

# Climat et Transitions

**Vincent PERRIER**  
**LGLTPE – Université Lyon 1**  
**&**  
**Ivan GENTIL**

**Institut Camille Jordan – Université Lyon 1**

**Séquence « Énergie »**





# L'énergie

## **Capsule 1 :**

*I. Le lien climat / énergie*

## **Capsule 2 :**

*II. Qu'est-ce que l'énergie – La révolution industrielle, l'ère des machines*

## **Capsule 3 :**

*II. Qu'est-ce que l'énergie – Machines, énergie et CO<sub>2</sub>*

## **Capsule 4 :**

*II. Qu'est-ce que l'énergie – Émissions de CO<sub>2</sub>, du global à l'individuel*

## **Capsule 5 :**

*III. Équation de Kaya et émissions de CO<sub>2</sub> – Introduction*

## **Capsule 6 :**

*III. Équation de Kaya et émissions de CO<sub>2</sub> – Les trois premiers facteurs*

## **Capsule 7 :**

*III. Équation de Kaya et émissions de CO<sub>2</sub> – Le contenu en CO<sub>2</sub> de l'énergie*

## **Capsule 8 :**

*III. Équation de Kaya et émissions de CO<sub>2</sub> – Les EnRs*

## **Capsule 9 :**

*III. Équation de Kaya et émissions de CO<sub>2</sub> – Le nucléaire*

## **Capsule 10 :**

*III. Équation de Kaya et émissions de CO<sub>2</sub> – Synthèse*

## **Capsule 11 :**

*IV. Les différents chemins vers la neutralité carbone & conclusion*



# I. Le lien climat / énergie

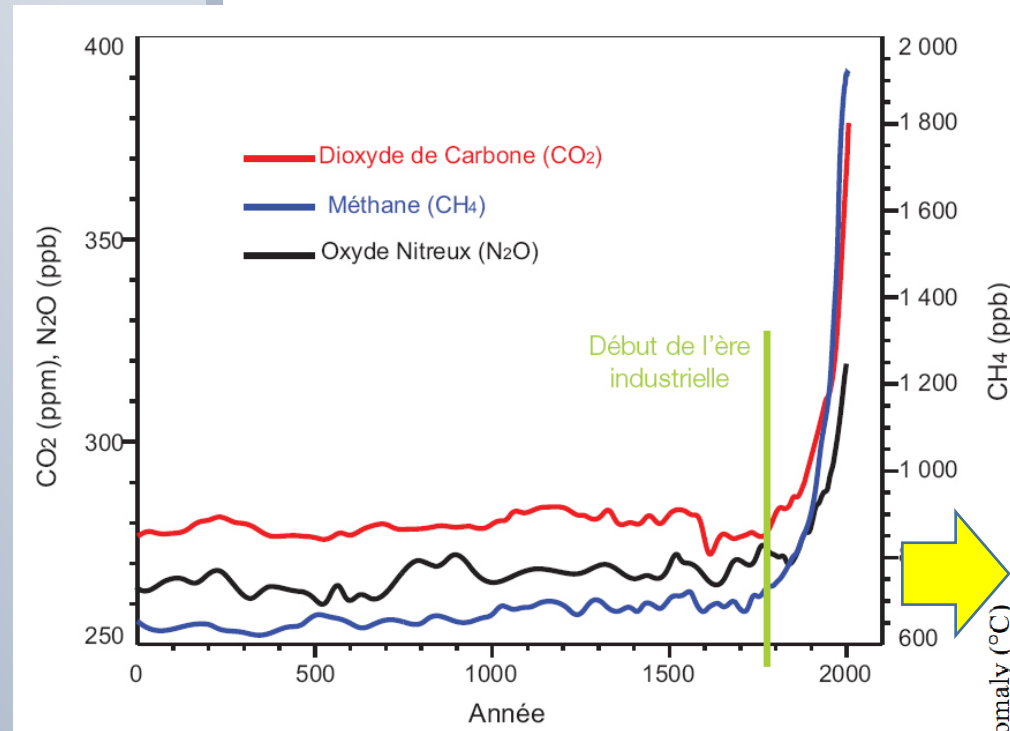
## *Objectifs :*

- Comprendre le lien entre gaz à effet de serre et les énergies fossiles
- Identifier quels secteurs émettent quels gaz à effet de serre

Énergie capsule 1

# I. Le lien climat / énergie

**Constat:** Le réchauffement climatique actuel est causé par l'augmentation de la concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère :



Les GES interceptent le rayonnement infrarouges émis par la surface terrestre. => Ils agissent comme une couette en retenant la chaleur proche du sol.

