

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

**Commissariat général
au développement durable – SOeS**

Tour Voltaire
92055 La Défense Cedex
mél. : diffusion.soes.cgdd@
developpement-durable.gouv.fr

**Direction Générale de l'Énergie
et du Climat – SCEE**

Grande Arche, Paroi Nord
92055 La Défense Cedex

**Caisse des Dépôts
Mission Climat – CDC Climat**

16 rue Berthollet
94113 Arcueil Cedex
mél. : mission-climat@
caissedesdepots.fr

Repères

Chiffres clés du climat
France et Monde
Édition 2010



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**



Service de l'observation et des statistiques

Contacts :

MEEDDM - CGDD - SOeS Sous-direction de l'observation de l'énergie et des matières premières

Frédéric Ouradou : frederic.ouradou@developpement-durable.gouv.fr
Sami Louati : sami.louati@developpement-durable.gouv.fr

MEEDDM - DGEC - SCEE Sous-direction du climat et de la qualité de l'air

Daniel Delalande : daniel.delalande@developpement-durable.gouv.fr

Caisse des Dépôts - Mission Climat

Anaïs Delbosc : anais.delbosc-e@caissedesdepots.fr
Jérémy Elbeze : jeremy.elbeze@caissedesdepots.fr

Sommaire

Partie 1

Le changement climatique

1.1 L'effet de serre	2
1.2 L'homme et l'effet de serre	3
1.3 Réservoirs et flux de GES : l'exemple du CO ₂	4
1.4 Hausse du stock atmosphérique de GES	5
1.5 Concentration de GES et températures	6
1.6 Réchauffement atmosphérique	7
1.7 Un réchauffement variable selon les latitudes	8
1.8 Conséquences du réchauffement climatique	9

Partie 2

Les émissions de gaz à effet de serre

2.1 Panorama mondial des gaz à effet de serre	12
2.2 Panorama européen des gaz à effet de serre	14
2.3 Panorama français des gaz à effet de serre	15

Partie 3

Les émissions de CO₂ dues à l'énergie dans le monde

3.1 Emissions de CO ₂ dues à l'énergie	16
3.2 Emissions de CO ₂ dues à la production d'électricité	20
3.3 Facteurs d'émissions de CO ₂	21

Partie 4

Répartition sectorielle des émissions de CO₂ en Europe et en France

4.1 La combustion d'énergie : première source d'émission de CO ₂	22
4.2 Emissions de CO ₂ dues à la production et à la transformation d'énergie	23
4.3 Emissions de CO ₂ des transports	25
4.4 Emissions de CO ₂ de l'industrie	27
4.5 Emissions de CO ₂ des autres secteurs	29
4.6 Emissions de CO ₂ hors combustion d'énergie	31

Partie 5

Les politiques climatiques

5.1 Le protocole de Kyoto	32
5.2 Le marché de permis négociables d'émissions	34
5.3 Les mécanismes de projet du protocole de Kyoto	35
5.4 Les engagements de l'Union européenne	36
5.5 Système européen des quotas de CO ₂ (EU ETS)	37
5.6 Emergence d'un signal prix de la tonne de CO ₂	39
5.7 Politique climatique des Etats : l'exemple de la France	40
5.8 Autres initiatives de réduction des émissions	41

Pratique

Chiffres clés du CO ₂	42
Glossaire	43
Adresses utiles	44

1.1 – L'effet de serre

Le rôle de l'atmosphère dans l'effet de serre

Flux d'énergie en W/m^2 sans et avec gaz à effet de serre (GES)



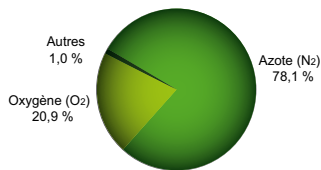
Source : d'après GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

Les rayons solaires fournissent de l'énergie à la Terre, qui se réchauffe et réémet la même quantité d'énergie sous forme de rayonnements infrarouges (IR). **Sans gaz à effet de serre (GES), la température terrestre serait de $-19^{\circ}C$** (à gauche).

En présence de GES, une partie des IR est réfléchi vers le sol. La température de la Terre s'accroît jusqu'à ce que l'énergie réémise égale l'énergie reçue. **Avec les GES, la température terrestre au sol atteint $+14^{\circ}C$** (à droite).

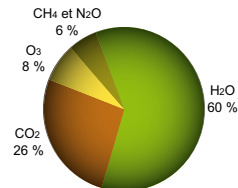
Atmosphère et gaz à effet de serre

Composition de l'atmosphère sèche
(% du volume hors H_2O)



Source : GIEC, 3^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2001.

Part des principaux gaz dans la réflexion des rayonnements vers la Terre (en W/m^2)



Source : Kiehl & Trenberth 1996, National Center for Atmospheric Research. N.B. : proportions en l'absence de nuages.

Les GES occupent **moins de 0,1 % du volume atmosphérique**, auxquels s'ajoute la vapeur d'eau (0,4 – 4 %). Celle-ci est le principal gaz à effet de serre, d'origine naturelle.

La température de l'atmosphère a augmenté au cours de l'ère industrielle du fait de **l'augmentation de l'effet de serre naturel par les activités humaines qui émettent des GES dits anthropiques**.

1.2 – L'homme et l'effet de serre

Les gaz à effet de serre anthropiques

	CO_2	CH_4	N_2O	Gaz fluorés synthétiques référencés par le protocole de Kyoto		
				HFC	PFC	SF ₆
Concentration atmosphérique en 2005	379 ppm	1174 ppb	319 ppb	60,6 ppt	76,9 ppt	5,6 ppt
Durée de séjour dans l'atmosphère	Entre 2 ans et des milliers d'années	12 ans	114 ans	Entre 1 et 260 ans	Environ 10 000 ans	3 200 ans
Pouvoir de Réchauffement Global (cumulé sur 100 ans)	1 (référence)	25	298	Entre 124 et 14 800	Entre 7 300 et 12 200	22 800
Origine des émissions anthropiques	Combustion d'énergie fossile et déforestation tropicale	Décharges, agriculture, élevage et procédés industriels	Agriculture, procédés industriels, utilisation d'engrais	Sprays, réfrigération, fonte d'aluminium		
Perturbation du forçage radiatif depuis 1750 par les émissions anthropiques	1,66	0,48	0,16	0,34		

Notes : ozone et vapeur d'eau non inclus du fait de leurs cycles complexes. ppm= partie par million, ppb= partie par milliard, ppt=partie par trillion.

Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) : rapport entre l'énergie renvoyée vers le sol en 100 ans par 1 kg de gaz et celle que renverrait 1 kg de CO_2 . Dépend des concentrations et des durées de vie des gaz. Ex. : 1 kg de CH_4 et 25 kg de CO_2 auront autant réchauffé l'atmosphère après un siècle.
Forçage radiatif (en W/m^2) : quantifie par rapport à une année de référence (ici 1750) les modifications de radiation, c'est-à-dire d'énergie renvoyée vers le sol, dues aux GES.

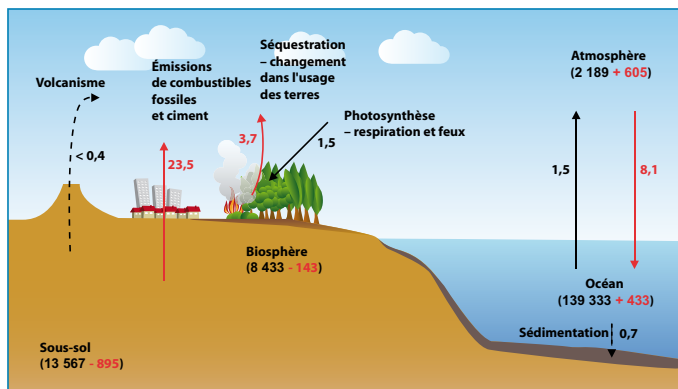
Source : GIEC, 1^{er} groupe de travail, 2007.

Si le **CO_2** est le gaz qui a **le plus petit pouvoir de réchauffement par molécule**, il est celui qui a contribué **le plus au réchauffement climatique depuis 1750**.

Certaines activités humaines, notamment par l'émission d'aérosols, contribuent à diminuer le renvoi d'énergie vers le sol provoqué par les GES mais ne le compense pas. Ce forçage radiatif négatif est estimé à $-1,20 W/m^2$ depuis 1750.

1.3 – Réservoirs et flux de GES : l'exemple du CO₂

Cycle simplifié du CO₂ au cours des années 1990



Réservoirs et flux naturels sont en noir. Ceux qui sont liés aux activités anthropiques sont en rouge. Les flux sont exprimés en milliards de tonnes d'équivalent CO₂ par an. Variables dans le temps, leur somme ne correspond pas toujours aux variations des réservoirs. Ces derniers résultent des flux cumulés de 1750 à 1994 et s'expriment en milliards de tonnes d'équivalent CO₂.

Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

Quatre grands réservoirs permettent de stocker le carbone sous différentes formes :

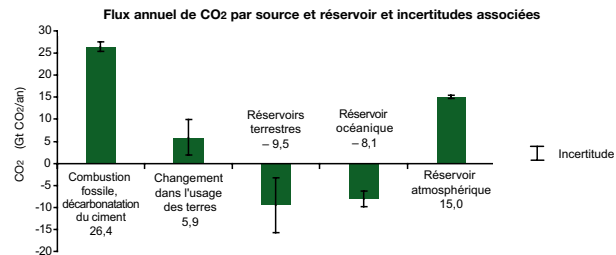
- **Atmosphère** : CO₂ gazeux
- **Biosphère** : matière organique des êtres vivants
- **Océan** : calcaire, CO₂ dissous
- **Sous-sol** : roches, sédiments, combustibles fossiles

Les flux de carbone entre ces réservoirs constituent le cycle naturel du carbone, déréglé par les émissions anthropiques de CO₂ qui modifient les flux échangés ou en créent de nouveaux. Ex. : combustion des réserves de carbone organique fossile.

Sur les **1038 Gt de CO₂** libérées par les activités humaines depuis la biosphère et la lithosphère, l'atmosphère en absorbe **605** et les océans **433**. L'atmosphère est le **réservoir le plus affecté par les activités anthropiques : la quantité de carbone y a augmenté de près de 30 % par rapport à l'ère préindustrielle**.

1.4 – Hausse du stock atmosphérique de GES

Déséquilibre émissions/capacité de stockage

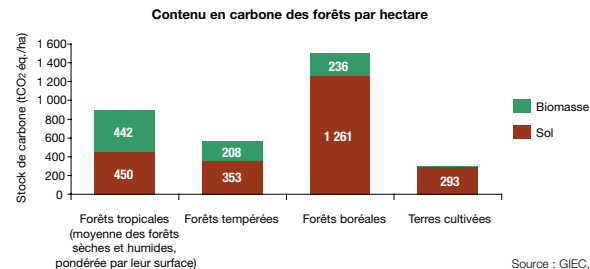


Les données concernant les émissions dues à la combustion fossile et à la production de ciment, le réservoir océanique ainsi que l'accroissement atmosphérique résultant sont pour la période 2000-2005. Les flux terrestres sont pour les années 1990. Chaque valeur étant mesurée séparément, l'incertitude résultante n'est pas la somme des incertitudes.

Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

Depuis le développement des activités industrielles, les réservoirs terrestres et océaniques ont absorbé la moitié des émissions anthropiques. Le restant persiste dans l'atmosphère, ce qui entraîne **l'accroissement des concentrations de GES**.

L'importance du carbone forestier



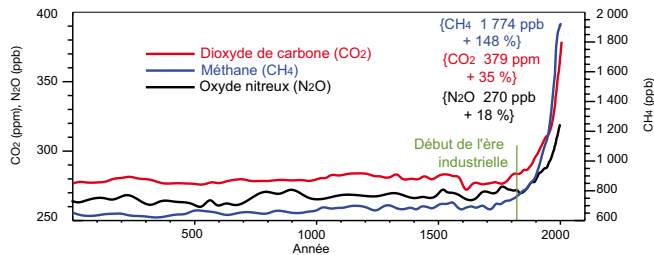
Source : GIEC, 2000.

La forêt est le plus important réservoir terrestre de carbone. Elle séquestre environ 9,5 Gt CO₂eq. par an, l'équivalent de **30 % des émissions de GES mondiales**.

La **déforestation** entraîne des émissions de GES via la **combustion** et la **décomposition** des matières organiques, principalement sous forme de CO₂. En 2004, ces émissions ont atteint 8,7 Gt CO₂eq., soit la troisième source d'émissions au monde.

1.5 – Concentration de GES et températures

Concentrations atmosphériques de GES de l'An 0 à 2005

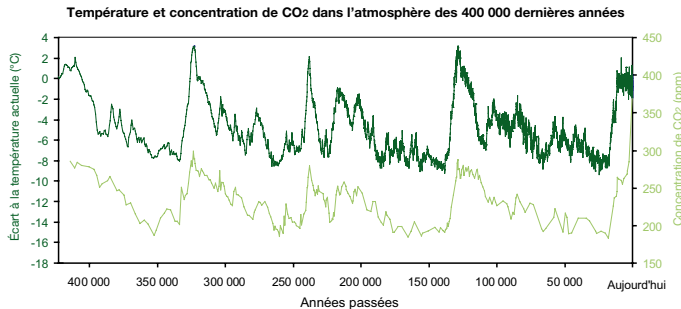


Le chiffre entre crochets correspond au pourcentage de croissance des concentrations atmosphériques des gaz représentés entre 1750 et 2005.

Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

La constance des concentrations avant l'ère industrielle fait place à partir de 1750 à une forte croissance due à l'intensification des activités humaines émettrices de GES. **En 2008, la concentration atmosphérique en CO₂ a atteint 385 ppm**, soit 38 % de plus que son niveau préindustriel (Source : Organisation météorologique mondiale, 2009).

Corrélation entre la température et la concentration de CO₂



Ces résultats ont été obtenus à partir de l'analyse de carottage de glace à Vostok (Antarctique).

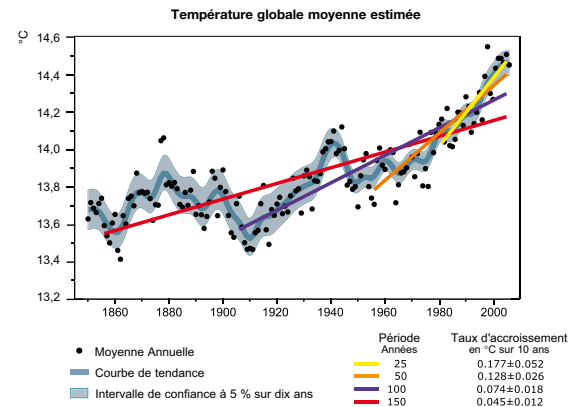
Source : World Data Center for Paleoclimatology, Boulder & NOAA Paleoclimatology Program.

Les évolutions de la température globale et de la concentration atmosphérique en CO₂ sont similaires. Si les causes en sont encore mal comprises, on estime que **perturber l'un de ces deux paramètres conduit à perturber l'autre**.

La concentration actuelle en CO₂ est de 30 % supérieure au maximum observé sur les 450 000 ans d'archives climatiques.

1.6 – Réchauffement atmosphérique

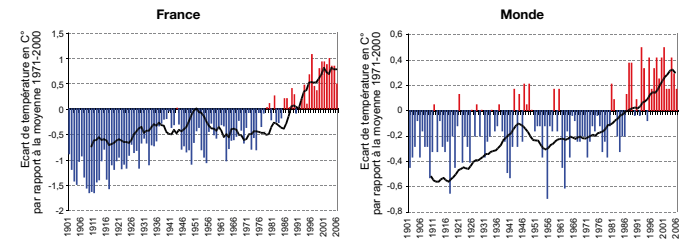
Évolution des températures depuis l'ère industrielle



Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

La température moyenne globale a augmenté d'environ **1°C sur un siècle**. Cette **augmentation** s'est accentuée sur **les 25 dernières années** où le taux de croissance de la température a été **le plus fort du siècle**.

Évolution des températures moyennes en France métropolitaine et dans le monde depuis 1901 par rapport à la moyenne 1971-2000



Source : Météo-France, 2008.

En France comme au niveau mondial, la dernière décennie présente un écart systématiquement positif à la moyenne 1971-2000 et **7 des 10 années les plus chaudes depuis 1901**.

1.7 – Un réchauffement variable selon les latitudes

Le réchauffement est **plus faible aux tropiques qu'aux pôles**. De même, **l'élévation de la température dans les régions côtières** est moins forte qu'à l'intérieur des terres.

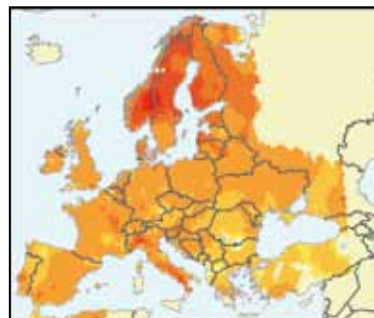
Avec des hypothèses raisonnables (développement économique et démographique continu, équilibre entre énergies fossiles et renouvelables) qui correspondraient à une réduction des émissions de GES, les **augmentations de températures annuelles d'ici à la fin du siècle** sont estimées à :

- + 3,5°C dans le sud de l'Europe
 - + 2,5°C en Asie du Sud Est
 - + 4,9°C en Arctique (pôle Nord)
 - + 3,2°C en Amérique Centrale
 - + 2,6°C au sud de l'Australie
 - + 3,3°C en Afrique de l'Ouest
- Pour une augmentation globale de + 2,8°C

Les températures par région sont les médianes des températures prédites par l'ensemble des modèles du scénario. La température globale est la meilleure estimation possible.

Source : Scénario A1B, GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

Changement des températures moyennes observé en Europe entre 1976 et 2006



Accroissement des températures en °C par décennie

0,2 0,4 0,6 0,8 1 1,2 1,4 1,6 1,8 2,0

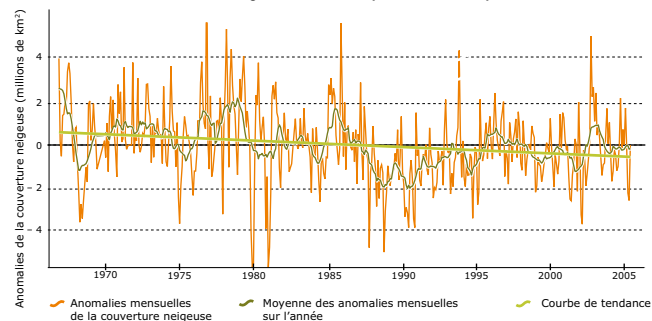
Source : Royal Netherlands Meteorological Institute.

On observe une augmentation des températures moyennes sur toute l'Europe durant la période 1976-2006. Cette évolution ne s'est pas faite pas de manière uniforme : elle **a touché plus fortement le nord du continent**.

1.8 – Conséquences du réchauffement climatique

Baisse de la couverture neigeuse

Evolution de la couverture neigeuse dans l'hémisphère nord sur la période 1966-2005

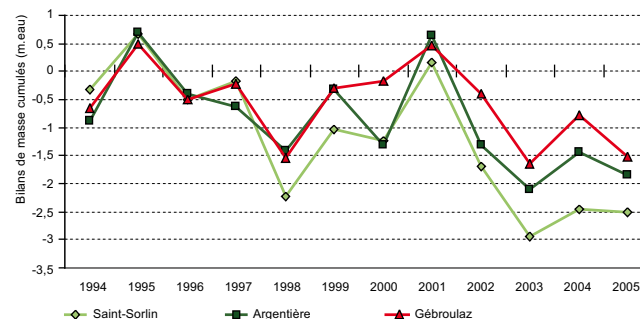


Les anomalies de couverture neigeuse correspondent à l'écart constaté chaque mois avec la moyenne glissante annuelle.

Source : Agence européenne pour l'environnement, 2008.

Fonte glaciaire

Évolution des bilans de masse cumulée de 3 glaciers des Alpes françaises depuis 1994



Source : Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement, 2006.

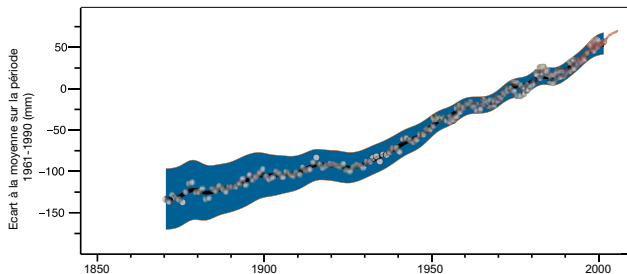
La diminution de la masse des glaciers alpins n'a pas été uniforme au cours du temps. Les **fortes décrues** (conséquence d'hivers peu enneigés et d'étés très chauds) ont été entrecoupées de **courtes phases de croissance**.

1.8 – Conséquences du réchauffement climatique

Elévation du niveau des mers du globe

Les relevés montrent une **croissance continue** du niveau des mers depuis les années 1870.

Niveau moyen des mers du globe



Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

L'augmentation du niveau des mers sera probablement à l'origine de **migrations de populations** vivant dans des zones inondées (îles, zones côtières de très faibles altitudes...) ou n'ayant plus accès à l'eau potable du fait de la salinisation des nappes phréatiques.

Les différentes causes de l'élévation des mers

Causes	Augmentation du niveau des mers (mm/an) et contribution à la croissance mesurée			
	1961-2003		1993-2003	
Dilatation thermique	0,42 ± 0,12	23 %	1,6 ± 0,05	52 %
Glaciers et calottes polaires	0,50 ± 0,18	28 %	0,77 ± 0,22	25 %
Couvertures glaciaires du Groenland	0,05 ± 0,12	3 %	0,21 ± 0,07	7 %
Couvertures glaciaires de l'Antarctique	0,14 ± 0,41	8 %	0,21 ± 0,35	7 %
Somme des contributions	1,1 ± 0,5	61 %	2,8 ± 0,7	90 %
Augmentation mesurée	1,8 ± 0,5	100 %	3,1 ± 0,7	100 %
Différence	0,7 ± 0,7	29 %	0,3 ± 1,0	10 %

Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

A l'échelle d'une décennie, les principaux facteurs de croissance du niveau des mers sont la **dilatation thermique** et la **fonte de réservoirs terrestres de glaces** (glaciers, calottes polaires, couverture neigeuse, pergélisols...).

Aujourd'hui, **10 % de l'augmentation des mers** sur les dix dernières années restent **inexpliqués**.

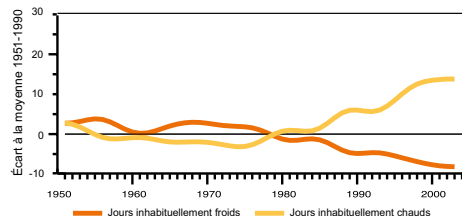
Les événements extrêmes

Un événement climatique est dit extrême lorsqu'il dépasse de beaucoup des **niveaux de référence**. L'**augmentation de la fréquence moyenne d'apparition ou de l'intensité moyenne des événements extrêmes** peut indiquer un changement climatique.

Sont considérés comme des événements extrêmes : les cyclones, les tempêtes, mais aussi les canicules ou les événements pluvieux intenses.

Températures et précipitations extrêmes

Nombre de jours inhabituellement chauds et froids dans le monde



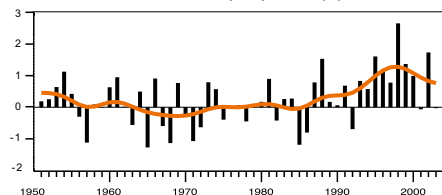
La référence utilisée est la moyenne de l'indicateur considéré sur la période 1951-1990. Les courbes représentent les moyennes mobiles décennales. Toutes les régions du monde ne sont pas représentées par manque de données.

Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

Est considéré comme inhabituellement froid (respectivement chaud) un jour pour lequel la température observée se situe en deçà (resp. au-delà) de la limite des 90 % des températures les plus froides (resp. chaudes) enregistrées sur la période 1951-1990.

La décroissance du nombre de jours inhabituellement froids et la croissance du nombre de jours inhabituellement chauds sont bien **marquées depuis les années 1990** qui voient également l'accumulation d'anomalies en ce qui concerne les précipitations.

Anomalies de précipitations (%)



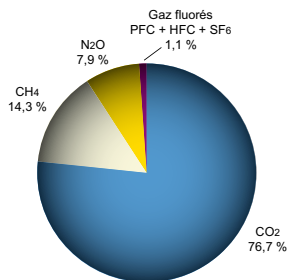
L'indicateur utilisé est la part des pluies anormalement fortes dans les précipitations annuelles. Ce graphique présente l'écart, en %, entre cette part et la moyenne observée sur la période 1961-1990. La courbe orange montre les variations décennales. Toutes les régions du monde ne sont pas représentées par manque de données.

Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

2.1 – Panorama mondial des gaz à effet de serre

Émissions mondiales de GES par type de gaz

Répartition par GES en 2004



Les émissions des six gaz à effet de serre¹ couverts par le protocole de Kyoto ont augmenté de 70 % depuis 1970 et de 24 % depuis 1990 pour atteindre **49 Gt CO₂eq. en 2004**.

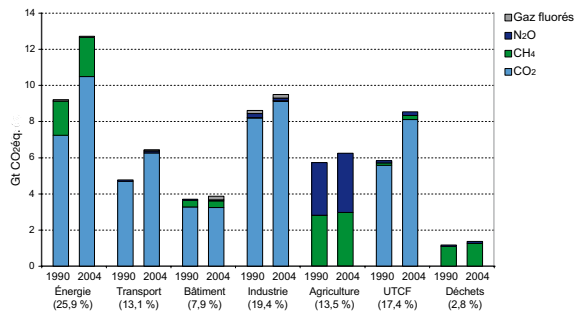
Les émissions de CO₂ représentent **les trois quarts des émissions mondiales** en 2004 (en PRG). Elles ont progressé de 28 % depuis 1990.

1. Dioxyde de carbone (CO₂), protoxyde d'azote (N₂O), méthane (CH₄), hydrocarbures (HFC), perfluorocarbures (PFC) et hexafluorure de soufre (SF₆). Y compris Utilisation des terres, leur changement et la forêt (UTCf).

Source : GIEC, 4^e rapport du 3^e groupe de travail.

Émissions mondiales de GES par secteur

Évolution des émissions globales de GES par secteur entre 1990 et 2004

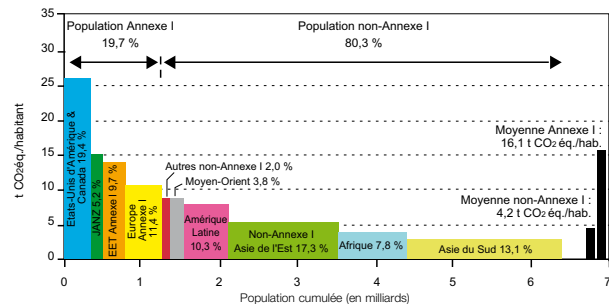


Le pourcentage indiqué pour chaque secteur correspond à sa part dans les émissions mondiales de GES.

Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

La hausse la plus significative depuis 1990 est attribuée à **l'utilisation des terres, leur changement d'affectation et la forêt (+ 48 %)**, suivie du secteur de **l'énergie (+ 37 %)**, et des **transports (+ 32 %)**. Les émissions de l'agriculture et de l'industrie ont augmenté de 5 % depuis 1990, soit trois fois plus que les émissions liées aux bâtiments et aux déchets (+ 3 %).

Répartition régionale des émissions de GES' par habitant

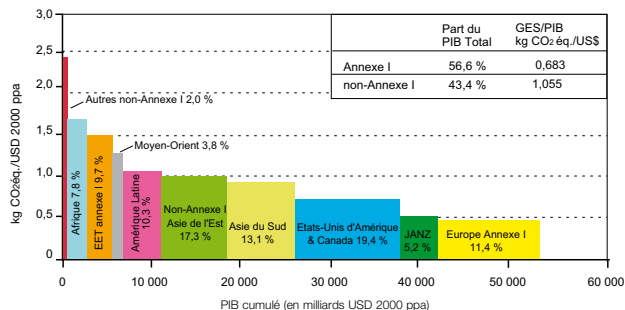


Le pourcentage indiqué correspond à la part des régions dans les émissions globales de GES. EET : Économies en transition, JANZ : Japon, Australie, Nouvelle-Zélande.

Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

En 2004, les pays de **l'Annexe I de la CCNUC² représentaient 20 %** de la population mondiale, 57 % du PIB mondial et émettaient 46 % de l'ensemble des GES. Dans les pays de l'Annexe I, la moyenne des émissions des GES par habitant était de **16,1 t CO₂eq.**, soit environ quatre fois celle des pays non-Annexe I. Mesurée en dollars 2000, selon les parités de pouvoir d'achat (ppa), la production d'une unité de richesse dans les pays de l'Annexe I entraînait en moyenne des **émissions de GES inférieures de 35 %** par rapport aux pays non-Annexe I.

Répartition régionale des émissions de GES' par unité de PIB



Le pourcentage indiqué correspond à la part des régions dans le PIB global. EET : Économies en transition, JANZ : Japon, Australie, Nouvelle-Zélande.

Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

1. Y compris Utilisation des terres, leur changement et la forêt (UTCf).
2. Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. L'Annexe I comprend les pays les plus développés.

2.2 – Panorama européen des gaz à effet de serre

Émissions 2007 de l'UE à 27 en Mt CO₂éq.

Unité : Mt CO₂éq.

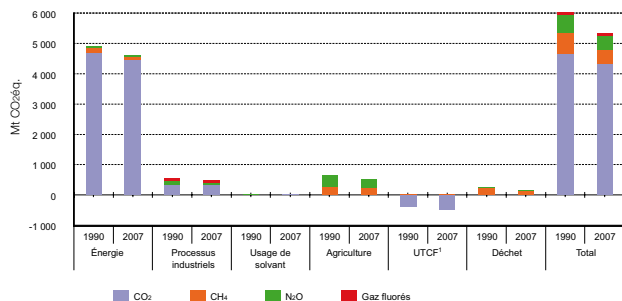
Secteur	Années	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gaz fluorés	Total
Energie	1990	4 082,9	158,8	35,7	-	4 277,4
	2007	3 873,6	84,2	41,3	-	3 999,0
Processus industriels	1990	30,0	1,3	117,8	58,8	477,9
	2007	300,9	1,3	51,3	77,0	430,4
Usage de solvants	1990	11,4	-	4,8	-	16,2
	2007	8,6	-	3,8	-	12,4
Agriculture	1990	-	241,8	337,6	-	579,4
	2007	-	202,0	260,1	-	462,1
UTC ¹	1990	- 342,7	4,3	4,2	-	- 334,2
	2007	- 415,7	5,1	3,4	-	- 407,2
Déchets	1990	5,2	195,4	12,2	-	212,9
	2007	3,6	122,5	13,7	-	139,9
Total	1990	4 056,8	601,6	512,6	58,8	5 229,8
	2007	3 771,0	416,3	373,9	77,0	4 638,1

Source : Agence européenne pour l'environnement, 2009.

Les émissions totales de GES ont baissé de 11,3 % sur la période 1990-2007, pour moitié du fait de la chute des émissions de CO₂ mais également grâce à la réduction des émissions de méthane et de N₂O (respectivement - 286, - 185 et - 139 Mt CO₂éq.).

Des réductions particulièrement importantes ont eu lieu dans le secteur du traitement des déchets (- 34 %).

Répartition par secteur des émissions de GES au sein de l'UE à 27



Source : Agence européenne pour l'environnement, 2009.

1. Utilisation des terres, leur changement et la forêt (UTC).

2.3 – Panorama français des gaz à effet de serre

Émissions 2007 de la France en Mt CO₂éq.

Unité : CO₂éq.

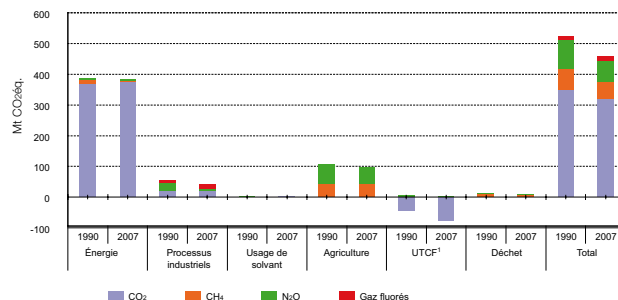
Secteur	Années	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gaz fluorés	Total
Energie	1990	369,6	11,7	3,2	-	384,5
	2007	375,9	4,1	3,8	-	383,7
Processus industriels	1990	22,0	-	24,4	1,0	56,4
	2007	19,4	-	5,6	16,4	41,4
Usage de solvants	1990	2,0	-	0,1	-	2,1
	2007	1,3	-	0,1	-	1,4
Agriculture	1990	-	44,8	62,8	-	107,6
	2007	-	42,4	53,4	-	95,7
UTC ¹	1990	- 44,9	1,4	3,5	-	- 4,0
	2007	- 76,4	0,2	2,1	-	- 74,0
Déchets	1990	2,3	8,4	1,4	-	12,0
	2007	1,5	7,1	1,5	-	1,0
Total	1990	350,9	66,3	95,5	10,0	522,6
	2007	320,7	55,4	66,4	16,4	458,9

Source : Agence européenne pour l'environnement, 2009.

Les émissions totales de GES ont diminuées de 12 % entre 1990 et 2007, notamment du fait de la baisse des émissions de CO₂ et de N₂O (respectivement - 30 et - 29 Mt CO₂éq.).

Cette décreue provient en particulier des processus industriels dont les émissions ont baissé de près de 27 % par rapport à 1990 et du secteur UTC pour lequel la séquestration du carbone a crû de 84 %.

Répartition par secteur des émissions de GES en France

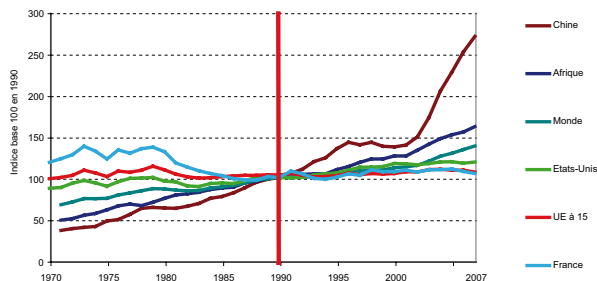


Source : Agence européenne pour l'environnement, 2009.

1. Utilisation des terres, leur changement et la forêt (UTC).

3.1 – Émissions de CO₂ dues à l'énergie

Émissions de CO₂ dues à la combustion d'énergie¹ dans le monde



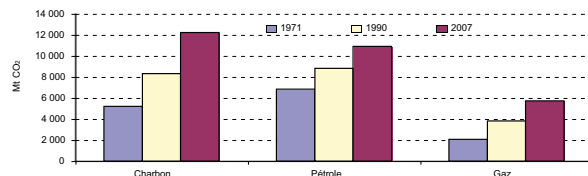
En Mt CO ₂	1990	2006	2007	Part 2007 en %	Évolution (%) 2006-2007	Évolution (%) 1990-2007
Amérique du Nord	5 589	6 654	6 780	23,4	+ 1,9	+ 21,3
dont : Canada	432	538	573	2,0	+ 6,6	+ 32,5
États-Unis	4 863	5 698	5 769	19,9	+ 1,2	+ 18,6
Amérique latine	604	978	1 016	3,5	+ 3,8	+ 68,2
dont : Brésil	193	333	347	1,2	+ 4,2	+ 79,8
Europe et ex-URSS	7 944	6 768	6 747	23,3	- 0,3	- 15,1
dont : UE à 27	4 059	3 988	3 926	13,6	- 1,5	- 3,3
ex-UE à 15	3 088	3 264	3 200	11,0	- 2,0	+ 3,6
dont : Allemagne	950	823	798	2,8	- 3,0	- 16,0
Espagne	206	332	345	1,2	+ 3,7	+ 67,5
France	352	378	369	1,3	- 2,4	+ 4,9
Italie	398	455	438	1,5	- 3,9	+ 10,0
Royaume-Uni	553	536	523	1,8	- 2,4	- 5,4
12 nouveaux États membres	972	724	727	2,5	+ 0,3	- 25,2
dont : Russie	2 180	1 587	1 587	5,5	+ 0,0	- 27,2
Afrique	546	847	882	3,0	+ 4,1	+ 61,5
Moyen-Orient	588	1 309	1 389	4,8	+ 6,1	+ 136,1
Extrême-Orient	4 818	10 063	10 695	36,9	+ 6,3	+ 122,0
dont : Chine	2 244	5 645	6 071	21,0	+ 7,5	+ 170,6
Corée du Sud	229	477	489	1,7	+ 2,6	+ 113,1
Inde	589	1 244	1 324	4,6	+ 6,4	+ 124,7
Japon	1 065	1 202	1 236	4,3	+ 2,9	+ 16,1
Océanie	281	428	432	1,5	+ 0,8	+ 53,6
Pays de l'Annexe I	13 899	14 149	14 259	49,2	+ 0,8	+ 2,6
Pays hors Annexe I	6 471	12 899	13 681	47,2	+ 6,1	+ 111,4
Soutes internationales maritimes et aériennes²	610	981	1 022	3,5	+ 4,2	+ 67,4
Monde	20 981	28 028	28 962	100,0	+ 3,3	+ 38,0

Source : Agence internationale de l'énergie.

1. Émissions issues de la combustion d'énergie fossile pour un usage final (transport, chauffage, etc.) ou non (par exemple produire de l'électricité ou raffiner du pétrole). Ces émissions sont estimées par l'Agence internationale de l'énergie sur la base des bilans énergétiques. Des différences de périmètre et de modes de calculs (notamment sur les facteurs d'émissions) sont à noter avec le chapitre 4 qui présente les inventaires des émissions de GES transmis au titre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC).
2. Les émissions des soutes internationales maritimes et aériennes sont exclues des totaux nationaux.

En 2007, les émissions mondiales de CO₂ dues à la combustion d'énergie ont atteint **29 milliards de tonnes de CO₂ (Gt CO₂)** (+ 38 % depuis 1990). Cette hausse provient principalement de la Chine qui, avec un niveau d'émission supérieur à 6 Gt CO₂, devient le premier émetteur mondial devant les États-Unis. Ces deux pays ont contribué à plus de 40 % des émissions mondiales de CO₂ dues à la combustion d'énergie en 2007. Dans l'UE à 27, les émissions sont en baisse de 3,3 % depuis 1990 du fait des douze nouveaux États membres dont les émissions ont chuté de plus de 25 % avec la restructuration de leurs économies. Les émissions de l'UE à 15 ont augmenté de 3,6 % : des hausses significatives ont été enregistrées dans des pays à forte croissance économique (+ 67 % en Espagne, + 44 % en Irlande, + 41 % au Portugal), alors que la restructuration de l'industrie, suite à la réunification, explique la baisse de 16 % des émissions de l'Allemagne. La décroissance des émissions britanniques (- 5,4 %) résulte notamment d'un report massif de l'approvisionnement énergétique du charbon vers le gaz.

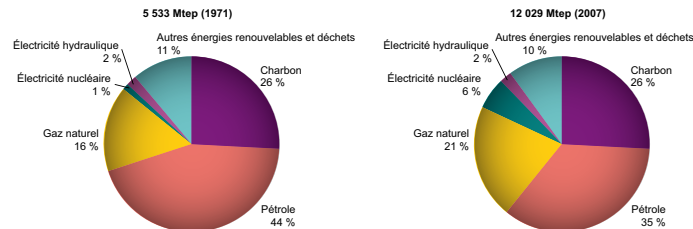
Émissions de CO₂ dues à l'énergie par combustible dans le monde



Source : Agence internationale de l'énergie.

Les **énergies fossiles** (charbon, gaz naturel et pétrole) représentent **81 % du mix-énergétique mondial en 2007**, soit cinq points de moins qu'en 1971, 78 % de celui de l'UE à 27 et seulement 51 % de celui de la France, en raison de son important parc nucléaire. Au niveau mondial, entre 1971 et 2007, le pétrole voit sa contribution baisser de dix points au bénéfice du gaz et du nucléaire (+ 5 points). **La contribution du charbon est stable, et assure le quart du mix-énergétique**, au second rang après le pétrole. Mais il est le premier contributeur aux émissions de CO₂ (42 %), son facteur d'émission étant nettement supérieur à ceux du gaz et du pétrole (cf. page 21).

