

CO₂ et énergie

France et Monde



Édition 2009



Contacts :

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

Bernard Nanot :

bernard.nanot@industrie.gouv.fr

Sami Louati :

sami.louati@industrie.gouv.fr

Caisse des Dépôts - Mission Climat

Anaïs Delbosc :

anais.delbosc-e@caissedesdepots.fr

Cécile Bordier :

mission-climat@caissedesdepots.fr

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 climatique	7
1.7 Conséquences du réchauffement climatique	8

Partie 2

Les gaz à effet de serre en Europe et dans le monde

2.1 Panorama mondial des gaz à effet de serre.....	10
2.2 Les GES autres que le CO ₂ dans le monde.....	12
2.3 Les GES autres que le CO ₂ dans l'UE à 27	13

Partie 3

CO₂ et énergie en Europe et dans le monde

3.1 Emissions de CO ₂ dues à l'énergie.....	14
3.2 Emissions de CO ₂ dues à la production d'électricité et de chaleur	20
3.3 Facteurs d'émissions de CO ₂	22

Partie 4

CO₂ et énergie en Europe et en France

4.1 La combustion d'énergie : première source d'émission de CO ₂ de l'UE	23
4.2 Emissions de CO ₂ dues à la production et à la transformation d'énergie	24
4.3 Emissions de CO ₂ des transports	26
4.4 Emissions de CO ₂ dans l'industrie	28
4.5 Emissions de CO ₂ dans le résidentiel-tertiaire	30

Partie 5

Les instruments économiques de lutte contre le changement climatique

5.1 Le protocole de Kyoto	32
5.2 Le Mécanisme pour un développement propre.....	34
5.3 La Mise en œuvre conjointe.....	35
5.4 Le marché de permis négociables d'émissions.....	36
5.5 Les engagements de l'Union européenne.....	37
5.6 Le marché européen des quotas de CO ₂	38
5.7 Emergence d'un prix de la tonne de CO ₂	40
5.8 Autres initiatives de réduction d'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)

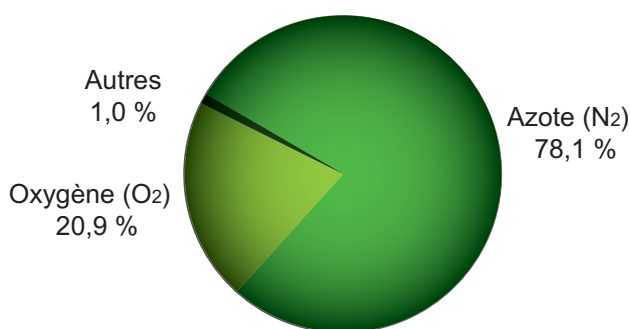


Source : d'après GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

Le Soleil fournit de l'énergie par ses rayonnements. La Terre les absorbe puis réémet la même quantité d'énergie sous forme de rayonnements infrarouges (IR), ce qui assure son équilibre énergétique. **En l'absence de gaz à effet de serre (GES), la température terrestre serait de -19°C .** Avec l'apparition des GES, une partie des rayons IR est renvoyée vers le sol. La température de la Terre s'accroît jusqu'à ce que l'énergie réémise égale l'énergie reçue. **La présence de GES** augmente la température au sol qui atteint **$+14^\circ\text{C}$** .

Atmosphère et gaz à effet de serre

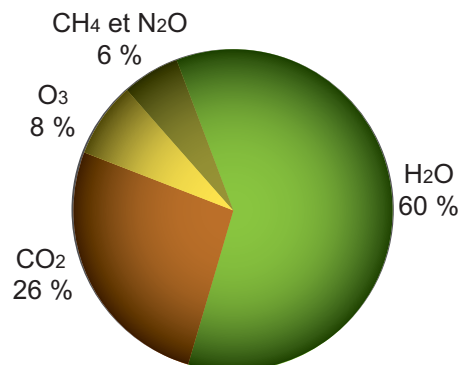
Composition de l'atmosphère sèche
(% du volume hors H_2O)



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

Les GES occupent **moins de 0,1 % du volume atmosphérique**. L'abondance de la vapeur d'eau (non représentée ci-dessus) varie de 0,4 % à 4 % en volume.

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.

La vapeur d'eau a la plus grande part dans l'effet de serre actuel. Les gaz synthétiques fluorés (HFC, PFC et SF_6) ont une contribution à l'effet de serre global négligeable.

La température de l'atmosphère a augmenté au cours de l'ère industrielle. Ce réchauffement climatique est dû à l'**amplification de l'effet de serre naturel par les activités humaines**.

1.2 – L'homme et l'effet de serre

Les gaz à effet de serre influencés par les activités humaines

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC*	PFC*	SF ₆ *
Concentration atmosphérique 2005	379 ppm	1 774 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	25	298	[124 ;14 800]	[7 300 ;12 200]	22 800

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

* Gaz synthétiques référencés par le protocole de Kyoto. HFC = hydrofluorocarbures, PFC = perfluorocarbures.

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.

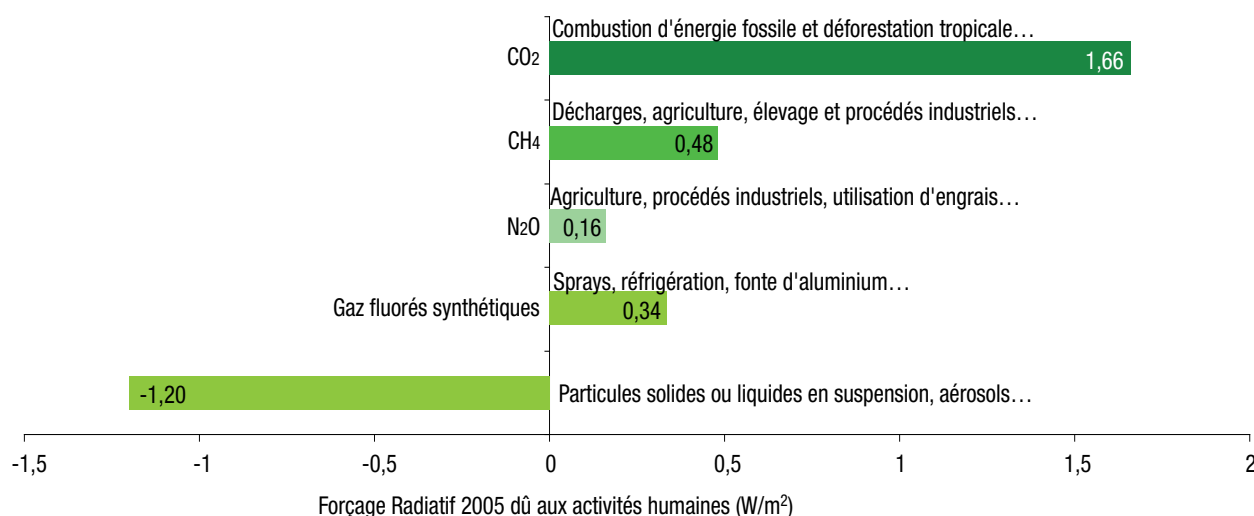
Le **Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)** d'un gaz est le rapport entre l'énergie renvoyée vers le sol en 100 ans par 1 kg de ce gaz et celle que renverrait 1 kg de CO₂. Le PRG dépend des concentrations et des durées de vie des gaz.

Ex. : **1 kg de CH₄** et **25 kg de CO₂**, émis au même moment, auront autant réchauffé l'atmosphère au bout d'un siècle.

Les perturbations dues aux activités humaines

Le **forçage radiatif** (en W/m²) 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. Une valeur positive signifie une contribution positive au réchauffement (et inversement).

Perturbations anthropiques du forçage radiatif depuis l'ère industrielle



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

Si le **CO₂** 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 contribuent à diminuer le forçage radiatif, par l'émission **d'aérosols** notamment. Ceux-ci ne compensent pas les contributions positives au forçage radiatif.

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

Les réservoirs et les flux de carbone

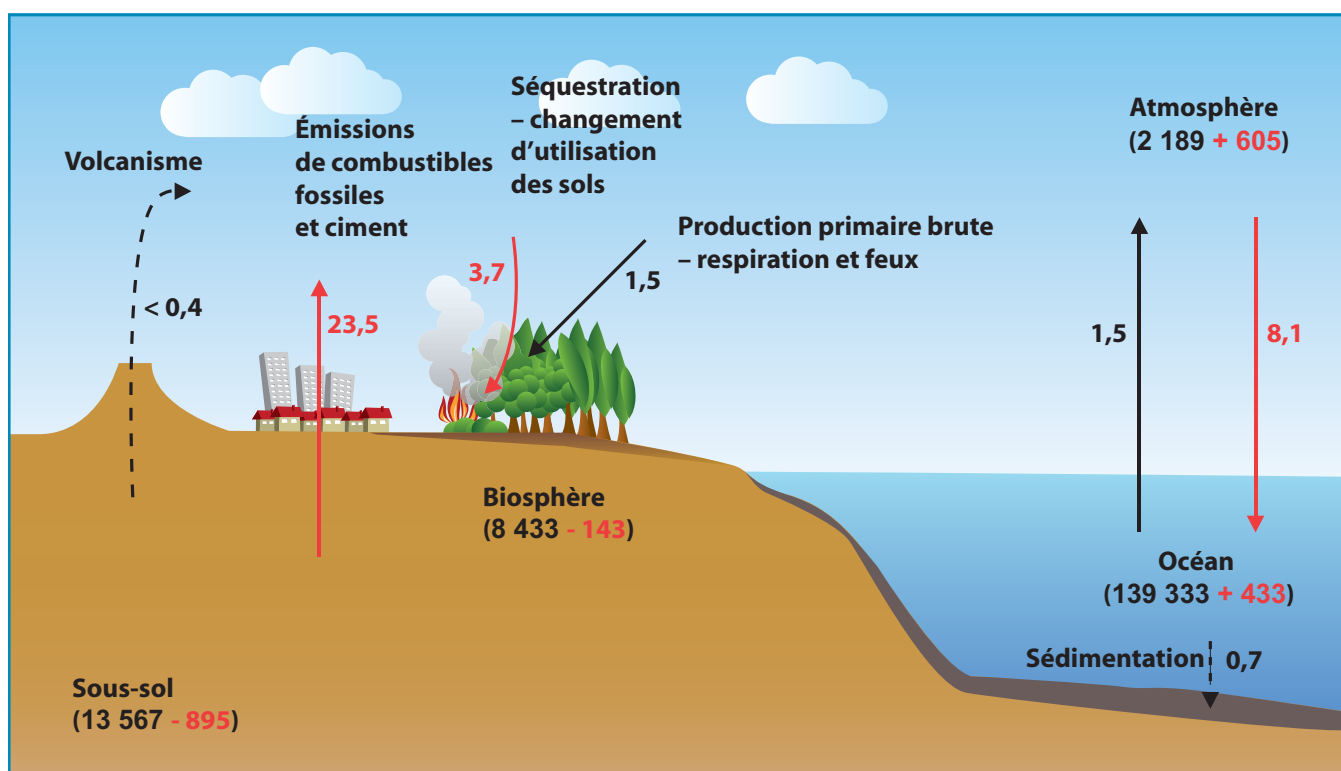
Quatre grands réservoirs permettent de stocker le carbone sous différentes formes :

- **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 du carbone, qui est modifié par les émissions de CO₂ issues des activités humaines.

Cycle simplifié du CO₂

Cycle du carbone au cours des années 1990



Réservoirs et flux « naturels » sont en noir. Les modifications du cycle du carbone résultant des activités humaines sont en rouge. Les flux nets de carbone observés au cours des années 1990 sont exprimés en milliards de tonnes d'équivalent CO₂ par an. Ces flux sont variables dans le temps, ce qui explique que les flux de carbone d'origine anthropique ne correspondent pas toujours aux variations observées des réservoirs. Ces derniers résultent des flux cumulés depuis 1750 jusqu'en 1994 et sont exprimés en milliards de tonnes d'équivalent CO₂.

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

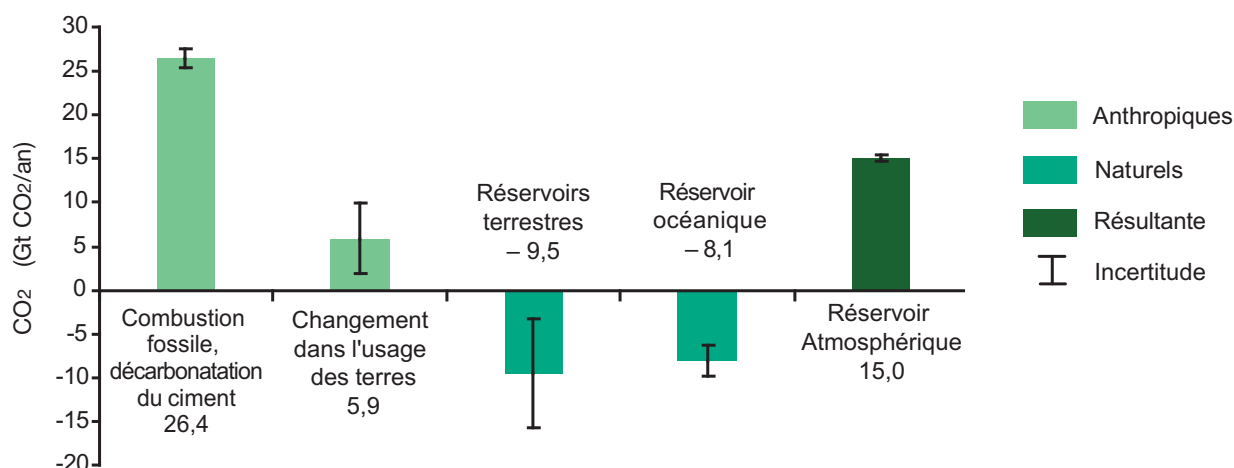
Les activités humaines dérèglent le cycle naturel du carbone en modifiant la valeur des flux échangés ou en en créant de nouveaux. C'est par exemple le cas de la combustion des réserves de carbone organique fossile (charbon, pétrole...).

Sur les **1 038 Gt de CO₂** libérées par les activités humaines depuis la biosphère et le sous-sol, 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 absorbée 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

Flux annuel de CO₂ par source et réservoir et incertitudes associées



Les données sur les émissions dues à la combustion d'énergies fossiles et à la production de ciment, le réservoir océanique ainsi que l'accroissement atmosphérique résultant concernent la période 2000-2005. Les flux terrestres sont ceux des années 1990.

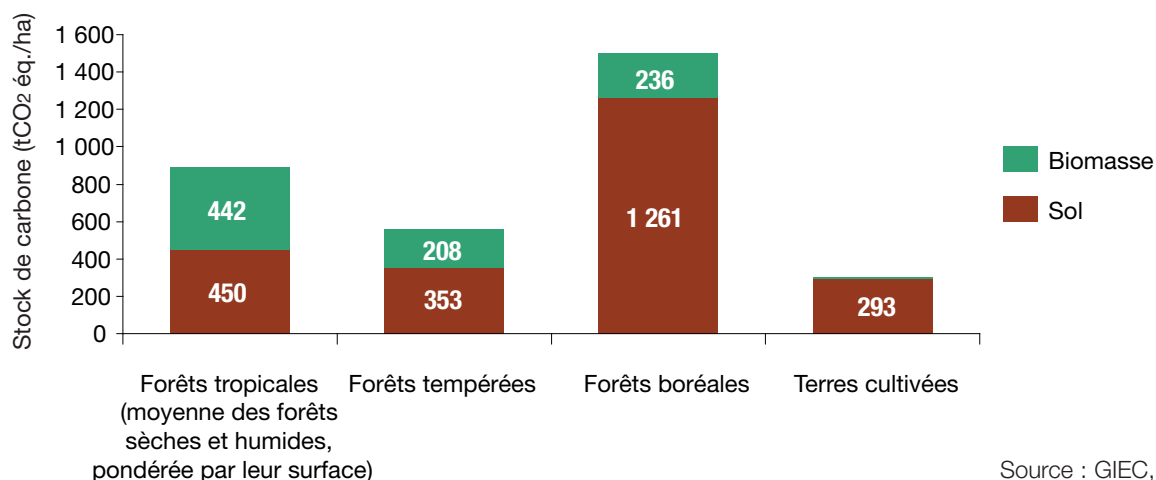
Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

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 CO₂**.

L'importance du carbone forestier

La forêt représente le plus important réservoir terrestre de carbone. **Elle séquestre environ 9,5 Gt CO₂éq./an**, l'équivalent de **30 % des émissions de GES mondiales**. Le stock de carbone augmente légèrement sous l'action de l'homme (**fertilisation azotée, fertilisation au CO₂, reboisement**).

Contenu en carbone des forêts

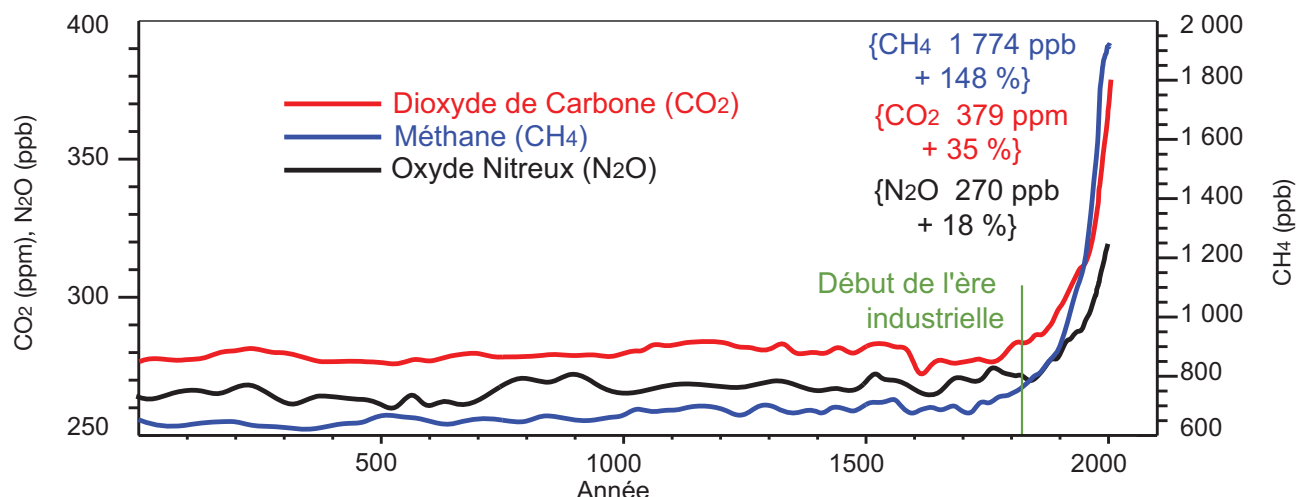


Source : GIEC, 2000.

La **déforestation** entraîne des émissions de GES via la **combustion** et la **décomposition** des matières organiques, principalement sous forme de CO₂. En 2004, les émissions dues à la déforestation ont atteint **8,7 Gt CO₂éq.**, il s'agit du troisième secteur le plus émetteur après l'approvisionnement énergétique et l'industrie.

1.5 – Concentration de GES et températures

Concentrations atmosphériques de GES de l'an 0 à 2005



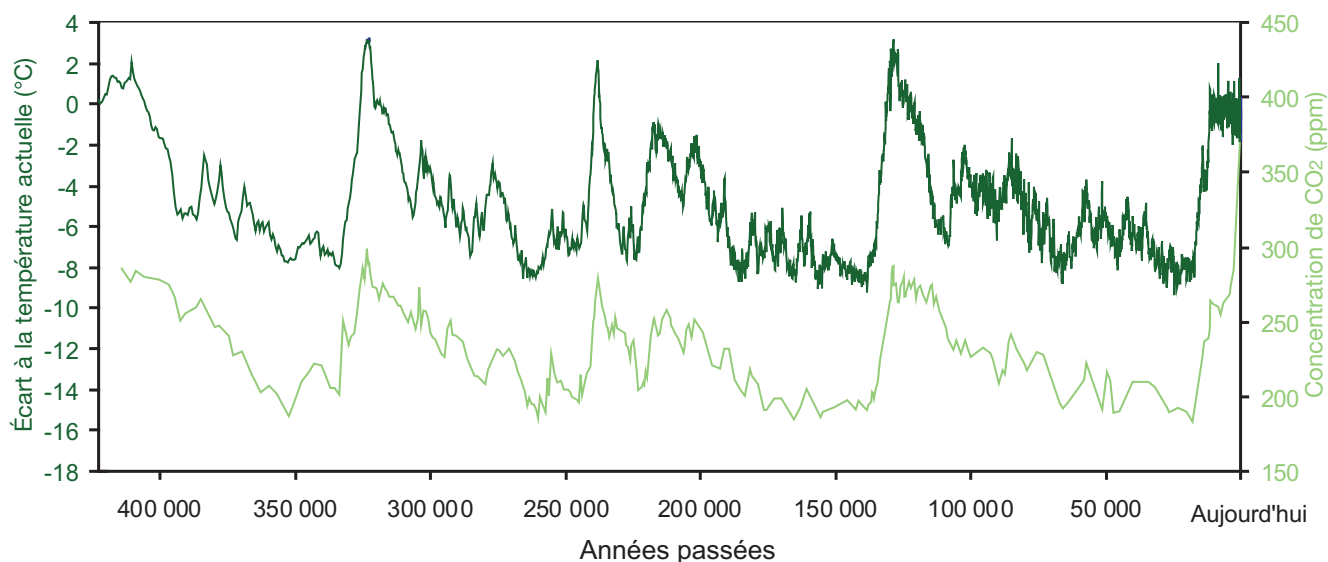
Le chiffre entre crochets indique la concentration des GES atmosphériques en 2005 et leur pourcentage de croissance depuis 1750.

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 2007, la concentration atmosphérique en CO₂ a atteint 383 ppm**, soit 37 % de plus que son niveau préindustriel. (Source : Organisation météorologique mondiale, 2008).