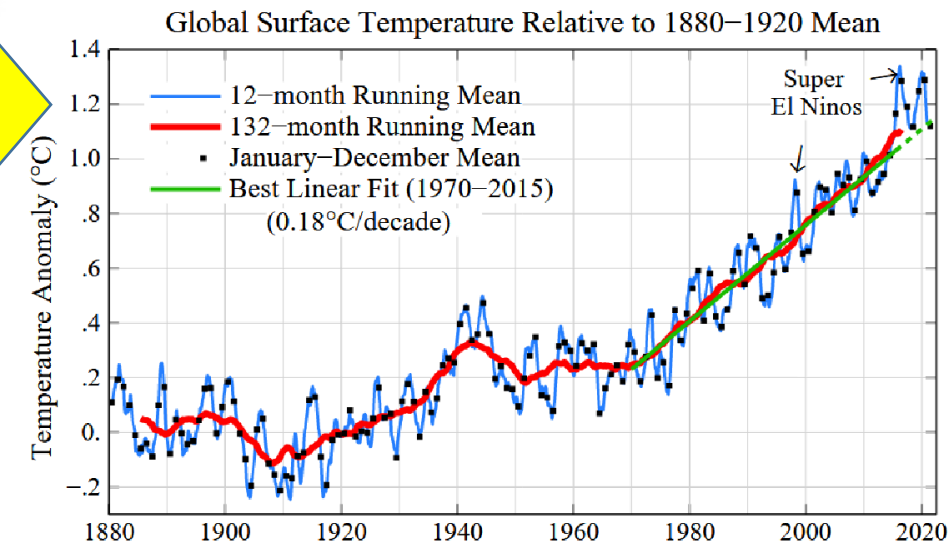
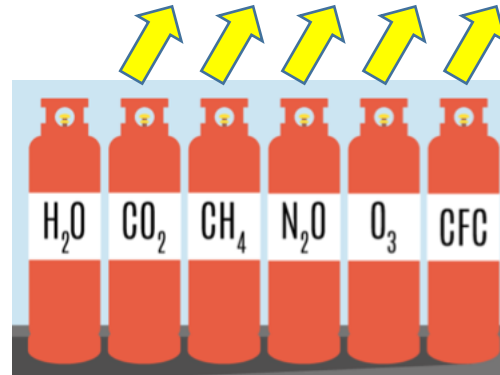


Fig. 1. Global surface temperature relative to 1880-1920 average.



## I. Le lien climat / énergie

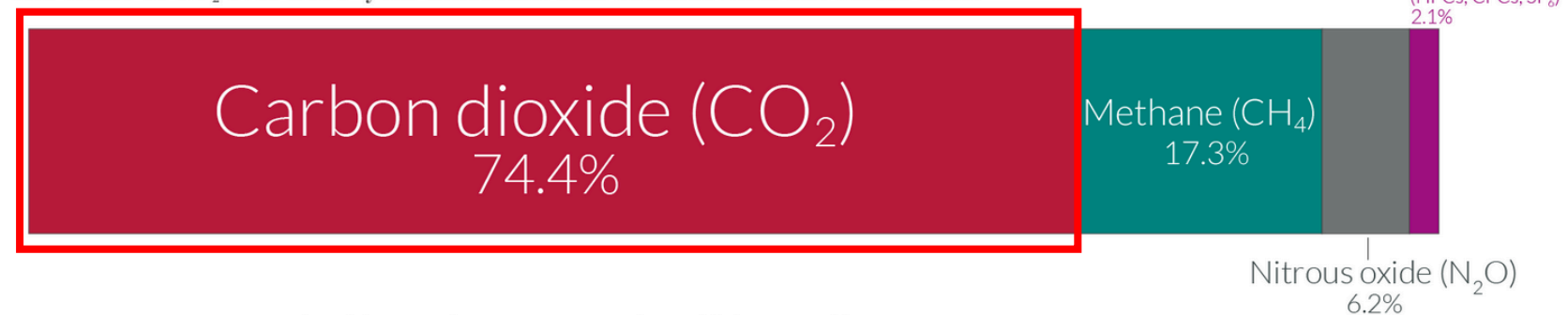
Les activités humaines font augmenter la concentration de différents GES dans l'atmosphère : le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), le méthane ( $\text{CH}_4$ ), le protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ), l'Ozone ( $\text{O}_3$ ), les chlorofluorocarbures (CFC)...



**Le  $\text{CO}_2$  est le principal contributeur au réchauffement climatique anthropique**

## Global greenhouse gas emissions by gas

Greenhouse gas emissions are converted to carbon dioxide-equivalents ( $\text{CO}_2\text{eq}$ ) by multiplying each gas by its 100-year 'global warming potential' value: the amount of warming one tonne of the gas would create relative to one tonne of  $\text{CO}_2$  over a 100-year timescale. This breakdown is shown for 2016.