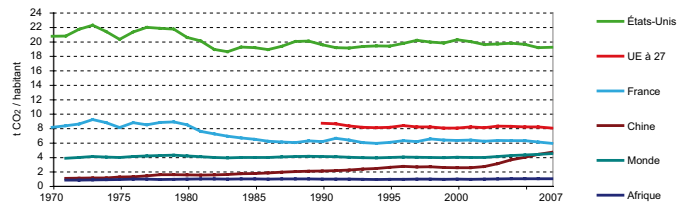
Mix énergétique primaire dans le monde



Source : Agence internationale de l'énergie.

3.1 – Émissions de CO₂ dues à l'énergie

Émissions de CO₂ dues à l'énergie par habitant dans le monde



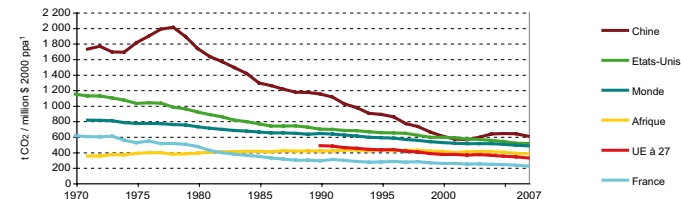
Source : Agence internationale de l'énergie.

Sur la période 1990-2007, **les émissions de CO₂ par habitant sont à la baisse dans les pays de l'Annexe I et en forte hausse ailleurs**. Alors qu'elles ont plus que doublé, les émissions par habitant de la Chine (4,6 t CO₂) sont maintenant comparables à la moyenne mondiale (4,4 t CO₂). L'écart de développement et un accès limité à l'énergie restreignent les émissions africaines (0,9 t CO₂ / hab.). En 2007, un habitant de l'UE à 27 émet en moyenne 7,9 t CO₂, soit une baisse de 8 % par rapport à 1990 essentiellement liée à la chute des émissions après les restructurations industrielles en Allemagne (- 19 %) et dans les douze nouveaux Etats membres comme la Pologne (- 12 %). L'UE à 15 voit ses émissions de CO₂ par habitant baisser de seulement 3,4 % entre 1990 et 2007. Avec 5,8 t CO₂ émises par an, un Français émet trois fois moins qu'un habitant des Etats-Unis (19 t CO₂) et reste en dessous de la moyenne européenne, grâce principalement à un appareil de production d'électricité faiblement émetteur.

en t CO ₂ / habitant	1990	2006	2007	Évolution (%) 2006-2007	Évolution (%) 1990-2007	Population en 2007 (millions)
Amérique du Nord	15,6	15,2	15,4	+ 0,9	- 1,1	441
dont : Canada	15,6	16,5	17,4	+ 5,5	+ 11,3	33
États-Unis	19,4	19,0	19,1	+ 0,3	- 1,8	302
Amérique latine	1,7	2,2	2,2	+ 2,6	+ 30,1	461
dont : Brésil	1,3	1,8	1,8	+ 3,0	+ 40,3	192
Europe et ex-URSS	9,4	7,7	7,7	- 0,6	- 18,4	880
dont : UE à 27	8,6	8,1	7,9	- 1,9	- 7,8	496
ex-UE à 15	8,4	8,4	8,1	- 2,5	- 3,4	393
dont : Allemagne	12,0	10,0	9,7	- 2,9	- 19,0	82
Espagne	5,3	7,5	7,7	+ 1,9	+ 45,6	45
France	6,1	6,0	5,8	- 2,9	- 4,0	64
Italie	7,0	7,7	7,4	- 4,5	+ 5,2	59
Royaume-Uni	9,7	8,8	8,6	- 2,7	- 10,9	61
12 nouveaux Etats membres	9,1	7,0	7,0	+ 0,4	- 22,6	103
dont : Russie	14,7	11,1	11,2	+ 0,6	- 23,8	142
Afrique	0,9	0,9	0,9	+ 1,9	+ 6,4	958
Moyen-Orient	4,5	6,9	7,2	+ 4,0	+ 60,7	193
Extrême-Orient	1,7	2,8	2,9	+ 5,2	+ 77,2	3 651
dont : Chine	2,0	4,3	4,6	+ 6,9	+ 132,6	1 327
Corée du Sud	5,3	9,9	10,1	+ 2,2	+ 88,5	48
Inde	0,7	1,1	1,2	+ 5,2	+ 69,9	1 123
Japon	8,6	9,4	9,7	+ 2,9	+ 12,2	128
Océanie	13,7	17,2	17,0	- 0,7	+ 24,5	25
Pays de l'Annexe I	11,8	11,2	11,2	+ 0,4	- 5,1	1 271
Pays hors Annexe I	1,6	2,4	2,6	+ 4,7	+ 61,7	5 338
Monde	4,0	4,3	4,4	+ 2,2	+ 9,8	6 609

Source : Agence internationale de l'énergie.

Émissions de CO₂ dues à l'énergie par rapport au PIB dans le monde



Source : Agence internationale de l'énergie.

La quantité de CO₂ émise par unité de PIB, **appelée intensité d'émission de CO₂ par rapport au PIB, est partout en baisse (- 25 % au total depuis 1990)**, sauf au Moyen-Orient (+ 18 %). En Chine, la forte baisse entre 1990 et 2007 (- 48 %) masque une remontée entre 2002 et 2005 (+ 5 % par an). Cette reprise s'explique par les besoins énergétiques croissants, essentiellement comblés par l'usage du charbon. Malgré une baisse sensible depuis 1990 (-31 %), la Russie affiche un niveau élevé pour cet indicateur (près de 1 kg CO₂ pour 1 \$ 2000 ppa). **Dans l'UE à 27, cet indicateur reste relativement faible, particulièrement dans l'UE à 15** (0,29 kg CO₂ / \$ 2000 ppa¹, contre 0,50 kg CO₂ / \$ 2000 ppa¹ dans les douze nouveaux Etats membres). Avec 0,21 kg CO₂ / \$ 2000 ppa¹, la France affiche la deuxième performance de l'UE à 27, derrière la Suède où nucléaire et hydraulique sont très développés.

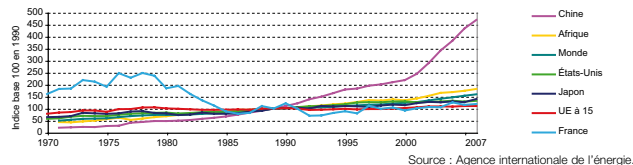
en t CO ₂ / million \$ 2000 ppa ¹	1990	2006	2007	Évolution (%) 2006-2007	Évolution (%) 1990-2007	PIB en 2007 (milliards \$ 2000 ppa ¹)
Amérique du Nord	664	497	495	- 0,3	- 25,4	13 684
dont : Canada	660	528	547	+ 3,7	- 17,1	1 047
États-Unis	689	507	503	- 0,8	- 27,0	11 468
Amérique latine	287	281	274	- 2,5	- 4,7	3 714
dont : Brésil	199	225	222	- 1,1	+ 11,5	1 561
Europe et ex-URSS	679	434	416	- 4,1	- 38,7	16 204
dont : UE à 27	474	332	317	- 4,5	- 33,2	12 393
ex-UE à 15	405	306	292	- 4,5	- 27,9	10 947
dont : Allemagne	549	364	345	- 5,4	- 37,2	2 315
Espagne	316	318	318	+ 0,1	+ 0,5	1 084
France	279	222	212	- 4,4	- 23,9	1 738
Italie	320	294	279	- 5,3	- 12,9	1 570
Royaume-Uni	463	301	285	- 5,2	- 38,4	1 833
12 nouveaux Etats membres	1 035	532	503	- 5,4	- 51,4	1 446
dont : Russie	1 431	1 070	990	- 7,5	- 30,8	1 604
Afrique	408	378	372	- 1,6	- 8,8	2 372
Moyen-Orient	759	894	895	+ 0,0	+ 17,9	1 552
Extrême-Orient	564	473	462	- 2,3	- 18,1	23 133
dont : Chine	1 142	627	598	- 4,7	- 47,7	10 156
Corée du Sud	535	469	459	- 2,3	- 14,4	1 066
Inde	417	337	329	- 2,4	- 21,2	4 025
Japon	372	339	342	+ 0,8	- 8,1	3 620
Océanie	655	581	562	- 3,3	- 14,1	768
Pays de l'Annexe I	621	446	437	- 2,1	- 29,7	32 627
Pays hors Annexe I	592	487	475	- 2,5	- 19,8	28 801
Monde	630	482	471	- 2,1	- 25,2	61 428

Source : Agence internationale de l'énergie.

1. Parité de pouvoir d'achat.

3.2 – Émissions de CO₂ dues à la production d'électricité

Émissions de CO₂ dues à la production d'électricité (y compris cogénération) dans le monde¹



En 2007, les émissions mondiales de CO₂ dues à la production d'électricité (y compris cogénération) ont atteint **12 milliards de tonnes de CO₂ (Gt CO₂), en hausse de + 59 % depuis 1990. La Chine a contribué à plus de la moitié de cette hausse : ses émissions ont quintuplé sur cette période, pour atteindre 3,1 Gt CO₂ en 2007. Dans l'UE à 27, ces émissions ont totalisé 1,5 Gt CO₂, dont 1,1 Gt CO₂ à l'actif de l'UE à 15 (+ 10 % depuis 1990). L'Allemagne, dont le charbon constitue la moitié du mix-électrique, représente le quart du CO₂ émis par les centrales de l'UE à 27. La composition de son parc électrique, dont la production est à 88 % d'origine nucléaire et hydraulique, limite les émissions de la France à 3,7 % des émissions de l'UE, alors que sa production d'électricité et de chaleur correspond à 15 % de la production européenne.**

En Mt CO ₂	1990	2006	2007	Part dans les émissions dues à l'énergie en 2007 (%) ²	Évolution (%) 2006 - 2007	Évolution (%) 1990 - 2007	Production d'électricité et de chaleur en 2007 (TWh)
Amérique du Nord	2 032	2 657	2 733	40,3	+ 2,9	+ 34,5	5 383
dont : Canada	100	119	133	23,2	+ 12,1	+ 33,5	650
États-Unis	1 866	2 400	2 459	42,6	+ 2,4	+ 31,8	4 476
Amérique latine	99	185	198	19,5	+ 7,1	+ 100,5	1 011
dont : Brésil	12	34	33	9,5	- 4,3	+ 170,4	450
Europe et ex-URSS	3 371	2 849	2 834	42,0	- 0,5	- 15,9	8 165
dont : UE à 27	1 504	1 473	1 483	37,8	+ 0,7	- 1,4	4 095
ex-UE à 15	1 014	1 117	1 120	35,0	+ 0,3	+ 10,5	3 396
dont : Allemagne	371	345	362	45,3	+ 4,9	- 2,7	847
Espagne	65	109	117	34,0	+ 7,6	+ 81,5	300
France	46	53	55	14,9	+ 3,2	+ 18,9	609
Italie	122	155	142	32,3	- 8,6	+ 15,6	365
Royaume-Uni	214	207	203	38,8	- 2,0	- 4,9	406
12 nouveaux États membres	852	258	231	31,8	- 10,5	- 72,9	675
dont : Russie	1 162	913	877	55,3	- 3,9	- 24,5	2 720
Afrique	213	370	386	43,8	+ 4,4	+ 81,4	615
Moyen-Orient	172	461	484	34,9	+ 5,0	+ 181,1	714
Extrême-Orient	1 497	4 734	5 097	47,7	+ 7,7	+ 240,5	7 444
dont : Chine	652	2 825	3 060	50,4	+ 8,3	+ 369,0	4 037
Corée du Sud	55	211	219	44,8	+ 3,7	+ 299,4	481
Inde	245	701	745	56,3	+ 6,3	+ 203,7	803
Japon	364	461	509	41,2	+ 10,4	+ 39,9	1 130
Océanie	130	244	243	56,3	- 0,6	+ 86,6	299
Pays de l'Annexe I	5 546	5 856	5 963	41,8	+ 1,8	+ 7,5	14 269
Pays hors Annexe I	1 968	5 644	6 012	43,9	+ 6,5	+ 205,5	9 362
Monde	7 514	11 500	11 975	41,3	+ 4,1	+ 59,4	23 631

Source : Agence internationale de l'énergie.

1. Émissions liées à la production d'électricité (y c. cogénération) en tant qu'activité principale et émissions des centrales des autoproducteurs. Ces derniers produisent de l'électricité en complément d'une autre activité, notamment industrielle. Les lignes directrices du GIEC recommandent de comptabiliser les émissions des autoproducteurs dans le secteur final qui les a produites. C'est l'une des raisons qui expliquent l'écart entre ces chiffres et ceux de la page 23.

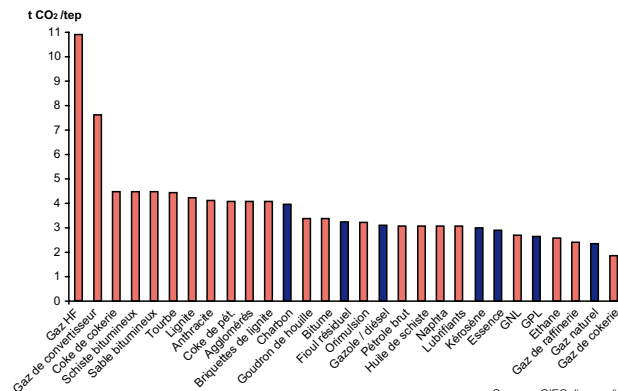
2. Rapport entre les émissions dues à la production d'électricité (y compris cogénération) et les émissions dues à l'énergie (cf. page 16).

