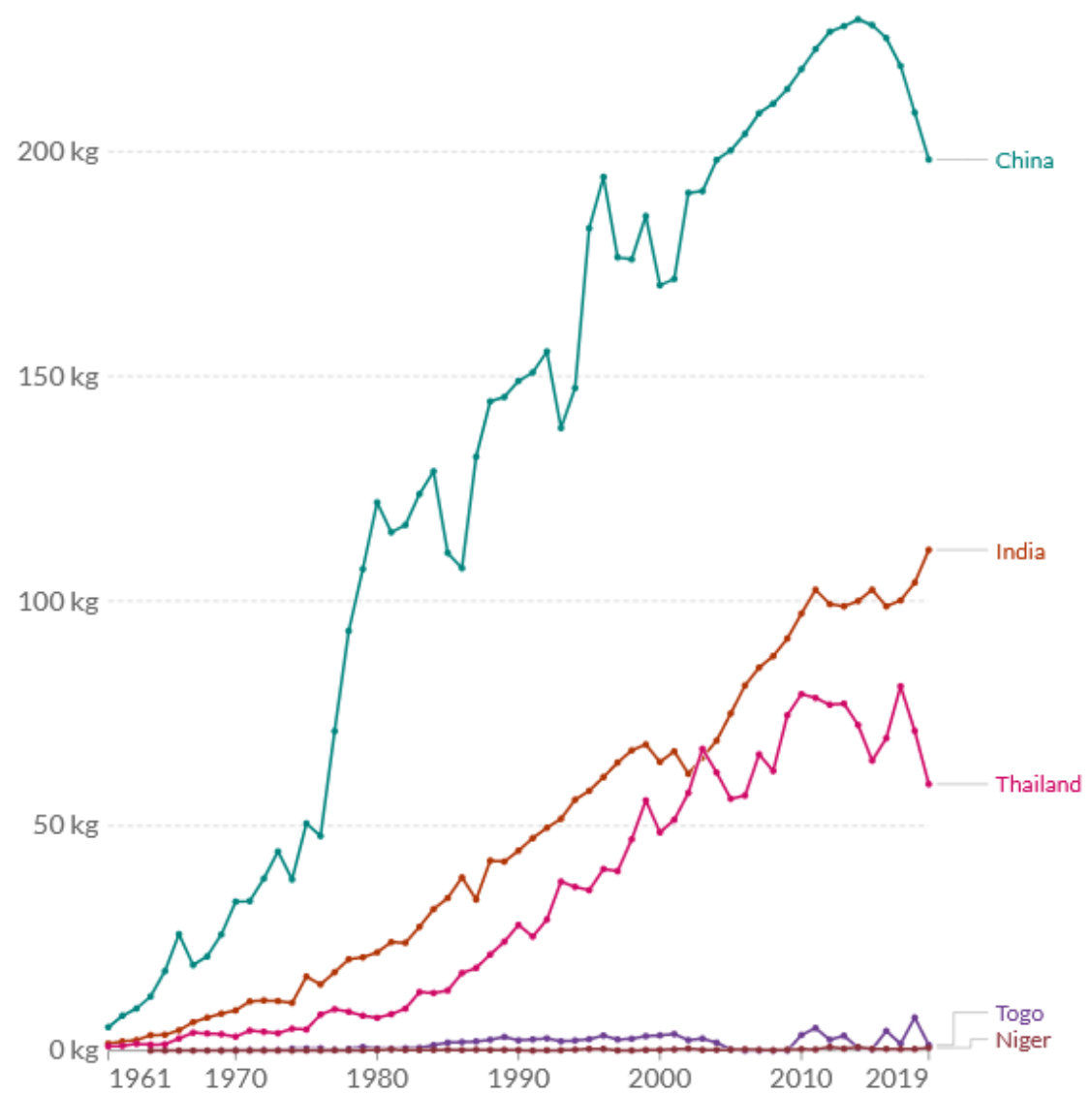


France

# Nitrogen fertilizer use per hectare of cropland, 1961 to 2019

Our World in Data

Application of nitrogen fertilizer, measured in kilograms of total nutrient per hectare of cropland.



Source: UN Food and Agricultural Organization (FAO)

OurWorldInData.org/fertilizers • CC BY



L'azote est un facteur de risque important pour l'environnement dès lors qu'il se trouve en excès dans le sol. En effet, l'azote sous forme d'ions nitrate est un élément très soluble, peu retenu par les sols et non dégradable. Apporté en trop grande quantité aux cultures, la fraction excédentaire peut être entraînée hors de la zone racinaire dans les profondeurs du sol et être à l'origine de la pollution des eaux superficielles et souterraines.