Our World in Data

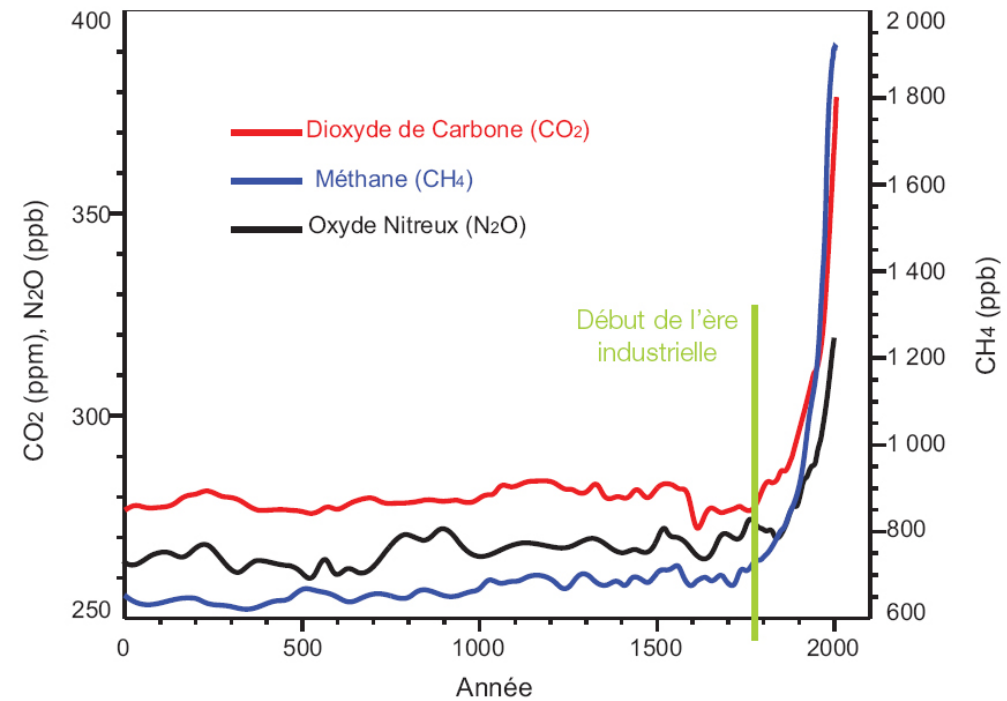
OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.  
Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020).

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.





## Les ordres de grandeur et unités des concentrations de GES dans l'atmosphère



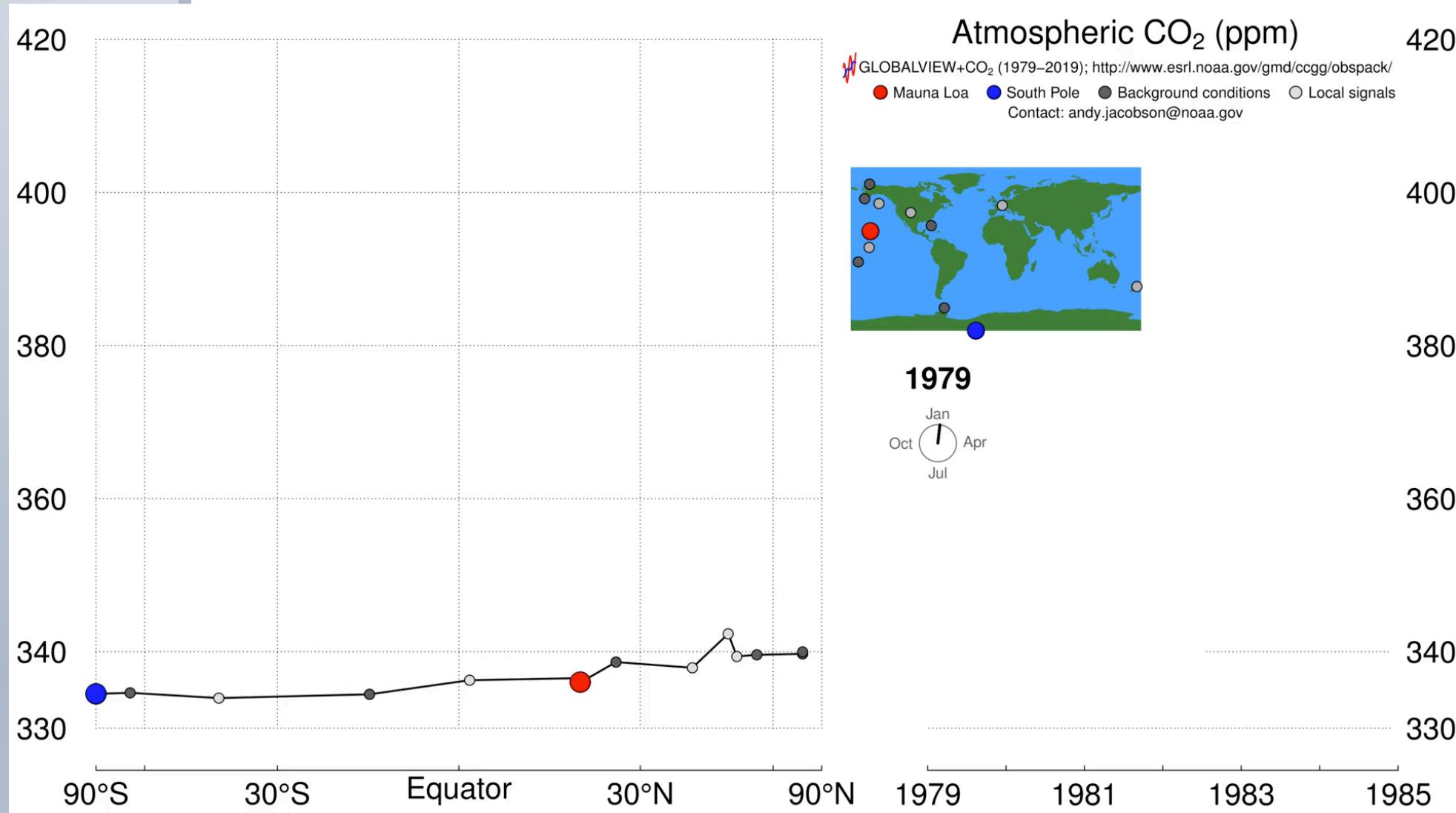
Concentration en gaz à effet de serre exprimées en **partie pour million** : (1 ppm = 0,000 1 %) ou en **partie pour milliard** (1 ppb = 0,000 000 1 %)

