



Gaz à effet de serre

84 langues

[Article](#) [Discussion](#)

[Lire](#) [Modifier](#) [Modifier le code](#) [Voir l'historique](#) [Outils](#)

 Pour les articles homonymes, voir [GES](#).

Les **gaz à effet de serre** (GES) sont des composants gazeux qui absorbent le [rayonnement infrarouge](#) émis par la surface terrestre^{n 1} et contribuent ainsi à l'[effet de serre](#). L'augmentation de leur concentration dans l'[atmosphère terrestre](#) est l'un des [facteurs](#) à l'origine du [changement climatique](#).

Effet de serre [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

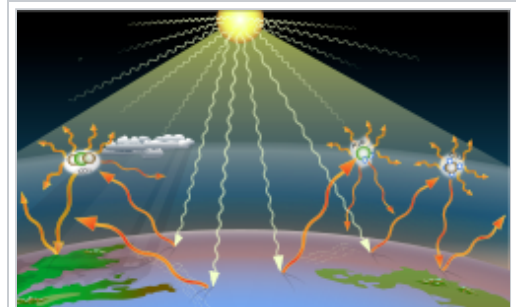
Articles détaillés : [Effet de serre](#), [Rayonnement dans l'atmosphère](#) et [Bilan radiatif de la Terre](#).

L'[atmosphère terrestre](#) laisse passer la majeure partie du [rayonnement solaire](#) (environ 70 %) et, sous l'effet des gaz à effet de serre, retient une partie du [rayonnement infrarouge](#) réémis par le sol¹. La différence entre la puissance reçue du Soleil et la puissance émise sous forme de rayonnement est appelée [forçage radiatif](#).

La transparence de l'atmosphère dans le [spectre visible](#) permet en effet au rayonnement solaire d'atteindre le sol. L'énergie ainsi apportée s'y transforme en chaleur. De plus, comme tout corps chaud, la surface de la [Terre](#) rayonne sa chaleur, dans l'infrarouge. Les GES et les [nuages](#)^{n 2} (constitués de glace ou d'eau liquide) étant opaques aux rayons infrarouges, ils absorbent ces rayonnements. Ce faisant, ils emprisonnent l'[énergie thermique](#) près de la surface du globe, où elle réchauffe l'atmosphère basse.

L'effet de serre naturel est principalement dû à la [vapeur d'eau](#)² (pour 0,3 % en volume, soit 55 % de l'effet de serre) et aux nuages (17 % de l'effet de serre), soit environ 72 % dus à H₂O et 28 % restants dus essentiellement au CO₂³. Il a porté la [température moyenne à la surface de la Terre](#) à +15 °C. Sans ce processus naturel, la température moyenne sur la surface du globe serait de −18 °C^{4,5}, ce qui aurait radicalement changé son évolution.

Selon Sandrine Anquetin, du Laboratoire d'étude des transferts en hydrologie et environnement (LTHE) de Grenoble, les scientifiques observent et anticipent une intensification mondiale du [cycle de l'eau](#). Le réchauffement mondial moyen accroît l'évaporation de l'eau, donc l'humidité dans l'atmosphère. Plus



L'effet du rayonnement solaire sur la surface de la Terre amplifié par les gaz à effet de serre.



Les [centrales thermiques à flamme](#) émettent 35 % des gaz à effet de serre d'origine humaine (ici la [centrale thermique de Porcheville](#), Yvelines, fermée depuis le 1^{er} mai 2017).

L'atmosphère se réchauffe, plus elle stocke et transporte l'humidité. Il convient désormais de comprendre et participer la déclinaison du cycle de l'eau à l'échelle régionale⁶.

Principaux gaz à effet de serre [modifier | modifier le code]

Les principaux gaz à effet de serre (GES) naturellement présents dans l'atmosphère sont^{G 1} :

- la **vapeur d'eau**, sur laquelle les activités humaines n'ont que très peu d'influence directe mais qui contribue à l'**effet de serre** à hauteur de 60 %^{7,8}. Les **nuages** contribuent aussi à l'effet de serre, mais l'importance de leur contribution, estimée par le **Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat** (GIEC) à 10 %, est encore débattue⁹. Le **changement climatique** accentue l'évaporation de l'eau, ce qui modifie les équilibres du **cycle de l'eau** vers une augmentation de la quantité moyenne de vapeur dans l'atmosphère, renforçant ainsi son effet de serre, donc le réchauffement climatique lui-même : c'est une **rétroaction climatique positive**. La **rétroaction des nuages** (eau liquide atmosphérique) est plus discutée : son caractère positif ou négatif est lié à l'altitude des nuages formés ;
- le **dioxyde de carbone** (CO₂), responsable de près de 65 % de l'effet de serre anthropique, c'est-à-dire dû aux activités humaines³. Sa concentration a augmenté de 47 % depuis 1750¹⁰ : le CO₂ est le principal gaz contributeur à l'**augmentation actuelle** de l'effet de serre terrestre^{n 3} ;
- le **méthane** (CH₄), qui est responsable de 17 % de l'effet de serre anthropique¹¹ du fait de son **potentiel de réchauffement global** élevé, égal à 34 fois celui du CO₂ à cent ans (en prenant en compte les rétroactions climatiques¹²), mais qui persiste moins de dix ans dans l'atmosphère¹³. En 2020, les deux tiers des émissions mondiales de méthane sont d'origine anthropique¹⁴ ;
- le **protoxyde d'azote** (N₂O)¹⁵ ;
- l'**ozone troposphérique** (O₃)¹⁶.

Les gaz à effet de serre industriels comprennent aussi des **halocarbures** comme :

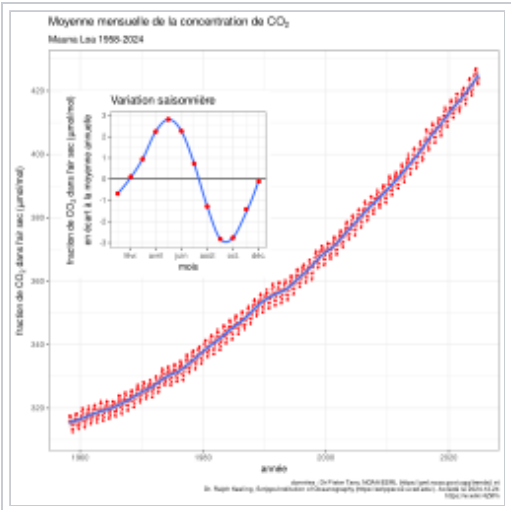
- les **hydrochlorofluorocarbures**, comme le **HCFC-22** (un **fréon**) ;
- les **chlorofluorocarbures** (CFC) ;
- les **hydrofluorocarbures** (HFC) ;
- le **tétrafluorure de carbone** (CF₄) ;
- l'**hexafluorure de soufre** (SF₆) et le **pentafluorure de soufre trifluorométhyle** (CF₃-SF₅) ;
- les **fluorocarbures** et les **perfluorocarbures**.

Émissions dues aux activités humaines [modifier |

modifier le code]

Article connexe : **Émission de dioxyde de carbone**.

Les concentrations en GES dans l'**atmosphère terrestre** augmentent fortement depuis le xix^e siècle¹⁷ pour des raisons essentiellement anthropiques, avec un nouveau record en 2012 selon l'**Organisation météorologique mondiale** (OMM)¹⁸. Depuis 1991, selon les estimations de l'**Agence internationale de l'énergie**, les émissions de



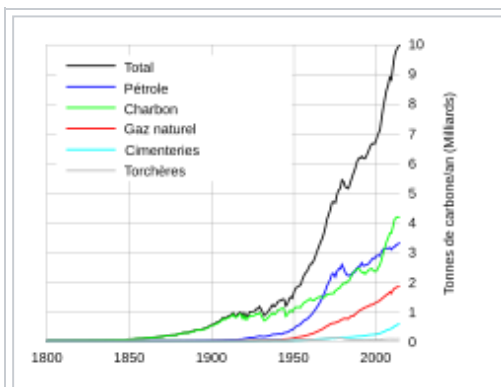
à effet de serre du secteur énergétique (toutes sauf celles liées à [culture](#) ou aux [incendies](#), soit 80 % des émissions) ont toujours augmenté d'une année sur l'autre, à l'exception de 1992, 1993, 2016 et 2019 (stagnation) et des baisses en 2009 (−1,4 %) et 2015 (−0,3 %) ¹⁹.

En 2017, la répartition des émissions atmosphériques de GES dans l'Union européenne s'établissait à : [dioxyde de carbone](#) (CO₂) 81 %, [méthane](#) (CH₄) 11 %, [protoxyde d'azote](#) (N₂O) 5 % et [hydrofluorocarbures](#) 2 % ²⁰.

Par secteur [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Statistiques du GIEC [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Mesure du CO₂ atmosphérique par l'[observatoire de Mauna Loa](#) à [Hawaï](#).



Émissions de carbone fossile par sources depuis 1800.



Répartition de l'ensemble des émissions anthropiques de GES en 2010 entre les secteurs économiques. La couronne montre les parts (en pourcentage des émissions anthropiques totales de GES) des émissions directes de GES attribuées en 2010 à cinq secteurs économiques.

- (i) indique la répartition des émissions indirectes de CO₂ découlant de la [production d'électricité](#) et de chaleur entre les secteurs qui consomment l'[énergie finale](#).
- La part attribuée aux « autres énergies » correspond à toutes les sources d'émissions de GES dans le secteur de l'énergie, autres que la production d'électricité et de chaleur.
- L'[AFAT](#) (agriculture, foresterie et autres affectations des terres) correspond aux émissions de CO₂ d'origine terrestre, provoquées par la déforestation, les [feux de forêt](#) et de [tourbière](#), ainsi que par la décomposition dans les tourbières, les rizières, etc. ; elles se rapprochent des flux nets de CO₂ attribués à la FAT (foresterie et autres affectations des terres)²¹.

Le [protocole de Kyoto](#), qui s'était donné comme objectif de stabiliser puis de réduire les émissions de GES afin de limiter le [changement climatique](#)²², ne l'a pas tenu. Induites par les activités humaines, les émissions anthropiques directes de gaz à effet de serre proviennent principalement, selon le [cinquième rapport d'évaluation du GIEC](#) publié en 2014, des [secteurs économiques](#) suivants^{23, 24} :

- [énergie](#) ([production d'électricité](#) et de [chauffage](#) fournis par les [centrales électriques à combustibles fossiles](#)) : 35 % ;
- [agriculture](#) ([minéralisation](#) du sol, production de méthane due à la [culture du riz](#) et à la [fermentation entérique](#) des [ruminants](#)) et [exploitation forestière](#) ([déforestation](#), incendies volontaires de forêt et brûlis de cultures) : 24 % ;
- [industrie](#) ([lourde](#) et [manufacturière](#)) : 21 % ;
- [transports](#) (marchandises, personnes) : 14 % ;
- [bâtiment](#) (construction, entretien, électricité et chauffage des bâtiments résidentiels et non résidentiels) : 6 %.

Émissions dues au numérique [\[modifier | modifier le code \]](#)

Article connexe : [Impact environnemental du numérique](#).