3.3 – Facteurs d'émissions de CO₂

Facteurs d'émissions de CO₂ des principaux combustibles fossiles

Combustibles	Unité : t CO ₂ /tep
Agglomérés	4,1
Anthracite	4,1
Bitume	3,4
Charbon (à coke, sous-bitumeux ou autres bitumeux)	4,0
Coke de cokerie	4,5
Coke de pétrole	4,1
Essence	2,9
Ethane	2,6
Fioul résiduel	3,2
Gaz naturel liquéfié (GNL)	2,7
Gaz de cokerie	1,9
Gaz de convertisseur	7,6
Gaz de haut-fourneau	10,9
Gaz de pétrole liquéfié (GPL)	2,6
Gaz de raffinerie	2,4
Gaz naturel	2,3
Gazole/diesel	3,1
Goudron de houille	3,4
Huile de schiste	3,1
Kérosène	3,0
Lignite et briquettes de lignite	4,2
Lubrifiants	3,1
Naphta	3,1
Orimulsion	3,2
Pétrole brut et autres produits pétroliers	3,1
Sables bitumeux	4,5
Schiste bitumeux	4,5
Tourbe	4,4

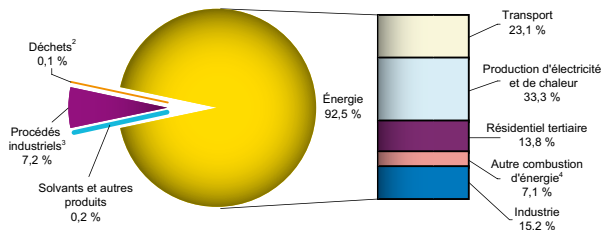
Source : GIEC, lignes directrices pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, 2006.



Source : GIEC, lignes directrices pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, 2006.

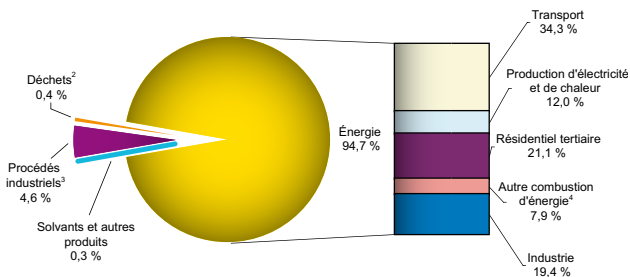
4.1 – La combustion d'énergie : première source d'émission de CO₂ de l'UE

Répartition par source des émissions de CO₂ dans l'UE en 2007 (4 187 Mt CO₂ hors UTCF¹)



Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2009.

Répartition par source des émissions de CO₂ en France en 2007 (DOM inclus) (397 Mt CO₂ hors UTCF¹)



Source : Agence européenne pour l'environnement, d'après CITEPA, juin 2009.

La combustion d'énergie constitue la source principale d'émission de CO₂, à hauteur de 93 % en Europe et de 95 % en France. Au niveau de l'UE, le secteur le plus émetteur de CO₂ est celui de la production d'électricité et de chaleur (33 %), devant celui des transports (23 %). En revanche, en France, le secteur le plus émetteur est celui des transports (34 %), tandis que celui de la production d'électricité et de chaleur est peu émetteur (12 % des émissions), en raison de l'importance de la production nucléaire.

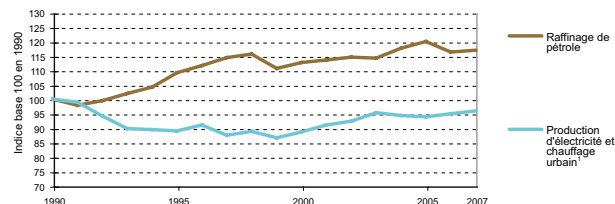
1. Utilisation des terres, leur changement et la forêt.
2. Hors incinération des déchets avec récupération d'énergie (incluse dans « production d'électricité et de chaleur »). Détail page 31.
3. Industrie hors combustion d'énergie. Détail page 31.
4. Autres industries de l'énergie (raffinage de pétrole, transformation de combustibles minéraux solides et autres), émissions fugitives et combustion d'énergie du secteur agriculture/sylviculture/pêche. Détail pages 23 et 29.

4.2 – Émissions de CO₂ dues à la production et à la transformation d'énergie

Émissions de CO₂ dues à la production et à la transformation d'énergie dans l'UE

Unité : Mt CO₂

	1990	2000	2003	2004	2005	2006	2007	1990/2007
Production d'électricité et chauffage urbain ¹	1 451	1 287	1 383	1 369	1 363	1 377	1 392	- 4 %
Raffinage de pétrole	115	130	131	135	138	134	135	+ 17 %
Transformation de CMS ² et autres	105	70	69	70	69	67	70	- 33 %
Émissions fugitives des combustibles ³	20	19	19	19	19	19	19	- 5 %
Total	1 691	1 505	1 602	1 593	1 589	1 597	1 616	- 4 %

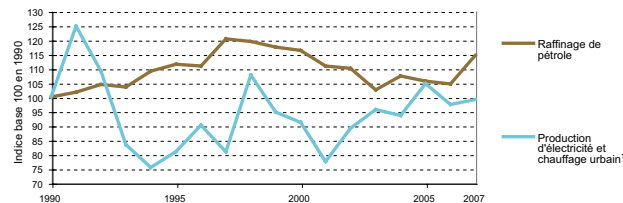


Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2009.

Émissions de CO₂ dues à la production et à la transformation d'énergie en France (DOM inclus)

Unité : Mt CO₂

	1990	2000	2003	2004	2005	2006	2007	1990/2007
Production d'électricité et chauffage urbain ¹	47,9	43,7	45,8	44,8	50,1	46,7	47,5	- 1 %
Raffinage de pétrole	13,2	15,4	13,6	14,2	14,0	13,8	15,2	+ 15 %
Transformation de CMS ² et autres	5,0	4,5	4,0	4,0	3,8	3,8	3,7	- 25 %
Émissions fugitives des combustibles ³	4,5	4,2	3,9	4,0	3,9	4,2	3,7	- 18 %
Total	70,7	67,7	67,3	67,1	71,8	68,4	70,1	- 1 %



Source : Agence européenne pour l'environnement, d'après CITEPA, juin 2009.

1. Comprend l'incinération des déchets avec récupération d'énergie.
2. Combustibles minéraux solides (charbon et dérivés). Émissions liées, pour l'essentiel, à l'activité des cokeries.
3. Principalement liées aux activités d'extraction des énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon).

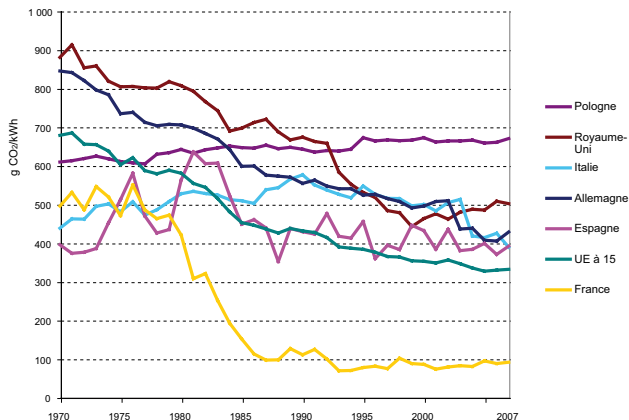
4.2 – Émissions de CO₂ des transports à la production et à la transformation d'énergie

Émissions de CO₂ pour produire 1 kWh d'électricité (y compris cogénération) dans l'UE

g CO ₂ / kWh	1990	2000	2004	2005	2006	2007	Évolution (%) 2006-2007	Évolution (%) 1990-2007
UE à 27	nd	382	364	355	358	362	+ 1,2	nd
UE à 15	430	351	334	326	328	330	+ 0,6	- 23,2
dont : Allemagne	553	494	436	405	404	427	+ 5,7	- 22,8
Autriche	245	180	228	223	214	202	- 5,5	- 17,3
Belgique	344	284	281	271	260	253	- 2,8	- 26,6
Espagne	427	430	382	397	369	390	+ 5,9	- 8,6
Finlande	227	211	253	193	241	230	- 4,4	+ 1,3
France	109	84	79	93	87	90	+ 4,1	- 17,5
Italie	575	498	416	413	424	388	- 8,4	- 32,5
Pays-Bas	588	447	440	387	394	405	+ 2,7	- 31,1
Royaume-Uni	672	461	485	484	506	500	- 1,2	- 25,6
Suède	48	42	51	44	48	40	- 16,5	- 17,1
12 nouveaux Etats membres	nd	261	291	321	373	342	- 8,2	nd
dont : Pologne	641	671	664	657	659	668	+ 1,5	+ 4,3
République tchèque	597	596	525	525	527	558	+ 5,9	- 6,6

Source : Agence internationale de l'énergie, octobre 2009.

Les **émissions unitaires de CO₂ sont très variables au sein des pays de l'UE à 27**. Elles sont très élevées dans les pays où la filière charbon est importante, comme en Allemagne ou dans certains pays de l'Est. Elles sont faibles dans les pays où les énergies renouvelables et/ou le nucléaire sont développés, comme en France (74 % de nucléaire), en Suède (44 % d'hydraulique et 43 % de nucléaire) et à un degré moindre en Belgique (52 % de nucléaire).



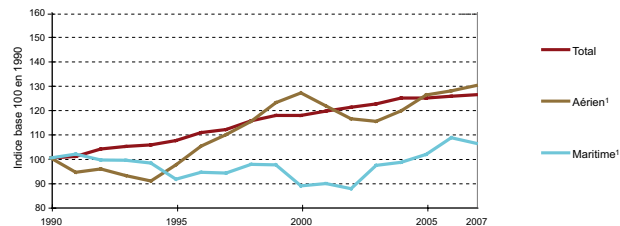
Source : Agence internationale de l'énergie, octobre 2009.

4.3 – Émissions de CO₂ des transports

Émissions de CO₂ des transports dans l'UE

Unité : Mt CO₂

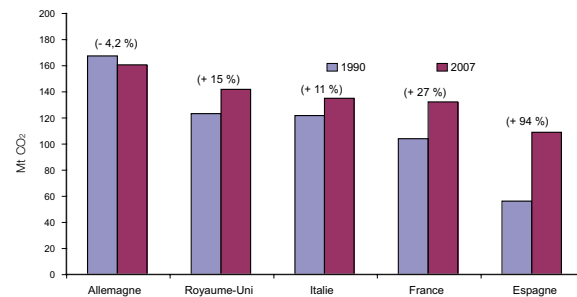
Mode de transport	1990	2000	2003	2004	2005	2006	2007	1990/2007
Aérien ¹	17	22	20	20	22	22	22	+ 30 %
Routier	704	842	879	897	895	900	905	+ 29 %
Ferroviaire	14	9	9	9	8	8	8	- 42 %
Maritime ¹	21	18	20	20	21	22	22	+ 6 %
Autre	11	9	10	9	10	9	9	- 23 %
Total	767	901	937	956	955	961	966	+ 26 %



1. Comprend le transport intérieur (y compris le transport entre métropole et DOM) mais pas les transports internationaux.

Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2009.

Émissions de CO₂ du transport routier dans quelques pays de l'UE



Note : les pourcentages indiqués entre parenthèses correspondent à l'évolution des émissions entre 1990 et 2007 (DOM inclus pour la France).

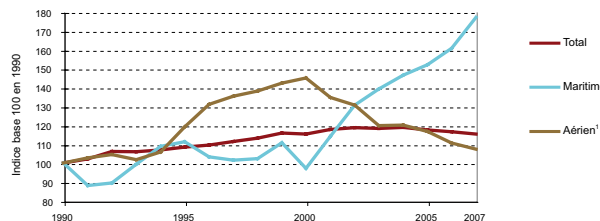
Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2009.

4.3 – Émissions de CO₂ des transports

Émissions de CO₂ des transports en France (DOM inclus)

Unité : Mt CO₂

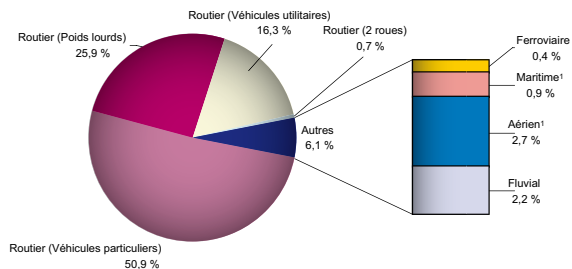
Mode de transport	1990	2000	2003	2004	2005	2006	2007	1990/2007
Aérien ¹	4,2	6,2	5,1	5,1	5,0	4,7	4,6	+ 7 %
Routier	110,7	127,0	130,8	131,0	129,5	128,8	127,4	+ 15 %
Ferroviaire	1,1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	- 47 %
Maritime ¹	1,7	1,6	2,4	2,5	2,6	2,7	3,0	+ 77 %
Autre	0,2	0,5	0,7	0,8	1,0	0,6	0,6	x 2,6
Total	117,9	136,0	139,6	140,1	138,6	137,4	136,0	+ 15 %



1. Comprend le transport intérieur (y compris le transport entre métropole et DOM) mais pas les transports internationaux.

Source : Agence européenne pour l'environnement, d'après CITEPA, juin 2009.

Émissions de CO₂ par mode de transport en France métropolitaine (132,6 Mt CO₂ en 2007)



Source : CITEPA/format SECTEN - février 2009.

1. Comprend le transport intérieur (non compris le transport entre métropole et DOM) mais pas les transports internationaux.