En 1800, ~280 ppm de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère

En 2021, ~420 ppm de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère soit 0,042 % des molécules de l'atmosphère

=> 140 ppm d'augmentation soit +50 % en 220 ans







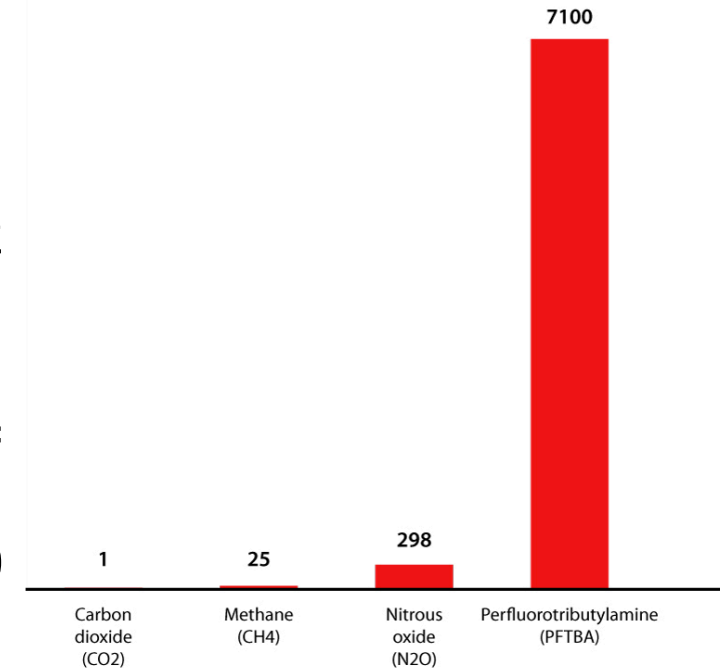
# I. Le lien climat / énergie

## Les ordres de grandeur et unités des concentrations de GES dans l'atmosphère

Emission de gaz à effet de serre  
exprimées en **tonne équivalent CO<sub>2</sub> (teqCO<sub>2</sub>)** ou en tonne de Carbone (1 teqCO<sub>2</sub> = 0,27 tC) quel que soit le gaz considéré.

A titre indicatif, 1t de méthane (CH<sub>4</sub>) = 25 teqCO<sub>2</sub>, 1t de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) = 298 teqCO<sub>2</sub>, 1t de CFC = 120 à 22000 teqCO<sub>2</sub>

Global warming potential (GWP) of various greenhouse gases over a 100-year period



### Global greenhouse gas emissions by gas

Greenhouse gas emissions are converted to carbon dioxide-equivalents (CO<sub>2</sub>eq) by multiplying each gas by its 100-year 'global warming potential' value; the amount of warming one tonne of the gas would create relative to one tonne of CO<sub>2</sub> over a 100-year timescale. This breakdown is shown for 2016.



OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.  
Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020).

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

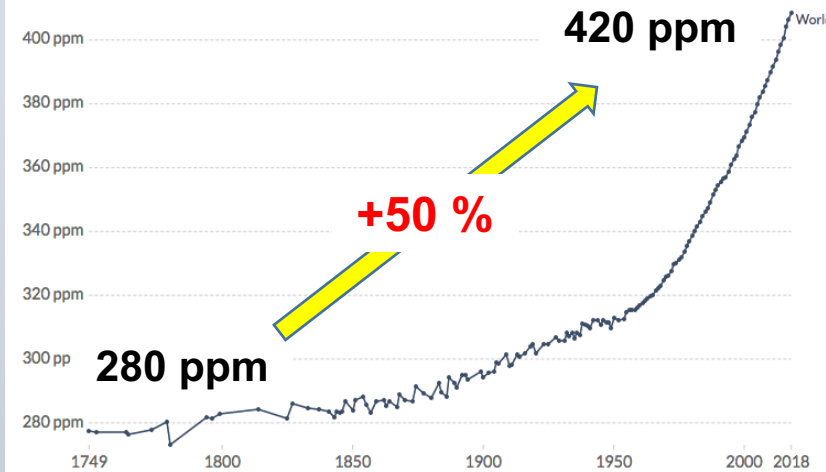
## D'où viennent ces gaz à effet de serre?