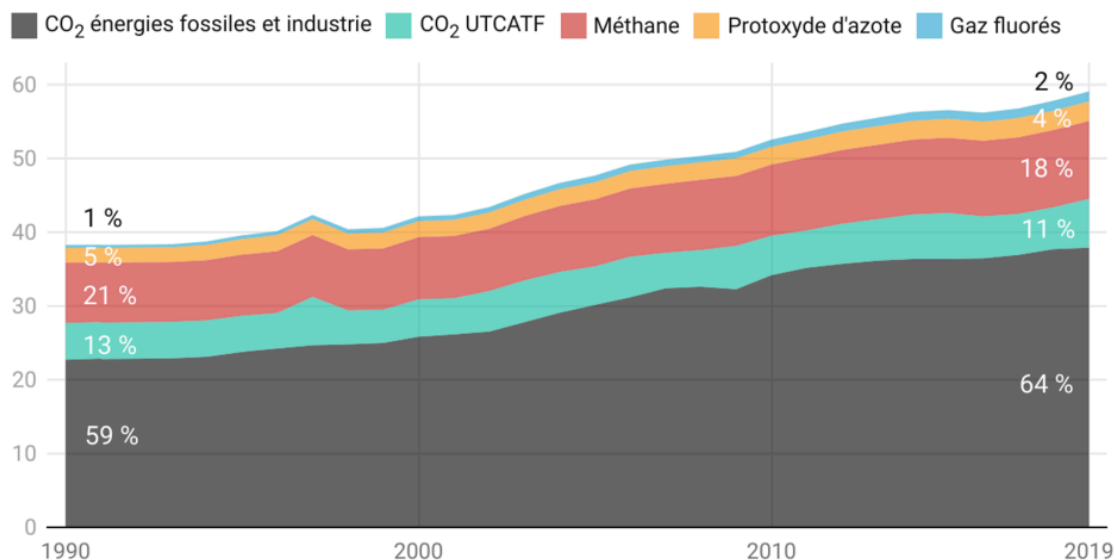
Bien que le [numérique](#) (au sens des [technologies de l'information et de la communication](#)) ait tendance à être considéré comme « virtuel » ou « immatériel », son [empreinte carbone](#) est loin d'être négligeable, en raison de la forte consommation énergétique qu'il implique. Ainsi, il correspondrait à 3,7 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre en 2018 selon [The Shift Project](#)²⁵ et à 3,8 % en 2019 selon [GreenIT.fr](#)²⁶. Selon The Shift Project, cette part connaît une très forte croissance qui devrait se poursuivre, notamment en raison de la multiplication des [objets connectés](#)²⁶ et du développement de la vidéo en ligne ([streaming](#)), qui représente à elle seule 1 % des émissions. Ce phénomène amène l'association à appeler à une posture de [sobriété numérique](#)²⁷.

Par usage [\[modifier | modifier le code \]](#)

L'accroissement des émissions des principaux gaz à effet de serre est essentiellement dû à certaines activités humaines¹⁸.

Émissions anthropiques nettes de GES – 1990-2019

en GtCO₂-eq/an



Données issues du [sixième rapport d'évaluation du GIEC](#). Les émissions sont ventilées par GES : CO₂ issu de la combustion des énergies fossiles et des procédés industriels ; CO₂ issu de l'[utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie](#) (UTCATF) ; [méthane](#) ; [protoxyde d'azote](#) ; [gaz fluorés](#)²⁸.

Utilisation de combustibles fossiles [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Les [combustibles fossiles](#) sont principalement le [charbon](#), le [pétrole](#) et le [gaz](#). Leur combustion a libéré, dans l'atmosphère, depuis deux siècles, de très importantes quantités de [dioxyde de carbone](#) (CO₂) provenant du [carbone](#) accumulé dans le sous-sol depuis le [Paléozoïque](#). L'augmentation de concentration atmosphérique de CO₂ qui en résulte est le principal facteur de l'augmentation de température moyenne de l'atmosphère, induisant le [changement climatique](#).

En 2007, le [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat](#) (GIEC) indique ainsi que les activités humaines sont les principales responsables de ce changement climatique^{G 2} avec un *degré de confiance très élevé* (soit une probabilité d'environ 90 %^{G 3}).



Gaz d'échappement d'une automobile.

En 2014, le groupe de travail 3 du GIEC publie un tableau présentant les [émissions de gaz à effet de serre par source d'énergie électrique](#)²⁹.

Déforestation et combustion de bois [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Une forêt mature est un réservoir important de carbone. La disparition de surfaces de forêts toujours plus grandes au profit de cultures ou de pâturages (emmagasinant une quantité moindre de matière organique) libère du CO₂ dans l'atmosphère, surtout quand la [déforestation](#) se fait par [brûlis](#) ^[réf. nécessaire]. En effet, la pousse de jeunes arbres ne peut plus absorber autant de carbone qu'en génère la dégradation des arbres morts ou brûlés remplacés par des cultures industrielles ou des pâturages. Si le bois exporté pour la

 construction permet de poursuivre le stockage du carbone, son utilisation en combustion (chauffage, séchage exemple du tabac, etc.) émet également des gaz à effet de serre.

Occupation des sols [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Les [sols](#) sont des [réservoirs majeurs de carbone](#), lequel peut être dissous, de façon variable selon l'usage du sol, en CO₂. En France, l'[ADEME](#) estime ainsi que « les terres agricoles et la forêt occupent plus de 80 % du territoire national et séquestrent actuellement 4 à 5 GtC (soit entre 15 et 18 GtCO₂) dont plus des deux tiers dans les sols. Toute variation positive ou négative de ce stock influe sur les émissions nationales de gaz à effet de serre (GES), estimées à 0,5 Gt CO₂éq/an (valeur 2011) »³⁰. Selon certaines études, l'[agriculture](#) et la déforestation sont, à elles seules, responsables de la plus grande part des émissions de CO₂ depuis le ³¹ [xix^e siècle](#). Pour cette raison, une décision du [Conseil européen](#) de 2013 préconise la prise en compte des [changements d'affectation des sols](#) et de leur utilisation dans le calcul des émissions de CO₂ (sous le nom de règles UTCATF, pour [utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie](#)³²).

Élevage [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Article détaillé : [Impact environnemental de l'élevage](#).

L'élevage contribue au réchauffement climatique à hauteur de 14,5 % des émissions anthropiques mondiales de gaz à effet de serre en 2013^{n 4,33}, part dont 44 %³³ à 60 %³⁵ sont dus au méthane, les autres composantes étant le [N₂O](#) (25 %, issus principalement de la fertilisation azotée et des effluents d'élevage) et le CO₂ (15 %, issus principalement de la consommation de carburant pour le fonctionnement de la ferme et la production d'[intrants](#))³⁵. L'[élevage extensif](#) émet 20 % de GES en moins que le [système intensif](#), grâce au puits de carbone et à l'alimentation locale que représentent les surfaces herbagères³⁵. D'autres mesures d'[atténuation](#), parfois déjà appliquées, sont une alimentation étudiée pour réduire la [fermentation entérique](#), la mise en place d'usines de [biogaz](#) pour recycler le fumier et le recours à des méthodes de [conservation des sols](#) et de [sylvopastoralisme](#)³⁶.

Guerres [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Après deux ans de [guerre russo-ukrainienne](#), le groupe de recherche Initiative sur la comptabilisation des gaz à effet de serre dans les guerres (IGGAW) a estimé dans un rapport de février 2025 que ce conflit a émis 175 millions de tonnes d'[équivalent-CO₂](#) (tCO₂e), soit autant que les [Pays-Bas](#) en un an, ou que 90 millions de voitures thermiques. Un tiers de ces gaz proviennent directement des activités militaires (fabrication d'explosifs, engins, munitions et utilisation massive de carburant, à lui seul responsable pour l'armée russe de 35 millions de tCO₂e dans l'atmosphère ; un tiers provient de l'[acier](#) et du [béton](#) utilisés pour reconstruire les écoles, les maisons, les ponts, les usines, les barrages et les stations d'épuration endommagés ou détruits ; le dernier tiers est émis par le détournement des avions commerciaux, les frappes dégradant les infrastructures énergétiques, le déplacement de près de sept millions d'Ukrainiens et de Russes^{37, 38}.

Utilisation des CFC et HCFC [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Remplacés par les [hydrochlorofluorocarbures](#) (HCFC), les [chlorofluorocarbures](#) (CFC) ont vu leur utilisation dans les systèmes de [réfrigération](#) et de [climatisation](#) fortement réglementée par le [protocole de Montréal](#).

Malgré cela, les rejets restent préoccupants. Par exemple, le HCFC le plus communément utilisé, le [trichlorodifluorométhane](#) ou HCFC-22, a un [potentiel de réchauffement global](#) (PRG) 1 800 fois plus élevé que le CO₂³⁹. De plus, les CFC présents dans les systèmes de réfrigération et de refroidissement et dans les mousses isolantes déjà en place représentent des émissions potentielles si elles ne sont pas captées lors de la destruction des systèmes ou des immeubles concernés. Une étude publiée en mars 2020 dans *Nature Communications* évalue ces stocks sur vingt ans aux émissions des véhicules de tourisme aux États-Unis. Pour les chercheurs, la taille de ces stocks est telle que la gestion prudente de la déconstruction serait peu coûteuse en regard de leurs émissions. Ils mettent également en évidence une production illégale de CFC-113 et de CFC-11⁴⁰.

Émissions de protoxyde d'azote (N₂O) [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Article connexe : [Impact environnemental de l'agriculture](#).

En augmentation constante¹⁸, les émissions de [protoxyde d'azote](#) sont en grande partie issues de l'[agriculture industrielle](#).

Émissions de méthane (CH₄) [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Article détaillé : [Méthane](#).

Les processus à l'origine du méthane, qui font encore l'objet d'études visant à mieux les identifier et les quantifier, sont à l'œuvre dans des sources ponctuelles ou diffuses de trois types : biogéniques, thermogéniques et pyrogéniques. Chacun de ces types comporte des émissions naturelles aussi bien que liées aux activités humaines⁴¹.

Les émissions de méthane d'origine humaine représentent 50 à 60 % du total⁴² et proviennent en particulier des [énergies fossiles](#), de l'[élevage](#) et des [décharges](#). Des phénomènes naturels s'y ajoutent, comme le dégel du [pergélisol](#)^{43,44} ou l'[activité microbienne](#) des zones inondées.

Ces émissions tendaient à se stabiliser en 2005-2007, mais sont à nouveau en forte hausse, après un record en 2012 (1,819 [ppm](#), soit +260 % par rapport au niveau préindustriel)¹⁸, surtout à partir des zones tropicales. L'élevage, en plein développement^{36,45}, est une des causes de l'augmentation de ce gaz à fort [potentiel de réchauffement global](#) (pour 37 % environ du total en 2006³⁴), les autres sources étant notamment l'extension des surfaces immergées (rizières⁴⁶ [[source insuffisante](#)], marécages).

Intensité des émissions [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Pour le vocabulaire officiel de l'environnement, tel que défini par la [Commission d'enrichissement de la langue française](#) en 2019, l'« intensité des émissions de gaz à effet de serre » (en anglais « *greenhouse gas intensity* ») est : « [un] indicateur qui rapporte la quantité de gaz à effet de serre émis, mesurée par son équivalent en dioxyde de carbone, au [produit intérieur brut](#) » ; il est précisé que :

1. « L'intensité des émissions de gaz à effet de serre permet d'effectuer des comparaisons, notamment entre des pays ou des secteurs économiques » ;



2. « Bien que l'intensité des émissions de gaz à effet de serre ne concerne pas exclusivement le dioxyde de carbone, on parle fréquemment d'« intensité carbone » (en anglais : « *carbone intensity* »)⁴⁷. »

Émissions naturelles [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

- La **biodégradation** des végétaux est source de CO₂ quand elle se fait en présence d'air et de **méthane** (CH₄) quand elle est **anaérobie**, comme c'est le cas sur les surfaces inondées (**estuaires**, **marais**).
- Le **volcanisme** est également source de CO₂. Le seul volcan de la **Solfatare** émet environ 1 500 tonnes de CO₂ par jour.
- La **respiration** des êtres vivants : source de CO₂ (partiellement ré-absorbée par la **photosynthèse** des plantes).
- Les rejets de **méthane** par les **hommes** et la plupart des **animaux** (**fermentation entérique** (80 %) et déjections (20 %) des **ruminants**³⁵).
- Les hommes et les animaux rejettent également du protoxyde d'azote en respirant⁴⁸. Ce rejet est accru par l'addition de nitrates à l'**alimentation des animaux d'élevage**, une mesure qui permet à l'inverse de réduire les émissions de méthane au cours de la digestion^{49, 50}.