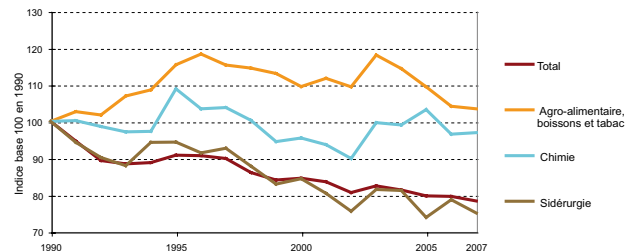
4.4 – Émissions de CO₂ de l'industrie

Émissions de CO₂ liées à la combustion d'énergie dans l'industrie dans l'UE

Unité : Mt CO₂

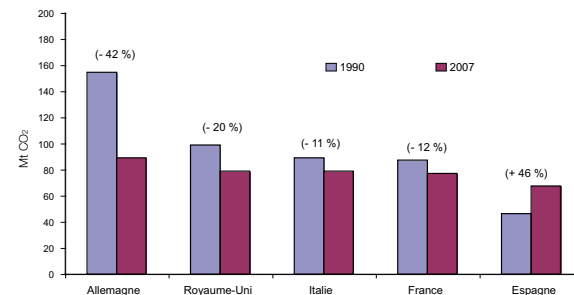
Secteur industriel ¹	1990	2000	2003	2004	2005	2006	2007	1990/2007
Total	811	685	668	659	646	645	634	- 22 %
dont : sidérurgie	154	130	125	125	114	121	116	- 25 %
chimie	85	81	85	84	88	82	82	- 3 %
agro-alimentaire, boissons et tabac	42	46	50	48	46	44	44	+ 3 %

1. Y compris BTP, mais hors énergie.



Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2009.

Émissions de CO₂ liées à la combustion d'énergie dans l'industrie dans quelques pays de l'UE



Note : les pourcentages indiqués entre parenthèses correspondent à l'évolution des émissions entre 1990 et 2007 (DOM inclus pour la France).

Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2009.

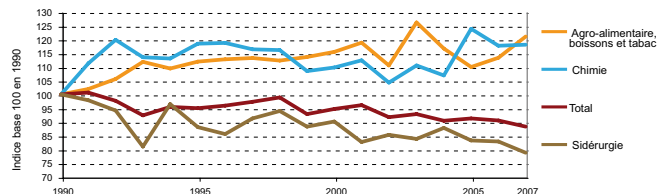
4.4 – Émissions de CO₂ de l'industrie

Émissions de CO₂ dans l'industrie en France (DOM inclus)

Unité : Mt CO₂

Secteur industriel ¹	1990	2000	2003	2004	2005	2006	2007	1990/2007
Total	87,3	82,7	81,1	78,9	79,7	79,1	77,1	- 12 %
dont : sidérurgie	21,3	19,2	17,8	18,7	17,7	17,6	16,7	- 21 %
chimie	13,7	15,0	15,1	14,6	16,9	16,1	16,1	+ 18 %
agro-alimentaire, boissons et tabac	9,7	11,2	12,2	11,3	10,7	11,0	11,7	+ 21 %

1. Y compris BTP, mais hors énergie.

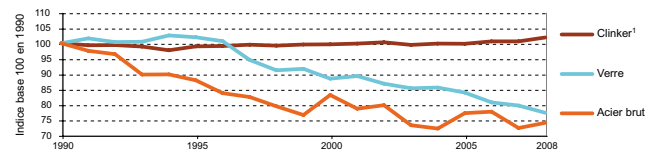


Source : Agence européenne pour l'environnement, d'après CITEPA, juin 2009.

Émissions spécifiques de CO₂ de quelques produits intensifs en énergie en France

	1990	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Acier brut									
Production (Mt)	19,0	18,10	21,0	19,8	20,8	19,5	19,9	19,3	17,9
t CO ₂ / t acier	1,78	1,57	1,48	1,31	1,29	1,37	1,38	1,29	1,32
Verre									
Production (Mt)	4,8	5,08	5,5	5,5	5,7	5,6	5,7	5,6	5,2
t CO ₂ / t verre	0,70	0,71	0,62	0,60	0,60	0,59	0,56	0,56	0,54
Clinker¹									
Production (Mt)	20,9	16,5	16,3	16,3	17,2	17,3	17,7	18,0	16,9
t CO ₂ / t clinker	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,87	0,87	0,88

Émissions spécifiques de CO₂



1. Constituant du ciment qui résulte de la cuisson d'un mélange de silice, d'oxyde de fer et de chaux.

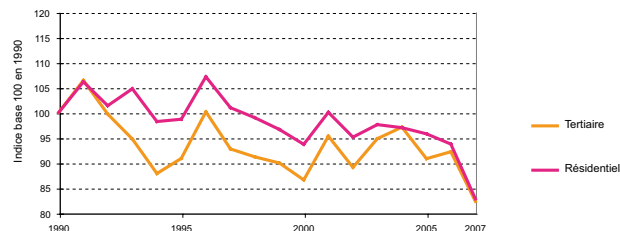
Sources : Fédération Française de l'Acier (FFA), Fédération des Chambres Syndicales de l'Industrie du Verre (FCSIV), Syndicat Français de l'Industrie Cimentière (SFIC).

4.5 – Émissions de CO₂ des autres secteurs

Émissions de CO₂ dues à l'énergie des autres secteurs¹ dans l'UE

Unité : Mt CO₂

	1990	2000	2003	2004	2005	2006	2007	1990/2007
Total	814	730	763	765	745	736	657	- 19 %
dont : résidentiel	499	467	487	484	478	468	413	- 17 %
tertiaire	199	173	189	193	181	184	164	- 18 %



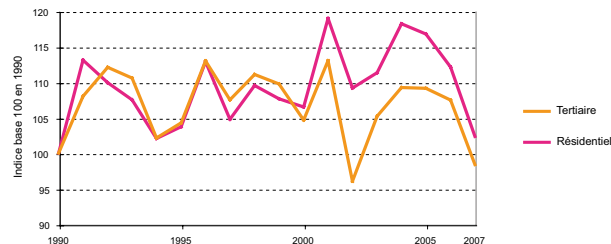
Source : Agence européenne pour l'environnement, d'après CITEPA, juin 2009.

En 2007, la forte baisse des émissions du secteur résidentiel-tertiaire est principalement due à l'exceptionnelle clémence des températures.

Émissions de CO₂ dues à l'énergie des autres secteurs¹ en France (DOM inclus)

Unité : Mt CO₂

	1990	2000	2003	2004	2005	2006	2007	1990/2007
Total	94	98	100	105	104	101	93	- 1 %
dont : résidentiel	55	59	61	65	64	62	56	+ 2 %
tertiaire	28	29	29	30	30	30	27	- 2 %



Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2009.

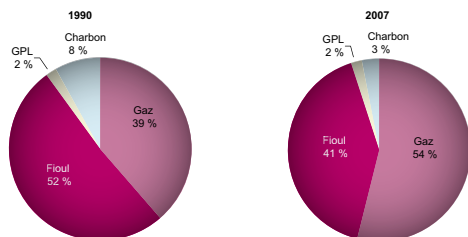
1. Émissions directes des secteurs autres que la production et la transformation d'énergie, les transports et l'industrie.

4.5 – Émissions de CO₂ des autres secteurs

Répartition par type de combustible des émissions de CO₂ liées au chauffage en France métropolitaine

	1990	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007
Gaz hors GPL	38	43	48	51	51	52	53	54
Fioul	52	48	45	43	43	42	42	41
Gaz de pétrole liquifié (GPL)	2	3	3	3	3	3	3	2
Charbon	8	6	4	4	3	3	3	3

Unité : %



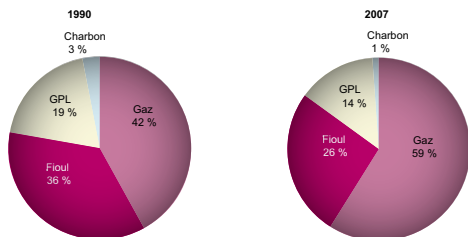
Source : SOeS d'après CEREN.

Entre 1990 et 2007, **le gaz naturel s'est substitué au charbon et au fioul** pour les usages du résidentiel tertiaire, ce qui explique l'augmentation de sa contribution aux émissions de CO₂.

Répartition par type de combustible des émissions de CO₂ liées à l'eau chaude sanitaire et à la cuisson en France métropolitaine

	1990	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007
Gaz hors GPL	42	48	50	52	54	56	58	59
Fioul	36	30	30	30	29	27	26	26
Gaz de pétrole liquifié (GPL)	19	19	18	16	16	16	15	14
Charbon	3	3	3	1	1	1	1	1

Unité : %



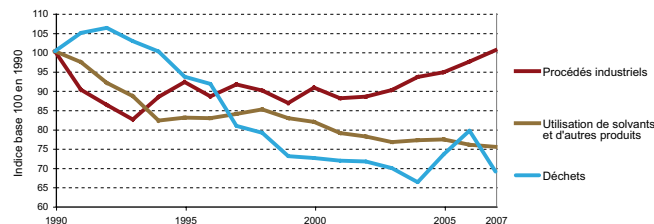
Source : SOeS d'après CEREN.

4.6 – Émissions de CO₂ hors combustion d'énergie

Les émissions de CO₂ hors combustion d'énergie dans l'UE

	1990	2000	2003	2004	2005	2006	2007	1990/2007
Total	316,6	284,9	282,2	292,2	296,4	304,7	313,1	- 1 %
Procédés industriels ¹	300,0	271,7	269,8	280,0	283,7	291,9	300,9	+ 0 %
Utilisation de solvants et d'autres produits	11,4	9,3	8,7	8,8	8,8	8,6	8,6	- 25 %
Déchets ²	5,2	3,8	3,7	3,5	3,8	4,2	3,6	- 31 %

Unité : Mt CO₂

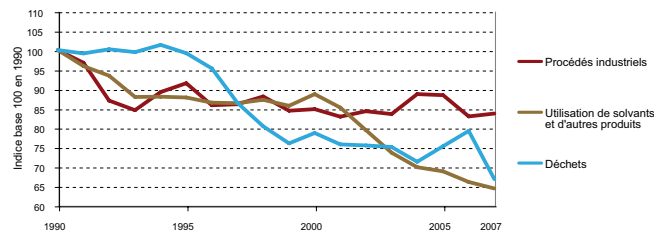


Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2009.

Les émissions de CO₂ hors combustion d'énergie en France (DOM inclus)

	1990	2000	2003	2004	2005	2006	2007	1990/2007
Total	26,3	22,2	21,5	22,5	22,5	21,3	21,2	- 19 %
Procédés industriels ¹	22,0	18,6	18,4	19,5	19,4	18,2	18,4	- 16 %
Utilisation de solvants et d'autres produits	2,0	1,8	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	- 36 %
Déchets ²	2,3	1,8	1,7	1,6	1,7	1,8	1,5	- 33 %

Unité : Mt CO₂



Source : Agence européenne pour l'environnement, d'après CITEPA, juin 2009.

1. Industries hors combustion d'énergie.

2. Hors incinération des déchets avec récupération d'énergie (incluse dans « production d'électricité et de chaleur »).

5.1 – Le protocole de Kyoto

Une étape majeure de la prise de conscience internationale



La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)¹

- Premier traité international sur le changement climatique
- Adoptée en 1992 à Rio de Janeiro
- Reconnaît **3 principes** :
 - principe de **précaution** : l'incertitude scientifique quant aux impacts du changement climatique ne justifie pas de différer l'action.
 - principe de **responsabilité commune mais différenciée** : toutes les émissions ont un impact sur le changement climatique. Les pays les plus industrialisés portent une responsabilité historique accrue en s'étant développés en émettant beaucoup de GES.
 - principe du **droit au développement économique**.

1. En anglais : UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change).

Les objectifs du protocole de Kyoto

Il explicite les objectifs et les moyens pour mettre en œuvre la CCNUCC.

Les émissions de **39 pays les plus industrialisés** (listés en **Annexe B** du Protocole) doivent être **réduites d'au moins 5 % sur la période 2008-2012** par rapport à 1990. L'objectif est différencié par pays.

Les émissions considérées comprennent **6 GES** d'origine anthropique : CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆.

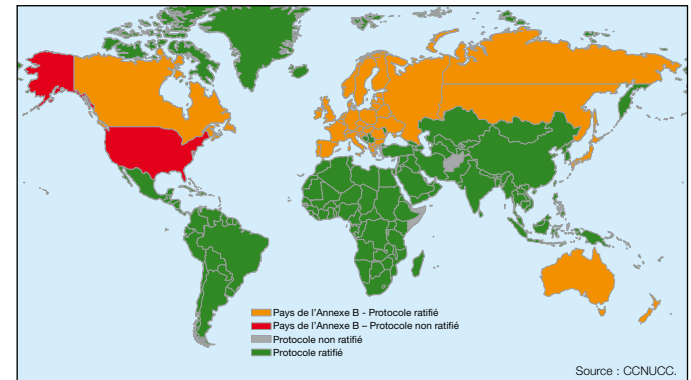
Les **pays hors annexe B n'ont pas d'engagements d'émissions**.

La mise en place du protocole de Kyoto

Signé en 1997, il n'entrait en vigueur qu'après sa ratification par au moins 55 Etats représentant au minimum **55 % des émissions de l'Annexe B en 1990**. Ce quorum a été atteint en septembre 2004 avec la ratification de la Russie, permettant l'**entrée en vigueur du Protocole en 2005**.

Seuls les **États-Unis ne l'ont pas ratifié** parmi les pays de l'Annexe B. Ils n'ont donc pas pris d'engagement de limitation de leurs émissions pour la période 2008-2012.