# I. Le lien climat / énergie

## D'où vient le CO<sub>2</sub> anthropique ?

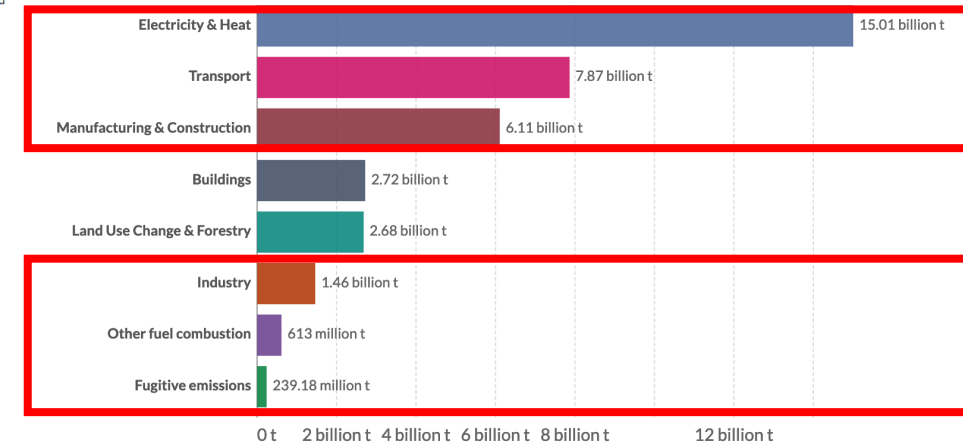
### Global CO<sub>2</sub> atmospheric concentration

Global mean annual concentration of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) measured in parts per million (ppm).



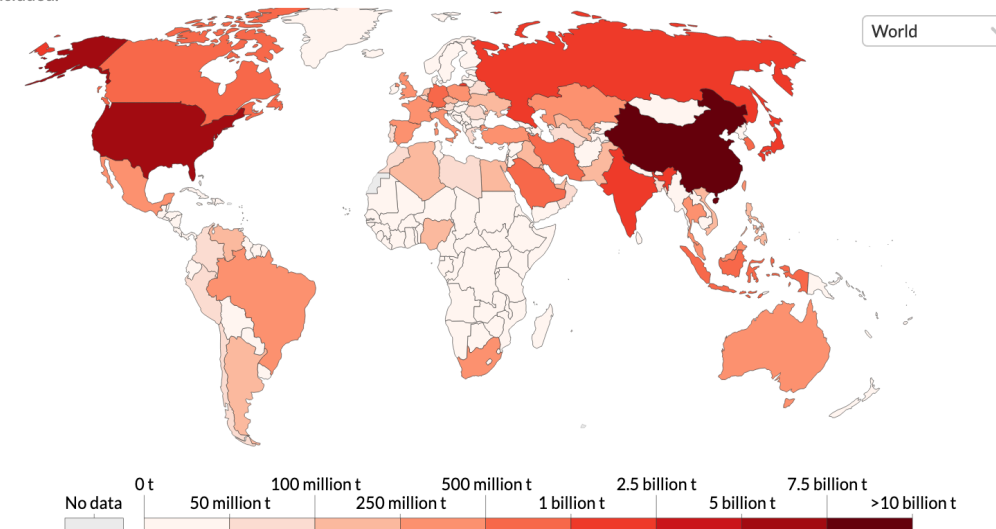
### CO<sub>2</sub> emissions by sector, World, 2016

Change country



### Annual CO<sub>2</sub> emissions, 2016

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions from the burning of fossil fuels for energy and cement production. Land use change is not included.