Corrélation entre température et concentration de CO₂

Température et concentration de CO₂ dans l'atmosphère des 400 000 dernières années



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

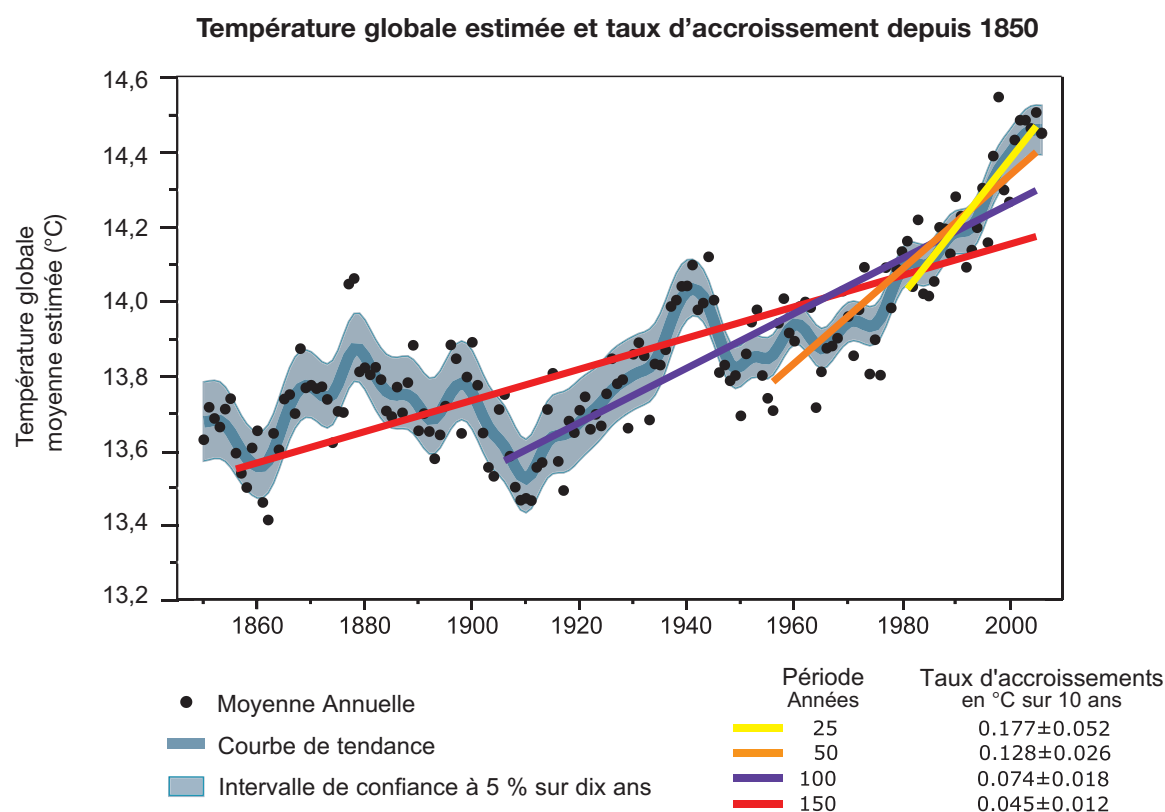
Source : World Data Center for Paleoclimatology, Boulder & NOAA Paleoclimatology Program.

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 climatique

Évolution récente de la température terrestre



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**.

Un réchauffement plus ou moins marqué selon les latitudes

Le réchauffement prévu varie selon la **latitude**. Le réchauffement sera **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), 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.

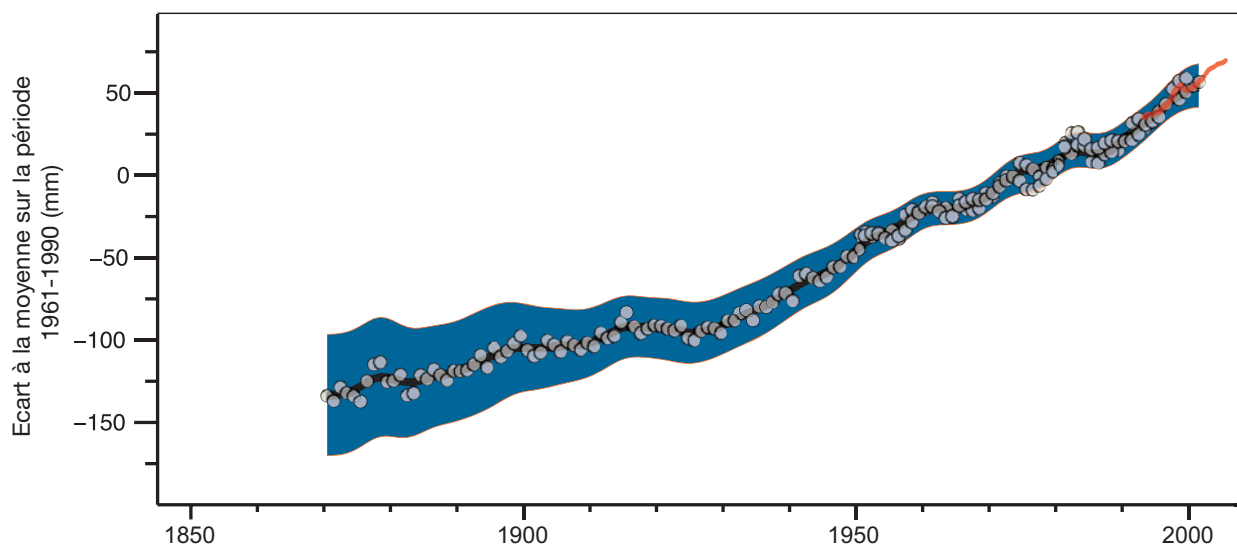
Source : Scénario A1B (hors incertitudes), GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

1.7 – Conséquences du réchauffement climatique

Élévation 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 glacières du Groenland	0,05 ± 0,12	3 %	0,21 ± 0,07	7 %
Couvertures glacières 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.

Le **taux d'accroissement du niveau des mers** s'accélère durant **la dernière décennie**, principalement du fait de la dilatation thermique.

A l'échelle de la dernière 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**.

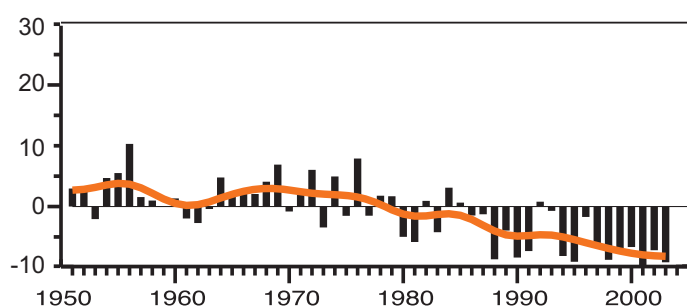
Les événements extrêmes

Un événement climatique sera considéré comme extrême s'il dépasse de beaucoup des **niveaux de référence**. Les événements extrêmes se sont toujours produits de manière aléatoire : c'est **l'augmentation de leur fréquence moyenne d'apparition ou de leur intensité moyenne** qui peut indiquer un changement climatique.

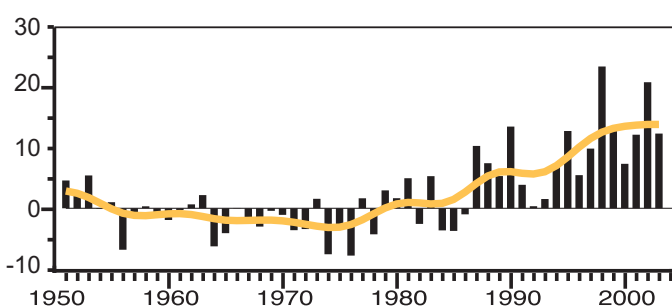
Sont considérés comme des événements extrêmes : les cyclones, les tempêtes, mais aussi les canicules ou les événements pluvieux intenses.

Températures et précipitations extrêmes

Jours inhabituellement froids par an



Jours inhabituellement chauds par an



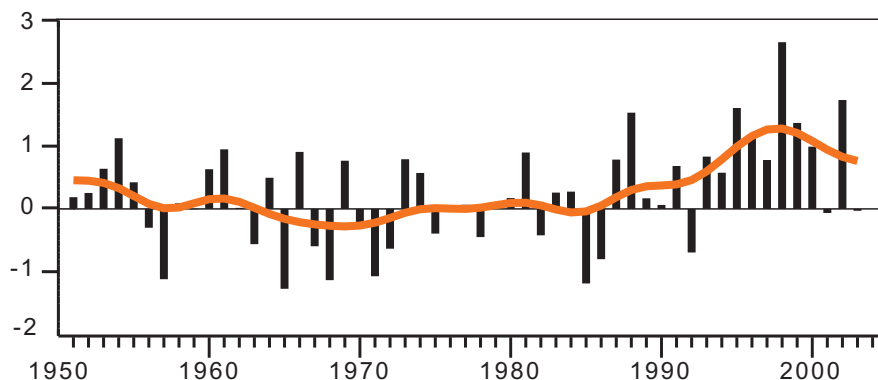
La référence utilisée est la moyenne de l'indicateur considéré sur la période 1961-1990. La courbe orange représente les moyennes mobiles décennales. Toutes les régions du monde ne sont pas représentées par manque de données.

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 de précipitations.

Anomalies de précipitations (%)



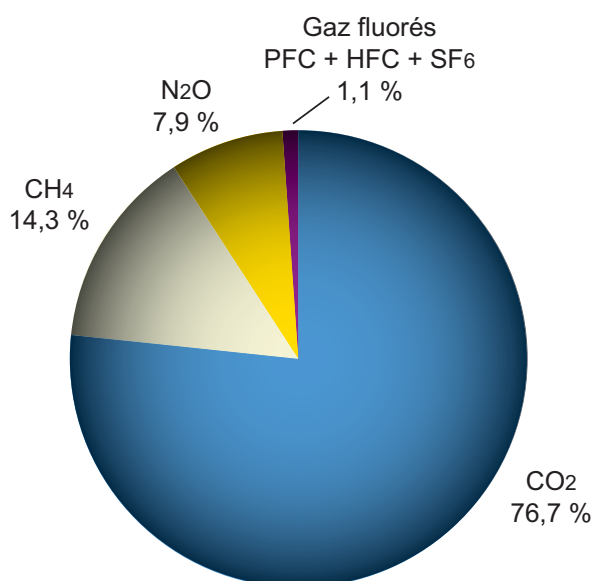
L'indicateur utilisé est la part des pluies anormalement fortes dans les précipitations annuelles. Ce graphique présente l'écart, en %, entre cette part et la moyenne observée sur la période 1961-1990. La courbe orange montre les variations décennales. Toutes les régions du monde ne sont pas représentées 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 CO₂éq. en 2004**.

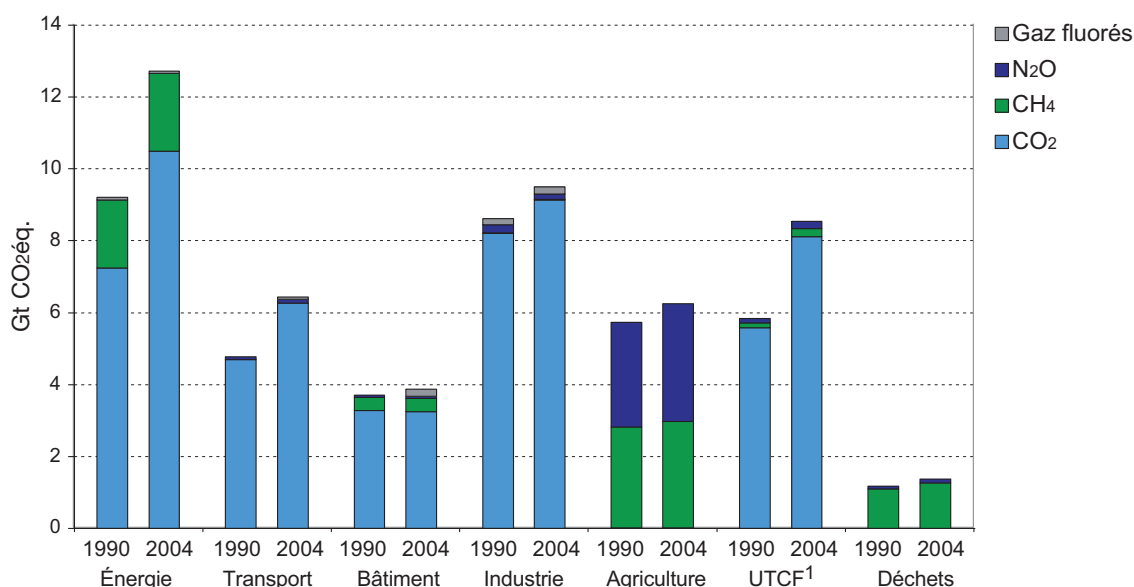
Les émissions de CO₂, qui représentent **plus des trois-quarts des émissions mondiales** en 2004, ont progressé de + 80 % depuis 1970 et de + 28 % depuis 1990.

(1) Dioxyde de carbone (CO₂), protoxyde d'azote (N₂O), méthane (CH₄), hydrofluocarbures (HFC), perfluorocarbures (PFC) et hexafluorure de soufre (SF₆).

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

Émissions mondiales de GES par secteur

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

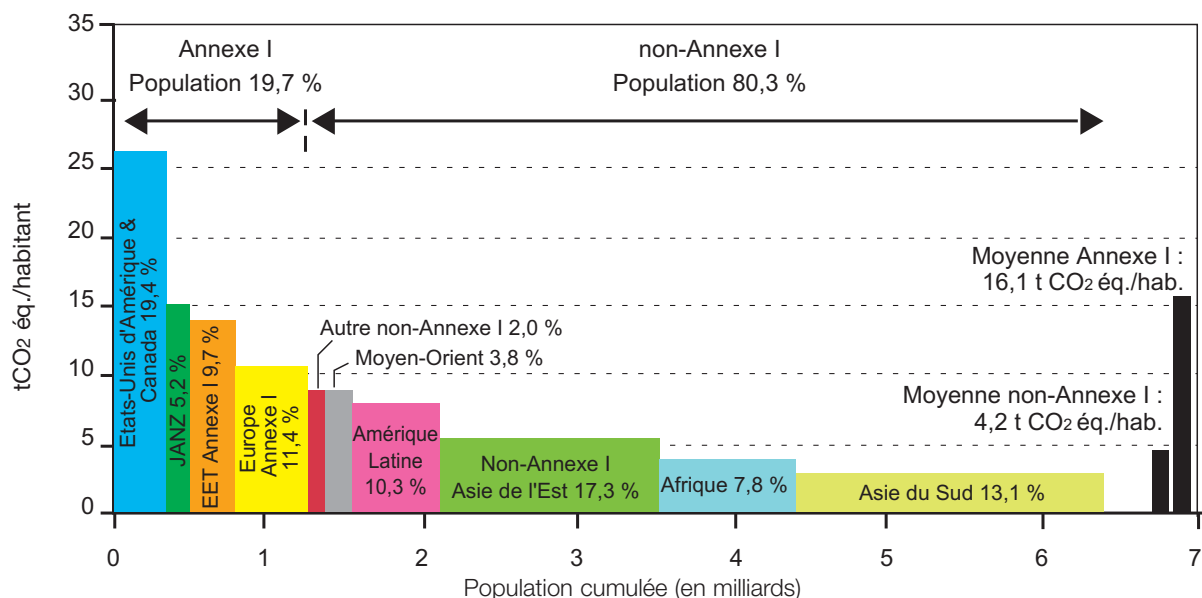


Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

La hausse la plus significative depuis 1990 est attribuée à **l'utilisation des terres, leur changement et la forêt (+ 48 %)**, suivie du secteur de **l'énergie (+ 37 %)**, **des transports (+ 32 %)**. S'agissant de l'agriculture et de l'industrie, une hausse de 9 % est observée depuis 1990. Les émissions de GES liées aux secteurs du bâtiment et des déchets restent quasiment stables, avec 3 % de croissance depuis 1990.

(1) Y compris Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt (UTCF).

Répartition régionale des émissions de GES¹ par habitant



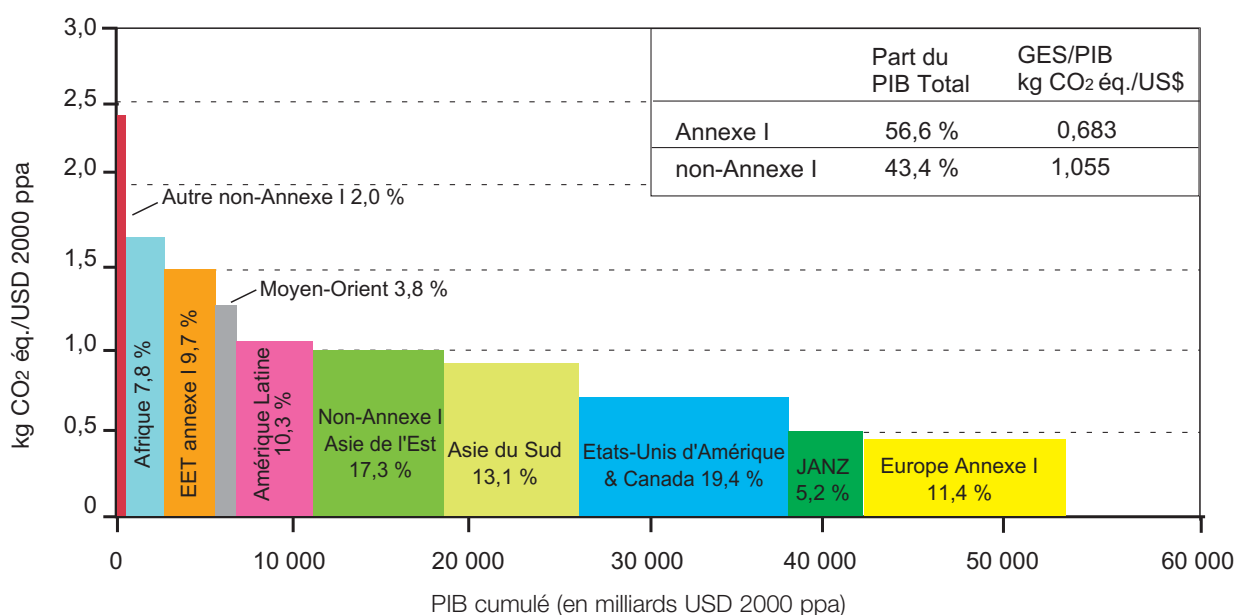
Le pourcentage indiqué correspond à la part des régions dans les émissions globales de GES.

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 CCNUCC² 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 tCO₂ éq.**, 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 GES¹ 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.

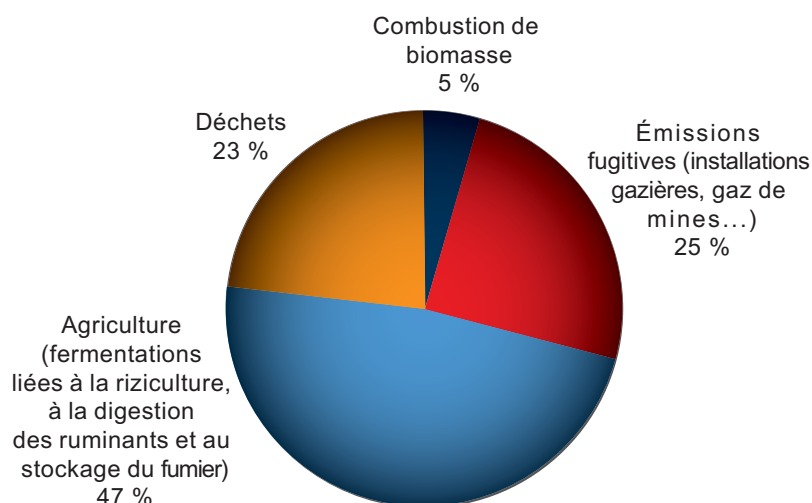
(1) Y compris Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt (UTCF).

(2) Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.

2.2 – Les GES autres que le CO₂ dans le monde

Émissions de méthane (CH₄)

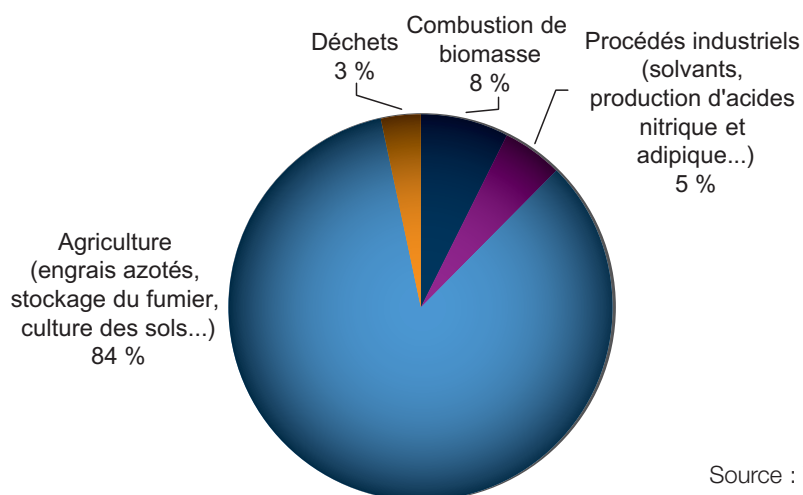
Répartition par secteur en 2000 (Total : 5 850 Mt CO₂éq.)



Source : World Resources Institute.

Émissions d'oxyde nitreux (N₂O)

Répartition par secteur en 2000 (Total : 3 350 Mt CO₂éq.)



Source : World Resources Institute.

