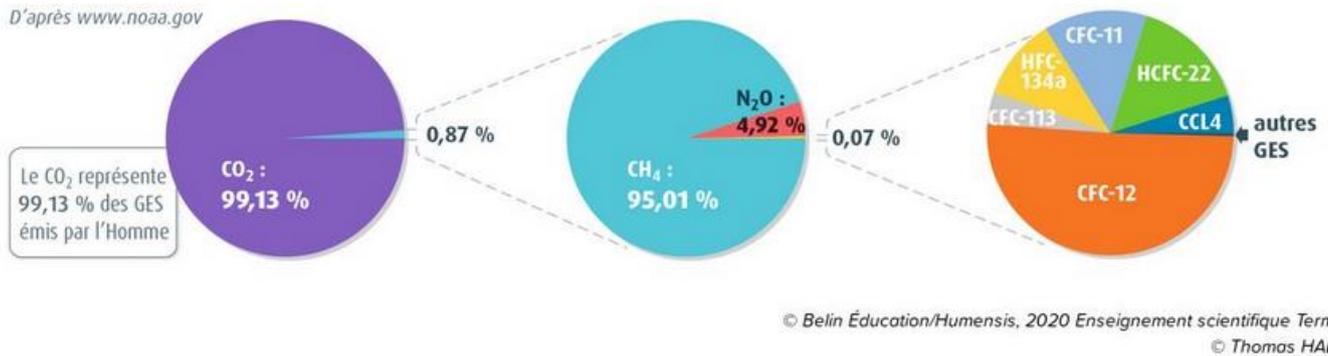


Annexe

Document 1 : Proportion des différents GES d'origine anthropique dans l'atmosphère en 2018



N₂O : protoxyde d'azote

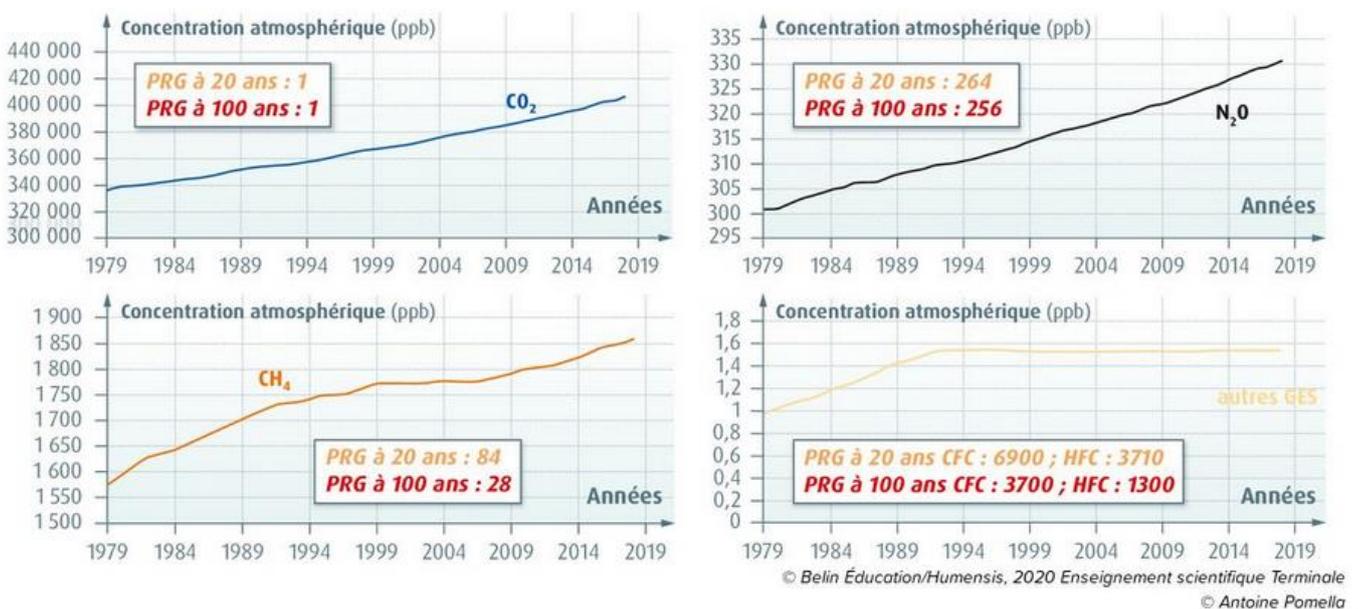
La vapeur d'eau n'est pas prise en compte car les activités humaines ne semblent pas avoir d'impact significatif direct sur la concentration en vapeur d'eau atmosphérique. Le réchauffement climatique va toutefois favoriser l'évaporation. Cette rétroaction positive n'est pas à négliger.