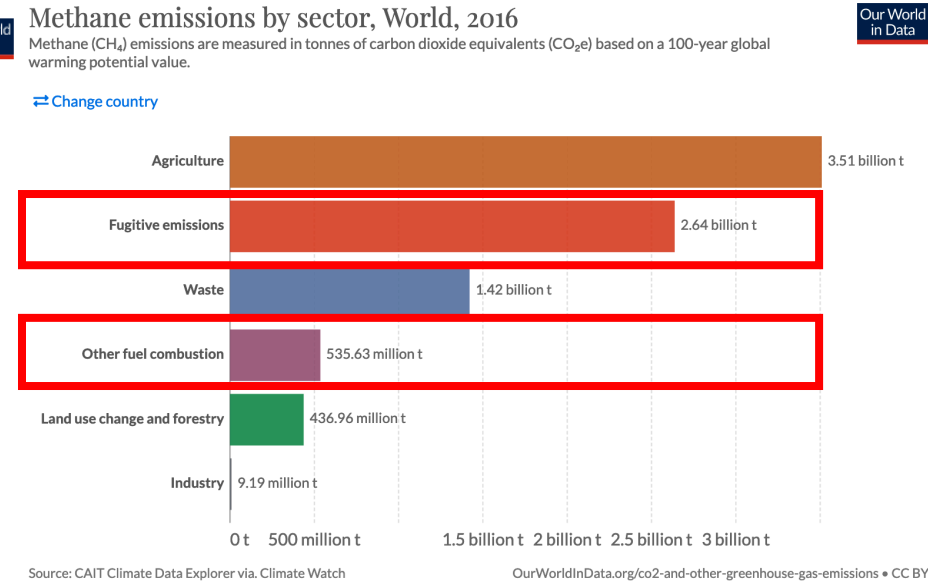
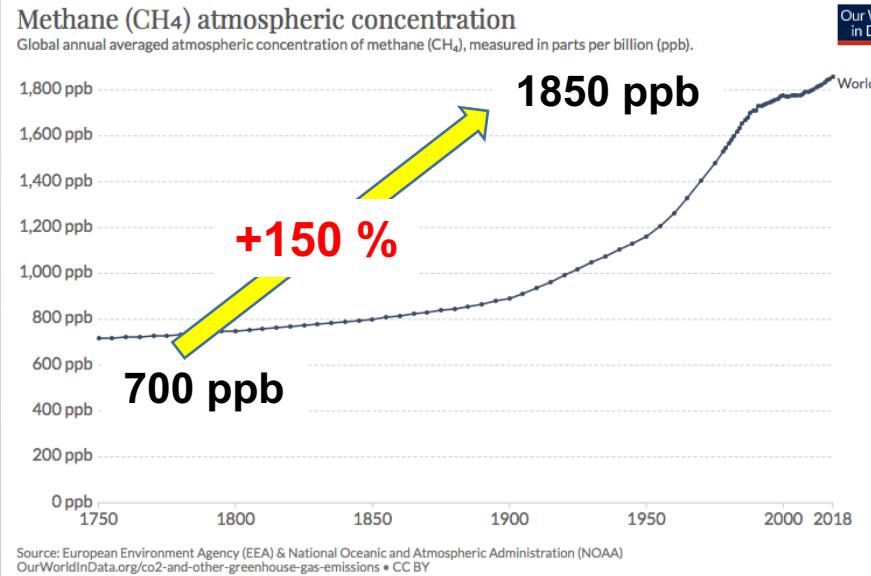