Pays signataires du protocole de Kyoto au 6 novembre 2009



Les mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto

Trois mécanismes facilitent l'atteinte par les pays de l'Annexe B de leurs engagements.

1. Un **marché international de quotas carbone pour les pays de l'Annexe B**. Chacun reçoit autant d'**Unités de Quantité Attribuée (UQA)** que son objectif d'émissions de GES fixé par le Protocole. Les UQA sont vendables à d'autres États.
- 2 & 3. Le **Mécanisme pour un Développement Propre (MDP)** et le **Mécanisme de Mise en Œuvre Conjointe (MOC)** permettent de financer des réductions d'émissions hors du territoire national contre l'octroi de **crédits carbone échangeables**.

Les Etats de l'Annexe B doivent disposer d'autant d'UQA et de crédits carbone que leurs émissions réelles entre 2008 et 2012 pour être en **conformité**.

La comptabilité du système est assurée par le secrétariat de la CCNUCC via le **registre international des transactions ou ITL** « International Transaction Log ». Chaque pays de l'Annexe B a l'obligation de mettre en place un registre national et de le relier à l'ITL.

5.2 – Le marché de permis négociables d'émissions

L'**objectif de réduction** de 5 % des émissions de GES des pays de l'Annexe B est **réparti entre les pays** suivant leur situation économique et leur potentiel de développement. C'est le « **Burden Sharing** », en français « partage du fardeau ».

Les pays de l'Est ont bénéficié d'objectifs très avantageux pour relancer leur économie. Ils ont donc reçu bien plus d'UQA que leurs émissions réelles. Ce surplus est appelé « air chaud » (« hot air »).

Pays	Objectif Kyoto pour 2008-2012 (en %)*	Moyenne annuelle d'UQA reçues pour la période 2008-2012 (en millions)	Évolution des émissions observée en 2007 (en %)*	Distance à l'objectif (en %)
Union européenne à 15	-8,0	3 937	-4,3	3,7
Bulgarie	-8,0	122	-35,6	-27,6
Estonie	-8,0	40	-47,5	-39,5
Hongrie	-6,0	116	-23,5	-17,5
Lettonie	-8,0	24	-54,7	-46,7
Lituanie	-8,0	44	-49,6	-41,6
Pologne	-6,0	552	-11,6	-5,6
République tchèque	-8,0	181	-22,5	-14,5
Roumanie	-8,0	260	-37,3	-29,3
Slovaquie	-8,0	66	-35,9	-27,9
Slovénie	-8,0	19	11,6	19,6
Australie	8,0	598	30,0	22,0
Bélarus	-8,0	117	-38,0	-30,0
Canada	-6,0	563	26,2	32,2
Croatie	-5,0	30	3,2	8,2
Islande	10,0	4	31,8	21,8
Japon	-6,0	1 186	8,2	14,2
Liechtenstein	-8,0	0	6,1	14,1
Monaco	-8,0	99	-9,3	-1,3
Norvège	1,0	50	10,8	9,8
Nouvelle-Zélande	0,0	62	22,1	22,1
Russie	0,0	3 216	-33,9	-33,9
Suisse	-8,0	49	-2,7	5,3
Ukraine	0,0	925	-52,9	-52,9
Total hors Etats-Unis		12 258	-10,4	
Etats-Unis	-7,0	ne participent pas	16,8	23,8

* Par rapport à l'année de référence, généralement 1990.
Pays de l'UE, pays de l'Annexe B hors UE, pays n'ayant pas ratifié le protocole.

Source : CCNUCC.

Le marché international d'échange d'UQA

Depuis 2008, les pays de l'Annexe B peuvent **s'échanger les UQA** allouées pour la période 2008-2012, à condition de toujours posséder sur leur registre national au moins **90 % des UQA qui leur sont affectées sur la période 2008-2012** ou 5 fois l'équivalent en UQA de leur dernier inventaire de GES.

Les UQA peuvent en théorie être reportées en deuxième période d'application du protocole de Kyoto (après 2012). Les **crédits carbone issus du MDP et de la MOC** pourront être mises en réserve par les Etats à hauteur de 2,5 % de la quantité d'UQA reçue initialement.

5.3 – Les mécanismes de projet du protocole de Kyoto

Mécanisme pour un Développement Propre (MDP) : des investissements dans les pays en développement

Un pays ou un financeur de l'Annexe B investit dans un projet de réduction d'émissions **dans un pays hors Annexe B**. Il reçoit une **Unité de Réduction Certifiée d'Emissions (URCE)**¹ pour chaque tonne d'émissions de GES exprimées en CO₂ équivalent.

Les projets doivent être **approuvés et enregistrés par le secrétariat de la CCNUCC** et les réductions d'émissions vérifiées par des contrôleurs indépendants.

3 milliards de tonnes d'émissions pourraient être évitées grâce au MDP d'ici à 2012. Plus des trois quarts (81 %) auront lieu en Asie, 14 % en Amérique du Sud et seulement 3 % en Afrique. Les réductions d'émissions par destruction de **gaz HFC et N₂O**, les plus importantes initialement, laissent la place à l'amélioration de l'**efficacité énergétique** et au développement des **énergies renouvelables**, en particulier de l'**hydraulique**.

1. En anglais : CER pour Certified Emissions Reduction.

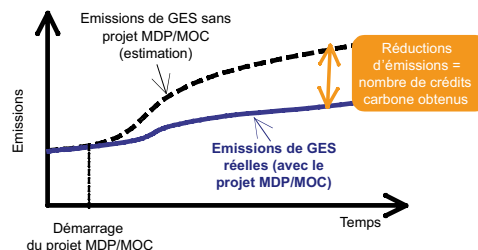
Mise en Œuvre Conjointe (MOC) : des projets de réduction au sein de l'Annexe B

Les projets de réduction d'émissions sont financés et hébergés par des **pays de l'Annexe B**. Ils génèrent une **Unité de Réduction d'Emission (URE)**² pour chaque tonne d'émissions de GES évitée, exprimées en CO₂ équivalent.

La **Russie et l'Ukraine** sont les deux pays qui devraient réduire le plus leurs émissions par des projets de MOC au cours de la première période d'engagement Kyoto (2008 – 2012). Près du tiers des crédits attendus concernent la **réduction des émissions fugitives de méthane**.

2. En anglais : ERU pour Emissions Reduction Unit.

Principe de fonctionnement d'un mécanisme de projet (MDP ou MOC)



5.4 – Les engagements de l'Union européenne

Les objectifs des États membres

L'Union européenne (UE) a obtenu de **répartir son objectif global** de - 8 % entre ses **15 États membres**. Depuis, l'UE s'est élargie à 12 pays supplémentaires, qui avaient tous pris des engagements dans le protocole de Kyoto, sauf Chypre et Malte.

Pays	Objectif Kyoto pour 2008-2012 (en %) ¹	Moyenne annuelle dd'UQA reçues pour la période 2008-2012 (en millions)	Emissions en 2007 hors UTCF ² (en Mt CO ₂ eq.)	Distance à l'objectif (en %)
Allemagne	- 21,0	973,6	956,1	- 1,4
Autriche	- 13,0	68,8	88	24,3
Belgique	- 7,5	134,8	131,3	- 2,4
Danemark	- 21,0	55,4	66,6	17,1
Espagne	15,0	333,2	442,3	37,5
Finlande	0,0	71,0	78,3	10,3
France	0,0	563,9	531,1	- 5,8
Grèce	25,0	133,7	131,9	- 1,8
Irlande	13,0	62,8	69,2	11,5
Italie	- 6,5	483,3	552,8	13,4
Luxembourg	- 28,0	9,5	12,9	26,1
Pays-Bas	- 6,0	200,3	207,5	3,4
Portugal	27,0	76,4	81,8	9,1
Royaume-Uni	- 12,5	682,4	636,7	5,5
Suède	4,0	75,0	65,4	- 13,3

1. Par rapport à l'année de référence, généralement 1990.

2. Utilisation des terres, leur changement et la forêt.

Source : Agence européenne pour l'environnement, 2009.

La politique climatique européenne post-Kyoto

Le Conseil européen de mars 2007 a annoncé des objectifs climatiques dits « 3x20 » à l'horizon 2020 visant à :

- **porter à 20 % la part des renouvelables** dans les énergies consommées,
- **améliorer de 20 % l'efficacité énergétique**,
- **réduire de 20 % les émissions de GES** par rapport à 1990. **En cas d'accord climatique international satisfaisant**, ce dernier objectif passerait à **- 30 %**.

Le **Paquet Energie-Climat de mars 2009**, composé de quatre textes, fixe des moyens plus précis pour atteindre ces objectifs et les répartit entre les États membres qui sont ensuite libres d'adopter des réglementations plus restrictives.

L'atteinte de ces objectifs passera notamment par le maintien du système d'échange de quotas d'émissions de CO₂, dit « **EU ETS** » pour European Union Emissions Trading Scheme, mis en place dès 2005 sur le même principe que le marché international du protocole de Kyoto.

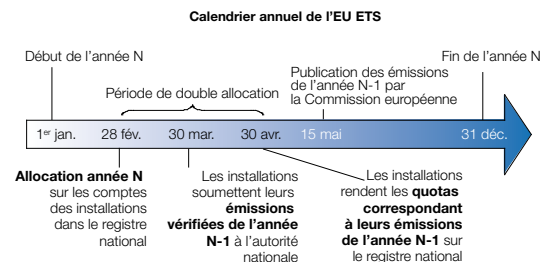
5.5 – Système européen des quotas de CO₂ (EU ETS)

Principe de fonctionnement

Le système européen d'échange de quotas de CO₂, ou EU ETS, impose depuis 2005 un plafond d'émissions à environ **11 400 installations industrielles, responsables de près de 50 % des émissions de CO₂ de l'Union européenne**.

Au cours des deux premières phases de l'EU ETS, 2005-2007, la phase test, et 2008-2012, période d'engagement Kyoto, les installations couvertes reçoivent chaque année une allocation, majoritairement gratuite, fixée par le **Plan National d'Allocation de Quotas (PNAQ)** de chaque pays sous le contrôle de la Commission européenne.

Elles doivent en parallèle **restituer chaque année autant de quotas** (1 quota = 1 tonne de CO₂) **que leurs émissions vérifiées de l'année précédente**. Entre 2008 et 2012, elles sont également autorisées à utiliser une quantité limitée de crédits Kyoto (URCE ou URE).



Source : Mission Climat de la Caisse des Dépôts.

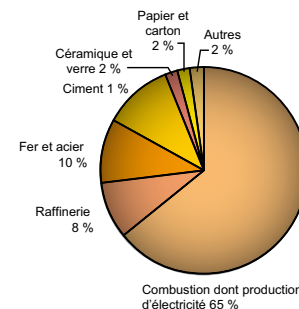
Les émissions couvertes

Le **secteur énergétique (production d'électricité et de chaleur, raffinage, cokeries)** est le principal secteur de l'EU ETS. Les électriciens à eux-seuls ont reçu **50 % des allocations totales**.

Le secteur de l'**aviation** sera inclus à compter de 2012.

Depuis 2008, la **Norvège**, l'**Islande** et le **Liechtenstein** ont rejoint les 27 États membres européens dans l'EU ETS.

Allocations par secteur en 2009 dans l'UE à 27



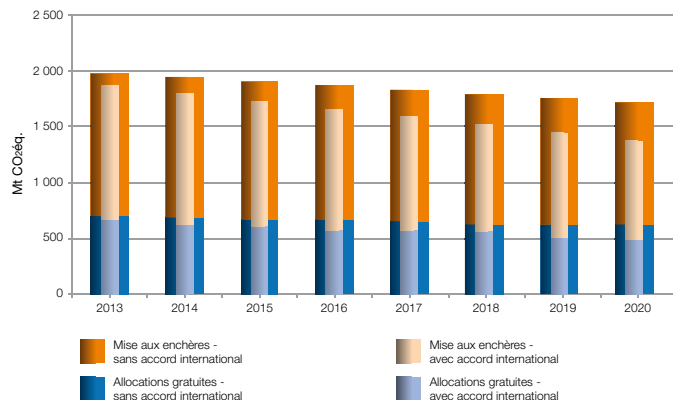
Source : Commission européenne.

5.5 – Système européen des quotas de CO₂ (EU ETS)

L'augmentation de la contrainte sur les émissions

Le Paquet énergie-climat européen voté en avril 2009 introduit de profonds changements pour la troisième phase de l'EU ETS (2013-2020). **L'objectif de réduction des émissions des secteurs de l'EU ETS est fixé à - 21 % entre 2005 et 2020** (soit une réduction annuelle de -1,74 %). Il pourrait être revu à la hausse en cas d'accord international satisfaisant.

Plafond d'allocation de l'EU ETS
et potentiel de recours aux enchères jusqu'en 2020



Source : Mission Climat de la Caisse des Dépôts, données Commission européenne.

Des allocations de moins en moins gratuites

L'allocation deviendra majoritairement payante à compter de 2013. La part des quotas mis aux enchères passera ainsi **de 0,13 % et 3,6 % en phases 1 et 2 à un minimum de 50 % en 2013, croissant jusqu'à 75 % en 2027**. Seront payants 100 % des quotas pour le secteur de l'électricité et 20 % pour les autres secteurs en 2013 (part croissant à 70 % en 2020 et 100 % en 2027) sauf pour les secteurs sensibles à la concurrence internationale, qui recevront gratuitement leurs quotas sur la base de facteurs d'émissions de référence (benchmark).