Le dernier camembert regroupe certains gaz fluorés utilisés par différents secteurs industriels. Bien qu'émis en très petite quantité, ils ont une longue espérance de vie dans l'atmosphère.

Document 2 : Évolution de la concentration atmosphérique des principaux GES de 1979 à 2019 et évaluation de leur pouvoir de réchauffement global (PRG).

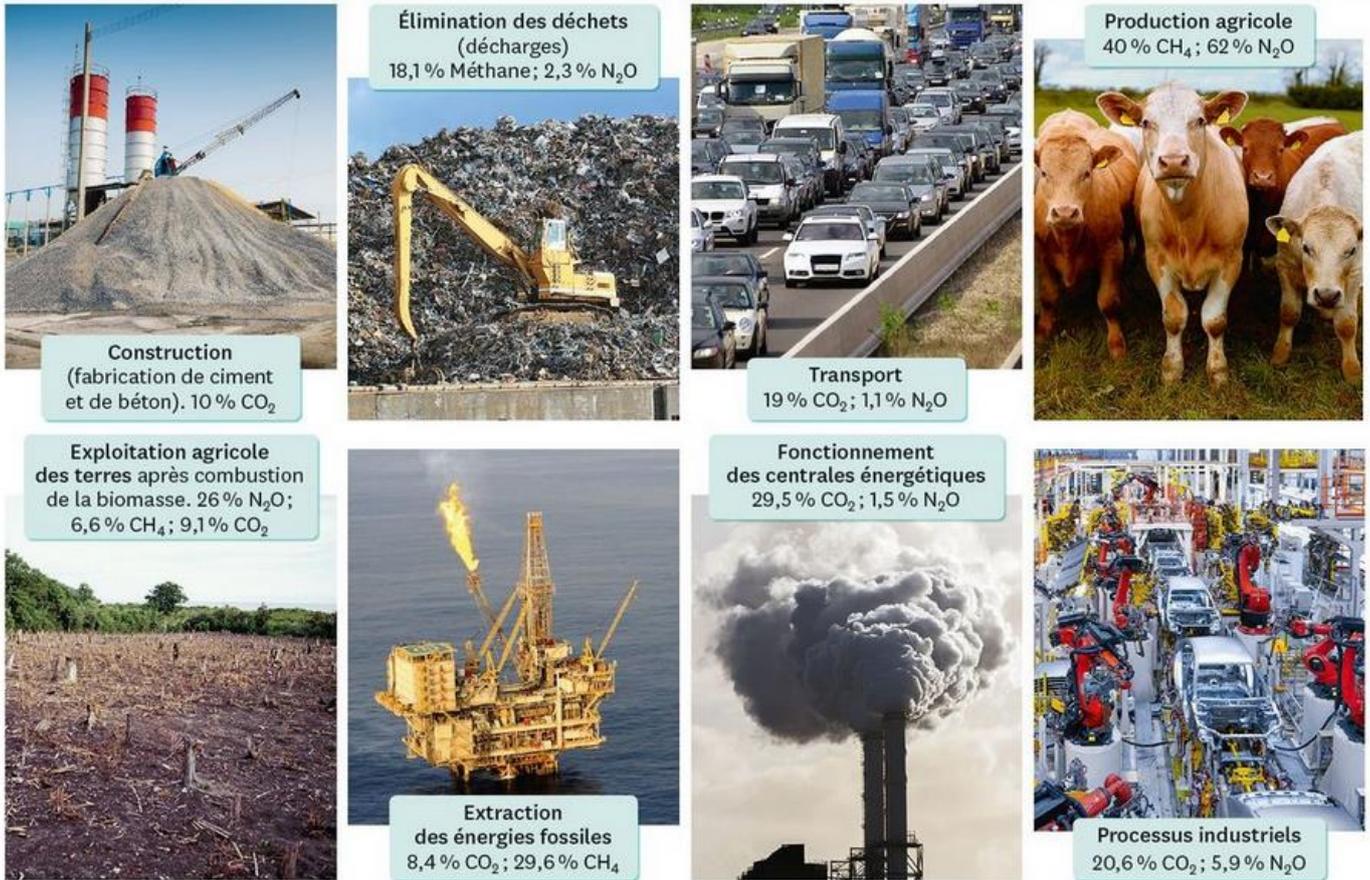
Connaître la quantité émise de chaque GES est une donnée importante, mais elle doit être rapportée à l'impact réel de chaque type de gaz. Le PRG correspond au forçage radiatif sur 20 ou 100 ans rapporté au forçage radiatif induit par le CO₂.