Émissions de gaz fluorés (HFC, PFC et SF₆)

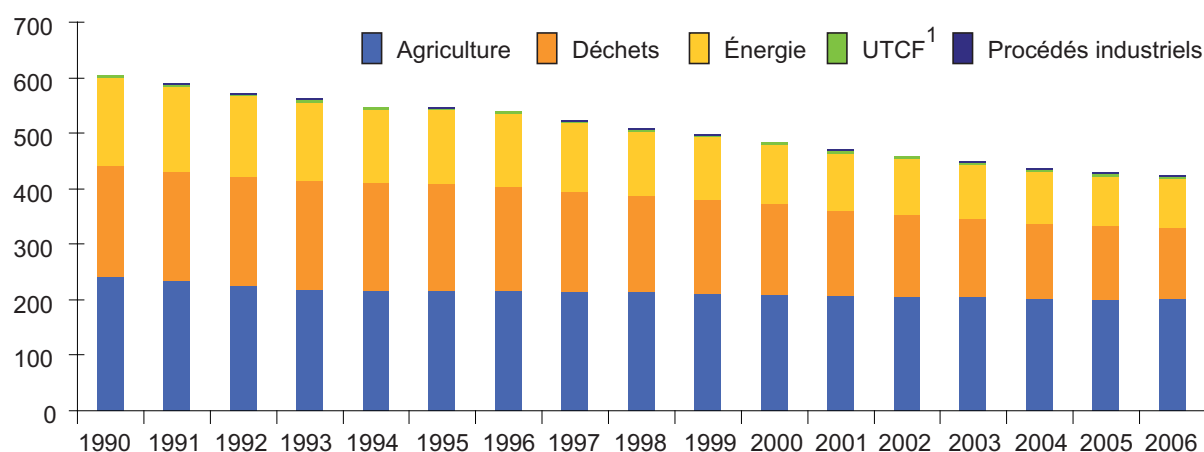
Les gaz fluorés sont tous issus du secteur des Procédés industriels.

	HFC	PFC	SF ₆
Émissions en 2000 (Mt CO ₂ éq.)	265	91	53
Principales sources d'émissions	Réfrigération, aérosols, mousses, extincteurs et semi-conducteurs	Aluminium et semi-conducteurs	Semi-conducteurs, magnésium et distribution d'électricité

Source : World Resources Institute.

2.3 – Les GES autres que le CO₂ dans l'UE à 27

Émissions de méthane (CH₄)



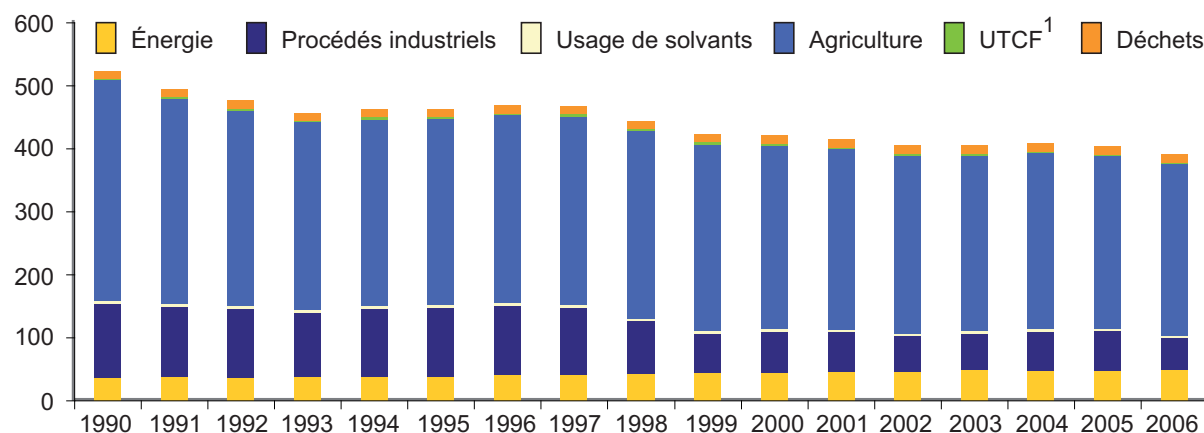
Source : Agence européenne pour l'environnement, 2008.

(1) Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt (UTCF).

Les émissions de méthane **ont décliné de 24 %** dans l'Union européenne entre 1990 et 2005 et atteignent **424 Mt CO₂eq.**

Les efforts de réduction les plus importants ont été portés par le secteur énergétique et celui du traitement des déchets, avec une baisse respective de 45 % et 35 %.

Émissions d'oxyde nitreux (N₂O)



Source : Agence européenne pour l'environnement, 2008.

(1) Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt (UTCF).

Les émissions d'oxyde nitreux sont en **baisse de 25 %** par rapport à leur niveau de 1990 et atteignent **392 Mt CO₂eq.**

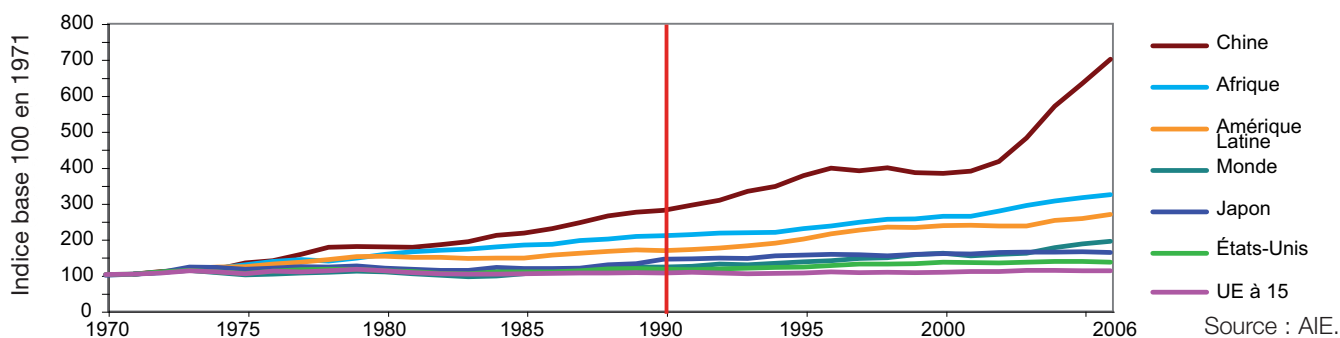
Les émissions du secteur agricole et des procédés industriels ont décliné respectivement de 22 % et 57 % depuis 1990. En revanche, le secteur énergétique enregistre une hausse de 33 %.

Émissions de gaz fluorés (HFC, PFC, SF₆)

Les émissions de **HFC** en Europe **ont augmenté de 121 % entre 1990 et 2006**. Elles avoisinent **62 Mt CO₂eq.** en 2006. Les HFC sont utilisés en substitution des CFC (chlorofluorocarbures) et HCFC (hydrochlorofluorocarbures) nocifs pour la couche d'ozone. Les émissions européennes de **PFC** ont **diminué de 75 %** entre 1990 et 2006 pour égaler **5,2 Mt CO₂eq.** en 2006. Les émissions de **SF₆** atteignent **9,6 Mt CO₂eq.** en 2006, en **baisse de 13 % par rapport à 1990**.

3.1 – Émissions de CO₂ dues à l'énergie

Émissions de CO₂ dues à l'énergie¹ dans le monde

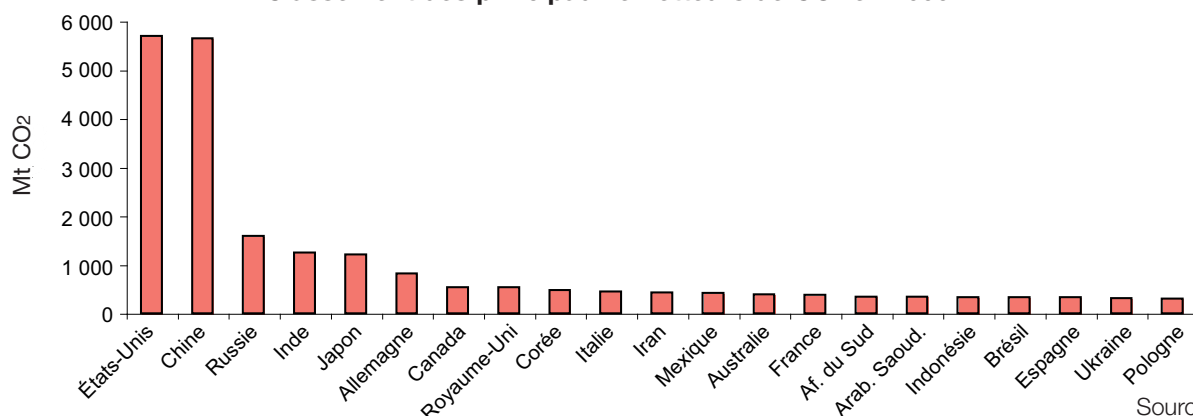


En 2006, les émissions mondiales de CO₂ dues à l'énergie ont atteint **28 milliards de tonnes** de CO₂ (Gt CO₂), soit un bond de **33 %** depuis 1990. Cette hausse provient principalement de la **Chine**, dont les émissions de **5,7 Gt CO₂** sont désormais comparables à celles des **États-Unis**. Ces deux pays ont contribué à **plus de 40 % des émissions mondiales** de CO₂ dues à la combustion d'énergie en 2006.

En Mt CO ₂	1990	2005	2006	Part en % en 2006	Evolution (%) 2005-2006	Evolution (%) 1990-2006
Amérique du Nord	5 588	6 743	6 652	23,8	-1,4	+19,0
Canada	432	556	539	1,9	-3,1	+24,7
États-Unis	4 863	5 785	5 697	20,3	-1,5	+17,1
Mexique	293	402	416	1,5	+3,5	+42,1
Amérique latine	603	932	972	3,5	+4,3	+61,2
Europe et ex-URSS	7 945	6 654	6 768	24,2	+1,7	-14,8
dont : UE à 27	4 063	3 979	3 983	14,2	+0,1	-2,0
Autres pays hors UE à 27	3 882	2 675	2 785	9,9	+4,1	-28,3
dont : Russie	2 180	1 531	1 587	5,7	+3,7	-27,2
Afrique	549	832	854	3,1	+2,7	+55,5
Moyen-Orient	588	1 227	1 291	4,6	+5,2	+119,6
Extrême-Orient	4 819	9 395	10 055	35,9	+7,0	+108,6
dont : Chine	2 244	5 101	5 648	20,2	+10,7	+151,7
Corée du Sud	229	469	476	1,7	+1,5	+107,6
Inde	589	1 161	1 250	4,5	+7,7	+112,1
Japon	1 071	1 228	1 213	4,3	-1,2	+13,2
Océanie	281	423	431	1,5	+1,8	+53,4
dont : Australie	260	387	394	1,4	+1,9	+51,8
Soutes internationales maritimes et aériennes²	613	940	980	3,5	+4,2	+59,7
Monde	20 988	27 146	28 003	100,0	+3,2	+33,4

Source : AIE.

Classement des principaux émetteurs de CO₂ en 2006



(1) Les émissions dues à l'énergie regroupent les émissions issues de la combustion d'énergie fossile destinée à transformer une énergie primaire en énergie secondaire (production d'électricité, raffinage du pétrole, etc.) ou à être utilisée pour un usage final (carburant pour le transport, fioul pour le chauffage, etc.).

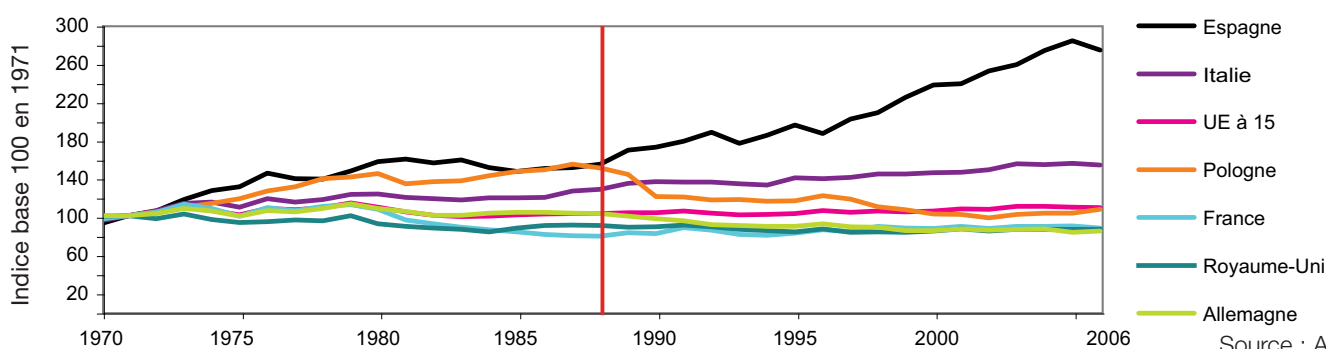
(2) Les émissions des soutes internationales maritimes et aériennes sont exclues du total national.

Émissions de CO₂ dues à l'énergie dans l'UE

En Mt CO ₂	1990	2005	2006	Part en % en 2006	Evolution (%) 2005-2006	Evolution (%) 1990-2006
Total UE à 27	4 063	3 979	3 983	100,0	+0,1	-2,0
dont : UE à 15	3 091	3 270	3 258	81,8	-0,4	+5,4
Allemagne	950	811	823	20,7	+1,5	-13,4
Autriche	57	75	73	1,8	-2,9	+28,8
Belgique	110	120	117	2,9	-2,7	+6,3
Danemark	50	47	55	1,4	+16,5	+9,5
Espagne	206	339	328	8,2	-3,5	+59,2
Finlande	54	55	67	1,7	+21,4	+22,9
France	352	387	377	9,5	-2,4	+7,2
Grèce	70	95	94	2,4	-1,1	+34,0
Hongrie	69	57	56	1,4	-0,9	-17,7
Italie	398	454	448	11,2	-1,3	+12,6
Pays-Bas	157	183	178	4,5	-2,4	+13,9
Pologne	344	294	306	7,7	+4,0	-11,0
Portugal	39	63	56	1,4	-10,2	+43,4
Rép. tchèque	155	120	121	3,0	+0,9	-22,0
Roumanie	167	92	95	2,4	+3,2	-43,3
Royaume-Uni	553	535	536	13,5	+0,2	-3,0
Suède	53	50	48	1,2	-4,3	-8,5

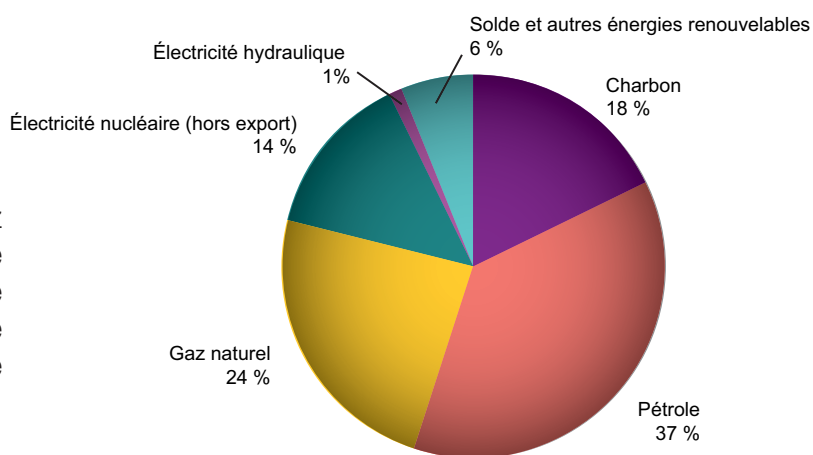
Source : AIE.

En 2006, les émissions de CO₂ dues à l'énergie dans l'UE sont de **2 % inférieures** à celles de 1990. Des records de hausse ont été enregistrés dans des pays à forte croissance économique. La restructuration de l'industrie, suite à la réunification, explique la baisse de - 13,4 % des émissions de l'Allemagne. La baisse des émissions britanniques (- 3 %) résulte notamment d'un report massif de l'approvisionnement énergétique du charbon vers le gaz. Les douze nouveaux États membres de l'UE, représentant 18 % des émissions totales de l'UE en 2006, ont vu leurs émissions chuter de plus de 25 % depuis 1990 avec la restructuration de leurs économies. Les émissions de l'UE à 15 ont augmenté de 5,4 %.



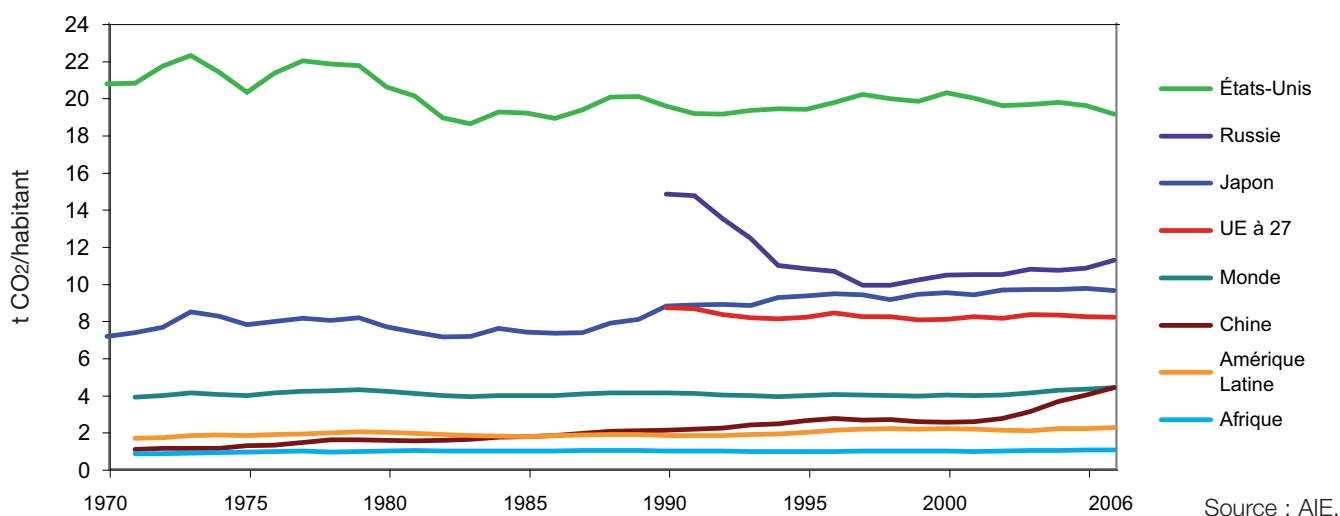
Mix énergétique primaire de l'UE à 27 (total en 2006 : 1 822 Mtep)

Les énergies fossiles (charbon, gaz naturel et pétrole) représentent près de 80 % de la consommation énergétique primaire européenne. En France, ce ratio n'est que de 53 % en raison de l'importance du parc nucléaire.



3.1 – Émissions de CO₂ dues à l'énergie

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



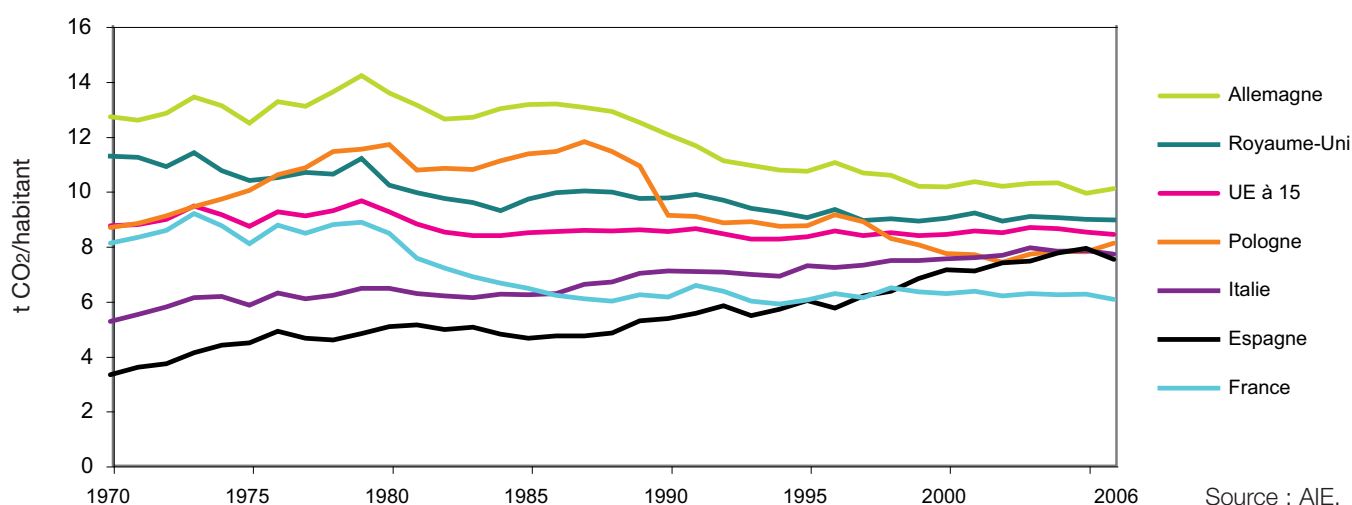
Sur la période 1990-2006, **le niveau des émissions de CO₂ par habitant est à la hausse** dans la plupart des régions du monde. L'**UE (-6,1 %)** et l'**ex-URSS (-33 %)** figurent parmi les exceptions.

L'écart de développement et un accès limité à l'énergie restreignent les émissions du continent africain, ce qui explique un niveau d'émission par habitant bien plus faible que pour les autres régions, avec seulement 0,9 t CO₂ émise par habitant. En Chine, malgré un doublement entre 1990 et 2006, les émissions de CO₂ par habitant demeurent faibles (4,3 t CO₂).