≈ 90 % des émissions de CO<sub>2</sub> sont liées aux ressources fossiles

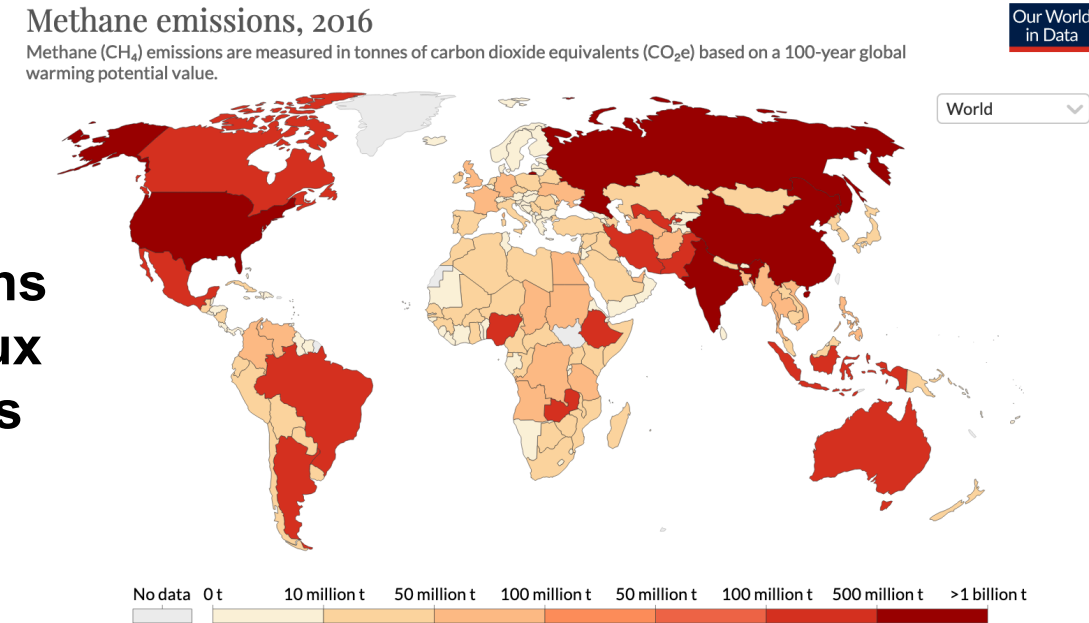


# I. Le lien climat / énergie

## D'où vient le CH<sub>4</sub> anthropique ?

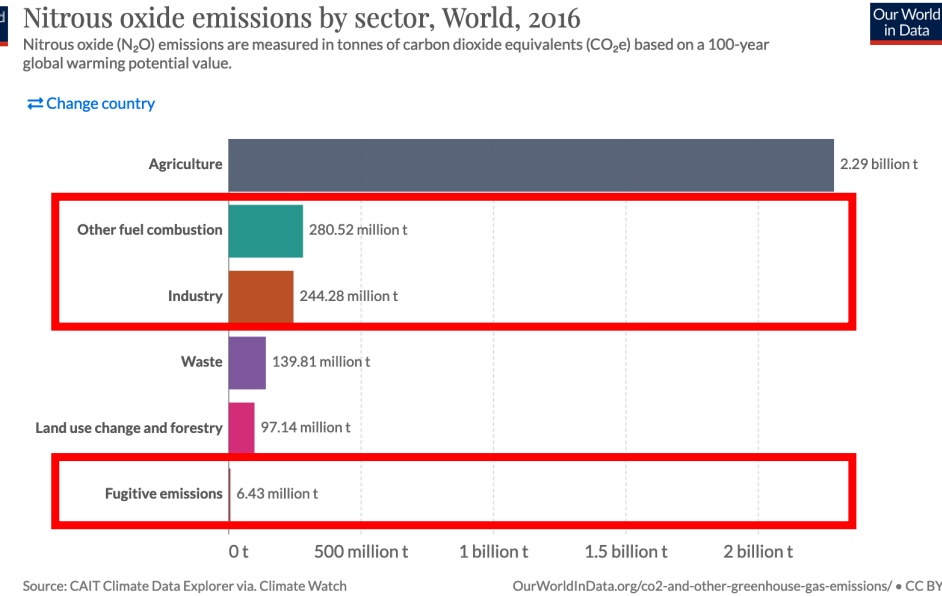
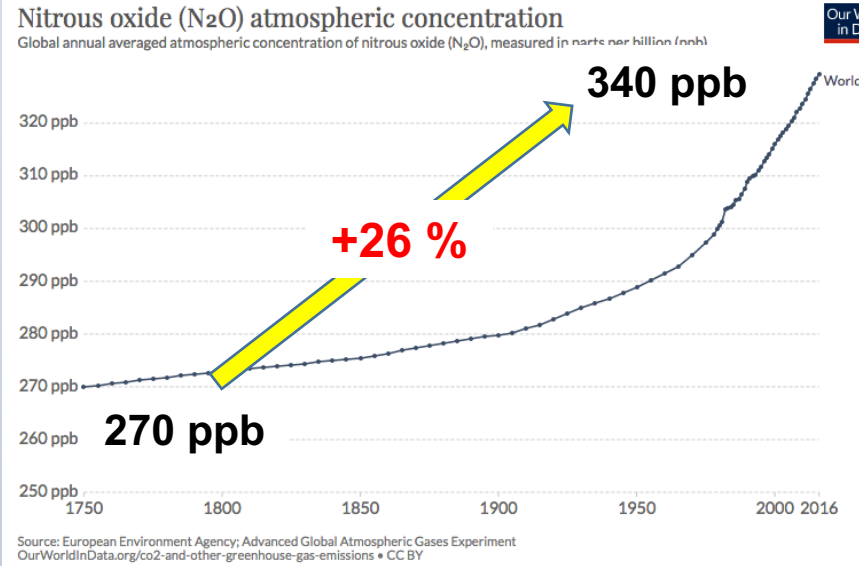