Les fertilisants utilisés pour les cultures (phosphore et azote) dopent la croissance des plantes et des algues dans le ru joutant le champ cultivé. En France et en Europe, la mise en

eutrophisation est une forme singulière mais naturelle de pollution de certains **écosystèmes** aquatiques qui se produit lorsque le milieu reçoit trop de matières nutritives assimilables par les algues et que celles-ci prolifèrent.

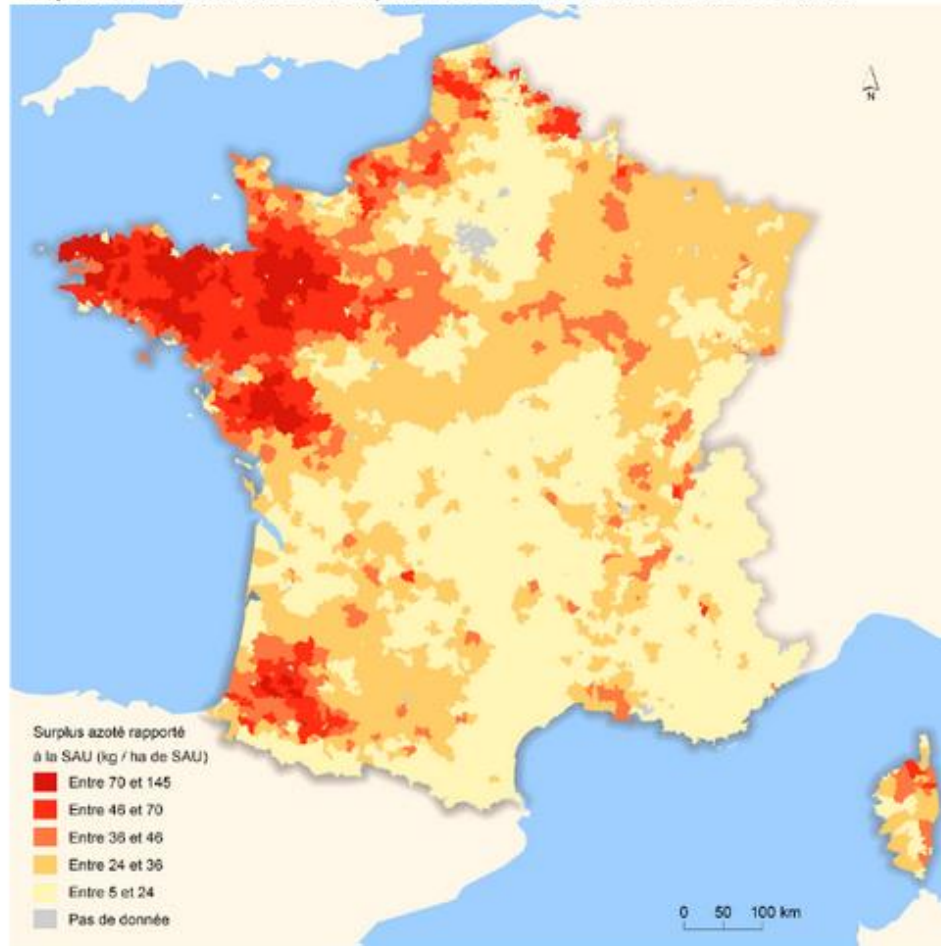


Marée verte faisant suite à une prolifération d'*Ulva Armoricana*, dans le nord du Finistère.



Le surplus est variable selon les régions et leurs spécificités : de 15 kg/ha en région Auvergne à 69 kg/ha en Bretagne. Aussi, selon les cultures, ce surplus varie de 13 kg/ha pour le tournesol à 63 kg/ha pour le blé dur. Pour le blé tendre, culture dominante de l'assolement français, il est de 24 kg/ha. Ce taux s'élève à 60 kg/ha pour le colza. Ce surplus varie également en fonction des années et des rendements, le climat jouant un rôle important dans cette variabilité.