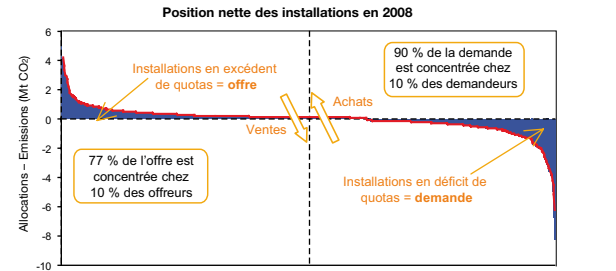
Les **revenus des mises aux enchères**, gérés par les Etats, devraient atteindre au minimum **15 à 20 milliards d'euros par an** à partir de 2013.

5.6 – Émergence d'un signal prix de la tonne de CO₂

Échanges de quotas de CO₂

Une installation qui a besoin de quotas peut en acheter sur le marché. A l'inverse, une entreprise qui a réduit ses émissions peut revendre ses quotas excédentaires. Les réductions d'émission se font donc là où elles sont les moins coûteuses.

Les échanges entre offreurs et demandeurs de quotas se font **soit de gré à gré**, c'est-à-dire par des contrats bilatéraux entre les industriels, **soit sur des places de marché**, portails électroniques qui rendent publics les prix et les quantités échangées.



Source : Mission Climat de la Caisse des Dépôts, CITL.

Courbes de prix



Source : BlueNext, ECX.

Les prix au comptant correspondent à une livraison immédiate des quotas ou des URCE ; les **prix à terme** représentent le prix actuel de quotas ou URCE livrés à une date ultérieure.

Entre 2005 et 2007, la quantité de quotas **alloués a été supérieure aux émissions des installations**. Le **report de quotas** en deuxième période étant interdit, **le prix du quota de première période a chuté** et convergé vers zéro. A partir de 2008, cette contrainte n'existe plus. Avec le resserrement des allocations aux installations en troisième période (2013-2020), ceci explique le maintien d'un prix significatif pour les quotas de deuxième période, malgré l'effet de la crise économique fin 2008 et début 2009.

Objectifs de long terme

Le **Grenelle de l'environnement** a rappelé l'objectif de **diviser par 4** les émissions de GES d'ici 2050 en accélérant les progrès d'efficacité énergétique dans le **bâtiment**, en favorisant les modes de **transports peu émetteurs** et un **urbanisme** plus efficace et équitable, et en développant une **politique énergétique** de réduction des consommations et du contenu carbone de la production.

Instruments en faveur de l'efficacité énergétique

L'objectif est, au niveau national, de **diminuer de 2 % par an l'intensité énergétique¹ dès 2015** et de 2,5 % par an dès 2030. Trois instruments phares ont été mis en place:

1. Les **certificats d'économie d'énergie** (CEE) pour les vendeurs d'électricité, de gaz, de fioul domestique, de pétrole liquéfié et de chaleur ou de froid par réseaux. Les acteurs doivent atteindre un objectif national de réduction des consommations fixé à 54 TWh (soit 54 milliards de kWh) entre le 1^{er} juillet 2006 et le 30 juin 2009 sous peine de pénalité (0,02 € par kWh ou CEE manquant).
2. Le **crédit d'impôt « développement durable »** pour les particuliers. L'enveloppe, de 2,1 milliards d'euros en 2008, finance des dépenses d'équipement performants d'un point de vue énergétique et environnemental pour les habitations principales (chauffe-eau solaires, photovoltaïque, matériaux très isolants, pompes à chaleur, chaudières à bois...).
3. L'**éco-prêt à taux zéro** pour les particuliers propriétaires. D'une durée de 10 ans, pouvant être étendue jusqu'à 15 ans par la banque, ce prêt permet de financer jusqu'à 30 000 euros de travaux d'amélioration de l'efficacité énergétique du logement principal.

1. Rapport entre la consommation d'énergie primaire et le PIB.

Instruments de réduction des émissions de CO₂

Depuis janvier 2008, le **bonus-malus automobile** entraîne une prime (bonus) à l'achat d'un véhicule émettant moins de 130 gCO₂/km et une taxe (malus) à l'achat d'un véhicule émettant plus de 160 gCO₂/km.

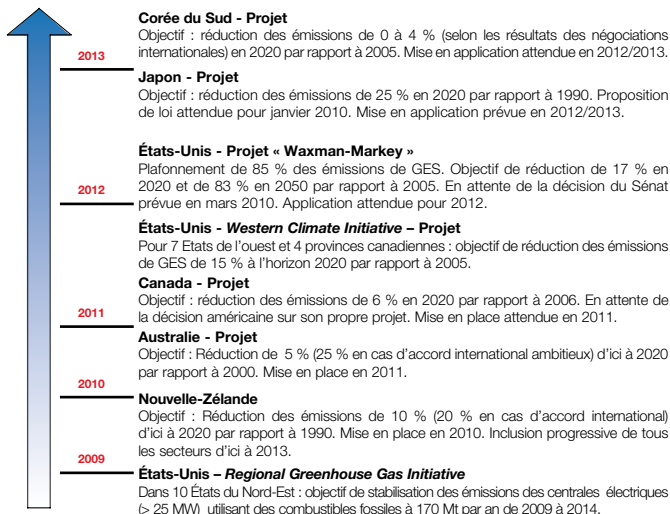
Pour établir un signal-prix sur les émissions de CO₂ hors EU ETS, une **contribution carbone** impose les produits énergétiques, mis en vente, utilisés ou destinés à être utilisés comme carburant ou combustible. Elle a été fixée à **17 € par tonne de CO₂ en 2010** et devrait évoluer chaque année. Les revenus seront entièrement reversés aux particuliers sous forme forfaitaire et aux entreprises sous forme de diminution des prélèvements obligatoires.

Les projets domestiques basés sur la MOC (cf. page 35) devraient également permettre de réduire les émissions hors EU ETS d'environ 10 Mt entre 2008 et 2012.

A partir de 2011, une **éco-redevance kilométrique** concernera également les poids lourds utilisant le réseau routier métropolitain principal non concédé.

La même année, sera progressivement mis en place un affichage généralisé du contenu carbone (en CO₂éq.) des produits de consommation.

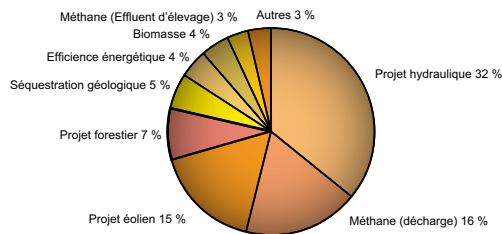
Autres marchés d'échange de permis d'émissions



Compensation volontaire

La compensation volontaire consiste, pour des **entreprises**, des **particuliers** ou des **acteurs publics**, à acheter des crédits carbone correspondant à tout ou partie de leurs émissions de GES. Les crédits carbone utilisés sont issus de projets de réduction d'émissions plus diversifiés que ceux du MDP et de la MOC : le **secteur agroforestier** est par exemple plus représenté.

Répartition des transactions de crédits volontaires dans le monde en 2008 par type de projet (Total : 54 Mt CO₂éq.)



Source : Ecosystem Marketplace, 2009.

Transport

1 000 km (environ un aller retour Paris-Amsterdam) =

- **0,25 t CO₂ en voiture de moyenne cylindrée (1 600 cm³), soit 250 g CO₂/km¹.** Augmenter le nombre de passagers réduit proportionnellement ces émissions.
- **0,27 t CO₂ en avion** (au taux de remplissage de 75 %). Plus le trajet est court et plus il est émetteur au kilomètre car le décollage et l'atterrissage sont proportionnellement plus gourmands en carburant¹.
- **0,04 t CO₂ en train.** Les émissions dépendent de la source d'énergie. En France, elles sont faibles (0,009 t CO₂/ 1 000 km) puisque l'électricité est produite majoritairement à partir d'énergie nucléaire¹.

Production et consommation d'électricité

Une centrale-type d'une capacité de 250 MW fonctionnant en base (8 000 h/an) émet :

- **1,7 Mt CO₂/an** pour une **centrale à charbon** (0,87 t CO₂/MWh, avec un taux d'efficacité thermique de 40 %)².
- **0,72 Mt CO₂/an** pour une **centrale au gaz** (0,36 t CO₂/MWh, avec un taux d'efficacité thermique de 55 %)².

1,5 t CO₂/an sont émises par la consommation électrique d'un ménage européen^{2,3} pour l'éclairage, le chauffage et la consommation des appareils électriques, les principales émissions des bâtiments.

Industrie

Une **aciérie-type** produisant 1Mt d'acier par an émet en moyenne :

- **1,8 Mt CO₂/an** pour une **aciérie de la filière classique** (1,8 t CO₂ par tonne d'acier)².
- **0,5 Mt CO₂/an** pour une **aciérie de la filière électrique** (refonte de déchets) (0,5 t CO₂ par tonne d'acier correspondant aux émissions indirectes dues à l'électricité)².

Parmi les autres industries émettrices de CO₂ :

- **0,35 Mt CO₂/an** pour une **cimenterie-type** produisant 500 000 t/an (0,7 t CO₂ par tonne de ciment)³.
- **0,09 Mt CO₂/an** pour une **verrerie-type** produisant 150 000 t/an (0,6 t CO₂ par tonne de verre)⁴.

Forêt et agriculture

- **580 t CO₂éq.** sont émises **par hectare de forêt tropicale déforesté** (combustion et décomposition)⁵.

L'agriculture émet en moyenne, en France :

- **1 t CO₂éq./an par vache laitière** du fait de la fermentation entérique⁶.
- **0,5 t CO₂éq./an par porc** du fait de ses déjections⁶.

1. Source : Ademe, bilan carbone

2. Source : AIE

3. Source : Cement Sustainability Initiative

4. Source : Fédération des chambres syndicales de l'industrie du verre

5. Source : GIEC

6. Source : CITEPA

Activités anthropiques :

Activités créées par l'homme (industrie, agriculture...).

CCNUCC :

Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (UNFCCC en anglais pour *United Nations Framework Convention on Climate Change*).

CO₂ équivalence :

Méthode de mesure des émissions de gaz à effet de serre qui prend en compte le pouvoir de réchauffement de chaque gaz relativement à celui du CO₂.

GES :

Gaz à effet de serre : constituants gazeux de l'atmosphère, tant naturels qu'anthropiques, qui absorbent et réémettent le rayonnement infrarouge.

GIEC :

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Groupe de recherche piloté par l'Organisation météorologique mondiale et le PNUE (Programme des Nations Unies pour l'environnement), chargé d'organiser la synthèse des travaux scientifiques sur le changement climatique (IPCC en anglais pour *Intergovernmental Panel on Climate Change*).

MDP :

Mécanisme pour un développement propre (CDM en anglais pour *Clean Development Mechanism*).

MOC :

Mise en œuvre conjointe (JI en anglais pour *Joint Implementation*).

Pays de l'annexe I et pays de l'annexe B :

Les pays de l'annexe I de la CCNUCC sont composés des pays développés et des pays en transition vers une économie de marché. Ils composent la majorité des pays de l'annexe B du protocole de Kyoto, qui a pour but d'énoncer les engagements chiffrés auxquels ils doivent se conformer. Seules différences : l'intégration dans les pays de l'annexe B de la Croatie, du Liechtenstein, de Monaco et de la Slovénie ; l'absence de la Biélorussie et de la Turquie.

PIB :

Produit intérieur brut. Mesure de la richesse créée par un pays. Sa mesure en parité de pouvoir d'achat (ppa) permet de réaliser des comparaisons significatives entre les pays.

Quota d'émissions :

Unité de compte du système de marché. Représente une tonne de CO₂.

Soutes internationales :

Transports internationaux par voie aérienne et maritime.

tep :

Tonne-équivalent pétrole. Unité de mesure de l'énergie.

UAQ :

Unité de quantité attribuée (AAU en anglais pour *Assigned Amount Unit*).

URCE :

Unité de réduction certifiée des émissions, unité de transaction du MDP (CER en anglais pour *Certified Emission Reduction*).

URE :

Unité de réduction des émissions, unité de transaction pour la MOC (ERU en anglais pour *Emission Reduction Unit*).

UTCF :

Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt (LULUCF en anglais pour *Land Use, Land Use Change and Forestry*).

Unités

1T	1G	1M
1 000 milliards	1 milliard	1 million
1 ppm	1 ppb	1 ppt
1 pour 1 million	1 pour 1 milliard	1 pour 1 000 milliards

Unités de mesure de l'énergie

Voir : « L'énergie en France - Repères », publié par le SCoE.

Sites utiles

Pour en savoir plus sur les sujets abordés dans ce document, consulter les sites suivants :

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie www.ademe.fr

AEE

Agence européenne pour l'environnement www.eea.europa.eu

AIE

Agence Internationale de l'Energie www.iea.org

Caisse des Dépôts

Mission Climat www.caissedesdepots.fr/missionclimat/fr

CCNUCC

Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques <http://unfccc.int>

CITEPA

Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique www.citepa.org

Commission européenne

CITL - Community International Transaction Log <http://ec.europa.eu/environment/ets>

Direction générale énergie et transports http://ec.europa.eu/energy/index_fr.html

Direction générale de l'environnement <http://ec.europa.eu/environment/climat/emission.htm>

GIEC

Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat www.ipcc.ch

MEEDDM

Ministère de l'écologie, de l'énergie,
du Développement durable et de la Mer www.developpement-durable.gouv.fr

Commissariat général
au développement durable - SOeS www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr

Direction générale de l'énergie et du climat www.developpement-durable.gouv.fr/energie

PNUE - Risø www.uneprisoe.org

Université Paris-Dauphine - CGEMP

Centre de Géopolitique de l'Energie et des Matières Premières www.dauphine.fr/cgemp

WRI

World Resources Institute www.wri.org