Lutte contre les émissions de gaz à effet de serre [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Article détaillé : [Atténuation du changement climatique](#).

Potentiel de réchauffement global [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

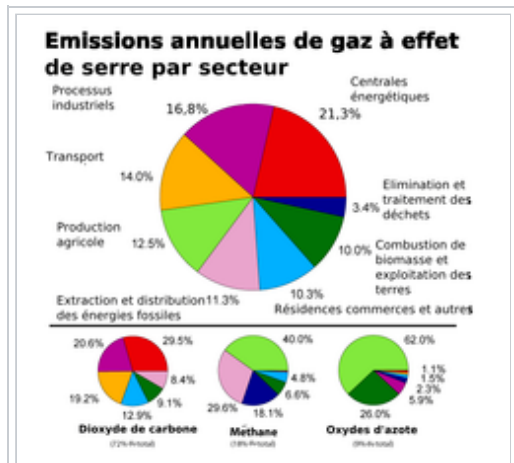
Article détaillé : [Potentiel de réchauffement global](#).

Chaque gaz à effet de serre a un effet différent sur le **changement climatique**. Par exemple, sur une période de 100 ans, un **kilogramme** de **méthane** a un impact sur l'effet de serre 25 fois plus fort qu'un kilogramme de CO₂⁵². Ce facteur est le **potentiel de réchauffement global** (PRG), soit le pouvoir réchauffant d'un gaz, rapporté au pouvoir réchauffant de la même **masse** de **dioxyde de carbone**. Il permet de comparer l'influence de différents gaz à effet de serre sur le **système climatique**.

Le PRG vaut donc 1 pour le dioxyde de carbone, qui sert de référence. Il n'y a pas de PRG pour la vapeur d'eau, car son excès réside moins de deux semaines dans l'atmosphère, puis est éliminé par précipitation. L'augmentation de sa concentration à l'équilibre peut contribuer à l'effet de serre, mais il s'agit d'un effet de rétroaction lié à l'augmentation des températures ; l'émission directe de vapeur d'eau par les activités humaines n'est pas en cause^{T 1}.

Concentrations atmosphériques en volume, durée de séjour et potentiel de réchauffement des principaux gaz à effet de serre

Gaz à effet de serre	Formule	Concentration préindustrielle ^{T 2}	Concentration actuelle ^{n 5}	Durée de séjour moyenne (ans) ^{T 3}	PRG à 100 ans ^{T 3}



Données pour l'année 2000⁵¹. Dans le premier graphique, les émissions sont pondérées par le [potentiel de réchauffement global](#) de chaque gaz et par leur proportion (soit 72 % de CO₂, 18 % de méthane, 9 % d'oxydes d'azote et 1 % d'autres gaz). Note : les émissions des [avions](#) et du [transport maritime](#), et les « émissions grises » ne sont pas intégrées dans ce type de graphique.

Vapeur d'eau	H ₂ O			~0,02 (1-2 semaines)	ns
Dioxyde de carbone	CO ₂	280 ppm	412 ppm ⁵³	100 ³	1
Méthane	CH ₄	0,6 à 0,7 ppm	1,8 ppm	12 ^{n 6}	25
Protoxyde d'azote	N ₂ O	0,270 ppm	0,327 ppm ⁵⁴	114	298
Dichlorodifluorométhane (CFC-12)	CCl ₂ F ₂	0	0,52 ppb	100	10 900
Chlorodifluorométhane (HCFC-22)	CHClF ₂	0	0,105 ppb	12	1 810
Tétrafluorure de carbone^{n 7}	CF ₄	0	0,070 ppb	50 000	7 390
Hexafluorure de soufre	SF ₆	0	0,008 ppb	3 200	22 800

L'[équivalent CO₂](#) d'une masse de gaz est la masse de dioxyde de carbone qui provoquerait le même [forçage radiatif](#) que ce gaz, c'est-à-dire qui aurait la même capacité à retenir le [rayonnement solaire](#)⁵². Le potentiel de réchauffement global (PRG) est donc l'équivalent CO₂ d'un kilogramme du gaz à effet de serre considéré, soit :

$$\text{équivalent CO}_2 = \text{PRG} \times \text{masse du gaz considéré}$$

Enfin, l'équivalent **carbone** ne considère que la part de l'atome de carbone dans le CO₂, à savoir 0,272 7 kg 1 kg de CO₂⁵⁵. L'émission d'1 kg de CO₂ vaut donc 0,272 7 kg d'équivalent carbone. Pour les autres gaz, l'équivalent carbone vaut :

$$\text{équivalent carbone} = \text{PRG} \times \text{masse du gaz considéré} \times 0,2727$$

Durée de séjour [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Hormis la vapeur d'eau, qui est évacuée en quelques jours ^[réf. nécessaire], les gaz à effet de serre mettent très longtemps à s'éliminer de l'atmosphère. Étant donné la complexité du système atmosphérique, il est difficile de préciser la durée exacte de leur séjour^{n 8}. Ainsi, si un tiers à la moitié du **dioxyde de carbone** CO₂ émis est absorbé au cours des premières décennies, le rythme d'absorption ralentit toutefois substantiellement par la suite : au bout de 10 000 ans, de 10 à 25 % du surcroît initial de CO₂ persistent dans l'atmosphère⁵⁶.

Les gaz à effet de serre peuvent être évacués de plusieurs manières :

- par une réaction chimique intervenant dans l'atmosphère : le **méthane**, par exemple, réagit avec les radicaux **hydroxyle** naturellement présents dans l'atmosphère pour créer du CO₂ ;
- par une réaction chimique intervenant à l'interface entre l'atmosphère et la surface du globe : le CO₂ est réduit par **photosynthèse** par les végétaux ou est dissous dans les **océans** pour former des ions **bicarbonate** et **carbonate** (le CO₂ est chimiquement stable dans l'atmosphère) ;
- par des rayonnements : par exemple, les **rayonnements électromagnétiques** émis par le soleil et les **rayonnements cosmiques** « brisent » les molécules dans les couches supérieures de l'atmosphère. Une partie des **halocarbures** disparaissent de cette manière (ils sont généralement chimiquement inertes, donc stables lorsque introduits et mélangés dans l'atmosphère).

Voici quelques estimations de la **durée de séjour** des gaz, c'est-à-dire le temps nécessaire pour que leur concentration diminue de moitié.

Durée de séjour des principaux gaz à effet de serre^{T 3}

Gaz à effet de serre	Formule	Durée de séjour (ans)	PRG à 100 ans
Vapeur d'eau	H ₂ O	qq jours	ns
Dioxyde de carbone	CO ₂	100 ³	1
Méthane	CH ₄	12	25
Protoxyde d'azote	N ₂ O	114	298
Dichlorodifluorométhane (CFC-12)	CCl ₂ F ₂	100	10 900
Chlorodifluorométhane (HCFC-22)	CHClF ₂	12	1 810
Tétrafluorure de carbone ^{n 7}	CF ₄	50 000	7 390
Hexafluorure de soufre	SF ₆	3 200	22 800



En 2007, le quatrième rapport d'évaluation du [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat](#) (GIEC) estime qu'entre 1970 et 2004 les émissions de gaz à effet de serre dues aux activités humaines ont augmenté de 70 %⁵⁷.

L'[Organisation météorologique mondiale](#) (OMM) annonce le 30 octobre 2017 que les concentrations mondiales de gaz à effet de serre ont atteint de nouveaux records en 2016⁵⁸ :

- la teneur moyenne de l'atmosphère en [dioxyde de carbone](#) (CO₂) était de 403,3 ppm ([parties par million](#)), soit 3,3 ppm de plus qu'en 2015 ; cette hausse est la plus forte augmentation interannuelle de la période 1984-2016 ; la teneur de 2016 représente 145 % du niveau préindustriel (278 ppm en 1750) ;
- le [méthane](#) (CH₄), 2^e GES persistant par son abondance, dont 60 % des émissions sont d'origine humaine, atteint un nouveau record en 2016 à 1 853 ppb ([parties par milliard](#)), soit 257 % du niveau préindustriel ; après une période de stabilisation, sa teneur augmente à nouveau depuis 2007 ;
- le [protoxyde d'azote](#) (N₂O) atteint 328,9 ppb, soit 9 ppb de plus qu'en 2015 et 122 % du niveau préindustriel ;
- globalement, le [forçage radiatif](#) de l'atmosphère par les gaz à effet de serre s'est accru de 40 % entre 1990 et 2016 ; le dioxyde de carbone est responsable d'environ 80 % de cette progression ;
- l'[océan absorbe](#) 26 % des émissions anthropiques de CO₂, limitant l'accroissement du CO₂ atmosphérique causé par l'exploitation des combustibles fossiles, mais l'absorption de quantités accrues de ce gaz (4 kg par jour et par personne) par les mers modifie le [cycle des carbonates](#) marins et entraîne une [acidification de l'eau de mer](#). Le rythme actuel d'acidification des océans semble sans précédent depuis au moins 300 millions d'années ; cette acidification a une influence néfaste sur la calcification chez beaucoup d'organismes marins et tend à réduire leur taux de survie et altérer leurs fonctions physiologiques et diminue la biodiversité.

L'Organisation météorologique mondiale annonce le 26 mai 2014 qu'en avril, pour la première fois, les concentrations mensuelles de CO₂ dans l'atmosphère ont dépassé le seuil symbolique de 400 ppm dans tout l'hémisphère nord ; dans l'hémisphère sud, les concentrations sont de 393 à 396 ppm, du fait d'une densité de population et d'une activité économique moindres. La moyenne mondiale à l'époque préindustrielle était de 278 ppm⁵⁹.

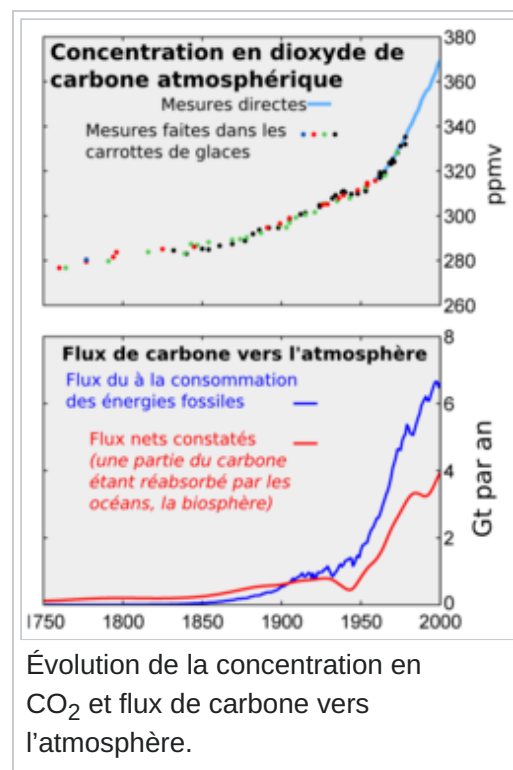
En 2018, la teneur moyenne de l'atmosphère en CO₂ a atteint le niveau de 407,8 ppm, dépassant de 147 % le niveau préindustriel de 1750. L'Organisation météorologique mondiale avertit qu'« aucun signe de ralentissement n'est visible malgré tous les engagements pris au titre de l'[Accord de Paris sur le climat](#) » et appelle les pays à traduire leurs « engagements en actes et revoir à la hausse [leurs] ambitions dans l'intérêt de l'humanité »⁶⁰.