En tonne de CO ₂ par habitant	1990	2005	2006	Evolution (%) 2005-2006	Evolution (%) 1990-2006	Population en 2006 (millions)
Amérique du Nord	15,6	15,6	15,2	-2,3	-2,2	437
Canada	15,6	17,2	16,5	-4,1	+5,8	33
États-Unis	19,4	19,5	19,0	-2,5	-2,3	300
Mexique	3,6	3,9	4,0	+2,6	+10,2	105
Amérique latine	1,7	2,1	2,1	+3,0	+26,2	455
Europe et ex-URSS	9,4	7,6	7,7	+1,4	-17,9	878
dont : UE à 27	8,6	8,1	8,1	-0,3	-6,1	494
Autres pays hors UE à 27	10,4	7,0	7,3	+3,9	-30,3	384
dont : Russie	14,7	10,7	11,1	+4,1	-24,2	143
Afrique	0,9	0,9	0,9	+0,4	+5,3	937
Moyen-Orient	4,5	6,6	6,8	+3,0	+52,5	189
Extrême-Orient	1,7	2,6	2,8	+5,9	+68,2	3 614
dont : Chine	2,0	3,9	4,3	+10,1	+117,8	1 319
Corée du Sud	5,3	9,7	9,9	+1,2	+84,3	48
Inde	0,7	1,1	1,1	+6,2	+62,3	1 110
Japon	8,7	9,6	9,5	-1,2	+9,4	128
Océanie	13,7	17,2	17,3	+0,6	+26,6	25
dont : Australie	15,1	18,9	19,0	+0,6	+25,7	21
Monde	4,0	4,2	4,3	+2,0	+7,4	6 536

Source : AIE.

Émissions de CO₂ dues à l'énergie par habitant dans l'UE



En 2006, un habitant de l'UE à 27 émet en moyenne 8,1 t CO₂, **en baisse de -6,1 %** par rapport à 1990. Cette baisse s'explique essentiellement par la chute des émissions liées aux restructurations industrielles observées en Allemagne (-17 %), au Royaume-Uni (-8 %) et dans les nouveaux États-membres tels que la Pologne (-11 %). En comparaison, l'UE à 15 voit ses émissions de CO₂ par habitant baisser légèrement de -1 % entre 1990 et 2006.

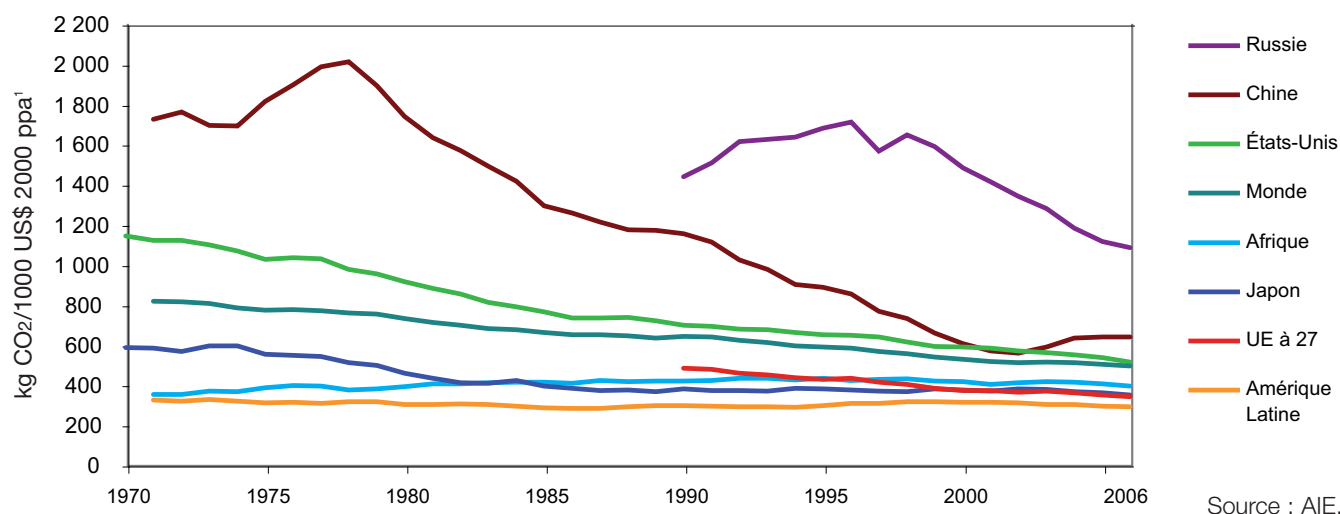
Avec seulement 6 t CO₂ émises par habitant, la France reste largement en dessous de la moyenne européenne, grâce principalement à un appareil de production d'électricité sobre en carbone et à son parc de véhicules fonctionnant majoritairement au diesel.

En tonne de CO ₂ par habitant	1990	2005	2006	Evolution (%) 2005-2006	Evolution (%) 1990-2006	Population en 2006 (millions)
Total UE à 27	8,6	8,1	8,1	-0,3	-6,1	494
dont : UE à 15	8,4	8,4	8,3	-0,9	-1,2	390
Allemagne	12,0	9,8	10,0	+1,6	-16,5	82
Autriche	7,4	9,1	8,8	-3,5	+19,4	8
Belgique	11,1	11,5	11,1	-3,3	+0,5	11
Danemark	9,8	8,7	10,1	+16,1	+3,5	5
Espagne	5,3	7,8	7,4	-5,0	+40,9	44
Finlande	10,9	10,5	12,7	+20,9	+16,3	5
France	6,1	6,2	6,0	-2,9	-1,3	63
Grèce	6,8	8,6	8,4	-1,5	+24,2	11
Hongrie	6,6	5,6	5,6	-0,8	-15,3	10
Italie	7,0	7,7	7,6	-1,7	+8,5	59
Pays-Bas	10,5	11,2	10,9	-2,5	+4,2	16
Pologne	9,0	7,7	8,0	+4,1	-11,3	38
Portugal	3,9	5,9	5,3	-10,5	+35,4	11
Rép. tchèque	15,0	11,7	11,8	+0,6	-21,3	10
Roumanie	7,2	4,2	4,4	+3,5	-39,1	22
Royaume-Uni	9,7	8,9	8,9	-0,3	-8,3	61
Suède	6,2	5,6	5,3	-4,8	-13,8	9

Source : AIE.

3.1 – Émissions de CO₂ dues à l'énergie

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



En général, la quantité de CO₂ émise pour la création d'une unité de PIB, appelée intensité d'émission de CO₂ par rapport au PIB, est en baisse (**−23 % depuis 1990**), sauf au **Moyen-Orient (+16 %)**.

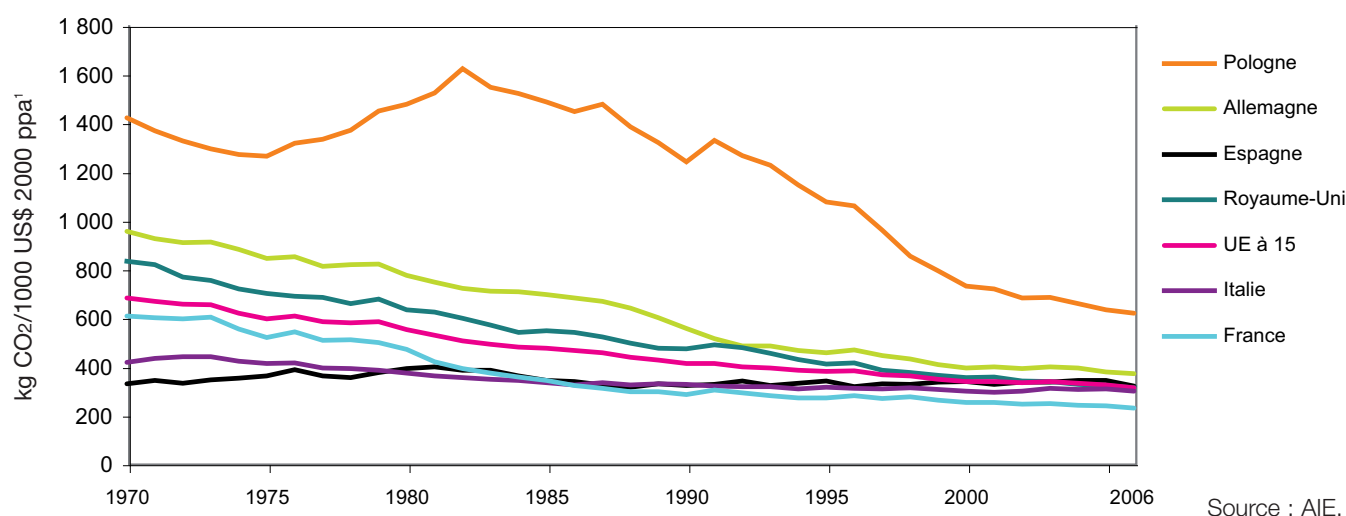
En **Chine**, la forte baisse affichée entre 1990 et 2006 (−45 %) masque une tendance à la hausse de cet indicateur entre 2002 et 2005 (+15 %). Cette reprise s'explique par la forte croissance économique du pays dont les besoins énergétiques croissants sont essentiellement comblés par l'usage du charbon. Malgré une baisse sensible depuis 1990 (−25 %), la **Russie** continue d'afficher un niveau élevé pour cet indicateur (une unité de PIB, exprimée en US\$ 2000 ppa¹ entraîne des émissions de CO₂ supérieures à 1 tonne en moyenne).

En kg CO ₂ par millier US\$ 2000 ppa ¹	1990	2005	2006	Evolution (%) 2005-2006	Evolution (%) 1990-2006	PIB en 2006 (milliards de US\$ 2000 ppa ¹)
Amérique du Nord	669	522	500	−4,2	−25,4	13 313
Canada	660	562	530	−5,7	−19,8	1 017
États-Unis	689	528	506	−4,3	−26,6	11 265
Mexique	458	409	404	−1,2	−11,9	1 030
Amérique latine	290	288	284	−1,4	−2,2	3 425
Europe et ex-URSS	685	452	442	−2,1	−35,5	15 307
dont : UE à 27	475	343	333	−3,0	−29,9	11 963
Autres pays hors UE à 27	1 275	853	833	−2,4	−34,7	3 344
dont : Russie	1 431	1 109	1 077	−2,9	−24,7	1 474
Afrique	413	398	387	−2,8	−6,2	2 207
Moyen-Orient	763	890	887	−0,3	+16,3	1 456
Extrême-Orient	566	479	476	−0,6	−15,9	21 129
dont : Chine	1 146	633	634	+0,1	−44,7	8 916
Corée du Sud	535	486	470	−3,3	−12,3	1 014
Inde	419	345	340	−1,4	−18,8	3 671
Japon	374	355	343	−3,3	−8,3	3 538
Océanie	655	595	592	−0,5	−9,6	729
dont : Australie	704	628	624	−0,6	−11,4	632
Monde	635	496	486	−2,0	−23,3	57 564

(1) Parité de pouvoir d'achat.

Source : AIE.

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



Les niveaux d'émission de CO₂ par unité de PIB des économies européennes restent relativement faibles par rapport aux autres régions du monde. Toutefois, si les pays de l'UE à 15 montrent une certaine homogénéité, avec des niveaux compris entre 0,22 kg CO₂/USD pour la France et 0,37 kg CO₂/USD pour l'Allemagne, les nouveaux États membres présentent des niveaux d'émission bien supérieurs (0,61 kg CO₂/USD pour la Pologne en 2006). Grâce à ce potentiel de réduction, **la baisse observée depuis 1990 pour l'UE à 27 (-30 %)** est supérieure à celle de l'UE à 15 (-24 %).

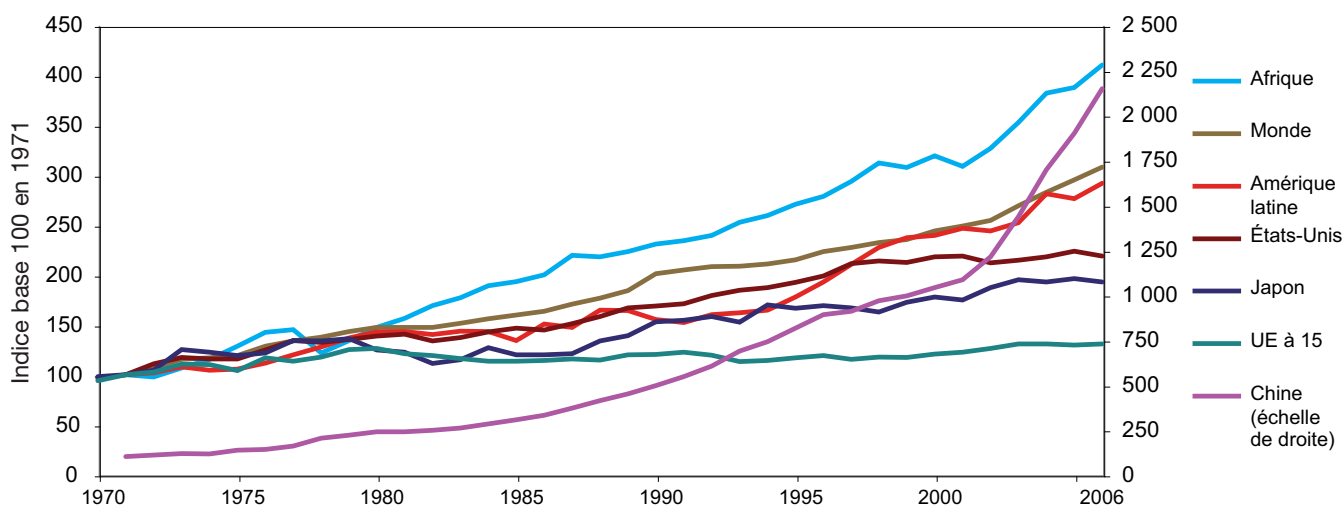
En kg CO ₂ par millier US\$ 2000 ppa ¹	1990	2005	2006	Evolution (%) 2005-2006	Evolution (%) 1990-2006	PIB en 2006 (milliards de US\$ 2000 ppa ¹)
Total UE à 27	475	343	333	-3,0	-29,9	11 963
dont : UE à 15	406	317	307	-3,1	-24,3	10 605
Allemagne	549	370	365	-1,3	-33,5	2 255
Autriche	312	299	281	-6,0	-9,8	259
Belgique	483	395	373	-5,4	-22,7	314
Danemark	424	288	324	+12,5	-23,4	170
Espagne	316	337	313	-7,1	-1,0	1 046
Finlande	498	366	423	+15,6	-15,0	158
France	279	233	223	-4,3	-20,3	1 695
Grèce	440	382	363	-5,1	-17,6	259
Hongrie	591	368	351	-4,6	-40,6	161
Italie	320	301	292	-3,1	-8,8	1 535
Pays-Bas	457	368	348	-5,2	-23,8	512
Pologne	1 234	626	613	-2,0	-50,3	499
Portugal	299	345	306	-11,2	+2,2	184
Rép. tchèque	1 034	648	615	-5,1	-40,5	197
Roumanie	1 064	526	504	-4,1	-52,6	188
Royaume-Uni	467	315	307	-2,6	-34,3	1 749
Suède	262	181	166	-8,0	-36,5	290

(1) Parité de pouvoir d'achat.

Source : AIE.

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

Émissions de CO₂ dues à la production d'électricité et de chaleur dans le monde

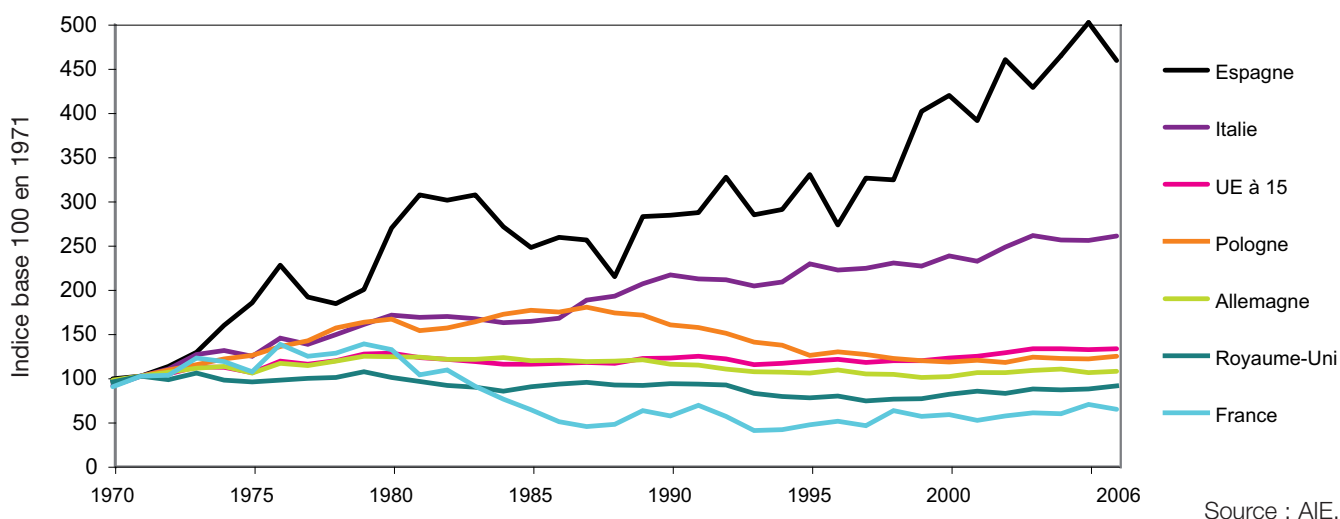


En 2006, les émissions mondiales de CO₂ dues à la production d'électricité et de chaleur ont atteint **11,5 milliards de tonnes de CO₂ (Gt CO₂)**, en hausse de **+53 % depuis 1990**. A elle seule la Chine a contribué à plus de la moitié de cette hausse : ses émissions ont quadruplé sur cette période, pour atteindre 2,8 Gt CO₂ en 2006, soit un niveau largement supérieur à celui des États-Unis.

En Mt CO ₂	1990	2005	2006	Part dans les émissions totales liées à la combustion d'énergie en 2006 (%)	Évolution (%) 2005 -2006	Évolution (%) 1990 -2006	Production d'électricité et de chaleur en 2006 (TWh)
Amérique du Nord	2 032	2 730	2 671	40,2	-2,2	+31,4	5 205
Canada	100	125	115	21,3	-8,0	+15,1	622
États-Unis	1 866	2 471	2 421	42,5	-2,0	+29,8	4 334
Mexique	67	134	135	32,5	+0,6	+102,3	250
Amérique latine	99	176	186	19,1	+5,5	+87,9	962
Europe et ex-URSS	3 371	2 752	2 840	42,0	+3,2	-15,7	8 236
dont : UE à 27	1 504	1 444	1 461	36,7	+1,1	-2,9	4 124
Autres pays hors UE à 27	1 866	1 307	1 380	49,5	+5,5	-26,1	4 112
dont : Russie	1 162	872	913	57,5	+4,8	-21,4	2 780
Afrique	213	359	379	44,4	+5,8	+77,7	588
Moyen-Orient	172	440	457	35,4	+3,9	+165,2	681
Extrême-Orient	1 499	4 336	4 731	47,0	+9,1	+215,6	6 829
dont : Chine	652	2 500	2 829	50,1	+13,2	+333,6	3 588
Corée du Sud	55	203	211	44,4	+3,9	+285,2	455
Inde	245	655	702	56,2	+7,3	+186,3	744
Japon	364	467	459	37,9	-1,8	+26,2	1 097
Océanie	130	240	245	56,8	+2,2	+88,1	295
dont : Australie	126	226	231	58,7	+2,4	+83,5	251
Monde	7 517	11 032	11 509	41,1	+4,3	+53,1	22 796

Source : AIE.

Émissions de CO₂ dues à la production d'électricité et de chaleur dans l'UE



En 2006, les émissions de CO₂ dues à la production d'électricité et de chaleur dans l'UE ont atteint **1,5 milliard de tonnes de CO₂**, dont 1,1 Gt CO₂ dans l'UE à 15, **(+9 % par rapport à 1990)**. L'Allemagne, premier producteur d'électricité en Europe, utilise principalement le charbon comme source d'énergie (plus de 50 % de son mix électrique) : elle représente le quart du CO₂ émis par les centrales européennes. La composition du parc électrique français, dont la production est à 90 % d'origine nucléaire et hydraulique, permet de limiter les émissions de la France à 3,6 % des émissions totales de l'UE, alors que sa production d'électricité et de chaleur contribue à 15 % de la production européenne.

En Mt CO ₂	1990	2005	2006	Part dans les émissions totales liées à la combustion d'énergie en 2006 (%)	Évolution (%) 2005 -2006	Évolution (%) 1990 -2006	Production d'électricité et de chaleur en 2006 (TWh)
Total UE à 27	1 504	1 444	1 461	36,7	+1,1	-2,9	4 124
dont : UE à 15	1 014	1 095	1 104	33,9	+0,9	+8,9	3 413
Allemagne	371	340	345	41,9	+1,3	-7,2	854
Autriche	14	18	17	23,3	-4,4	+21,4	79
Belgique	25	25	24	20,8	-2,0	-2,9	94
Danemark	25	20	28	50,5	+36,8	+13,4	82
Espagne	65	114	105	31,9	-8,6	+62,0	299
Finlande	18	22	33	49,8	+48,9	+86,6	138
France	46	57	52	13,8	-8,0	+13,2	615
Grèce	34	47	44	46,9	-5,2	+28,1	61
Hongrie	21	18	18	32,3	-	-14,2	53
Italie	122	145	148	32,9	+2,1	+20,5	366
Pays-Bas	45	57	54	30,5	-5,0	+21,3	138
Pologne	218	164	168	55,0	+2,5	-22,7	256
Portugal	15	25	22	38,8	-12,9	+47,4	52
Rép. tchèque	63	63	63	52,3	-0,2	+0,6	120
Roumanie	73	38	42	43,9	+9,5	-43,1	97
Royaume-Uni	214	199	207	38,6	+4,1	-3,1	410
Suède	8	9	9	19,2	+1,1	+14,8	194

Source : AIE.