Il traduit la « quantité d'effet de serre » et pas simplement une masse de gaz. Par exemple, le PRG à 100 ans du méthane est de 28, c'est-à-dire qu'un kilo de méthane aura en un siècle un impact sur le forçage radiatif 28 fois plus fort qu'un kilo de CO₂.



1 ppb = 1 partie par milliard = 10^{-7} %. D'après le site web de National Oceanic and Atmospheric Administration, États-unis.

Document 3 : Origine des émissions de GES liées à l'activité humaine collective

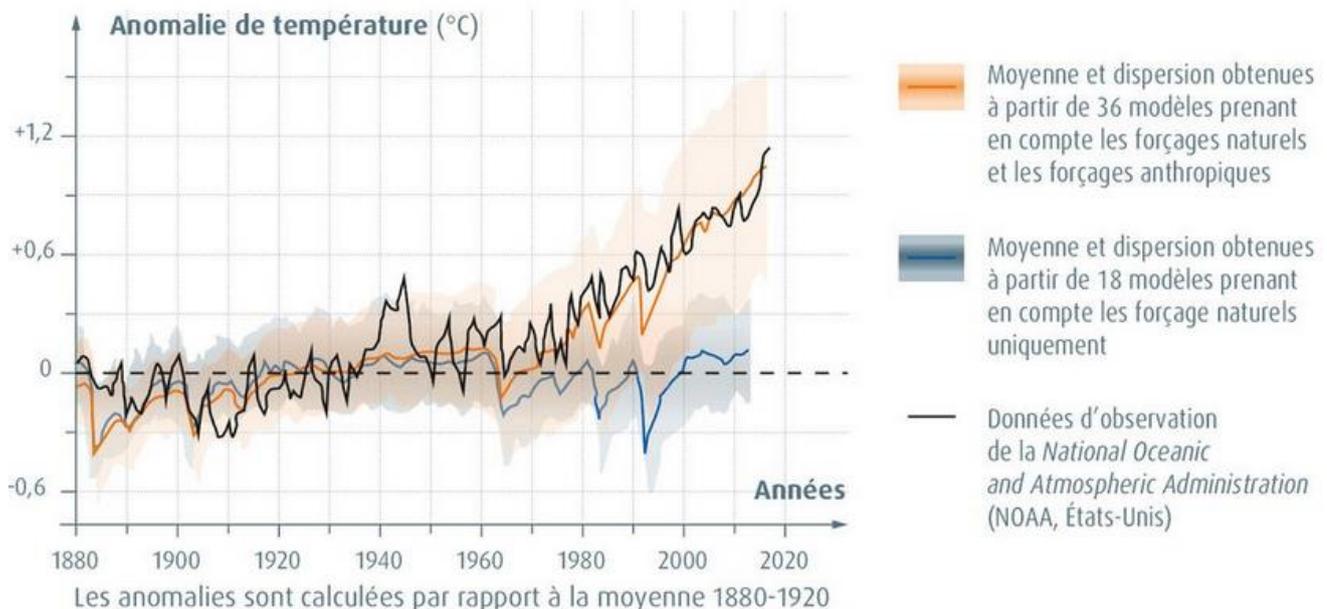


© Belin Éducation/Humensis, 2020 Enseignement scientifique Terminale
 © Cyril Ruoso / Biosphoto / (c) Cyril Ruoso / Biosphoto

Les pourcentages correspondent à la contribution de chaque activité humaine dans l'émission des différents gaz à effet de serre. Par exemple, l'extraction des combustibles fossiles représente 8,4 % des émissions anthropiques de CO₂ alors que la fabrication de ciment et de béton contribue à 10 % de ces émissions.