L'Organisation météorologique mondiale annonce en octobre 2021, avant la [COP26](#), que « au rythme où augmentent les concentrations de gaz à effet de serre, l'élévation des températures à la fin du siècle sera bien supérieure aux objectifs de l'accord de Paris ». En 2020, la concentration de CO₂ se situait à 149 % des niveaux de 1750, celle de méthane à 262 % et celle de protoxyde d'azote à 123 %⁶¹.

Cycle du carbone [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Cycle du carbone (flux en Gt/an)⁶²

sources et puits de carbone	flux de carbone émis vers l'atmosphère	flux de carbone extrait de l'atmosphère
combustion de combustible fossile	4-5	
oxydation/érosion de matière organique du sol	61-62	
respiration des organismes de la biosphère	50	
déforestation	2	
absorption par les océans		2,5
incorporation à la biosphère par photosynthèse		110
Accroissement net du carbone atmosphérique	+4,5-6,5	



Stocks de carbone : la [biosphère](#) contient 540 à 610 Gt de carbone ; le sol : 1 500 à 1 600 Gt ; les [océans](#) : 38 000 à 40 000 Gt, la [lithosphère](#) : 66 000 à 100 000 Gt, dont 4 000 à 5 000 Gt de combustibles fossiles ; l'atmosphère : 578 Gt en 1700, 766 Gt en 1999, croissance annuelle depuis : > 6 Gt/an.

La progression et les fluctuations de la teneur en CO₂ sont retracées quasiment en temps réel sur le site du [Earth System Research Laboratory](#) (ESRL)⁶³.

Émissions globales de gaz à effet de serre [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Article détaillé : [Liste des pays par émissions de gaz à effet de serre](#).

Statistiques mondiales [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

La [Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques](#) fournit sur son site Internet de nombreuses données sur les émissions territoriales des pays parties à ladite convention⁶⁴ :

Évolution des émissions de GES des principaux pays parties à la Convention, entre 1990 et 2015, classés par ordre décroissant d'émission en 2015
(en Mt CO₂éq, hors UTCATF*)⁶⁵

	Pays	1990	2000	2010	2015	var.2015 /1990
	États-Unis	6 363	7 214	6 925	6 587	+3,5 %
	Union européenne à 28	5 643	5 152	4 775	4 308	−23,7 %
	Russie	3 768	2 273	2 601	2 651	−29,6 %
	Japon	1 268	1 385	1 304	1 323	+4,3 %
	Allemagne	1 251	1 043	942	902	−27,9 %
	Canada	611	738	701	722	+18,1 %
	Australie	420	485	537	533	+27,0 %
	Royaume-Uni	797	713	616	507	−36,4 %
	Turquie	214	296	407	475	+122,0 %
	France	550	556	517	464	−15,7 %
	Italie	520	553	505	433	−16,7 %
	Pologne	570	391	407	386	−32,4 %
	Espagne	288	386	357	336	+16,6 %
	Ukraine	962	427	413	323	−66,4 %
	Pays-Bas	221	219	214	195	−11,6 %
	Belgique	146	149	132	117	−19,7 %
	Roumanie	301	140	121	116	−61,4 %
	Autriche	79	81	85	79	+0,1 %
	Suède	72	69	65	54	−25,1 %
	Suisse	53	53	54	48	−10,0 %
* UTCATF = Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (en anglais : LULUCF).						

Évolution des émissions de GES des principaux pays hors Convention, entre 1994 et 2012, classés par ordre décroissant d'émission en dernière année
(en Mt CO₂éq, hors UTCATF*)⁶⁶

Pays	année de base	année	point intermédiaire	année	dernière année	année	var.dern.année /année de base
 Chine	4 058	1994	7 466	2005	11 896	2012	+193 %
 Inde	1 214	1994	1 524	2000	2 101	2010	+73 %
 Brésil	551	1990	745	2001	985	2012	+79 %

 Corée Sud	295	1990	516	2001	688	2012	+134 %
 Mexique	404	1990	514	2002	638	2013	+58 %
 Indonésie	267	1990	319	1993	554	2000	+108 %
 Iran	385	1994			484	2000	+25 %
 Afrique du Sud	347	1990	380	1994			+9 %
* UTCATF = Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie .							

Après trois ans de relatif répit, les émissions mondiales de gaz à effet de serre devraient croître d'environ 2 % en 2017 par rapport à 2016 et atteindre le niveau record de 36,8 milliards de tonnes, selon les estimations établies par le [Global Carbon Project](#), une plate-forme animée par des scientifiques issus du monde entier⁶⁷.

Au deuxième trimestre 2024, la [Chine](#) baisse ses émissions de CO₂ de 1 % par rapport au trimestre précédent, grâce à une plus grande électrification des transports, à un développement des énergies [renouvelables](#) et nucléaire, et à une baisse d'activité du secteur du bâtiment^{68,69}.

Statistiques européennes [\[modifier | modifier le code \]](#)

[Eurostat](#) publie des statistiques destinées au suivi des engagements du [protocole de Kyoto](#)⁷⁰ :

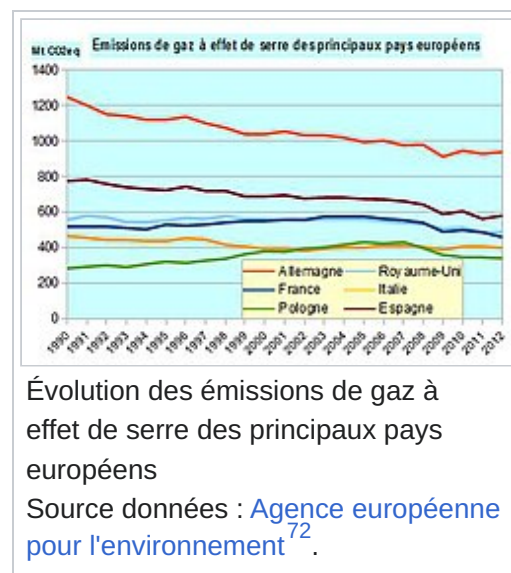
Émissions de gaz à effet de serre dans l'Union européenne par pays (en **Mt CO₂éq**, hors **UTCATF***, émissions de l'aviation internationale incluses)

Pays	1990	1995	2000	2005	2010	2016	% 2016	2016/1990	tonnes (CO ₂ éq)/habitant 2016 ⁷¹
Total EU-28	5 719,6	5 386,7	5 277,7	5 351,2	4 909,1	4 440,8	100 %	−22,4 %	8,7
 Allemagne	1 263,7	1 138,3	1 064,3	1 016,0	967,0	935,8	21,1 %	−25,9 %	11,4
 Royaume-Uni	812,1	769,6	743,4	728,1	643,7	516,8	11,6 %	−36,4 %	7,9
 France	555,1	552,1	565,3	568,6	527,7	475,4	10,7 %	−14,4 %	7,1
 Italie	522,7	538,5	562,5	589,4	512,9	438,2	9,9 %	−16,2 %	7,2
 Pologne	467,9	438,9	390,4	398,6	407,4	397,8	9,0 %	−15,0 %	10,5

 Luxembourg	292,5	334,0	395,2	450,6	368,3	340,5	7,7 %	+19,4 %	7,3
 Pays-Bas	225,9	238,9	229,4	225,4	223,7	207,0	4,7 %	-8,4 %	12,2
 Tchéquie	200,1	159,4	150,8	149,0	141,5	131,3	3,0 %	-34,4 %	12,4
 Belgique	149,8	157,7	154,5	149,0	136,9	122,1	2,8 %	-18,5 %	10,8
 Roumanie	247,5	181,1	141,2	148,2	122,7	113,4	2,6 %	-54,2 %	5,8
 Grèce	105,6	111,8	128,9	138,9	121,0	94,7	2,1 %	-10,3 %	8,8
pays voisins :									
 Norvège	52,3	51,7	55,5	56,0	56,4	54,7		+4,6 %	10,5
 Suisse	56,7	56,0	57,1	58,3	58,5	53,5		-5,6 %	6,4
* UTCATF = Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (en anglais : LULUCF).									

Remarques :

- les pays aux émissions de gaz à effet de serre les plus élevées par habitant utilisent des sources d'énergie à fortes émissions (en particulier pour la production d'électricité) :
 - Lignite : Allemagne, Tchéquie,
 - Tourbe : Irlande (13,5 t CO₂éq/hab),
 - Schiste bitumineux : Estonie (15,0 t CO₂éq/hab),
 - Charbon : Pologne ;
- la Belgique a des émissions particulièrement élevées du fait de la part importante de l'industrie dans son économie. Ce facteur joue aussi dans le cas de l'Allemagne, et *a fortiori* pour le Luxembourg : 19,8 t CO₂éq/hab ;
- les Pays-Bas ont des émissions de méthane particulièrement élevées (9,2 % du total de leurs émissions de GES contre 2,6 % pour le total de l'Union européenne)⁷³ ; cela provient surtout de leurs gisements de gaz naturel ([Groningue](#)).



Répartition des émissions de l'Union européenne à 28 + Islande par gaz à effet de serre (Mt CO₂éq)⁷⁴

Pays	1990	2000	2010	2014	2015	2016	% 2016	2016/1990
CO ₂ *	4 481	4 185	3 946	3 484	3 518	3 496	80,9 %	-22,0 %
CO ₂ net**	4 208	3 855	3 608	3 153	3 188	3 182		-24,4 %

	730	611	493	461	461	457	10,6 %	−37,4 %
	397	318	253	249	249	248	5,7 %	−37,5 %
HFC	29	55	104	115	110	110	2,5 %	+279 %
PFC	26	12	4	4	4	4	0,09 %	−85 %
SF ₆	11	11	7	6	6	7	0,16 %	−36 %
Total EU-28 net*	5 407	4 864	4 469	3 988	4 019	4 009		−25,9 %
Total EU-28 brut**	5 680	5 194	4 807	4 320	4 349	4 323	100 %	−23,9 %
Total EU-28 hors UTCATF***	5 657	5 169	4 785	4 298	4 327	4 300		−24,0 %
* émissions nettes de CO₂ (émissions moins éliminations) ** émissions brutes de CO₂ (sans les émissions UTCATF) *** UTCATF = Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie. HFC = hydrofluorocarbones ; PFC = perfluorocarbones Source : Agence européenne pour l'environnement.								

Répartition des émissions de l'Union européenne à 28 +Islande par secteur (Mt CO₂éq)⁷⁴

Pays	1990	2000	2010	2014	2015	2016	% 2016	2016/1990
Énergie	4 355	4 022	3 800	3 339	3 375	3 352	78,0 %	−23,0 %
Process industriels	518	457	396	384	379	377	8,8 %	−27,2 %
Agriculture	543	459	421	429	430	431	10,0 %	−20,6 %
UTCATF*	−250	−305	−317	−310	−307	−291	−6,8 %	+16,4 %
Déchets	236	229	166	144	141	139	3,2 %	−41 %
émissions indirectes	4	3	2	2	2	1	0,02 %	−75 %
Total EU-28 net**	5 407	4 864	4 469	3 988	4 019	4 009		−25,9 %
Total EU-28 hors UTCATF	5 657	5 169	4 785	4 298	4 327	4 300	100 %	−24,0 %
* UTCATF = Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie ** Émissions nettes de CO₂ (émissions moins éliminations) Source : Agence européenne pour l'environnement.								

