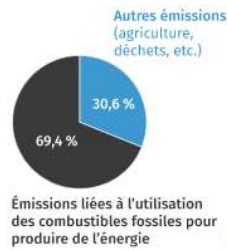


ANNEXE

Doc. 1 Combustibles fossiles, fabrication de ciment et émissions de CO₂



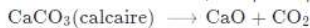
Émissions liées à l'utilisation des combustibles fossiles pour produire de l'énergie

► Répartition des émissions par source en France en 2013.

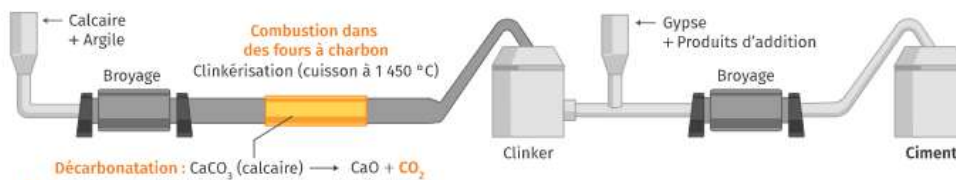
Une **usine à charbon** émet de la vapeur d'eau (visible à la sortie des cheminées) du CO₂ (invisible) et du NO₂. En effet, lors de la combustion des hydrocarbures, du CO₂ est dégagé et sa concentration augmente alors dans l'atmosphère. Équation simplifiée de la réaction :



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 décarbonation intervient, avec pour équation :

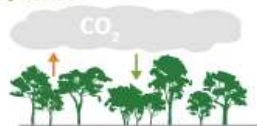


Le ciment se fabrique à l'aide de calcaire et d'argile broyés puis cuits par clinkérisation. Seize millions de tonnes de ciment sont fabriqués en France chaque année et en moyenne 656 kg de CO₂ sont émis pour la production d'une seule tonne de ciment. Cela représente 2,9 % des émissions de CO françaises.



Doc. 2 Déforestation et production de CO₂

Photosynthèse



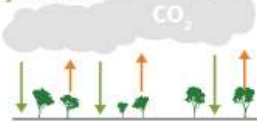
Écosystème des forêts intactes : équilibre entre capture et libération du carbone dans la végétation et les sols

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.

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.

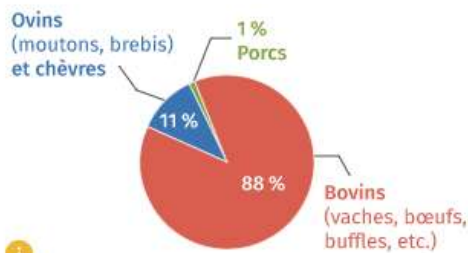
Doc. 3 Fuites de gaz naturel : l'exemple des É.-U.

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.

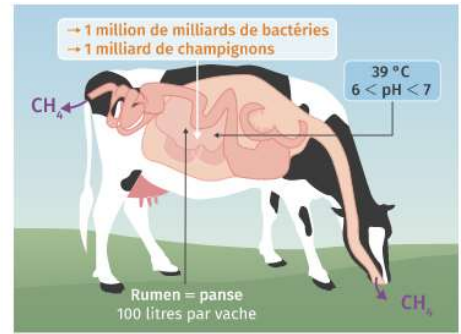
Doc. 4 Émissions dans les élevages

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.

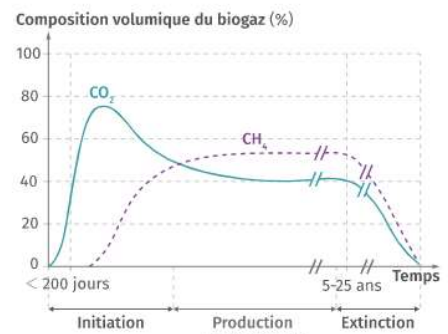
► Les émissions de méthane (CH₄) chez la vache.

Doc. 5 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 : *Methanotrix thermophila*).



Source : ADEME.

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

Doc. 6

Émissions mondiales de gaz à effet de serre anthropiques selon le gaz, en 2015