A l'échelle individuelle, la consommation de produits (électroménager par exemple) entraîne une libération de CO₂ ou autres GES car il a fallu, concevoir le produit, le fabriquer, le transporter puis le vendre, apporter de l'énergie pour le faire fonctionner et parfois le détruire lors de l'arrêt de l'utilisation.

Document 4 : Modèles de « reconstitution » des variations de la température prenant en compte ou non les émissions de GES.

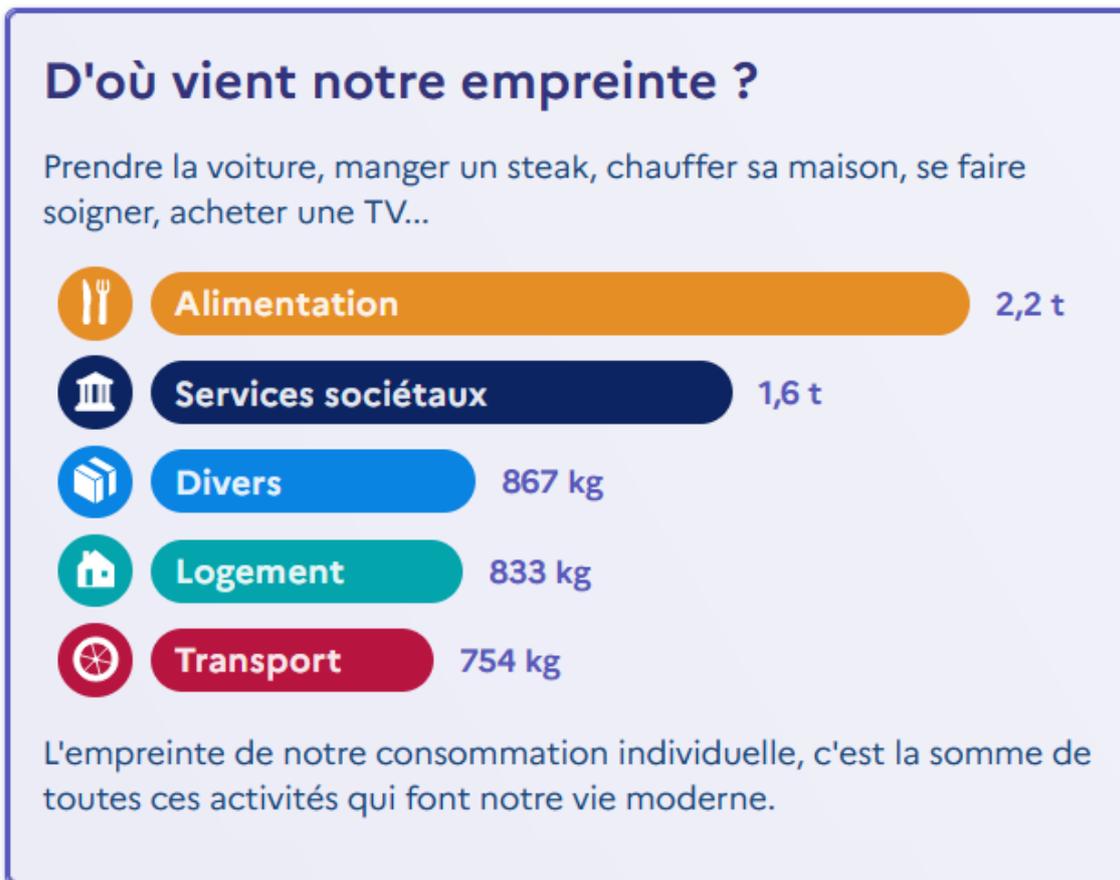


D'après le rapport du GIEC, 2013

Document 5 : Quelle est votre empreinte carbone ?