Émissions de CO₂ dans le monde [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

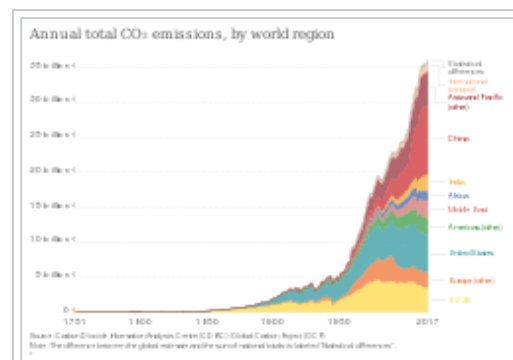
Articles détaillés : [Émission de dioxyde de carbone](#), [Liste des pays par émissions de dioxyde de carbone liées à l'énergie](#), [Liste des pays par émissions de dioxyde de carbone par habitant](#) et [décarbonation](#).

Émissions de CO₂ dans le monde par zone géographique⁷⁵ (hors UTCATF)

En millions de tonnes de CO ₂ ^{n 9}	1990	% 1990	2014	2015	% 2015	% var. 2015/1990
Amérique du Nord	5 743	25,5 %	6 365	6 200	17,2 %	+8 %

 Canada	557	2,5 %	705	684	1,9 %	+23 %
 États-Unis	5 008	22,2 %	5 317	5 177	14,4 %	+3,4 %
Amérique centrale et du sud	651	2,9 %	1 299	1 284	3,6 %	+97 %
 Brésil	221	1,0 %	506	486	1,3 %	+120 %
Europe et ex-URSS	8 448	37,5 %	6 265	6 216	17,2 %	-26,4 %
 Russie	2 395	10,6 %	1 822	1 761	4,9 %	-26,5 %
 Union européenne à 28	4 386	19,5 %	3 424	3 470	9,6 %	-20,9 %
 Allemagne	1 021	4,5 %	773	778	2,2 %	-23,8 %
 Espagne	230	1,0 %	246	263	0,7 %	+14,3 %
 France	383	1,7 %	323	328	0,9 %	-14,4 %
 Italie	429	1,9 %	337	354	1,0 %	-17,5 %
 Royaume-Uni	581	2,6 %	415	399	1,1 %	-31,3 %
 Pologne	364	1,6 %	289	295	0,8 %	-19 %
Afrique sub-saharienne	530	2,4 %	942	942	2,6 %	+78 %
Moyen-Orient et Afrique du nord	956	4,2 %	2 545	2 616	7,3 %	+174 %
 Arabie saoudite	168	0,7 %	487	506	1,4 %	+201 %
Asie	5 248	23,3 %	17 065	17 167	47,6 %	+227 %
 Chine	2 357	10,5 %	10 790	10 717	29,7 %	+355 %
 Corée du Sud	270	1,2 %	612	610	1,7 %	+126 %
 Inde	663	2,9 %	2 349	2 469	6,8 %	+272 %
 Japon	1 162	5,2 %	1 285	1 257	3,5 %	+8,2 %
Océanie	306	1,4 %	484	491	1,4 %	+60,5 %
Soutes internationales	626	2,8 %	1 119	1 145	3,2 %	+83 %
Monde	22 058	100 %	36 084	36 062	100 %	+60,2 %

L'étude du Global carbon project ⁷⁶, publiée le 21 septembre 2014, avant le sommet de l'ONU sur le climat, annonce que les émissions de CO₂ devraient atteindre 37 milliards de tonnes en 2014 et 43,2 milliards en 2019 ; en 2013, elles avaient progressé de 2,3 % pour atteindre 36,1 milliards de tonnes. En 2013, un Chinois émet désormais davantage qu'un Européen, avec 7,2 t de CO₂ par habitant contre 6,8 t dans l'Union européenne, mais un Américain émet 16,4 t de CO₂ ; la progression de ces émissions est très rapide en Chine (+4,2 % en 2013) et en Inde (+ 5,1 %) alors qu'en Europe, elles reculent (-1,8 %). Le Global carbon project souligne que la trajectoire



Émissions annuelles totales de CO₂, par région du monde.

actuelle des émissions de gaz carbonique concorde avec le pire des scénarios évoqués par le GIEC, qui table sur une hausse de la température mondiale de 3,2 à 5,4 °C d'ici 2100⁷⁷.

Les émissions de CO₂ liées à l'énergie ont enregistré un coup d'arrêt en 2014 ; c'est la première fois, depuis 40 ans que l'[Agence internationale de l'énergie](#) (AIE) établit ses statistiques d'émissions de CO₂, que ces émissions cessent de croître dans un contexte de croissance économique (+3 %) ; elles avaient connu trois baisses : au début des années 1980, en 1992 et en 2009, toutes causées par un recul de l'activité économique. Le secteur de l'énergie a émis 32,3 gigatonnes de CO₂ comme en 2013. L'AIE attribue les mérites de cette stabilisation pour l'essentiel à la Chine et aux pays de l'OCDE. En Chine, « l'année 2014 a été marquée par la croissance de la production électrique issue des énergies renouvelables, hydraulique, solaire, éolienne. L'électricité fournie par les centrales au charbon a moins compté », et la consommation a fortement ralenti. Les pays développés de l'OCDE sont parvenus à découpler la croissance de leurs émissions de gaz à effet de serre de celle de leur économie, grâce à leurs progrès dans l'[efficacité énergétique](#) et l'utilisation des énergies renouvelables^{78, 79}.

Les émissions de CO₂ liées à l'énergie sont reparties à la hausse en 2017, après trois années de stagnation, selon l'Agence internationale de l'énergie, à 32,5 gigatonnes, soit +1,4 %. Cette augmentation résulte d'une robuste croissance économique mondiale (+3,7 %), de prix bas pour les combustibles fossiles et de moindre efforts réalisés en matière d'efficacité énergétique. Les émissions de CO₂ de la plupart des grandes économies ont augmenté en 2017, mais elles ont reculé au Royaume-Uni, au Mexique, au Japon et aux États-Unis ; leur recul de 0,5 % aux États-Unis s'explique par le déploiement plus important d'énergies renouvelables, combiné à un déclin de la demande d'électricité. L'Asie est responsable des deux tiers de l'augmentation des émissions ; les émissions n'ont progressé que de 1,7 % en Chine malgré une croissance de près de 7 %, en raison du déploiement d'énergies renouvelables et du remplacement de charbon par du gaz. Dans l'Union européenne, les émissions ont progressé de 1,5 %, inversant les progrès réalisés ces dernières années, en raison d'un recours accru au pétrole et au gaz⁸⁰.

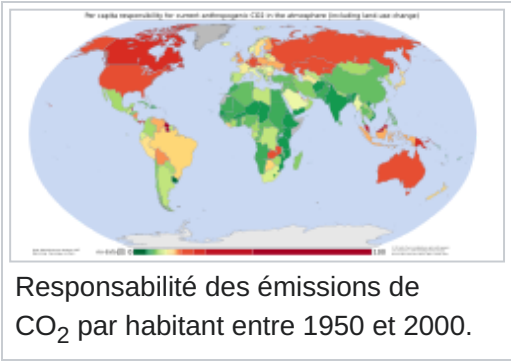
Dans l'[Union européenne](#), la [France](#) est l'un des plus faibles émetteurs, par rapport à sa population, ce qui est dû à une très forte proportion de production d'électricité d'origine nucléaire et hydraulique.

Responsabilité des émissions [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Articles connexes : [Budget carbone](#) et [Justice climatique](#).

Selon les pays [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

La question de la répartition des responsabilités des émissions anthropiques a été un des points les plus épineux des négociations internationales sur le réchauffement climatique. Les [pays émergents](#) font valoir que le réchauffement climatique est causé pour l'essentiel par les gaz à effet de serre émis et accumulé dans l'atmosphère par les pays développés depuis la révolution industrielle et que les objectifs d'efforts de réduction des émissions devraient donc être répartis en fonction des émissions cumulées depuis le début de l'ère industrielle de chaque pays. Ce



raisonnement a débouché sur le « principe des responsabilités communes mais différenciées » admis à partir de la [Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement](#), à Rio, en 1992⁸¹.

Le point de vue adopté le plus fréquemment (approche territoire) consiste à attribuer à chaque pays les émissions produites sur son territoire.

Deux autres points de vue peuvent être soutenus selon les responsables de ces émissions :

- les *producteurs* : une étude retraçant les émissions responsables du réchauffement climatique de 1854 à 2010 a mis en exergue la responsabilité de 90 entités productrices de combustibles fossiles et de ciment comme étant responsables des deux tiers des émissions mondiales de CO₂ liées à l'énergie (un tiers par des entreprises privées, un tiers par des entreprises publiques, un tiers par les États)⁸². Cette présentation a surtout pour but de minorer la responsabilité des pays consommateurs en faisant porter une part majorée des responsabilités aux pays exportateurs de pétrole et de gaz (Arabie Saoudite, Russie, Iran, Irak, Émirats, Venezuela, etc.) et de charbon (Pologne, Australie, Indonésie, Colombie, etc.) ;
- les *consommateurs* (approche consommation) : une approche au niveau de la [consommation finale](#) et non au niveau de la production d'énergie, dénommée ECO₂Climat, comptabilise l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre générées par la consommation de produits et services des Français (y compris les services publics), par la construction et la consommation d'énergie de leur habitat ainsi que par leurs déplacements, que ces émissions aient lieu sur le territoire français ou qu'elles proviennent des importations (« [émissions importées](#) »). Cette méthode permet d'éliminer l'effet des échanges internationaux et des délocalisations, qui font baisser les [émissions en France](#) en les déplaçant à l'étranger. Avec cette approche, les émissions de GES par personne pour la consommation finale se sont élevées en 2012 à 10,1 tonnes [équivalent CO₂](#) en moyenne. De 2008 à 2012, l'[empreinte carbone](#) des Français ainsi calculée a augmenté de 1,3 % à 662 millions de tonnes de CO₂éq ; la population française ayant augmenté de 2 % dans le même temps, les émissions par personne ont légèrement diminué, de 10,23 à 10,15 t CO₂éq (-0,7 %) ⁸³.

Avec la même approche, mais avec une méthodologie différente et une envergure mondiale, le Global Carbon Project⁸⁴ fournit un atlas mondial du carbone qui présente les données suivantes :

Émissions de CO₂ dues aux combustibles fossiles des principaux pays en 2015⁸⁵

Pays	Approche territoriale Mt CO ₂	Approche territoriale t CO ₂ /personne	Approche consommation Mt CO ₂	Approche consommation t CO ₂ /personne
 Chine	10 151	7,3	8 392	6,0
 États-Unis	5 411	17	5 886	18
 Union européenne	3 501	6,9	4 315	8,5
 Inde	2 320	1,8	2 171	1,7
 Russie	1 671	12	1 338	9,3
 Japon	1 225	9,6	1 451	11

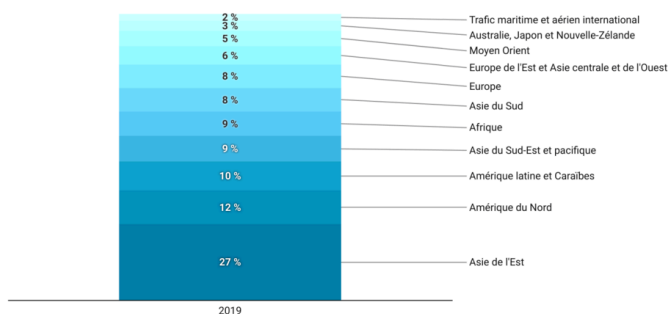
 Allemagne	792	9,7	902	11
 Iran	642	8,1	525	6,6
 Corée du Sud	592	12	662	13
 Canada	568	16	584	16
 Arabie saoudite	524	16,6	634	20
 Brésil	523	2,5	550	2,7
 Mexique	477	3,8	526	4,2
 Indonésie	469	1,8	484	1,9
 Afrique du Sud	462	8,3	371	6,7
 Royaume-Uni	416	6,4	596	9,1
 Australie	402	17	394	17
 Turquie	383	4,9	436	5,6
 Italie	357	6,0	480	8,1
 France	337	5,2	458	7,1
 Thaïlande	323	4,7	308	4,5
 Pologne	311	8,1	301	7,9
 Espagne	272	5,9	306	6,6
 Taïwan	262	11	271	12
 Malaisie	249	8,1	251	8,2
 Kazakhstan	230	13	213	12
 Ukraine	223	5,0	245	5,5
 Argentine	208	4,8	210	4,8
 Égypte	207	2,2	196	2,1
Monde	36 019	4,9	36 019	4,9
Approche territoriale : les émissions sont attribuées au pays sur le territoire duquel elles se produisent. Approche consommation : les émissions sont attribuées au pays où sont consommés les biens dont la production les a causées.				