3.3 – Facteurs d'émissions de CO₂

Facteurs d'émissions de CO₂ des principaux combustibles fossiles

Combustibles

Unité : t CO₂/tep

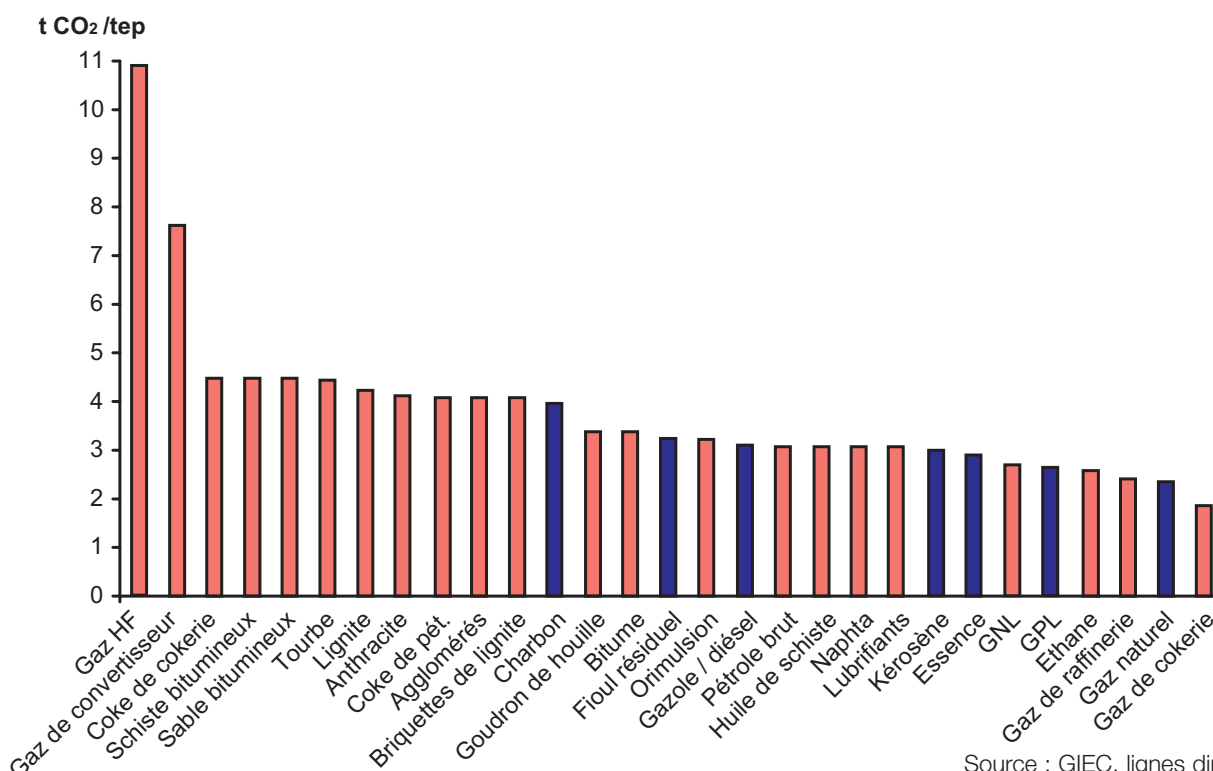
Agglomérés	4,1
Anthracite	4,1
Bitume	3,4
Charbon (à coke, sous-bitumeux ou autres bitumeux)	4,0
Coke de cokerie	4,5
Coke de pétrole	4,1
Essence	2,9
Ethane	2,6
Fioul résiduel	3,2
Gaz naturel liquéfié (GNL)	2,7
Gaz de cokerie	1,9
Gaz de convertisseur	7,6
Gaz de haut-fourneau	10,9
Gaz de pétrole liquéfié (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

Les facteurs d'émissions de CO₂ sont utilisés pour connaître la **quantité moyenne de CO₂ émise lors de la production d'une unité énergétique** (ici tonne-équivalent pétrole ou tep) pour un combustible donné. On les calcule en rapportant les émissions de CO₂ mesurées à la quantité d'énergie utilisée.

Ces facteurs d'émissions sont des valeurs théoriques et peuvent être affinés par pays.

Le cas particulier de la biomasse n'est pas traité ici : on considère que les émissions de CO₂ liées à la combustion de biomasse sont compensées par l'assimilation du CO₂ qui aura lieu lors de la reconstitution de cette biomasse. Si ce n'est pas le cas, les émissions non compensées sont enregistrées dans le secteur UTCF (Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt).

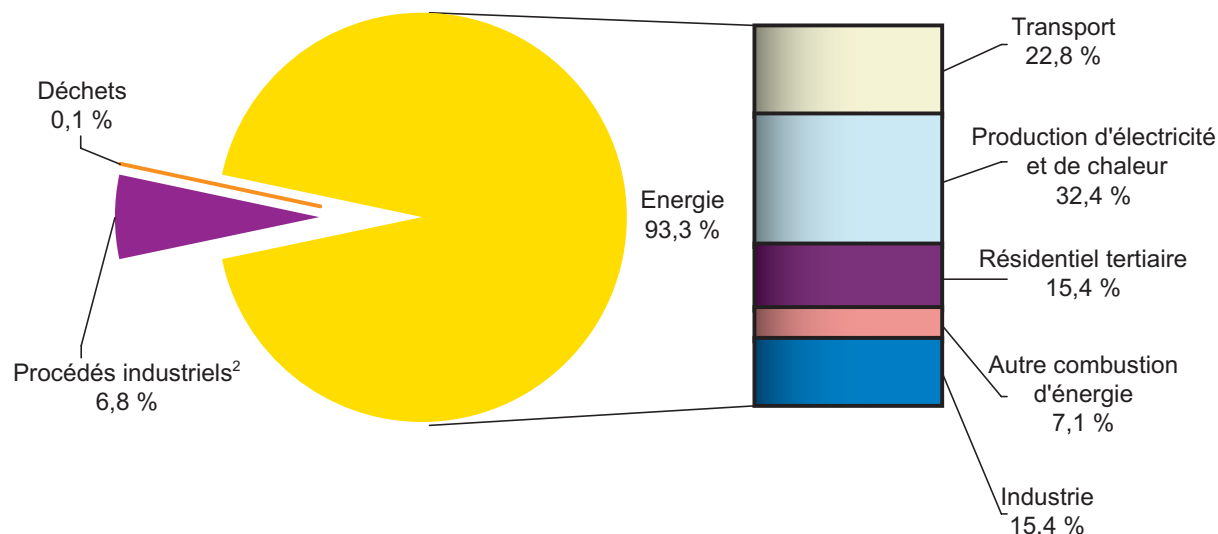
Source : GIEC, lignes directrices pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, 2006.



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

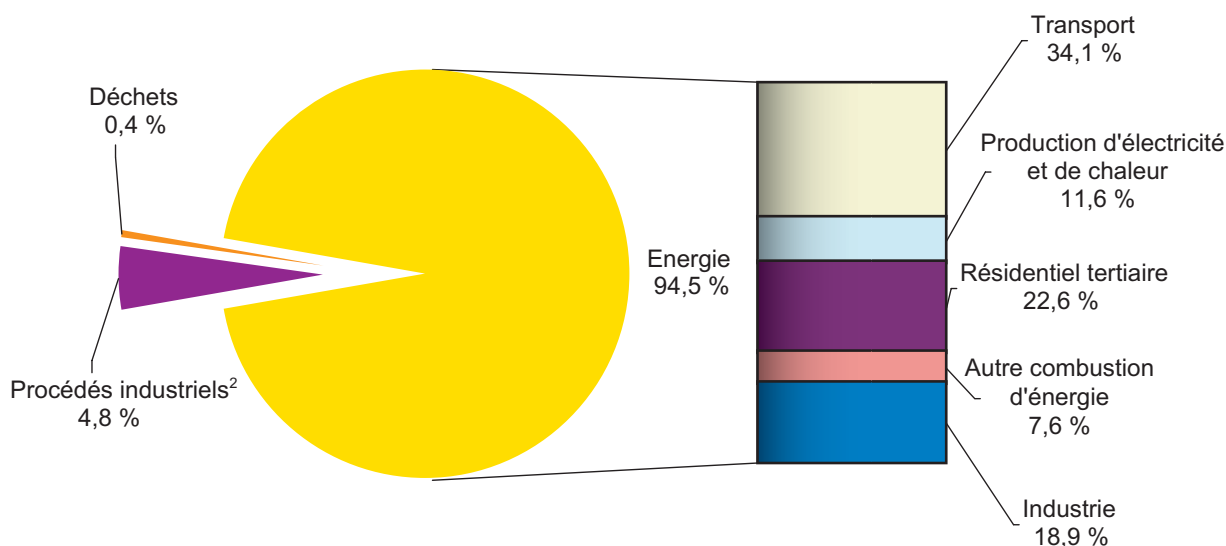
Répartition des émissions de CO₂ dans l'UE par source en 2006 (4 258 Mt CO₂ hors UTCF¹)



Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2008.

La combustion d'énergie constitue la source principale d'émissions de CO₂, **à hauteur de 93 % en Europe et de 95 % en France.**

Répartition des émissions de CO₂ en France par source en 2006 (404 Mt CO₂ hors UTCF¹ et DOM inclus)



Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2008.

En France, le secteur des transports contribue à hauteur de 34 % aux émissions de CO₂, suivi du résidentiel et tertiaire (23 %), de la combustion d'énergie dans l'industrie (19 %) et de la production d'électricité et de chaleur (12 %). Ce dernier secteur est faible pour la France en raison de son parc nucléaire, alors qu'il occupe la première place en tant qu'émetteur de CO₂ dans l'UE (32 %), devant le secteur des transports (23 %).

(1) Utilisation des terres, leur Changement et la Forêt.

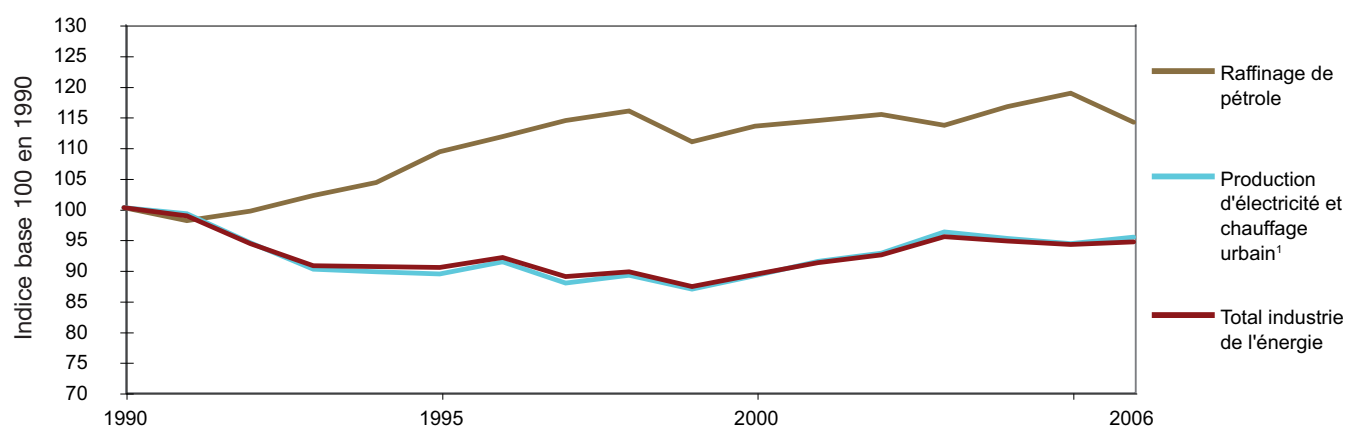
(2) Utilisation de solvants, industries hors combustion d'énergie et autres.

4.2 – Émissions de CO₂ dues à la production et à la transformation

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

Unité : Mt CO₂

	1990	2000	2002	2003	2004	2005	2006	1990/2006
Production d'électricité et chauffage urbain ¹	1 451	1 289	1 342	1 393	1 378	1 365	1 380	-5 %
Raffinage	115	130	133	131	134	136	131	+14 %
Transformation de CMS ² et autres	105	68	66	67	68	68	66	-37 %
Émissions fugitives des combustibles	20	18	19	19	19	19	18	-6 %
Total industrie de l'énergie	1 690	1 506	1 560	1 610	1 598	1 588	1 596	-6 %

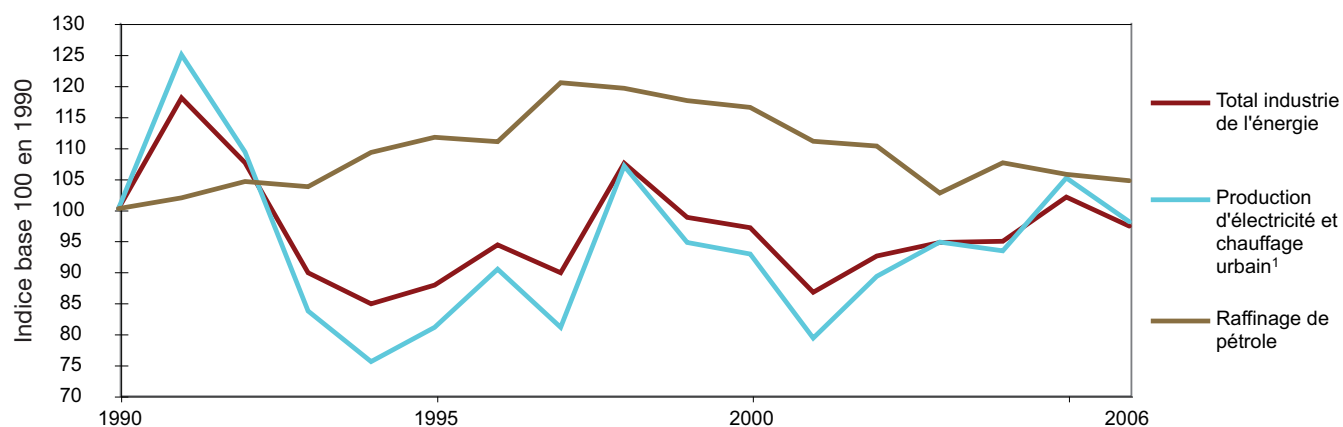


Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2008.

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

Unité : Mt CO₂

	1990	2000	2002	2003	2004	2005	2006	1990/2006
Production d'électricité et chauffage urbain ¹	47,9	44,4	42,7	45,3	44,6	50,3	46,9	-2 %
Raffinage	13,2	15,4	14,6	13,6	14,2	14,0	13,8	+4 %
Transformation de CMS ² et autres	5,0	4,5	4,0	4,0	4,0	3,8	3,8	-25 %
Émissions fugitives des combustibles	4,5	4,2	4,0	3,9	4,0	3,9	4,2	-8 %
Total industrie de l'énergie	70,7	68,5	65,2	66,8	66,9	72,0	68,6	-3 %



Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2008.

(1) Comprend l'incinération des déchets avec récupération d'énergie.

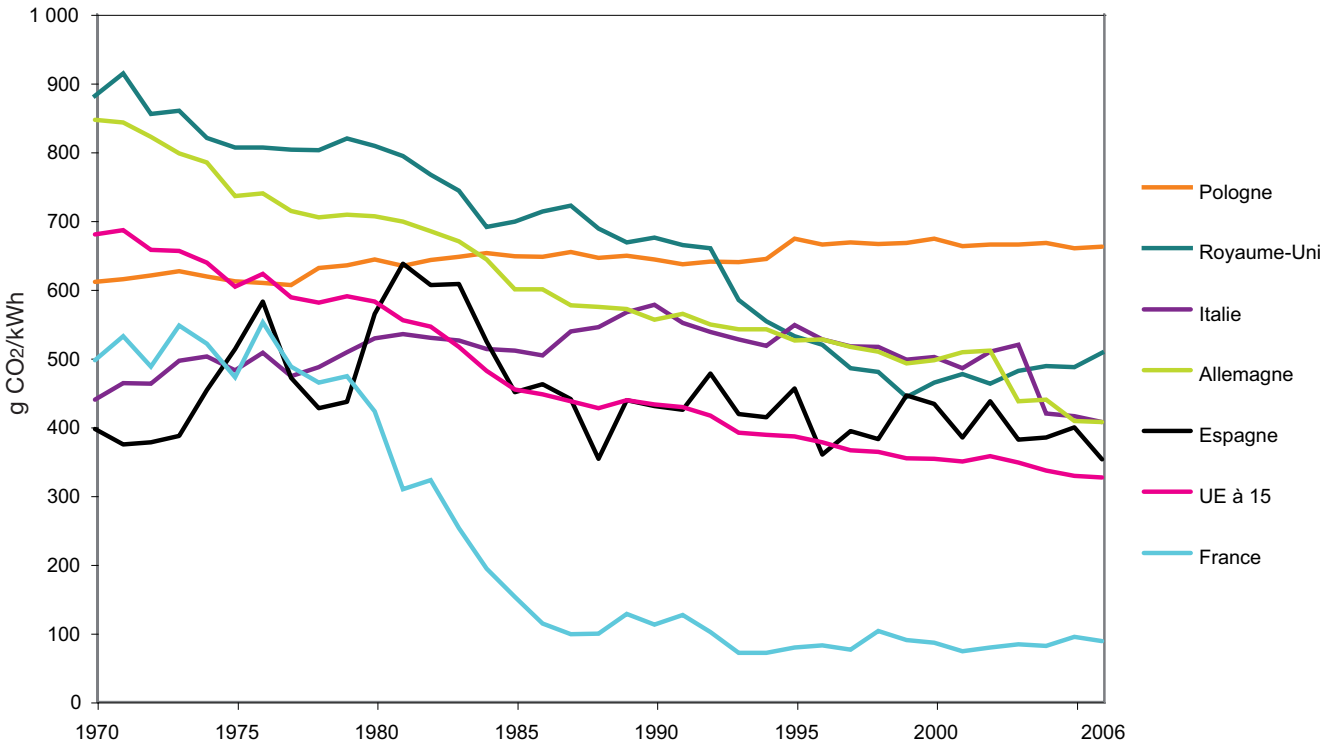
(2) Combustibles minéraux solides (charbon et dérivés).

Émissions de CO2 pour produire 1 kWh d'électricité
et de chaleur dans l'UE

Unité : g CO2/kWh

	1990	2000	2003	2004	2005	2006	Évolution (%) 2005 -2006	Évolution (%) 1990 -2006
UE à 27	-	382	376	363	355	354	-0,1	nd
dont : UE à 15	430	351	345	333	325	324	-0,5	-24,7
Allemagne	553	494	434	436	405	404	-0,4	-27,0
Autriche	245	180	234	228	223	214	-3,7	-12,3
Belgique	344	284	274	281	271	260	-4,0	-24,5
Espagne	427	430	378	382	396	350	-11,7	-18,1
Finlande	227	211	293	254	193	242	+25,2	+6,4
France	109	83	80	78	92	85	-7,3	-22,2
Italie	575	499	516	416	413	404	-2,2	-29,8
Pays-Bas	588	447	463	440	387	394	+1,9	-33,0
Pologne	641	671	662	664	657	659	+0,3	+2,8
République tchèque	597	596	524	525	525	527	+0,2	-11,8
Royaume-Uni	672	461	478	485	484	505	+4,3	-24,9
Suède	48	42	59	51	44	48	+8,9	-0,6

Source : AIE.



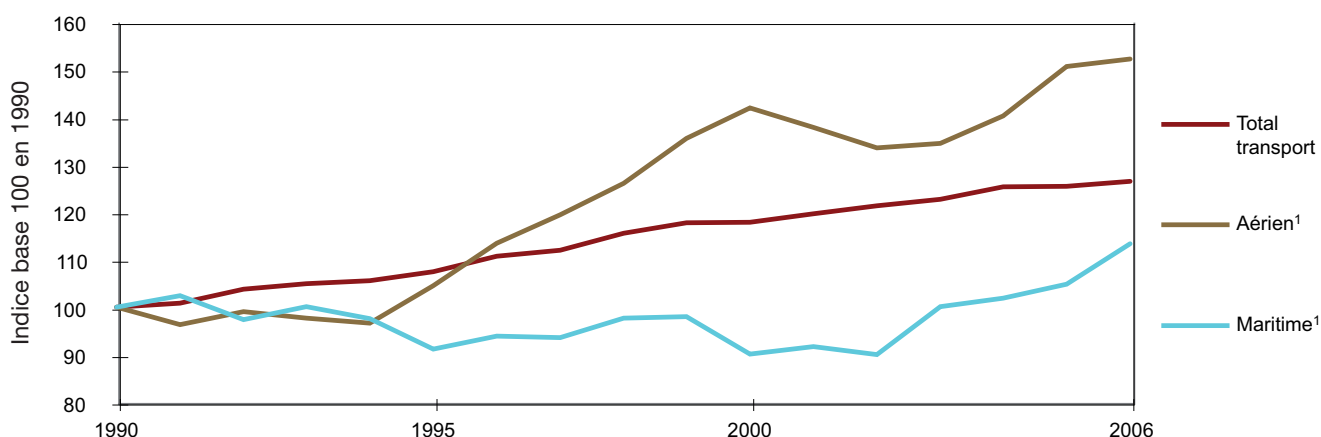
Source : AIE.