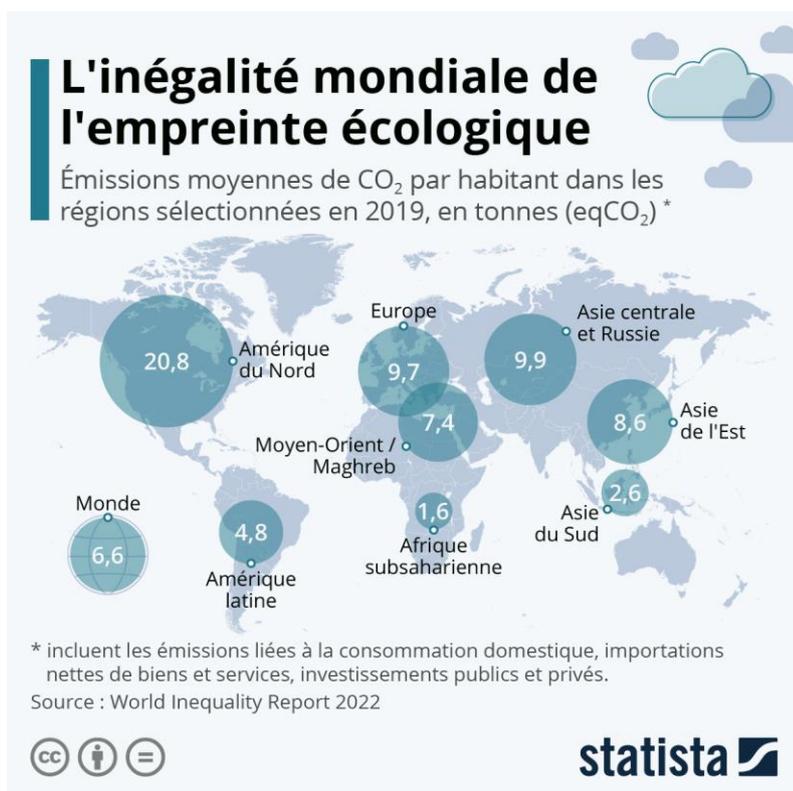
Un grand nombre de nos actions sont libératrices de GES (se déplacer en voiture, en avion, en bus, se chauffer, manger, acheter des vêtements, des chaussures, des appareils électroménagers, des appareils informatiques, etc...).

L'empreinte carbone d'une activité ou d'une personne est la masse de CO₂ produite directement ou indirectement par sa consommation d'énergie et/ou de matière première.



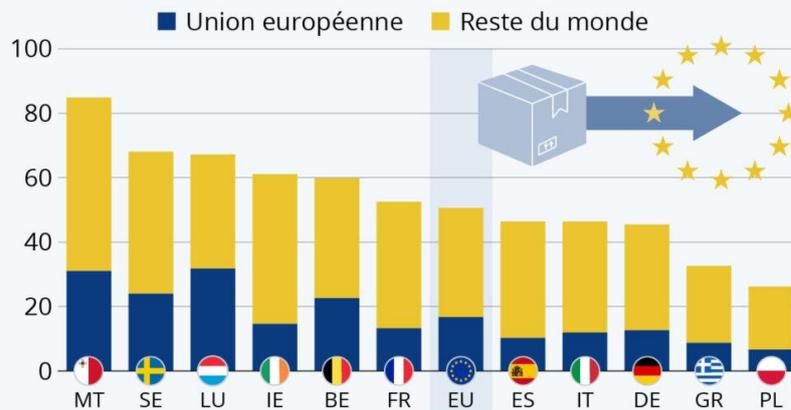
Cette empreinte carbone peut être évaluée par des simulateurs : <https://nosgestesclimat.fr/>

Celle-ci est variable entre les individus d'un même pays mais elle est surtout très différente entre individu d'un pays en voie de développement et d'un pays développé.



Les importations pèsent lourd dans l'empreinte carbone de l'UE

Part des émissions de CO₂ des pays liée aux importations de biens et services, par région d'origine (2018), en % *



* Production et transport des importations. La part restante correspond à l'ensemble des émissions domestiques (y compris les émissions directes des ménages).

Source : Insee



statista

Autres ressources complémentaires

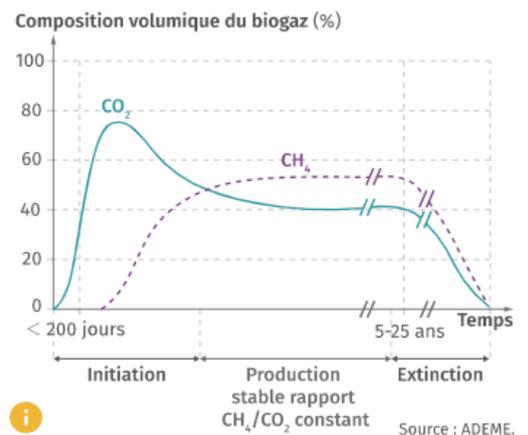
Document 6 : Détails des émissions de GES de quelques activités humaines