Selon les données de l'[Agence internationale de l'énergie](#), les émissions de CO₂ liées à l'énergie atteignaient 32 316 Mt en 2016 contre 15 460 Mt en 1973, en progression de 109 % en 43 ans ; elles provenaient de la combustion de charbon pour 44,1 %, de pétrole pour 34,8 % et de gaz naturel pour 20,4 %. Depuis 2006, la Chine a dépassé les États-Unis pour les émissions de gaz à effet de serre, mais sa population est 4,3 fois

plus nombreuse. Les émissions de CO₂ de la Chine étaient en 2016 de 9 057 Mt contre 4 833 Mt pour les États-Unis, 2 077 Mt pour l'Inde et 1 439 Mt pour la Russie (approche territoire) ; elles sont passées de 5,7 % du total mondial en 1973 à 28,2 % en 2016 ; mais les émissions par habitant des États-Unis restent largement en tête avec 14,95 t/hab contre 9,97 t/hab pour la Russie, 6,57 t/hab pour la Chine, 1,57 t/hab pour l'Inde et 4,35 t/hab pour la moyenne mondiale⁸⁶.

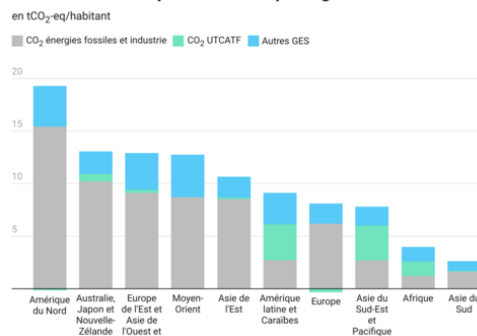
Le [sixième rapport d'évaluation du GIEC](#), paru en 2023, souligne que la répartition des émissions de GES dans le monde est très inégale sur le plan géographique, en particulier lorsqu'elles sont rapportées au nombre d'habitants, les habitants des pays les plus développés émettant davantage [\[Combien ?\]](#) de GES que ceux des pays les moins développés^{87, 88}. En 2020, l'ensemble des pays du [G20](#) représente 75 % des émissions mondiales⁸⁹. S'agissant des [émissions par habitant](#), en 2020, les États-Unis sont en tête (14 tonnes équivalent CO₂ ou tCO₂e/hab.), suivis par la Russie (13 tCO₂e), la Chine (9,7 tCO₂e), le Brésil et l'Indonésie (7,5 tCO₂e), puis l'[Union européenne](#) à 7 (7,2 tCO₂e)⁸⁹. Alors que l'Inde est le 3^e pays le plus émetteur en valeur absolue, son taux d'émissions de gaz à effet de serre par habitant est l'un des plus faibles (2,4 tCO₂e) (données de 2020)⁸⁹.

Émissions mondiales nettes de GES par région



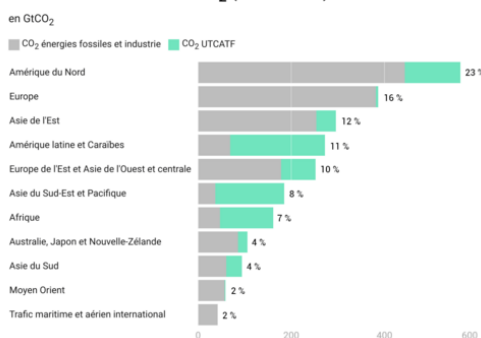
Part des émissions de GES par région, en 2019.

Émissions de GES par habitant et par région en 2019



Émissions de GES par habitant et par région, en 2019.

Émissions cumulées de CO₂ (1850-2019)



Émissions anthropiques cumulées de CO₂ par région pour la période 1850-2019.

Données tirées du [sixième rapport d'évaluation du GIEC](#). NB : Dans les deuxième et troisième graphiques, les émissions du [secteur UTCATF](#) sont sujettes à une forte incertitude.

La responsabilité historique des émissions de CO₂, principal facteur du réchauffement présent, est elle aussi très inégalement répartie entre les régions, la plus grande part revenant aux pays développés. S'agissant des seules émissions de CO₂ dues à la combustion des énergies fossiles et aux industries, les pays développés

ont responsables pour 57 %, contre 0,4 % pour les pays les moins avancés et 0,5 % pour les [petits États](#)
[aires en développement](#)^{87, 90, 88, 91}.

Selon les niveaux de revenus [\[modifier \]](#) [\[modifier le code \]](#)

En novembre 2015, [Lucas Chancel](#) et [Thomas Piketty](#) publient une étude intitulée *Carbon and inequality : from Kyoto to Paris*. Elle estime notamment que, « dans un contexte de forte hausse des émissions globales depuis 1998 […] le niveau d'inégalité mondiale d'émissions a diminué » et que 10 % des émetteurs mondiaux sont responsables de près de la moitié des émissions totales et émettent 2,3 fois plus que la moyenne mondiale. Les auteurs préconisent la mise en place d'une [taxe carbone](#) mondiale progressive sur le CO₂, qui aboutirait à une participation nord-américaine à hauteur de 46,2 % des fonds, à une participation européenne de l'ordre de 16 % et à une contribution chinoise de 12 % ; ou bien un financement assuré par les 1 % des plus gros émetteurs (soit les individus émettant 9,1 fois plus que la moyenne mondiale) : l'Amérique du Nord contribuerait alors à hauteur de 57,3 % des efforts, contre 15 % pour l'Europe et 6 % pour la Chine^{92, 93}.

Selon Lucas Chancel, « plusieurs travaux portant sur de nombreux pays ont montré que le revenu (ou le niveau de dépense, qui lui est fortement associé) est le principal facteur expliquant les différences d'émission de CO₂e, entre individus à l'intérieur des pays »^{94, 95}. Il précise que les émissions directes — « produites sur le lieu d'utilisation de l'énergie (par une chaudière à gaz ou le pot d'échappement d'une voiture, par exemple » — augmentent « moins que proportionnellement » par rapport aux revenus : « Il y a une limite à la quantité de chaleur dont nous avons besoin chaque jour ou au volume d'essence que nous pouvons mettre dans notre voiture (et ceux qui ont plusieurs voitures ne peuvent pas les conduire toutes à la fois) »⁹⁵. En revanche, « il n'y a pas vraiment de limite à la quantité de biens et de services que l'on peut acheter avec son argent », ce qui correspond aux émissions indirectes — les « émissions nécessaires pour réaliser les services ou les biens que l'on consomme » — qui, elles, « sont davantage corrélées au revenu que les directes : pour les 20 % des Français et Américains les plus riches, elles représentent les trois quarts de leurs émissions totales, contre deux tiers pour les 20 % les plus modestes »⁹⁵. L'ingénieure-économiste Audrey Berry souligne que « le niveau d'émissions carbone varie en fait beaucoup au sein d'un même niveau de vie, avec de très fortes émissions chez certains individus pauvres et de très faibles émissions chez certains individus riches »⁹⁶.

En 2013, selon Chancel et Piketty, si les [émissions des Français](#) s'élèvent à 11 tonnes par personne et par an, les émissions des 10 % les plus modestes seraient d'environ 4 tonnes, contre 31 tonnes pour les plus aisés, soit près de huit fois moins⁹⁵. Ce rapport des émissions entre les 10 % les plus modestes et les 10 % les plus riches serait de 24 aux États-Unis (3,6 contre 84,5 tonnes), de 46 au Brésil (0,5 tonne contre 23) et de 22 au Rwanda (0,1 contre 2,2 tonnes)⁹⁵. En 2023, Lucas Chancel et Yannic Rehm mettent en évidence le fait que l'empreinte carbone des 10 % les plus riches augmente fortement si on inclut les émissions liées à leurs [placements financiers](#) : en France, elle est de 16 tonnes si l'on ne considère que ce que les plus riches consomment, contre 10 tonnes en moyenne pour l'ensemble des Français, mais elle s'élève à 38 tonnes si l'on considère que ceux qui détiennent les entreprises sont responsables des émissions liées à ce qu'elles produisent⁹⁷.

En janvier 2020, l'[Observatoire français des conjonctures économiques](#) et l'[Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie](#) publient une étude qui confirme la relation positive entre le niveau de vie et les

Émissions de gaz à effet de serre en France^{98,99}. Les émissions ne sont toutefois pas proportionnelles au revenu. L'étude obtient un ratio interdécile d'émissions de gaz à effet de serre inférieur de moitié à celui obtenu par Piketty et Chancel : 3,9 au lieu de 7,7 ; elle note une forte hétérogénéité au sein même des déciles de niveau de vie, ce qui tend à accréditer l'idée que le revenu ne saurait expliquer à lui seul le niveau d'empreinte carbone des ménages¹⁰⁰.

Responsabilités d'entreprises [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Selon Richard Heede, de l'Institut de responsabilité climatique (*Climate Accountability Institute*), en supposant que les producteurs de combustibles fossiles seraient responsables des émissions dues à leurs produits, 103 entreprises sont à elles seules responsables de plus de 69,8 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre entre 1751 et le début du xxi^e siècle^{101,102}, et les 20 entreprises les plus émettrices depuis 1965 (dont 12 détenues par des États) ont contribué à 35 % de l'ensemble des émissions de dioxyde de carbone et de méthane liés à l'énergie dans le monde¹⁰³.

Méthode d'agrégation des résultats de mesure [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Jean-Marc Jancovici propose, dans l'outil de **bilan carbone** proposé par l'**ADEME**, trois démarches pour agréger les résultats de mesure¹⁰⁴ :

- une approche interne, qui comptabilise les émissions que l'on engendre chez soi ;
- une approche « émissions intermédiaires », qui comptabilise les émissions qui correspondent à une partie des processus externes à l'activité, mais qui sont nécessaires pour permettre à l'activité d'exister sous sa forme actuelle. Les émissions intermédiaires sont très importantes dans le cas des activités de **services** ;
- une approche globale, qui estime la pression totale que l'on exerce sur l'environnement en matière de gaz à effet de serre.