4.3 – Émissions de CO₂ des transports

Émissions de CO₂ des transports dans l'UE

Unité : Mt CO₂

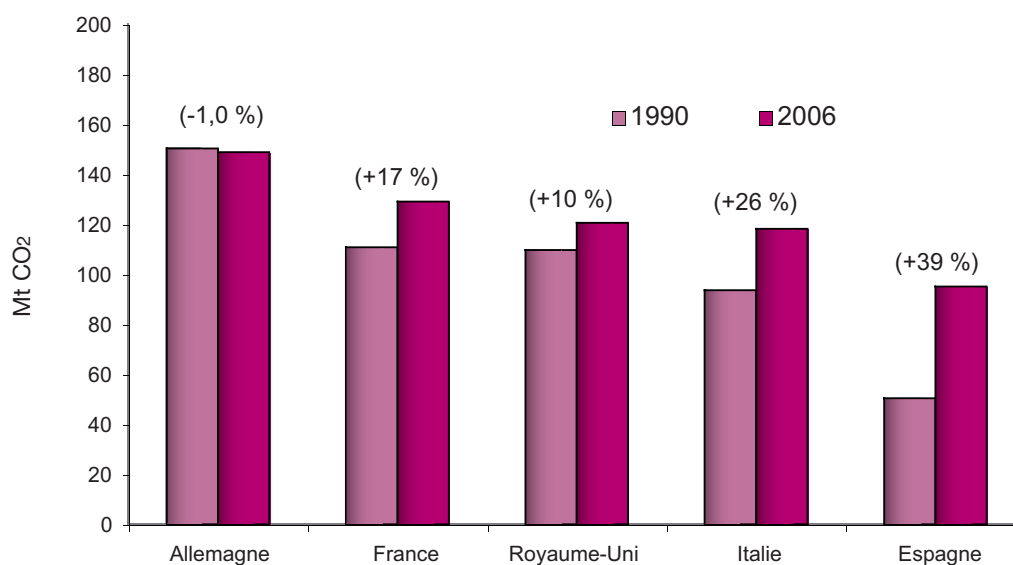
Mode de transport	1990	2000	2002	2003	2004	2005	2006	1990/2006
Aérien ¹	17	24	22	23	24	25	26	+52 %
Route	704	842	870	879	897	895	902	+28 %
Ferroviaire	14	9	9	9	9	8	8	-45 %
Maritime ¹	21	19	19	21	21	22	23	+13 %
Autre	11	9	10	10	10	11	10	-12 %
Total transport	767	903	930	940	961	961	969	+26 %



(1) Comprend uniquement le transport domestique, à l'exclusion des émissions de CO₂ liées aux transports internationaux maritimes et aériens.

Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2008.

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



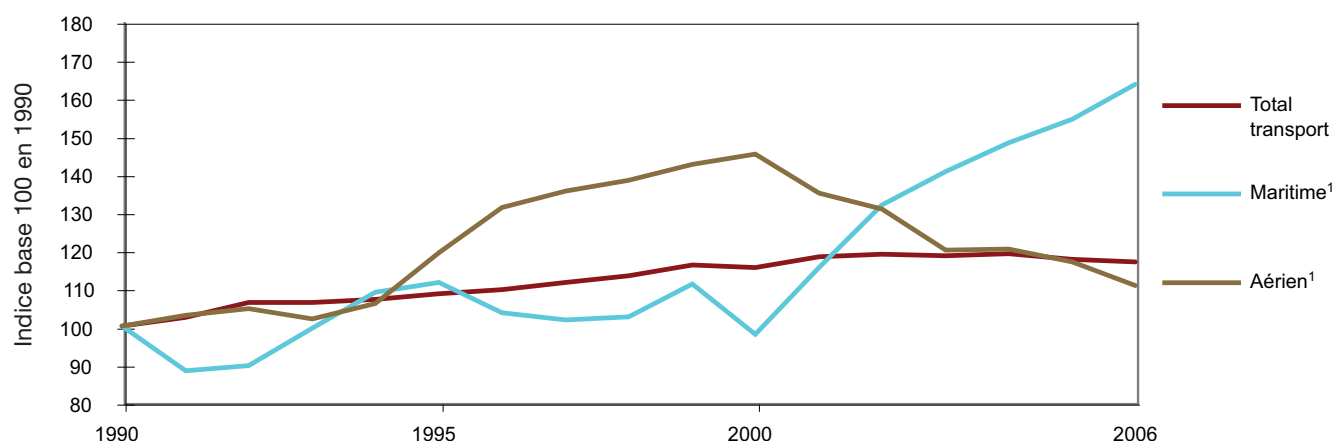
Les pourcentages indiqués entre parenthèses correspondent à l'évolution des émissions entre 1990 et 2005 (DOM inclus pour la France).

Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2008.

Émissions de CO₂ des transports en France (DOM inclus)

Unité : Mt CO₂

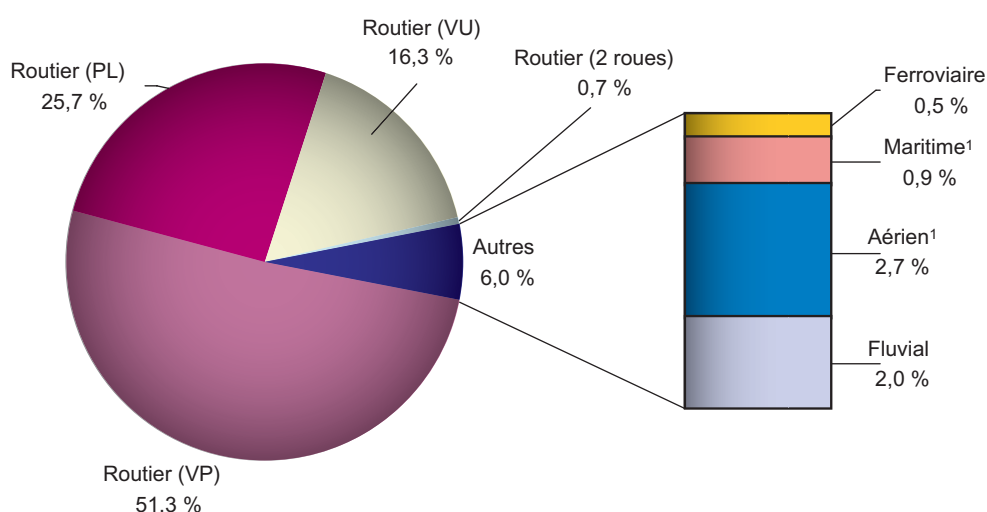
Mode de transport	1990	2000	2002	2003	2004	2005	2006	1990/2006
Aérien ¹	4,2	6,2	5,5	5,1	5,1	5,0	4,7	+11 %
Routier	110,7	127,0	131,0	130,9	131,2	129,5	129,1	+17 %
Ferroviaire	1,1	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	-43 %
Maritime ¹	1,7	1,7	2,2	2,4	2,5	2,6	2,8	+63 %
Autre	0,2	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	0,6	x2,8
Total transport	118,0	136,1	140,1	139,7	140,3	138,6	137,8	+17 %



(1) Comprend uniquement le transport domestique, à l'exclusion des émissions de CO₂ liées aux transports internationaux maritimes et aériens.

Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2008.

Emissions de CO₂ par mode de transport en France métropolitaine (134 Mt en 2006)



VP : véhicules particuliers ; VU : véhicules utilitaires ; PL : poids lourds.

(1) Comprend uniquement le transport domestique, à l'exclusion des émissions de CO₂ liées aux transports internationaux maritimes et aériens.

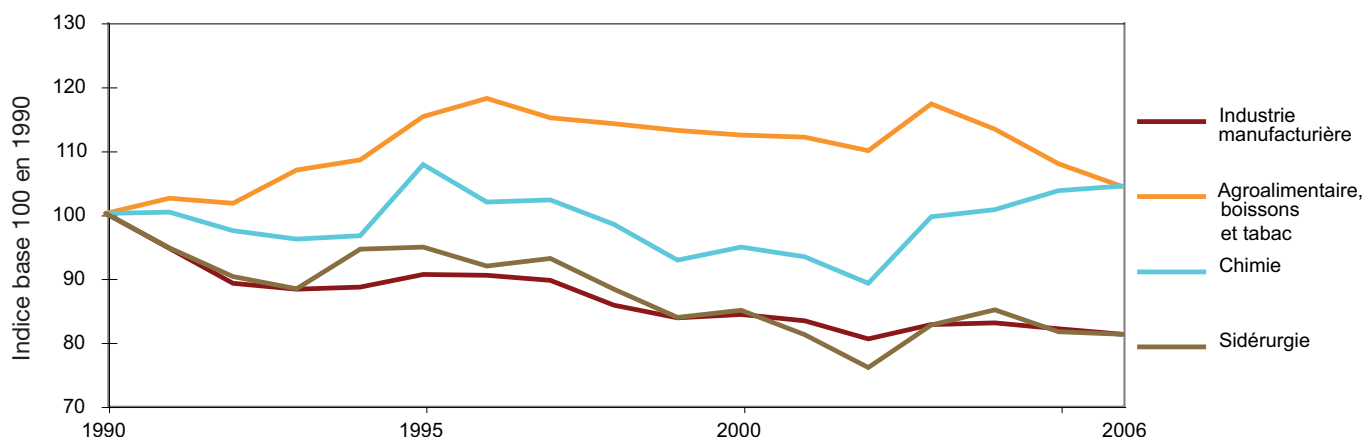
Source : CITEPA/format SECTEN - février 2008 (pour la France métropolitaine).

4.4 – Émissions de CO₂ dans l'industrie

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

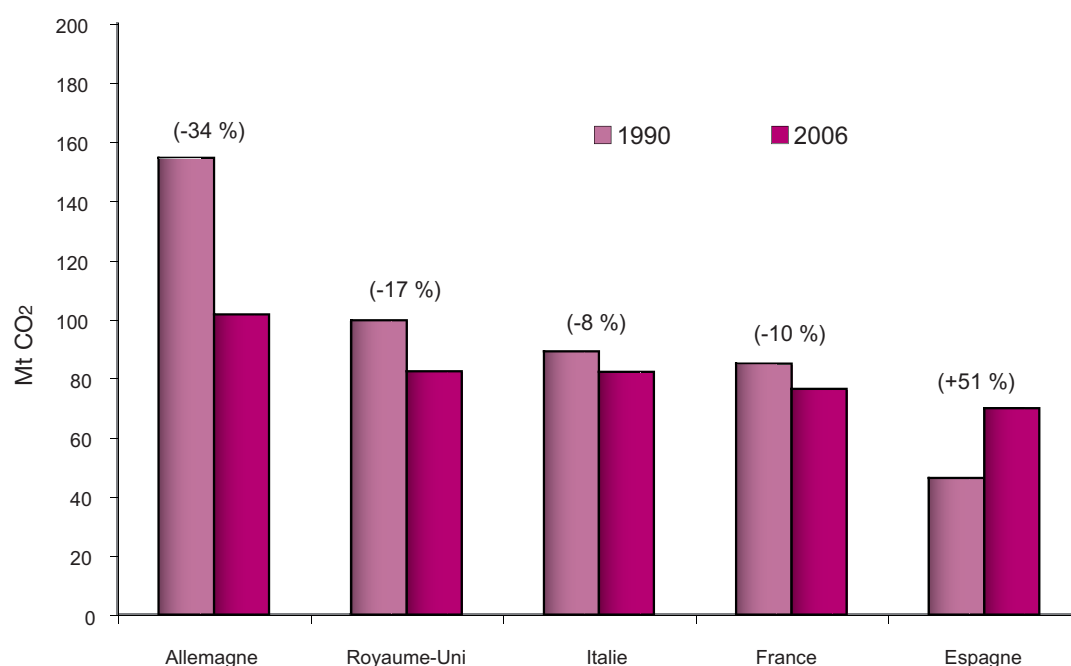
Unité : Mt CO₂

Secteur industriel	1990	2000	2002	2003	2004	2005	2006	1990/2006
Total	810	682	651	669	671	664	657	-19 %
dont : sidérurgie	152	128	115	125	129	123	123	-19 %
chimie	86	81	76	85	86	89	89	+4 %
agroalimentaire, boissons et tabac	43	48	47	50	49	46	45	+4 %



Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2008.

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



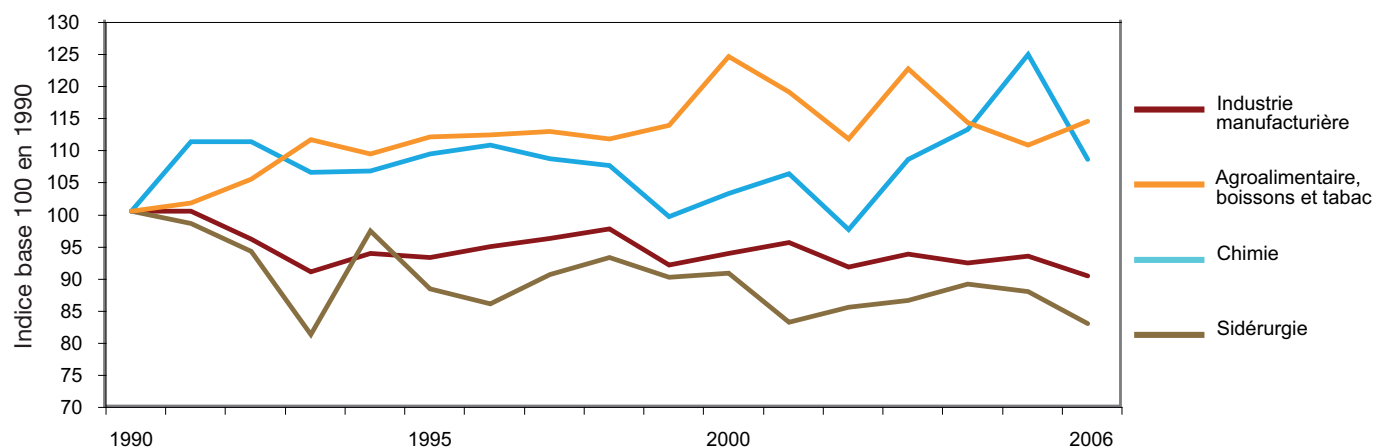
Les pourcentages indiqués entre parenthèses correspondent à l'évolution des émissions entre 1990 et 2005 (DOM inclus pour la France, les valeurs pour l'Allemagne bénéficient d'un effet lié à la restructuration des industries des « Länder de l'Est »).

Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2008.

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

Unité : Mt CO₂

Secteur industriel	1990	2000	2002	2003	2004	2005	2006	1990/2006
Total	84,8	79,2	77,4	79,1	77,9	78,8	76,2	-10 %
dont : sidérurgie	19,4	17,5	16,5	16,7	17,2	17,0	16,0	-18 %
chimie	14,2	14,6	13,8	15,3	16,0	17,6	15,3	+8 %
agroalimentaire, boissons et tabac	10,2	12,6	11,3	12,4	11,6	11,2	11,6	+14 %

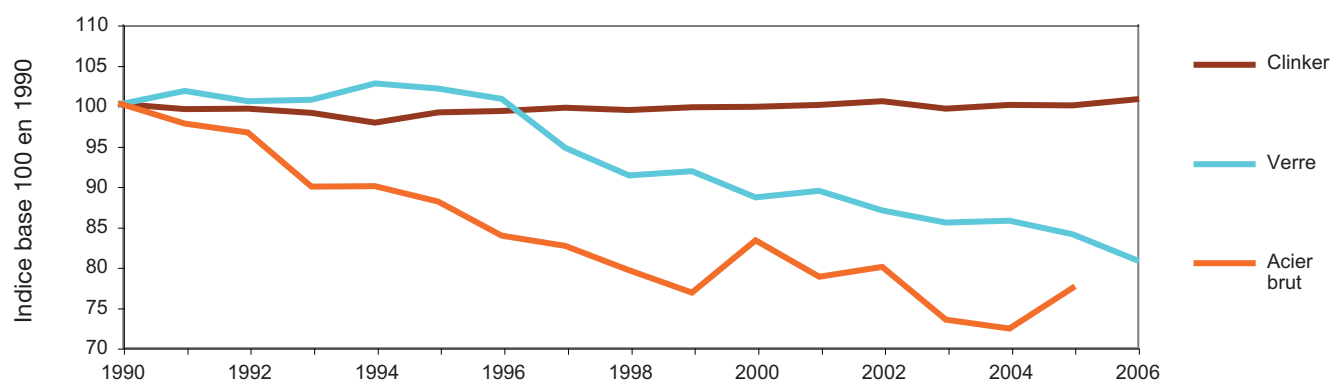


Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2008.

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

		1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Acier brut	Production (Mt)	19,0	18,1	21,0	19,4	20,3	19,8	20,8	19,5	19,9
	t CO ₂ /t acier	1,78	1,57	1,48	1,40	1,42	1,31	1,29	1,37	nd
Verre	Production (Mt)	4,8	5,1	5,5	5,4	5,5	5,5	5,7	5,6	5,7
	t CO ₂ /t verre	0,70	0,71	0,62	0,62	0,61	0,60	0,60	0,59	0,56
Clinker	Production (Mt)	20,4	16,1	15,9	16,1	16,1	15,9	16,7	16,8	17,2
	t CO ₂ /t clinker	0,87	0,86	0,86	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,87

Émissions spécifiques de CO₂



Source : 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 dans le résidentiel-tertiaire

Émissions¹ de CO₂ dues à l'énergie dans les autres secteurs² en UE

Unité : Mt CO₂

Secteur	1990	2000	2002	2003	2004	2005	2006	1990/2006
Total	815	731	742	767	766	758	741	-9 %
dont : résidentiel	500	466	473	488	483	482	469	-6 %
tertiaire	200	173	179	191	195	188	185	-7 %



Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2008.

Émissions¹ de CO₂ dues à l'énergie dans les autres secteurs² en France (DOM inclus)

Unité : Mt CO₂

Secteur	1990	2000	2002	2003	2004	2005	2006	1990/2006
Total	93,7	96,8	96,9	100,5	104,4	104,2	100,4	+7 %
dont : résidentiel	55,2	58,1	59,6	61,6	64,5	64,5	60,9	+10 %
tertiaire	27,9	28,8	27,3	29,4	30,2	30,4	30,3	+9 %



Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2008.

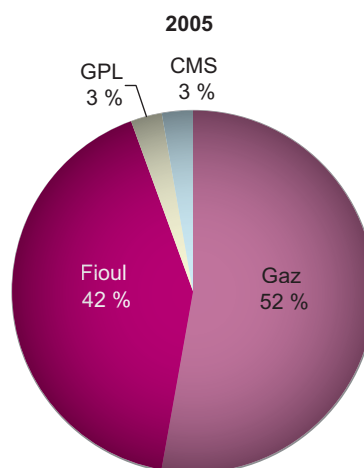
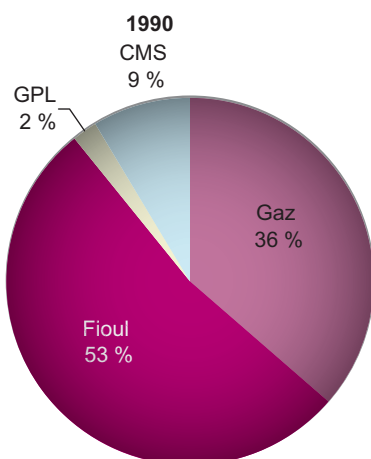
(1) Émissions directes (hors émissions dues à l'électricité, comptabilisées dans le secteur de la production d'électricité).

(2) Autres secteurs que ceux présentés précédemment.

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

Unité : %

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Gaz	36 %	43 %	46 %	47 %	49 %	50 %	52 %	53 %
Fioul	53 %	48 %	46 %	45 %	45 %	44 %	43 %	42 %
GPL	2 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %
CMS ¹	9 %	7 %	5 %	4 %	3 %	3 %	3 %	3 %



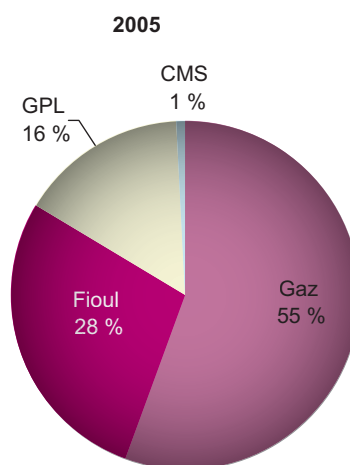
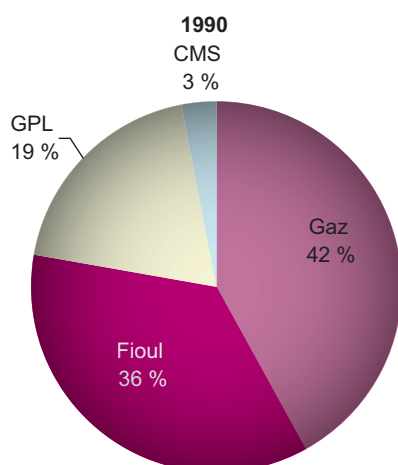
Source : Observatoire de l'Énergie, d'après les consommations d'énergie par usage du CEREN.

Entre 2005 et 1990, la substitution du gaz naturel au charbon et au fioul explique l'augmentation de sa contribution aux émissions de CO₂ pour les usages du résidentiel tertiaire.

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

Unité : %

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Gaz	42 %	48 %	50 %	52 %	55 %	55 %	55 %	56 %
Fioul	36 %	30 %	30 %	29 %	27 %	26 %	28 %	28 %
GPL	19 %	19 %	18 %	18 %	17 %	17 %	16 %	16 %
CMS ¹	3 %	3 %	3 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %

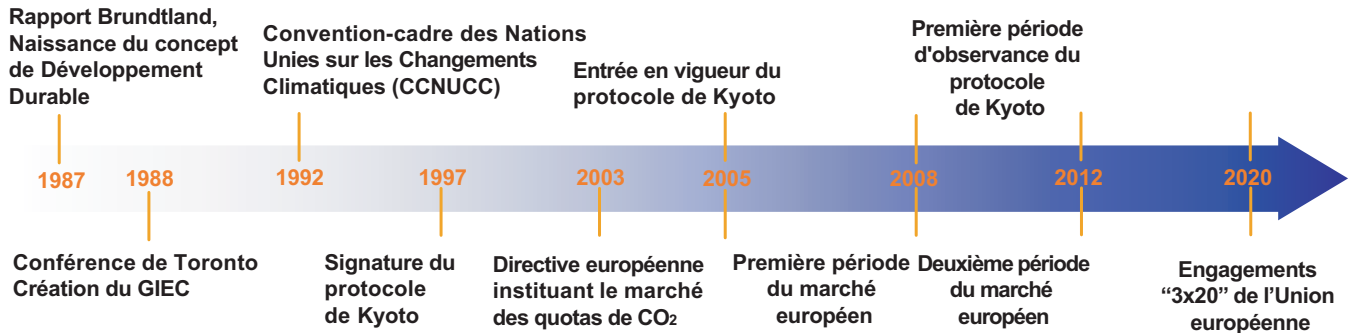


Source : Observatoire de l'Énergie, d'après les consommations d'énergie par usage du CEREN.