Document 6a : Fermentation dans les décharges



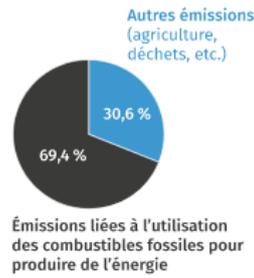
► Dégagements gazeux dans une décharge

Chaque Français jette en moyenne 600 kg de déchets par an. On compte environ 230 décharges en France. Lors de la décomposition des déchets, des gaz à effet de serre – dont le méthane (19% des émissions) et le CO₂ (2% des émissions) – sont produits au cours de la fermentation due à différents groupes de microorganismes (ex : *Methanotherix thermophila*).



► Production de CO₂ et de CH₄ par les réactions chimiques de microorganismes dans une décharge.

Document 6b : Emissions de CO₂ par la fabrication du ciment et l'utilisation des combustibles fossiles



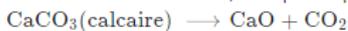
Émissions liées à l'utilisation des combustibles fossiles pour produire de l'énergie

► Répartition des émissions par source en France en 2013.

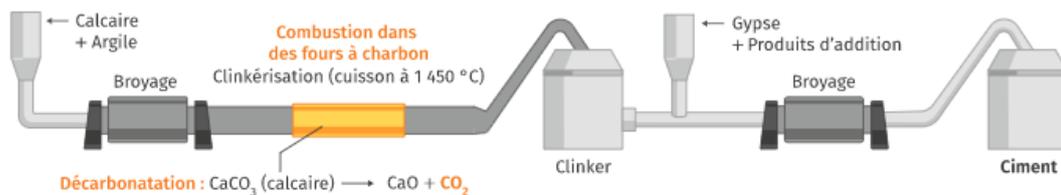
Une **usine à charbon** émet de la vapeur d'eau (visible à la sortie des cheminées) du CO₂ (invisible) et du NO₂. En effet, lors de la combustion des hydrocarbures, du CO₂ est dégagé et sa concentration augmente alors dans l'atmosphère. Équation simplifiée de la réaction :



Le **ciment** est fabriqué à l'aide de calcaire et d'argile broyés, puis cuits par clinkérisation (chauffage à 1 450 °C). Seize millions de tonnes de ciment sont fabriquées en France chaque année. En moyenne, 656 kg de CO₂ sont émis pour la production d'une seule tonne de ciment. Cela représente 2,9 % des émissions de CO₂ françaises. Une décarbonatation intervient, avec pour équation :



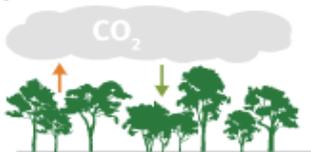
Le ciment se fabrique à l'aide de calcaire et d'argile broyés puis cuits par clinkérisation. Seize millions de tonnes de ciment sont fabriqués en France chaque année et en moyenne 656 kg de CO₂ sont émis pour la production d'une seule tonne de ciment. Cela représente 2,9 % des émissions de CO françaises.



Document 6c : Déforestation et production de CO₂

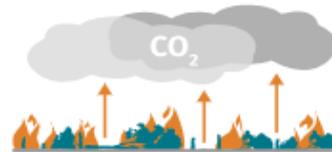
La **déforestation** correspond à la perte de surface forestière au profit d'une autre utilisation comme l'agriculture. Entre 1990 et 2015, 240 millions d'hectares de forêt ont été détruits dans le monde. En 2015, la déforestation représentait 20 % des émissions anthropiques mondiales de CO₂, soit bien plus que le secteur des transports qui en émet 13 %. La reforestation peut contribuer à diminuer ces émissions de CO₂ à court terme, mais la forêt ne constitue un puits de carbone que tant qu'elle est en croissance.