≈ 30 % des émissions de CH<sub>4</sub> sont liées aux ressources fossiles

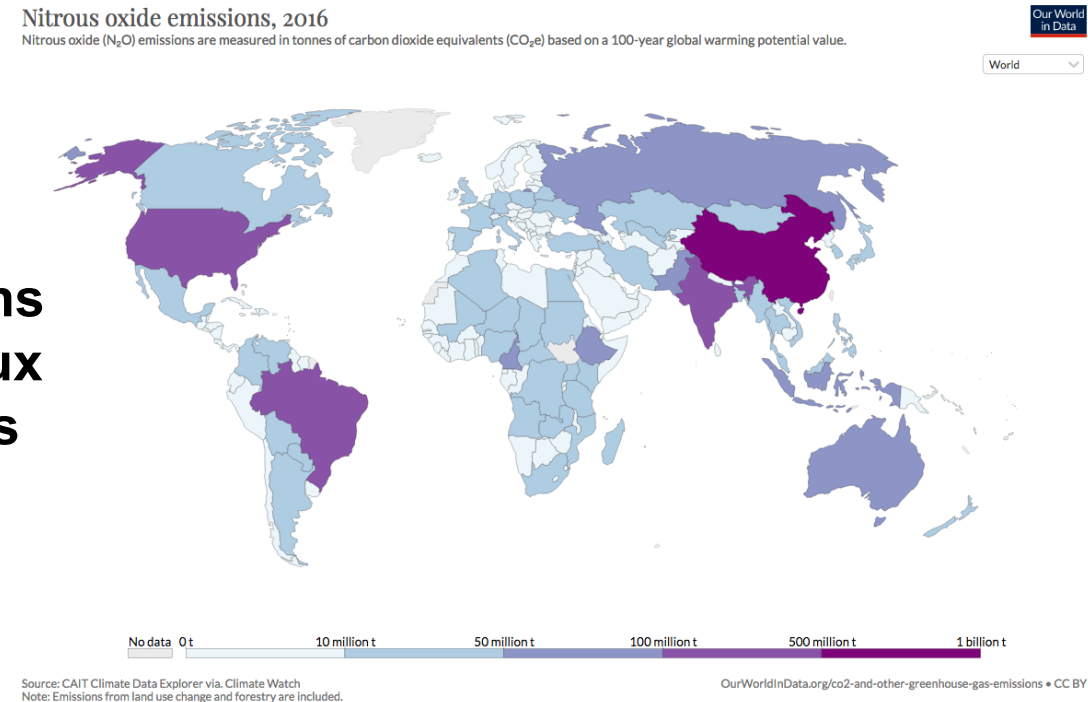


# I. Le lien climat / énergie

## D'où vient le N<sub>2</sub>O anthropique ?



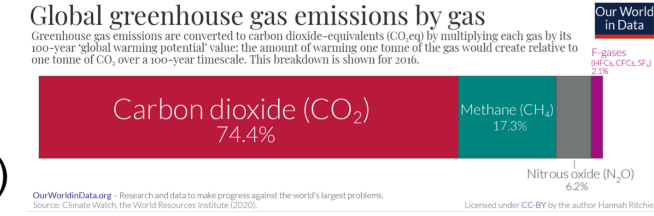
≈ 20 % des émissions de N<sub>2</sub>O sont liées aux ressources fossiles





# I. Le lien climat / énergie

## Les GES par secteurs



Décharges/eaux (3 %)  
 Climatisation/réfrigération (2 %)



Charbon (19 %)

Déforestation

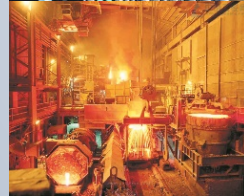
Centrales électriques



Industrie



Gaz ou pétrole (7 %)



Ciment (7 %),  
 Bâtiments (6 %)



Agriculture



2 %



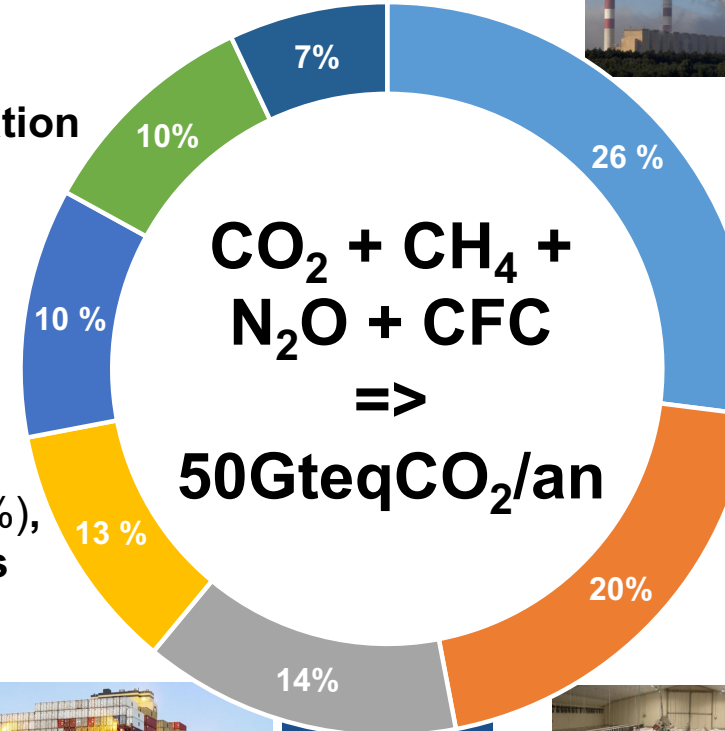
2 %



4 %



6 %



- **Le réchauffement climatique actuel est causé par l'augmentation de la concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère** (exprimée en ppm ou ppb).
- Les principaux GES anthropiques sont le dioxyde de carbone (**CO<sub>2</sub>**), le méthane (**CH<sub>4</sub>**), protoxyde d'azote (**N<sub>2</sub>O**) et les gaz fluorés (**CFC**).
- **La combustion de ressources fossiles est responsable de plus de 70 % des émissions de GES anthropiques** (+ agriculture, déforestation, gestions des déchets, gaz réfrigérants...)



- **Pouvez-vous nommer 3 GES ?**
- **Pouvez-vous donner la définition d'un GES anthropique ?**
- **Pouvez-vous donner les sources principales du CO<sub>2</sub> anthropique?**
- **Et le méthane (CH<sub>4</sub>), d'où vient-il ?**
- **Enfin, quelles sont les sources du protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) ?**