(1) CMS : combustibles minéraux solides (charbon et dérivés).

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

La CCNUCC, **adoptée en 1992** à Rio de Janeiro, est le premier traité international qui propose de considérer le problème du changement climatique pour empêcher toute perturbation anthropique dangereuse pour le climat.

Elle reconnaît **3 principes** :

- le principe de **précaution** : l'incertitude scientifique quant à l'impact exact du changement climatique ne justifie pas de différer les mesures à prendre.
- le principe de **responsabilité commune mais différenciée** : chaque pays signataire reconnaît l'impact de ses émissions de GES sur le réchauffement climatique. Les pays les plus industrialisés portent une responsabilité historique accrue de fait de leur développement précoce très émetteur en GES.
- le principe du **droit au développement** : les actions à prendre se feront dans le respect du développement économique de chaque pays

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

Le protocole de Kyoto

Le protocole de Kyoto, **adopté en 1997**, fournit des objectifs et des moyens pour mettre en œuvre la CCNUCC.

Il impose aux 38 pays **les plus industrialisés** (listés en **Annexe B** du Protocole) des engagements chiffrés **afin que soit réduit d'au moins 5 % le total de leurs émissions** de 6 gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆) par rapport à leur niveau de 1990. Les pays **hors annexe B n'ont pas d'engagements**.

Ces réductions doivent être atteintes **sur la période 2008-2012**.

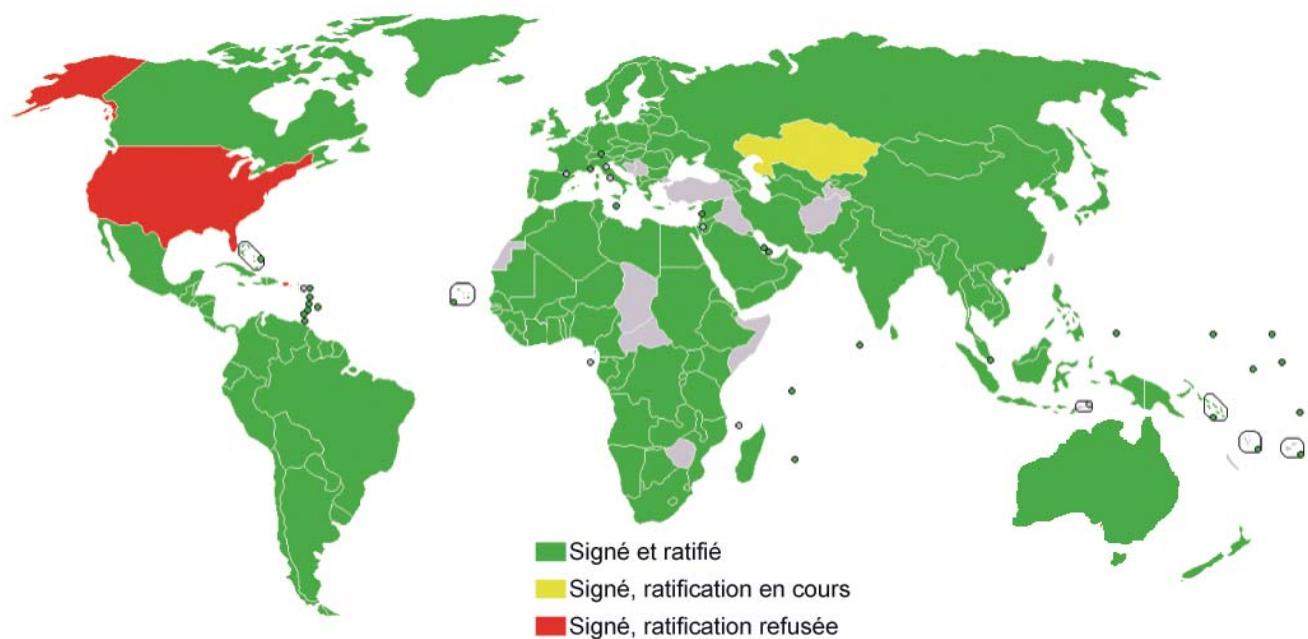
Le Protocole classe les émissions des pays selon **6 catégories** : les émissions liées à **l'Energie**, aux **Procédés Industriels**, à **l'Utilisation des Solvants**, à **l'Agriculture**, aux **Déchets** et à **l'UTCF** (Utilisation des terres, leur changement et la forêt).

La mise en place du Protocole

Tout État signataire du Protocole doit le faire ratifier par ses institutions nationales pour qu'il devienne juridiquement contraignant. L'**Australie** est le dernier pays à l'avoir ratifié en décembre 2007. Les **États-Unis**, bien que signataires du Protocole, ne l'ont pas ratifié et n'ont donc pas d'engagements chiffrés de limitation de leurs émissions pour la période 2008-2012.

Le Protocole prévoit que les engagements ne sont **juridiquement contraignants** que lorsque le montant des émissions des pays de l'Annexe B ayant ratifié le Protocole représentent au moins **55 % des émissions mondiales de 1990**. Ce quorum a été atteint en septembre 2004 grâce la ratification du Protocole par la Russie.

Etat de la ratification du protocole de Kyoto en 2008



Kyoto, un protocole flexible

Pour faciliter l'atteinte par les pays de l'Annexe B de leurs engagements, le Protocole prévoit trois mécanismes : le Mécanisme pour un développement propre (MDP), la Mise en œuvre conjointe (MOC) et la mise en place d'un marché international de crédits carbone.

Le **Mécanisme pour un développement propre (MDP)** et la **Mise en œuvre conjointe (MOC)** permettent d'effectuer une partie des réductions d'émissions hors du territoire national.

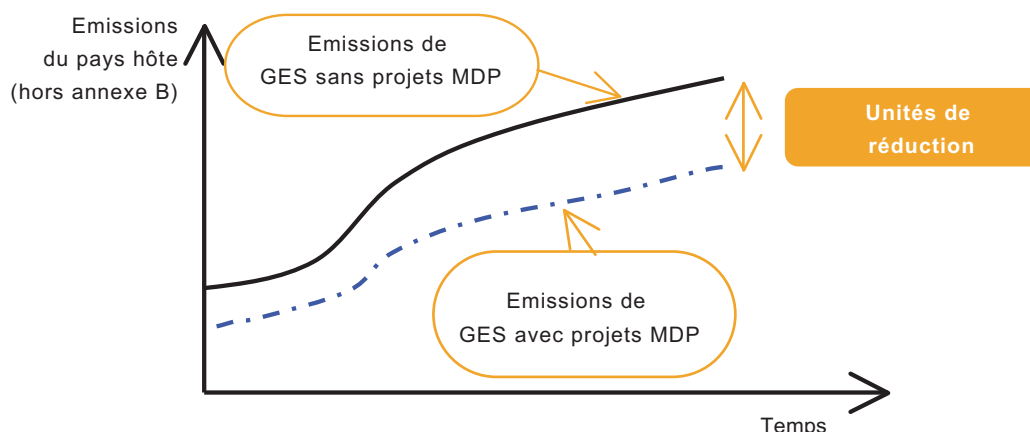
Le **marché international de crédits carbone repose sur l'allocation d'Unités de quantité attribuée (UQA)** aux pays de l'Annexe B : chaque pays de l'Annexe B reçoit autant d'UQA que son objectif d'émissions de GES fixé par le Protocole. S'il émet plus que prévu, il peut acheter des UQA supplémentaires sur le marché international, et inversement. Des **Unités d'absorption (UA)** provenant de l'augmentation du stock de carbone national (ex. : reforestation) peuvent également être utilisées pour la conformité, au même titre que les UQA.

La comptabilité de l'ensemble du système est assurée par le secrétariat de la CCNUCC qui a mis en place pour cela un **registre international des transactions**, appelé ITL (*International Transaction Log*). Chaque pays de l'Annexe B a l'obligation de mettre en place le même type de registre et de le relier à l'ITL.

5.2 – Le Mécanisme pour un développement propre (MDP)

Des investissements de pays de l'Annexe B dans des pays en développement

Un pays de l'Annexe B, ou un porteur de projet basé dans un pays de l'Annexe B, peut **obtenir des Unités de réduction certifiée des émissions (URCE)**¹. Elles correspondent aux émissions évitées par des projets de développement propre financés **dans des pays hors Annexe B**. Les projets MDP entraînent une **création nette d'unités de réduction**.

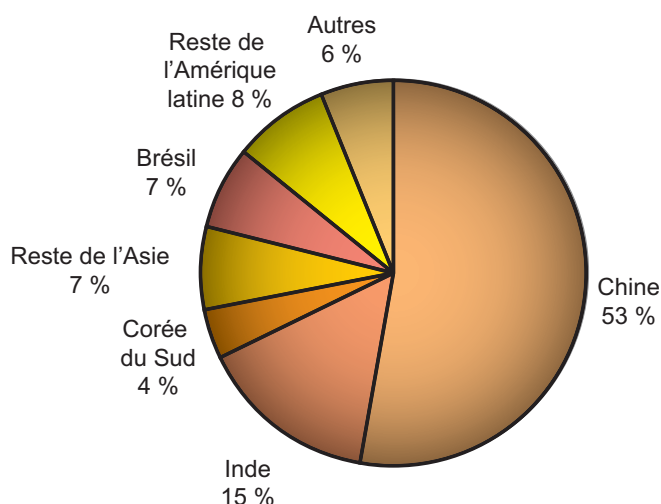


Les projets mis en place permettent de favoriser les investissements des pays développés vers les pays en développement et le transfert de technologies peu émettrices. Ils doivent être **approuvés et enregistrés par le secrétariat de la CCNUCC**. Les réductions d'émissions effectives sont ensuite vérifiées par des contrôleurs indépendants.

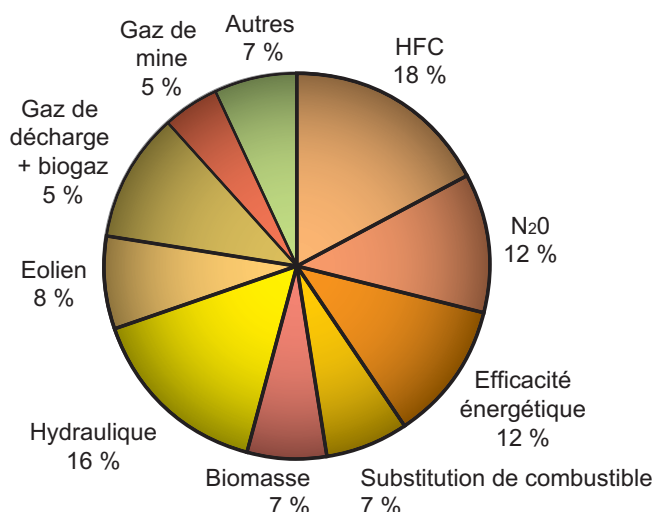
(1) En anglais : CER pour *Certified Emissions Reduction*.

L'offre potentielle de MDP dans le monde

URCE attendues en 2012 par pays hôte
(Total : 2 793 Mt CO₂)



URCE attendues en 2012 par type de projet
(Total : 2 793 Mt CO₂)



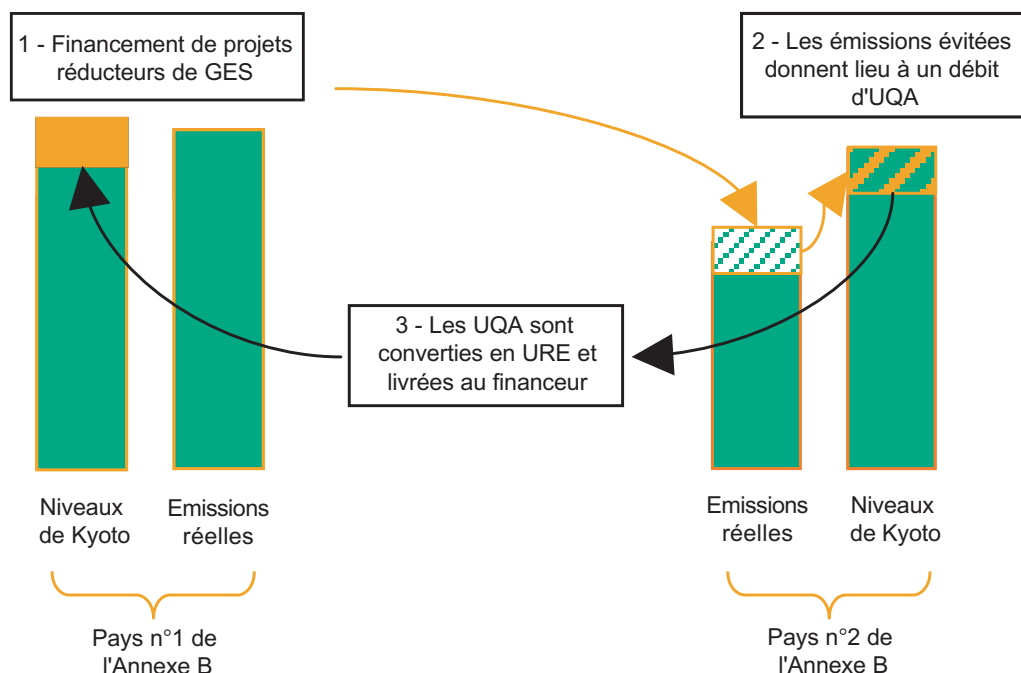
Source : PNUE Risø Centre, au 1^{er} octobre 2008.

L'Asie concentre plus des **trois quarts des URCE attendues d'ici à 2012**. La grande absente de ce mécanisme de développement reste l'Afrique avec seulement 5 % des crédits attendus. Les types de projets se diversifient : les réductions d'émissions de **gaz HFC**, historiquement les plus importantes, laissent de plus en plus la place au développement des **énergies renouvelables**, en particulier de l'**hydraulique**.

5.3 – La Mise en œuvre conjointe (MOC)

Des projets de réduction au sein de l'Annexe B

Les projets de MOC ont lieu **entre deux pays de l'Annexe B** du protocole de Kyoto. Ils génèrent des **Unités de réduction d'émission (URE)¹** de GES.

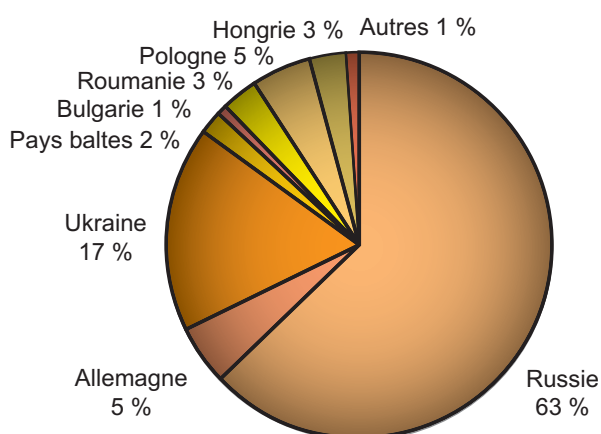


Il n'y a pas création mais **transfert d'unités de réduction d'un pays à un autre**.

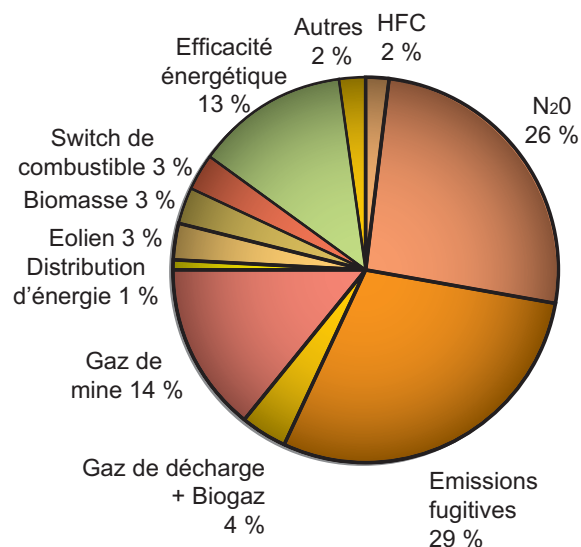
(1) En anglais : ERU pour *Emissions Reduction Unit*.

L'offre potentielle de MOC dans le monde

URE attendues en 2012 par pays hôte
(Total : 308 Mt CO₂)



URE attendues en 2012 par type de projet
(Total : 308 Mt CO₂)



Source : PNUE Riso Centre, au 1^{er} octobre 2008.

La **Russie et l'Ukraine** sont les deux pays qui devraient émettre le plus de crédits issus de projets de mise en œuvre conjointe au cours de la première période Kyoto (2008 – 2012). Près du tiers des crédits attendus concernent la **réduction des émissions fugitives**. Ces émissions sont dues à des fuites dans les canalisations de gaz (manque d'étanchéité).

5.4 – Le marché de permis négociables d'émissions

Répartition des objectifs

La **réduction globale de 5 %** des émissions de GES prévue par le protocole de Kyoto est **répartie entre les pays** suivant leur situation économique et leur potentiel de développement. C'est ce qu'on appelle le « **burden sharing** », en français « partage du fardeau ».

Pays	Objectif Kyoto pour 2008-2012*	Unités de quantités attribuées (UQA) sur 2008-2012 (Mt CO ₂)	Evolution constatée des émissions (2006)	Distance à l'objectif
Union européenne des 15	- 8,0 %	19 683	- 2,2 %	6,0 %
Bulgarie	- 8,0 %	610	- 46,2 %	- 38,2 %
Estonie	- 8,0 %	200	- 54,6 %	- 46,6 %
Hongrie	- 6,0 %	578	- 32,1 %	- 26,1 %
Lettonie	- 8,0 %	119	- 56,1 %	- 48,1 %
Lituanie	- 8,0 %	221	- 53,0 %	- 45,0 %
Pologne	- 6,0 %	2 758	- 28,9 %	- 22,9 %
République tchèque	- 8,0 %	903	- 23,7 %	- 15,7 %
Roumanie	- 8,0 %	1 299	- 44,4 %	- 36,4 %
Slovaquie	- 8,0 %	332	- 33,6 %	- 25,6 %
Slovénie	- 8,0 %	93	1,2 %	9,2 %
Australie	8,0 %	2 990	28,8 %	20,8 %
Bélarus	- 8,0 %	586	- 36,4 %	- 28,4 %
Canada	- 6,0 %	2 815	21,7 %	27,7 %
Croatie	- 5,0 %	148	- 5,2 %	- 0,2 %
Islande	10,0 %	18	24,2 %	14,2 %
Japon	- 6,0 %	5 928	5,4 %	11,4 %
Liechtenstein	- 8,0 %	1	19,0 %	27,0 %
Monaco	- 8,0 %	495	- 13,1 %	- 5,1 %
Norvège	1,0 %	251	7,7 %	6,7 %
Nouvelle-Zélande	0,0 %	309	25,7 %	25,7 %
Russie	0,0 %	16 082	- 34,2 %	- 34,2 %
Suisse	- 8,0 %	243	0,8 %	8,8 %
Ukraine	0,0 %	4 627	- 51,9 %	- 51,9 %
Etats-Unis	- 7,0 %	ne participent pas	14,4 %	21,4 %

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

Pays de l'UE, pays de l'Annexe B hors UE, **pays non ratifiant**.

Source : Agence européenne pour l'environnement et CCNUCC.

Les pays de l'Est ont bénéficié lors des négociations du protocole de Kyoto d'objectifs très avantageux pour rattraper le niveau de développement des autres pays de l'Annexe B. Leurs objectifs sont donc très au-delà de leurs émissions réelles. Ce surplus est appelé « **air chaud** » (« *hot air* »).

Le marché international d'échange d'UQA

Tous les cinq ans, chaque pays rend compte de ses émissions : il sera ainsi en **conformité** au terme de la première période d'engagement du protocole de Kyoto s'il possède fin 2012 au moins autant d'UQA, d'URCE et d'URE que de tonnes émises sur son territoire entre 2008 et 2012.

A partir de 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**. Les différents types de crédits créés par les mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto seront **échangeables au même titre que les UQA** par les Etats. Ils pourront également être utilisés par des acteurs privés.

Les UQA peuvent être reportées sur la deuxième période d'application du Protocole (après 2012). Les **URCE et les URE** pourront être mises en réserve dans chaque pays à hauteur de 2,5 % de la quantité initiale d'UQA.

5.5 – Les engagements de l'Union européenne

Les objectifs des États membres

Lors de la négociation du protocole de Kyoto en 1997, 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 auprès du Protocole de Kyoto, sauf Chypre et Malte.

Pays	Objectif Kyoto pour 2008-2012*	Unités de quantités attribuées (UQA) sur 2008-2012 (Mt CO ₂)	Evolution constatée des émissions (2006)	Distance à l'objectif
Allemagne	–21,0 %	4 868	–18,2 %	2,8 %
Autriche	–13,0 %	343	15,1 %	28,1 %
Belgique	–7,5 %	679	–5,2 %	2,3 %
Danemark	–21,0 %	277	2,2 %	23,2 %
Espagne	15,0 %	1 664	50,6 %	35,6 %
Finlande	0,0 %	355	13,2 %	13,2 %
France	0,0 %	2 820	–3,9 %	–3,9 %
Grèce	25,0 %	694	27,3 %	2,3 %
Irlande	13,0 %	315	25,6 %	12,6 %
Italie	–6,5 %	2 428	9,9 %	16,4 %
Luxembourg	–28,0 %	46	1,0 %	29,0 %
Pays-Bas	–6,0 %	1 008	–2,0 %	4,0 %
Portugal	27,0 %	355	40,0 %	13,0 %
Royaume-Uni	–12,5 %	3 412	–15,1 %	–2,6 %
Suède	4,0 %	376	–8,7 %	–12,7 %

Source : Agence européenne pour l'environnement.