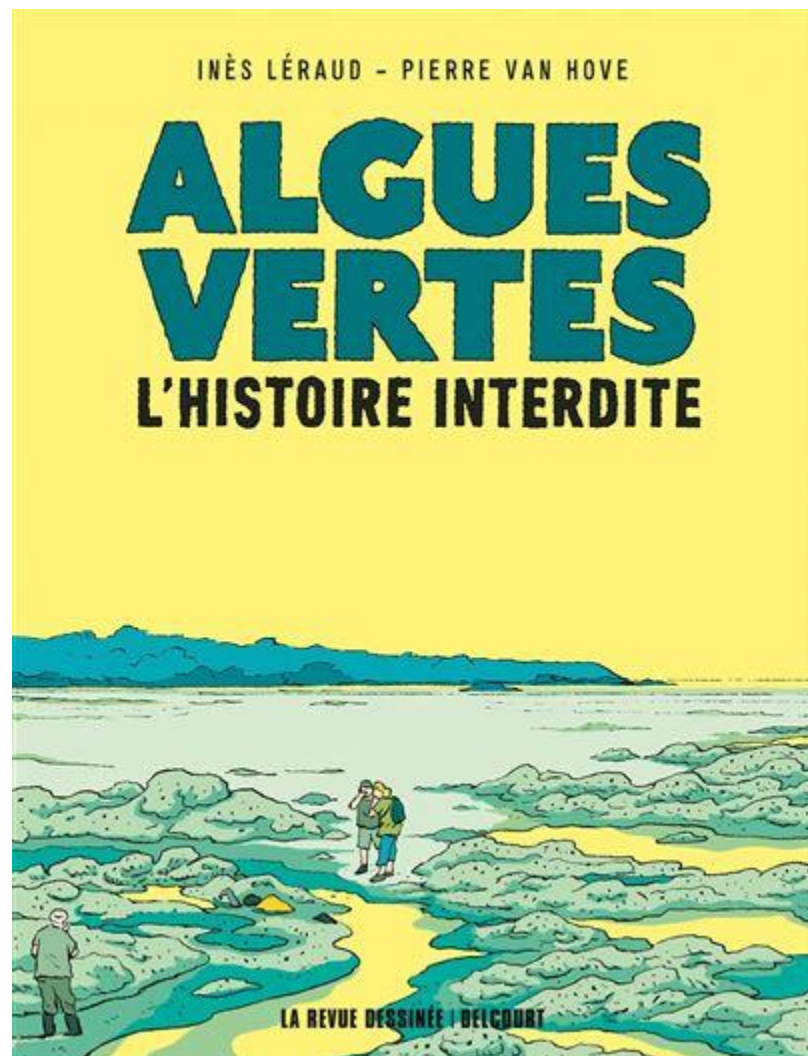
Répartition territoriale du surplus azoté en 2010 à l'échelle du canton



Champ : France métropolitaine.

Source : SOeS. Novolu - acri 2010. Traitements : SOeS. 2014





[Accueil](#) > [Cinéma](#) > [Tous les films](#) > [Films Drame](#) > [Les Algues vertes](#)

# LES ALGUES VERTES



[News](#)



[Bandes-annonces](#)

[Casting](#)

[Critiques presse](#)

Prochainement / Drame

De [Pierre Jolivet](#)

Par [Inès Léraud](#), [Pierre Jolivet](#)

Avec [Céline Sallette](#)



PLANÈTE · PAYS-BAS



## Aux Pays-Bas, un plan drastique de réduction de l'azote provoque la colère des agriculteurs

Le gouvernement néerlandais veut réduire les émissions de 50 % d'ici à 2030. Les exploitants devront réduire leur production, aujourd'hui très intensive, et pourront à terme être expropriés.

Par Cédric Vallet (Bruxelles, correspondance)

Publié le 13 juillet 2022 à 11h13 · Lecture 4 min. · [Read in English](#)

Article réservé aux abonnés



Des agriculteurs participent à un blocus sur l'autoroute A1 près de Rijssen, aux Pays-Bas, le 29 juin 2022. VINCENT JANNINK / AFP

« La Hollande, aujourd'hui, c'est un volcan prêt à entrer en éruption. »

## Une orge modifiée capable de fixer l'azote de l'air ?

Répliquer sur d'autres plantes cultivées le fonctionnement symbiotique entre les bactéries et les légumineuses, pour permettre à celles-ci de fixer l'azote de l'air, représente un Graal de l'ingénierie biologique. En modifiant simultanément des souches bactériennes et une lignée d'orge, une équipe de chercheurs d'Oxford aurait réussi à mettre en place une nouvelle symbiose de ce type, présentée dans un article publié dans *PNAS Microbiology*. L'orge a ainsi été modifiée pour produire de la rhizopine, une molécule impliquée dans les symbioses des légumineuses, tandis que la bactérie *Azorhizobium caulinodans* a vu sa sensibilité à cette molécule accrue. Les deux ont ensuite été associées. Si ces travaux restent très expérimentaux, l'association symbiotique créée semble fonctionner et manifester, bien que faiblement, une activité de nitrogénase au niveau de nodules sur les racines de l'orge. Ils ne sont pas encore applicables au champ, mais représentent toutefois une vraie avancée dans la compréhension des mécanismes symbiotiques, issus de millénaires de coévolutions.

Source : *PNAS Microbiology*

<https://doi.org/10.1073/pnas.2117465119>

l'agriculture contribue au cgt climatique



Effet de serre additionnel

Augmentation CO<sub>2</sub>

Augmentation CH<sub>4</sub>

Augmentation NH<sub>2</sub>