Notes et références [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Notes [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

- ↑ Superficie externe de la **Terre** (océans et terres émergées).
- ↑ Certains nuages (grands **cirrus** notamment) ont deux effets contradictoires sur le climat, dont le bilan est encore mal compris au début du xxi^e siècle : ils rafraîchissent l'atmosphère en atténuant le rayonnement reçu à la surface de la Terre (effet d'**albédo**, immédiat et momentané) et ils la réchauffent en participant à la réflexion vers la Terre du rayonnement infrarouge (effet de serre, à long terme).
- ↑ Voir **Dioxyde de carbone#Réactivité**.
- ↑ Ce nombre résulte d'une estimation affinée³³ de la valeur précédente de 18 % d'équivalent CO₂³⁴ par la même FAO.
- ↑ en 2005, sauf pour le CO₂.
- ↑ Le potentiel de réchauffement climatique pour le **CH₄** comprend des effets indirects tels des augmentations d'ozone et de vapeur d'eau dans la stratosphère.
- ↑ ^a et ^b Aussi nommé perfluorométhane.
- ↑ Leur modèle est plus complexe qu'une loi de **décroissance exponentielle**.
- ↑ et non en tonnes éq. carbone

Références [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

21. ↑ Groupe de travail III du [cinquième rapport d'évaluation du GIEC](#), *Changements climatiques 2014 : L'atténuation du changement climatique* (Résumé à l'intention des décideurs), 40 p. ([lire en ligne](#) [PDF]), p. 9.
22. ↑ « [Protocole de Kyoto à la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques](#) [archive] » [PDF], sur [Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques](#), 1998 (consulté le 9 septembre 2018).
23. ↑ (en) Ottmar Edenhofer et al., *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, [Cambridge University Press](#), 2015 ([présentation en ligne](#) [archive], [lire en ligne](#) [archive] [PDF]), p. 9.
24. ↑ (en) Chip Fletcher, *Climate Change. What The Science Tells Us*, [John Wiley & Sons](#), 2018, p. 54.
25. ↑ « [« Pour une sobriété numérique », le nouveau rapport du Shift sur l'impact environnemental du numérique](#) [archive] », sur [The Shift Project](#), 4 octobre 2018.
26. ↑ ^a et ^b Frédéric Bordage, « [Empreinte environnementale du numérique](#) [archive] » [PDF], [GreenIT.fr](#), septembre 2009, p. 40.
27. ↑ « [Climat : l'insoutenable usage de la vidéo en ligne : Un cas pratique pour la sobriété numérique](#) [archive] » [PDF], sur [The Shift Project](#), juillet 2019.
28. ↑ (en) *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change : Summary for Policymakers*, GIEC, avril 2022, 48 p. ([lire en ligne](#) [archive] [PDF]), figure SPM.1, p. 7.
29. ↑ (en) Groupe de travail 3 du [GIEC](#) – Mitigation of Climate Change, « [Annex III: Technology-specific Cost and Performance Parameters](#) [archive] » [PDF], sur [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat](#), 2014 (consulté le 23 octobre 2018), p. 1335, Table A.III.2 | Emissions of selected electricity supply technologies (gCO₂eq/kWh).
30. ↑ [Carbone organique des sols : l'énergie de l'agroécologie, une solution pour le climat](#) [archive], [ADEME](#), juillet 2014.
31. ↑ (en) Ronald Amundson, Asmeret Asefaw Berhe, Jan W. Hopmans, Carolyn Olson, A. Ester Sztein et Donald L. Sparks, « Soil and human security in the 21st century », *Science*, vol. 348, n° 6235, 8 mai 2015 (DOI [10.1126/science.1261071](#)), qui citent (en) E. T. Sundquist, « The global carbon dioxide budget », *Science*, n° 259, 1993, p. 934–941.
32. ↑ « [Décision \(UE\) n° 529/2013 du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2013 relative aux règles comptables concernant les émissions et les absorptions de gaz à effet de serre résultant des activités liées à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie et aux informations concernant les actions liées à ces activités](#) » [archive], sur [EUR-Lex](#).
33. ↑ ^a ^b et ^c [FAO 2013](#).
34. ↑ ^a et ^b [FAO 2006](#), p. xxi.
35. ↑ ^a ^b ^c et ^d « [Élevage, gaz à effet de serre et stockage de carbone](#) », sur [INRA](#), 23 juillet 2018 (version du 5 décembre 2019 sur [Internet Archive](#)).
36. ↑ ^a et ^b « [L'élevage aussi est une menace pour l'environnement](#) [archive] », [FAO](#), 2006 (consulté le 5 décembre 2006).
37. ↑ « [En deux ans, la guerre en Ukraine a émis 175 millions de tonnes de CO₂](#) [archive] », sur [Reporterre](#), 13 juin 2024 (consulté le 24 février 2025).
38. ↑ (en) *Climate damage caused by russian war in Ukraine in 24 months*, [IGGAW](#), 13 juin 2024 ([lire en ligne](#) [archive] [PDF]), sur [ecoaction.org.ua](#).
39. ↑ [Action ozone - L'heure d'éliminer les HCFC - septembre 2008](#) [archive], [Programme des Nations unies pour l'environnement](#) (PNUE) (consulté le 14 janvier 2014).
40. ↑ (en-US) Phil McKenna, « [Long Phased-Out Refrigeration and Insulation Chemicals Still Widely in Use and Warming the Climate](#) [archive] », sur [InsideClimate News](#), 17 mars 2020 (consulté le 19 mars 2020).
41. ↑ Marielle Saunois et Philippe Bousquet, « [Changement climatique : comment expliquer la forte hausse des concentrations de méthane dans l'atmosphère ?](#) [archive] » (consulté le 15 février 2021).
42. ↑ (en) Marielle Saunois et al., « The global methane budget 2000–2012 », *Earth System Science Data*, vol. 8, n° 2, 12 décembre 2016, p. 697–751 (ISSN [1866-3508](#), DOI [10.5194/essd-8-697-2016](#), [lire en ligne](#) [archive] [PDF], consulté le 15 février 2021), tableau p. 705.
43. ↑ [Avec le dégel du permafrost, le réchauffement climatique va largement dépasser les 4 °C](#) [archive], sur [novethic.fr](#), 22 février 2018 (consulté le 11 mars 2019).

44. ↑ M. Saunio et al., « The Global Methane Budget 2000-2012 », *Earth System Science Data*, n° 8, 2016, p. 697–751 (DOI 10.5194/essd-8-697-2016, [présentation en ligne](#) [archive], [lire en ligne](#) [archive] [PDF]).
45. ↑ « Les émissions de méthane issues de l'élevage ont été sous-estimées » [archive], *Sciences et Avenir*, 29 septembre 2017 (consulté le 5 décembre 2019).
46. ↑ Jean-Pierre Jouany et Pierre Thivend, « La production de méthane d'origine digestive chez les ruminants et son impact sur le réchauffement climatique », *Management & Avenir*, vol. 20, n° 6, 2008, p. 259-274 (DOI 10.3917/mav.020.0259, [lire en ligne](#) [archive], consulté le 5 décembre 2019), sur [Cairn.info](#).
47. ↑ [Commission d'enrichissement de la langue française](#), « [Vocabulaire de l'environnement : climat-carbone](#) » [archive], *Journal officiel* (NOR : CTNR1926055K), le 24 septembre 2019.
48. ↑ (en) Ben Dawson, Julia Drewer, Toby Roberts et Peter Levy, « Measurements of methane and nitrous oxide in human breath and the development of UK scale emissions », *PLOS One*, vol. 18, n° 12, 13 décembre 2023, e0295157 (ISSN 1932-6203, PMID 38091323, PMCID PMC10718453, DOI 10.1371/journal.pone.0295157, [lire en ligne](#) [archive], consulté le 28 octobre 2024).
49. ↑ (en) S. O. Petersen, A. L. F. Hellwing, M. Brask et O. Højberg, « Dietary Nitrate for Methane Mitigation Leads to Nitrous Oxide Emissions from Dairy Cows », *Journal of Environmental Quality* (en), vol. 44, n° 4, juillet 2015, p. 1063-1070 (ISSN 0047-2425, DOI 10.2134/jeq2015.02.0107).
50. ↑ (en) Chanhee Lee et Karen A. Beauchemin, « A review of feeding supplementary nitrate to ruminant animals: nitrate toxicity, methane emissions, and production performance », *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 94, n° 4, décembre 2014, p. 557-570 (ISSN 0008-3984 et 1918-1825, DOI 10.4141/cjas-2014-069, [lire en ligne](#) [archive], consulté le 28 octobre 2024).
51. ↑ « [EDGAR - EDGARV32FT Model Description](#) », 21 janvier 2009 (consulté le 11 octobre 2016).
52. ↑ ^a et ^b IPCC, 2007, AR4, Chap. 2, p. 212
53. ↑ (en) [Données temps réel du NOAA et du Mauna Loa Observatory \(MLO\) - CO₂](#) [archive], site ESRL du NOAA.
54. ↑ (en) [Données temps réel du NOAA - N₂O](#) [archive]
55. ↑ « [Gaz à effet de serre : qu'est-ce que l'« équivalent CO₂ » ?](#) » [archive], sur *Connaissance des énergies*, 28 septembre 2016 (consulté le 9 avril 2022).
56. ↑ (en) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat](#), 2013 ([présentation en ligne](#) [archive]), chap. 6 (« Carbon and Other Biogeochemical Cycles »), p. 472-473 ([Changement climatique 2013 : les éléments scientifiques](#) [archive], résumés en français).
57. ↑ (en) P. Huovila, M. Alla-Juusela, L. Melchert et S. Pouffary, « [Buildings and Climate Change: Summary for Decision-Makers](#) » [PDF], United Nations Environment Programme, 2009 (version du 3 août 2018 sur [Internet Archive](#)).
58. ↑ « [Montée en flèche des concentrations de gaz à effet de serre : nouveau record](#) » [archive], *Organisation météorologique mondiale* (consulté le 14 novembre 2017).
59. ↑ « [Les concentrations de CO₂ dépassent 400 ppm dans tout l'hémisphère Nord](#) » [archive], sur *Organisation météorologique mondiale*, 26 mai 2014.
60. ↑ « [Réchauffement climatique : les concentrations de gaz à effet de serre ont atteint un nouveau record en 2018, selon l'ONU](#) » [archive], sur *France Info*, 25 novembre 2019.
61. ↑ Muryel Jacque, « [Climat : les concentrations de gaz à effet de serre dans l'air battent de nouveaux records](#) » [archive], *Les Échos*, 25 octobre 2021.
62. ↑ (en) [What is the Carbon Cycle?](#) [archive], Soil Carbon Center, Kansas State University.
63. ↑ (en) [Trends in Atmospheric Carbon Dioxide](#) [archive], ESRL (consulté le 6 janvier 2014).
64. ↑ [site officiel](#) [archive] UNFCCC.
65. ↑ [Données présentées dans les inventaires de gaz à effet de serre pour la période 1990-2015, Tableau 5 page 14](#) [archive], UNFCCC, 20 septembre 2017 [PDF].
66. ↑ [PDF] [GHG Profiles - Non-Annex I](#) [archive], CCCNUCC (consulté le 14 novembre 2017).
67. ↑ Joël Cossardeaux, « [Réchauffement climatique : la planète va droit dans le mur](#) » [archive], *Les Échos*, 13 novembre 2017.