Le dispositif européen de lutte contre le changement climatique

Pour atteindre les objectifs du protocole de Kyoto, l'Europe s'est dotée d'un marché de permis d'émissions de CO₂. Appelé **"EU ETS"** pour European Union Emissions Trading Scheme, il **plafonne environ la moitié des émissions de CO₂ des 27 pays de l'Union**. **Chaque pays alloue annuellement des quotas d'émissions** aux installations industrielles des secteurs les plus émetteurs (1 quota = 1 tonne de CO₂). La méthode d'allocation est détaillée dans un **Plan National d'Allocation de Quotas (PNAQ)**. Les PNAQ sont contrôlés voire amendés par la Commission européenne. Pour être en **conformité**, les installations doivent avoir restitué à la Commission européenne avant le 30 avril autant de quotas qu'elles ont émis de tonnes de CO₂ l'année précédente. Le marché est établi sur deux périodes : 2005-2007 a constitué une phase test et 2008-2012 correspond à la période d'engagement Kyoto.

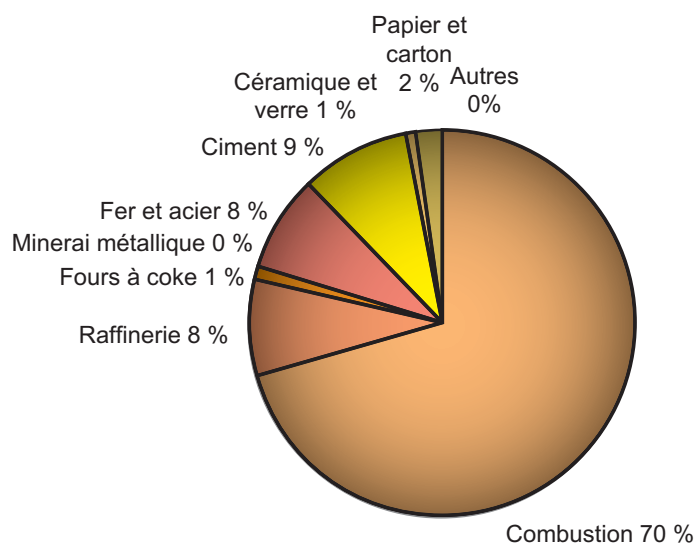
Le Conseil européen de mars 2007 a annoncé des objectifs climatiques dits "3x20" à l'horizon 2020 visant à : **porter à 20 % la part des renouvelables** dans les énergies consommées, **améliorer de 20 % l'efficacité énergétique** et **réduire de 20 % les émissions de GES** par rapport à 1990. **En cas d'accord international sur le climat satisfaisant**, l'objectif de réduction des émissions de GES passerait à **– 30 %**. La Commission européenne a publié en janvier 2008 une proposition de paquet législatif "énergie-climat" composé de quatre textes, qui doit permettre l'atteinte de ces objectifs.

Chaque Etat peut adopter des réglementations des émissions plus restrictives. En France, le **Grenelle de l'environnement** a rappelé la nécessité de **diviser par 4** les émissions de GES d'ici 2050. Il préconise d'accélérer les progrès d'efficacité énergétique dans le **bâtiment**, de donner la priorité aux modes de **transports peu émetteurs**, de remettre en cause l'étalement urbain pour un **urbanisme** plus efficace et équitable, et de développer une **politique énergétique** pour réduire les consommations et le contenu carbone de la production.

5.6 – Le marché européen des quotas de CO₂ (EU ETS)

Les secteurs couverts

Répartition des allocations de Phase I par secteur



La catégorie « Autres » représente des acteurs s'étant engagés spontanément dans le marché sans y être initialement prévus.

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

Les secteurs concernés par le plafonnement des émissions sont la **production d'énergie**, les **industries minérales (ciment, chaux, verre, céramique)**, les **métaux ferreux** et l'**industrie papetière**.

Le nombre total d'installations concernées est d'environ 11 000 sur tout le territoire européen.

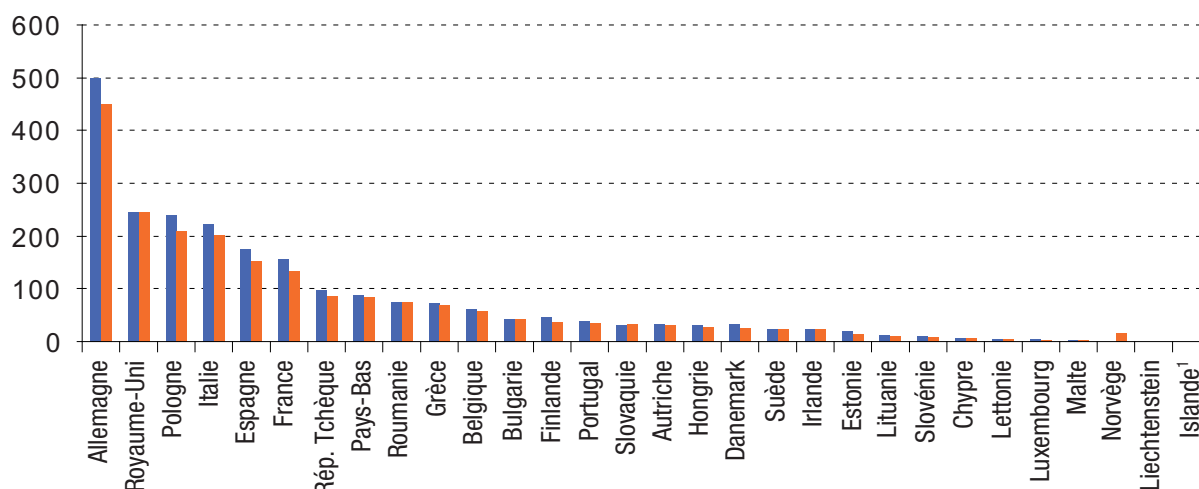
Le secteur énergétique (production d'énergie et de chaleur, raffinage, cokeries) a reçu **77 % des quotas**. Les électriciens à eux-seuls ont détenu environ **50 % des allocations totales**.

Les allocations

Plus de **2 200 millions de quotas** ont été alloués chaque année en **première période**. La contrainte se durcit en **deuxième période** avec **2 100 millions de quotas** alloués.

Obligation était faite d'allouer gratuitement au moins 95 % des quotas en première phase et 90 % des quotas en deuxième phase. La **mise aux enchères de quotas** a été utilisée par quatre des 25 Etats membres en première phase et a représenté 0,67 % des allocations totales. Seul le Danemark a atteint la limite des 5 %. En deuxième phase, la part des quotas attribués de manière payante devrait atteindre 3 % de l'allocation totale.

Répartition des allocations de phase I et II par pays

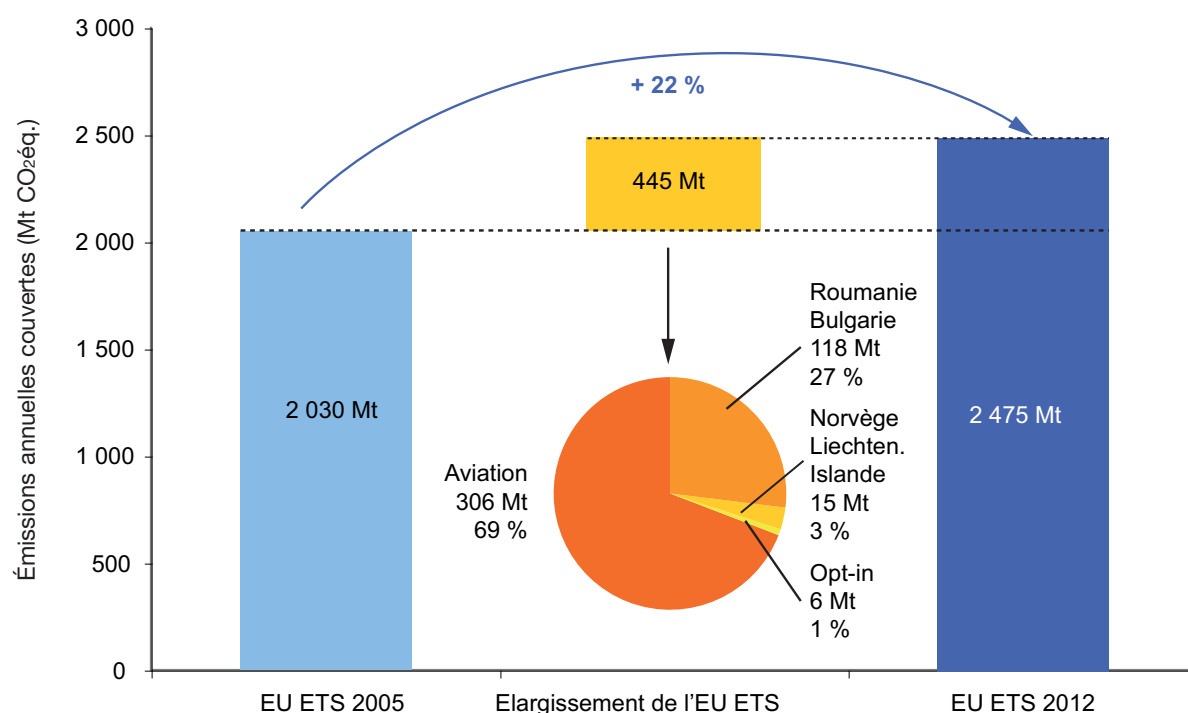


(1) Non spécifié.

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

Les **six pays aux allocations les plus élevées** représentent **70 % des allocations**.

L'expansion de l'EU ETS en phase II



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

La phase II inclut de nouveaux pays : **Norvège, Islande, Lichtenstein**. Le secteur de l'**aviation** sera soumis à l'EU ETS en 2012. Les émissions couvertes par le marché en fin de phase II sont supérieures de 22 % à celles de 2005 : elles représentent **près de la moitié des émissions de CO₂ de l'Union européenne**.

L'utilisation possible de crédits Kyoto en phase II

La deuxième période du marché européen coïncide avec la première phase d'engagement du protocole de Kyoto. La Commission européenne autorise les installations de l'EU ETS à **utiliser des crédits Kyoto pour leur conformité, dans la limite d'un plafond fixé par pays en pourcentage de leur allocation**.

Limites d'utilisation de crédits Kyoto entre 2008 et 2012

Allemagne	20 %	Belgique	12 %	Estonie	0 %
Royaume-Uni	8 %	Bulgarie	12,60 %	Lituanie	20 %
Pologne	10 %	Finlande	10 %	Slovénie	15,8 %
Italie	15 %	Portugal	10 %	Chypre	10 %
Espagne	20 %	Slovaquie	7 %	Lettonie	10 %
France	13,5 %	Autriche	10 %	Luxembourg	10 %
Rép. tchèque	10 %	Hongrie	10 %	Malte	Non précisé
Pays-Bas	10 %	Danemark	17 %	Norvège	20 %
Roumanie	10 %	Suède	10 %	Liechtenstein	8 %
Grèce	9 %	Irlande	10 %	Islande	Non précisé

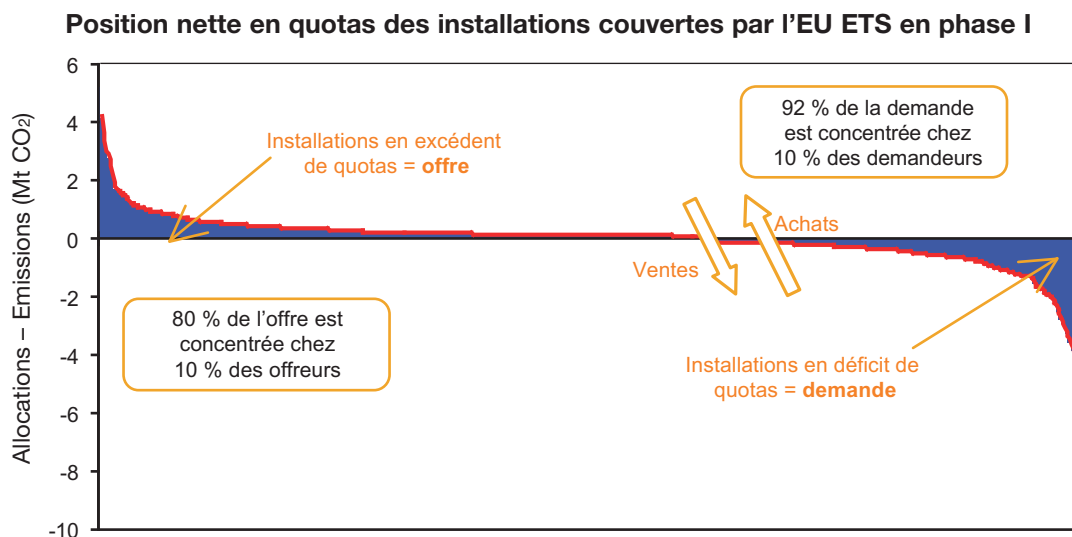
Source : Mission Climat de la Caisse des Dépôts, données Commission européenne.

5.7 – Émergence d'un prix de la tonne de CO₂

Échanges de quotas de CO₂

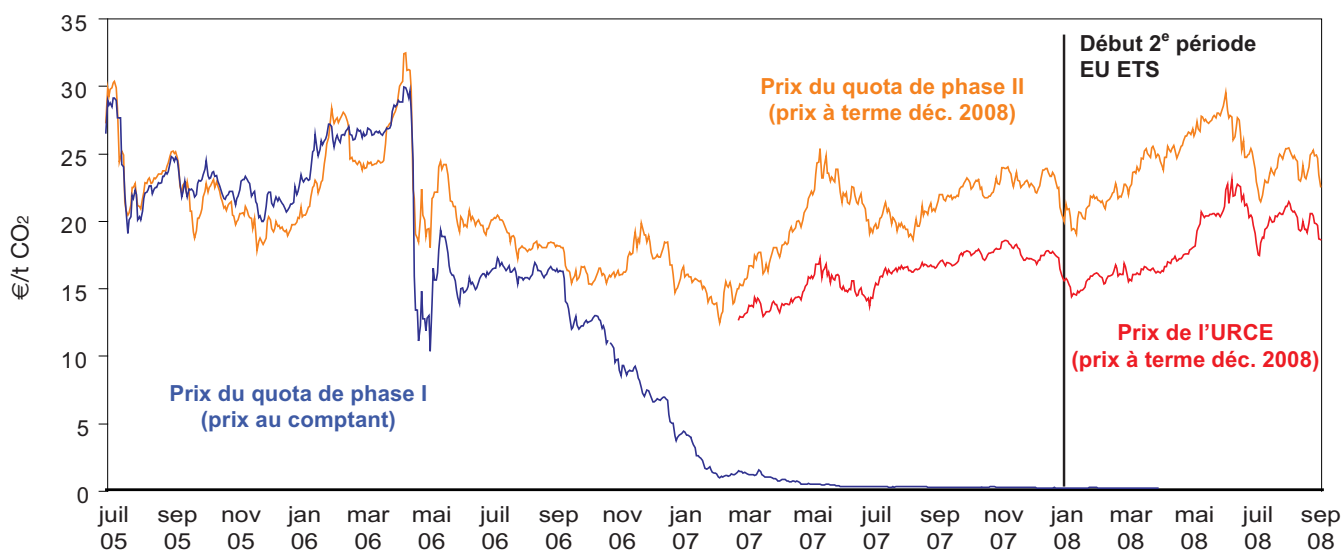
Une installation qui a besoin de quotas peut s'en procurer sur le marché. A l'inverse, une entreprise qui a réduit ses émissions peut revendre ses quotas excédentaires. Les réductions d'émission se font donc là où elles sont les moins coûteuses.

Les échanges entre offreurs et demandeurs de quotas se font **soit de gré à gré**, c'est-à-dire par des contrats bilatéraux généralement confidentiels 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, EEX.

Des prix au comptant et à terme s'observent sur le marché européen : **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.

En première période la quantité de quotas **alloués a été supérieure aux émissions des installations**. La Commission interdisant les reports de quotas d'une période à l'autre, **le prix du quota de première période a chuté** et convergé vers zéro. A partir de 2008, cette contrainte n'existe plus, et associée au resserrement des allocations aux installations, elle explique le maintien d'un prix élevé pour les quotas de deuxième période.

Le prix des URCE est fortement lié au prix des quotas de phase II.

5.8 – Autres initiatives de réduction des émissions

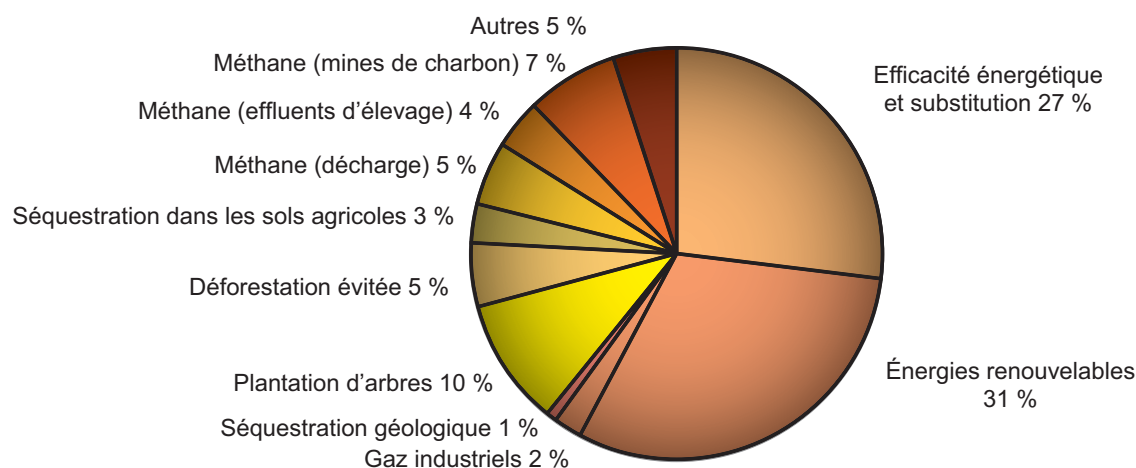
Autres marchés d'échange de permis d'émissions



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, qui suivent ou non les standards du protocole de Kyoto. Le marché qui en découle permet de financer des projets plus diversifiés que ceux du MDP et de la MOC : le **secteur agroforestier** est par exemple plus représenté.



Source : Ecosystem Marketplace, 2008

Transport

Pour effectuer 1 000 km (environ un aller retour Paris-Amsterdam), un voyageur entraînera l'émission de :

- **0,18 t CO₂ en voiture** (moyenne du parc automobile français), soit 176 g CO₂/km. Une petite cylindrée émet 0,12 t CO₂ (120 g CO₂/km)¹. Augmenter le nombre de passagers réduit proportionnellement ces émissions.
- **0,27 t CO₂éq. en avion**, avec un taux de remplissage de l'avion de 75 %¹. 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 CO₂éq. en train** (en moyenne en Europe de l'ouest). Les émissions d'un trajet en train dépendent de la source d'énergie. En France, les émissions sont plus 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, correspondant à un taux d'efficacité thermique de 40 %)².
- **0,72 Mt CO₂/an pour une centrale au gaz** (0,36 t CO₂/MWh, correspondant à 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.

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 sont produites par une cimenterie-type** produisant 500 000 t/an (0,7 t CO₂ par tonne de ciment)⁴.
- **0,09 Mt CO₂/an sont émises par une verrerie-type** produisant 150 000 t/an (0,6 t CO₂ par tonne de verre)⁵.

Foresterie et agriculture

- **580 t CO₂éq.** sont émises par **hectare de forêt tropicale déforesté** (combustion et décomposition)⁶.

L'agriculture émet en moyenne, en France :

- **1 t CO₂éq./an par vache laitière** du fait des fermentations entériques⁷.
- **0,5 t CO₂éq./an par porc** du fait de ses déjections⁷.

(1) Source : Ademe, bilan carbone

(2) Source : AIE

(3) Source : Commission européenne

(4) Source : Cement Sustainability Initiative

(5) Source : Fédération des chambres syndicales de l'industrie du verre

(6) Source : GIEC

(7) 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 Slovaquie ; 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.

UQA :

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 l'Observatoire de l'énergie.

Adresses utiles

Si vous cherchez à en savoir plus sur les sujets abordés dans ce document, vous pouvez consulter les pages suivantes :

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energiewww.ademe.fr

AIE

Agence Internationale de l'Energiewww.iea.org

Caisse des Dépôtswww.caissedesdepots.fr

Mission Climatwww.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 transportshttp://ec.europa.eu/energy/index_fr.html

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

DGEC

Direction générale de l'énergie et du climatwww.industrie.gouv.fr/energie

GIEC

Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climatwww.ipcc.ch

MEEDDAT

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable
et de l'Aménagement du territoirewww.developpement-durable.gouv.fr

PNUE - Risøwww.uneprisoe.org

Université Paris-Dauphine - CGEMP

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

WRI

World Resources Institute.....www.wri.org

**Ministère de l'Écologie, de l'Énergie,
du Développement durable
et de l'Aménagement du territoire**

**Commissariat général au développement durable
Service de l'Observation et des Statistiques
Sous-direction de l'observation de l'énergie
et des matières premières**

61, boulevard Vincent Auriol
Télédoc 162 – 75703 – Paris Cedex 13
www.developpement-durable.gouv.fr

**Caisse des Dépôts
Mission Climat**

278 boulevard Saint-Germain
75356 Paris 07 SP
www.caissedesdepots.fr/missionclimat/fr