Photosynthèse



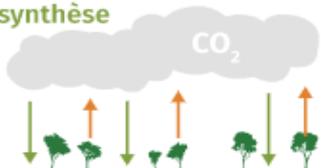
Écosystème des forêts intactes : équilibre entre capture et libération du carbone dans la végétation et les sols

Combustion



Défrichage et feux de forêt : libération massive du carbone stocké dans la végétation et les sols sous forme de CO₂

Photosynthèse



Reforestation : capture et lente accumulation du carbone au cours des décennies

Combustion



Conversion : émissions de CO₂ par les pâturages, l'agriculture et les zones urbaines

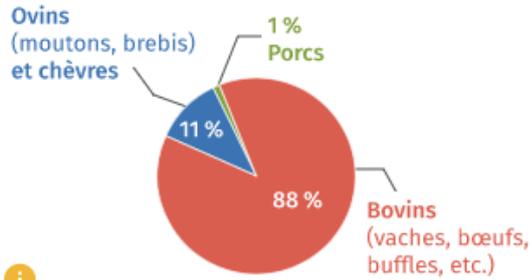
→ Capture du CO₂

→ Libération du CO₂

Source : Center for Global Development.

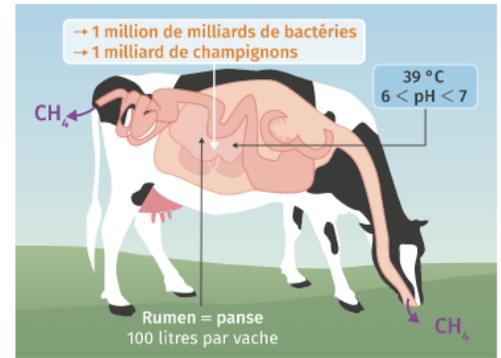
Document 6d : Emissions dans les élevages

En 2018, les élevages français comptaient environ dix-neuf millions de bovins destinés à la production de lait et de viande.



Source : FAO.

► Part des émissions de méthane liées à la fermentation entérique (liées à la digestion) pour différents types d'élevage sur un total mondial de 85 millions de tonnes. En outre l'épandage des déjections d'élevage génèrent de fortes quantités de NO₂.



Aliments ingérés (20 kg/jour) → Microorganismes du rumen → Molécules simples + gaz (70 à 120 kg de CH₄/jour)

Source : INRA.

Source : INRA.

► Les émissions de méthane (CH₄) chez la vache.

Document 6e : Fuites de gaz naturel

Le 18 décembre 2015, une gigantesque fuite de méthane a été observée sur le site industriel d'Aliso Canyon, près de Los Angeles (États-Unis), grâce à des images infrarouges. Le taux d'émission de méthane a été estimé à l'équivalent, en pouvoir à effet de serre, de l'émission de sept millions de voitures. Ces fuites représentent 15% des émissions totales de CH₄ anthropiques.

Le méthane est utilisé notamment comme gaz de ville. Les fuites accidentelles anthropiques générées par l'industrie américaine s'élèvent à treize millions de tonnes de méthane par an.

Gazoducs Nord Stream 1 et 2 : quel est l'impact des fuites de méthane sur le climat ? (28/09/22, France info)

Hors service à cause de la guerre en Ukraine, les gazoducs Nord Stream reliant la Russie à l'Allemagne sous la mer Baltique ont été tous deux touchés par des fuites spectaculaires précédées d'explosions sous-marines. Un événement aux conséquences environnementales préoccupantes.



*La fuite de gaz constatée sur le gazoduc Nord Stream 2, le 27 septembre 2022 à Dueodde (Danemark).
(DANISH DEFENCE / AFP)*

Sur Twitter, le climatologue Zeke Hausfather, qui a participé aux travaux du Giec, évalue à 6,4 millions de tonnes équivalent CO₂ les émissions potentielles des deux pipelines. Ce qui correspond, selon lui, "aux émissions annuelles de 1,4 million de voitures, bien qu'il ne s'agisse que d'environ 0,2% des émissions annuelles de méthane provenant des combustibles fossiles".

"D'un point de vue climatique, ce n'est pas nul, mais ce n'est pas majeur", poursuit Philippe Bousquet. Le scientifique rappelle que les émissions annuelles de méthane pèsent environ 600 millions de tonnes, soit bien plus que l'estimation à 0,36 million de tonnes de l'ONG allemande. Environ 60% de ces émissions sont d'origine humaine. Derrière ce chiffre, on trouve l'agriculture (élevage bovin, rizières), le secteur de l'énergie et les déchets. Le secteur de l'énergie (pétrole, charbon, gaz) émet notamment du méthane lors d'opérations de maintenance ou de... fuites accidentelles. "Des fuites de méthane importantes, il y en a tous les jours", rappelle Marielle Saunois.