68. ↑ Cécile De Sèze, « La Chine, qui a baissé de 1 % ses émissions de gaz à effet de serre, peut-elle sauver la planète ? » [archive] », *20 Minutes*, 10 août 2024 (consulté le 10 août 2024).
69. ↑ (en) Lauri Myllyvirta, « Analysis: China's CO₂ falls 1% in Q2 2024 in first quarterly drop since Covid-19 » [archive] », sur *Carbon Brief*, 8 août 2024.
70. ↑ (en) Greenhouse gas emissions statistics - emission inventories, 1990 - 2016 [archive], Eurostat Statistics explained, juin 2018.
71. ↑ (en) Émissions de gaz à effet de serre - tonnes par tête [archive], Eurostat (source : AEE), 17 août 2018.
72. ↑ (en) Base de données GES [archive] de l'Agence européenne pour l'environnement (consultée le 7 janvier 2014).
73. ↑ (en) Approximated EU Greenhouse gas inventory for 2016 [archive] (voir p. 36 et 108), site EEA consulté le 12 novembre 2017.
74. ↑ ^{a et b} (en) Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2016 and inventory report 2018 [archive], Agence européenne pour l'environnement, 27 mai 2018, page viii.
75. ↑ Les chiffres clés du climat en France, en Europe et dans le Monde (édition 2018) [archive] (voir page 26), Datalab (Ministère de la Transition écologique et solidaire), novembre 2017.
76. ↑ (en) Global Carbon Budget - Media Summary Highlights (compact) [archive], site Global carbon project, 21 septembre 2014
77. ↑ Émissions de CO₂ en 2014 : vers un record à 37 milliards de tonnes [archive], *La Tribune*, 22 septembre 2014.
78. ↑ Climat : la pollution liée à la production d'énergie a cessé de progresser en 2014 [archive], *Les Échos*, 16 mars 2015.
79. ↑ (en) Global energy-related emissions of carbon dioxide stalled in 2014 [archive], AIE, 13 mars 2015.
80. ↑ Les émissions de CO₂ liées à l'énergie repartent à la hausse en 2017 [archive], *Europe 1*, 22 mars 2018.
81. ↑ Le principe des responsabilités communes mais différenciées ou comment climatiser la négociation environnementale [archive], *Le Petit Juriste*, 14 juin 2017.
82. ↑ Tracing anthropogenic Carbon Dioxide and methane emissions to fossil fuels and cement producers, 1854-2010 [archive], Springer (consulté le 8 décembre 2013).
83. ↑ Sur les 5 dernières années, l'empreinte carbone des Français a stagné [archive], *Carbone 4* (consulté le 3 septembre 2013).
84. ↑ (en) The Global Carbon Project [archive], site officiel.
85. ↑ Émissions fossiles [archive], Global Carbon Atlas, site du *Global Carbon Project*, 2017.
86. ↑ (en) Agence internationale de l'énergie (AIE), « Key World Energy Statistics 2018 » [archive] » [PDF], 19 septembre 2018, p. 26 et 29 à 34.
87. ↑ ^{a et b} (en) Damian Carrington, « It's over for fossil fuels: IPCC spells out what's needed to avert climate disaster », *The Guardian*, 4 avril 2022 (lire en ligne [archive]).
88. ↑ ^{a et b} (en) *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change : Summary for Policymakers*, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, avril 2022, 48 p. (lire en ligne [archive] [PDF]), B.3.1, B.3.2, p. 9.
89. ↑ ^{a b et c} Noémie Galland-Beaune et Juliette Verdes, « Union européenne, Chine, États-Unis... qui émet le plus de gaz à effet de serre ? » [archive] », sur *Toute l'Europe*, 27 mars 2023 (consulté le 21 octobre 2023).
90. ↑ Mathieu Vidard, « Réchauffement climatique : les solutions pour faire baisser les gaz à effet de serre » [archive] », *La Tête au carré*, France Inter, 5 avril 2022.
91. ↑ (en) *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change : Technical Summary*, GIEC, avril 2022, 147 p. (lire en ligne [archive] [PDF]), TS.3, p. 65.
92. ↑ « (Étude) Inégalités et émissions de CO₂ : comment financer l'adaptation de manière équitable ? » [archive] », sur *PSE - École d'économie de Paris*, 3 novembre 2015 (consulté le 30 décembre 2019).
93. ↑ (en) Lucas Chancel et Thomas Piketty, *Carbon and inequality : from Kyoto to Paris : Trends in the global inequality of carbon emissions (1998-2013) & prospects for an equitable adaptation fund*, PSE - École d'économie de Paris, 3 novembre 2015, 50 p. (lire en ligne [archive] [PDF]).
94. ↑ Lucas Chancel, *Insoutenables inégalités*, Les petits matins, 2017, 182 p., p. 114.
95. ↑ ^{a b c d et e} Luc Peillon, « Est-il vrai qu'en France, les 10 % les plus riches émettent huit fois plus de CO₂ que les 10 % les plus pauvres ? » [archive] », *Libération*, 6 novembre 2019 (consulté le 30 décembre 2019).

96. ↑ Audrey Berry, « La carte carbone, limiter les émissions individuelles pour respecter notre budget carbone », dans Aline Aurias, [Roland Lehoucq](#), Daniel Suchet et Jérôme Vincent (dir.), *Nos futurs : imaginer les possibles du changement climatique*, ActuSF, 2020, p. 259.
97. ↑ Amélie Quentel, « [Les 10 % les plus riches profitent financièrement du réchauffement climatique](#) [archive] », sur *Reporterre*, 18 décembre 2023 (consulté le 27 décembre 2023).
98. ↑ Paul Malliet, « L’empreinte carbone des ménages français et les effets redistributifs d’une fiscalité carbone aux frontières », *Policy brief*, [Observatoire français des conjonctures économiques](#), n° 62, 9 janvier 2020 ([lire en ligne](#) [archive] [PDF]).
99. ↑ Paul Malliet, Ruben Haalebos et Emeric Nicolas, « [La fiscalité carbone aux frontières et ses effets redistributifs](#) [archive] » [PDF], sur *Agence de l’environnement et de la maîtrise de l’énergie*, janvier 2020.
100. ↑ Muryel Jacque, « [Climat : l’empreinte carbone des ménages ne dépend pas seulement de leurs revenus](#) [archive] », *Les Échos*, 9 janvier 2020.
101. ↑ **(en)** Richard Heede, « Tracing anthropogenic carbon dioxide and methane emissions to fossil fuel and cement producers, 1854-2010 », *Climatic Change*, 122, 2014, p. 229-241. Cité dans [Christophe Bonneuil](#), « Capitalocène. Réflexions sur l’échange écologique inégal et le crime climatique à l’âge de l’Anthropocène », *EcoRev’*, vol. 1, n° 44, 2017, p. 52-60 ([lire en ligne](#) [archive], consulté le 6 avril 2020), sur [Cairn.info](#).
102. ↑ **(en)** « [Carbon Majors: Update of Top Twenty companies 1965-2017](#) [archive] », sur *Climate Accountability Institute*, 9 octobre 2019 (consulté le 7 avril 2020).
103. ↑ **(en)** Matthew Taylor et Jonathan Watts, « [Revealed: the 20 firms behind a third of all carbon emissions](#) [archive] », sur *The Guardian.com*, 9 octobre 2019 (consulté le 6 avril 2020).
104. ↑ [Qu'est-ce que le bilan carbone ?](#) [archive].

Voir aussi [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Bibliographie [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

 : document utilisé comme source pour la rédaction de cet article.

Sur les autres projets Wikimedia : [gaz à effet de serre](#), sur le Wiktionnaire

- (en)** *Livestock’s Long Shadow – Environmental Issues and Options*, [FAO](#), 2006, 416 p. ([présentation en ligne](#) [archive], [lire en ligne](#) [archive] [PDF]). 
- [Hervé Le Treut](#), [Jean-Marc Jancovici](#), *L’effet de serre : Allons-nous changer le climat ?*, Flammarion, 2009
- Inventaire des émissions de gaz à effet de serre en France au titre de la [Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques](#), CCNUCC, mars 2012 [Version complète mise à jour mars 2012](#) [archive] ([zip](#), 25,6 Mo) et [CCNUCC - rapport inventaire d’émissions sans annexe 3 méthodologique \(mise à jour mars 2012\)](#) [archive] ([zip](#), 1 Mo)
- (en)** *Tackling climate change through livestock : A global assessment of emissions and mitigation opportunities*, Rome, [FAO](#), 2013, 139 p. ([lire en ligne](#) [archive] [PDF]), chap. 3.1 (« Overall emissions »), p. 15. 

Articles connexes [[modifier](#) | [modifier le code](#)]

- [Atténuation du changement climatique](#) • [Taxe carbone](#)
 - [Attribution du changement climatique récent](#)
 - [Bilan carbone personnel](#)
 - [Bilan des émissions de gaz à effet de serre](#)
- [Bilan radiatif de la Terre](#)
 - [Centre interprofessionnel technique d’études de la pollution atmosphérique](#)
 - [Changement climatique](#)
 - [Décarbonation de la consommation d’électricité](#)



- Empreinte carbone
- Empreinte en gaz à effet de serre
- Émissions de gaz à effet de serre en France
- Émissions de gaz à effet de serre par source d'énergie électrique
- Émissions importées
- Finance du carbone
- Mauna Loa
- Neutralité carbone
- Protocole de Kyoto
- Risques d'effondrements environnementaux et sociétaux
- Solvant sans composé organique volatil

Liens externes [modifier | modifier le code]

- Ressource relative à la santé : [Medical Subject Headings](#)
- Ressource relative à l'audiovisuel : [France 24](#)
- Notices dans des dictionnaires ou encyclopédies généralistes : [Britannica](#) [archive] • [Den Store Danske Encyklopædi](#) [archive] • [Gran Enciclopèdia Catalana](#) [archive] • [Larousse](#) [archive] • [Store norske leksikon](#) [archive]
- Notices d'autorité : [LCCN](#) • [GND](#) • [Israël](#) • [Tchéquie](#)
- [Le climat en questions](#) [archive], [Institut Pierre-Simon-Laplace](#) : des réponses de scientifiques sur le climat.
- (en) [EEA greenhouse gas - data viewer](#) [archive], [Agence européenne pour l'environnement](#) : données depuis 1990.
- (en) « [Climate trace](#) [archive] » : Carte des principaux sites industriels produisant des gaz à effet de serre dans le monde.

v · m	Changement climatique [masquer]
Changement climatique	Consensus scientifique · Histoire de la recherche · Controverses · Dén ­ i · Atténuation · Neutralité carbone · Graphique en crosse de hockey · Politique climatique
Science climatique	Effet de serre · Gaz à effet de serre · Émission de dioxyde de carbone · Albédo · Bilan radiatif de la Terre (Rayonnement sortant à grande longueur d'onde) · Rétroaction climatique · Sensibilité climatique
Énergie et effet de serre	Énergie non renouvelable (Charbon · Pétrole · Gaz naturel) · Énergie renouvelable · ★ Énergie durable · Transition énergétique · Sortie des combustibles fossiles · Électrification des usages fossiles · Sobriété énergétique · Efficacité énergétique · Élimination du dioxyde de carbone atmosphérique
Actions internationales	Convention-cadre des Nations unies (Conférences des Nations unies sur les changements climatiques (★ Accord de Paris sur le climat) · Contributions déterminées au niveau national) · Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (★ Sixième rapport d'évaluation du GIEC) · Protocole de Kyoto (Bourse du carbone)
Impacts et adaptation au changement climatique	Événement météorologique extrême (Attribution des événements extrêmes) · ★ Élévation du niveau de la mer · Impacts du changement climatique sur les écosystèmes · Effets du changement climatique sur le cycle de l'eau · Effets du changement climatique sur les océans · Effets du changement climatique sur la santé humaine · Changement climatique et droits de l'homme · Perte de biodiversité
Aspects sociétaux	Mouvement pour le climat · Coopérative citoyenne d'énergie · Décroissance · Justice climatique · Localisme (Ville en transition) · Projet de tribunal international climatique ·



Portail de l'environnement



Portail de l'énergie



Portail des transports



Portail de la chimie



Portail du climat



Portail du changement climatique



Portail de l'écologie politique

Catégories :

Gaz à effet de serre | Politique énergétique

[+]

La dernière modification de cette page a été faite le 5 juillet 2025 à 12:43.

Droit d'auteur

 : les textes sont disponibles sous [licence Creative Commons attribution, partage dans les mêmes conditions](#) ; d'autres conditions peuvent s'appliquer. Voyez les [conditions d'utilisation](#) pour plus de détails, ainsi que les [crédits graphiques](#). En cas de réutilisation des textes de cette page, voyez [comment citer les auteurs et mentionner la licence](#).
Wikipedia® est une marque déposée de la [Wikimedia Foundation, Inc.](#), organisation de bienfaisance régie par le paragraphe [501\(c\)\(3\)](#) du code fiscal des États-Unis.

Politique de confidentialité

À propos de Wikipédia

Avertissements

Contact

Code de conduite

Développeurs

Statistiques

Déclaration sur les témoins (cookies)

Version mobile