

Energies, motorisations et effet de serre

Historique de l' Effet de Serre

Les gaz concernés (Gaz à Effet de Serre)

Effets des émissions de GES sur le climat

Pouvoir de réchauffement des gaz

Emissions de GES en France - contributions

Actions possibles

Cas des véhicules routiers : l'énergie et le CO₂

Perspectives sur les énergies et les motorisations

Références :

- *Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (MIES)*
⇒ <http://www.effet-de-serre.gouv.fr>
- *Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA)*

Historique

1827 Première description de l'effet de serre (JB Fourier)

1873 Fondation de l'Organisation météorologique mondiale (Vienne)

1895 Hypothèse de la relation CO₂ - température moyenne (Arrhénius)

1957 Mesures systématiques du CO₂

1967 Prévisions de réchauffement climatique

1979 Première conférence mondiale sur le climat

...

1992 Convention-cadre de Rio sur les changements climatiques

1997 Protocole de Kyoto

...

...

2008-2012 Première période d'engagement des pays - application

Gaz à Effet de Serre d'origine anthropique (protocole de Kyoto)

<i>Gaz à effet direct</i>	<i>Origine</i>
CO ₂ gaz carbonique	Combustion d'énergie fossile
CH ₄ méthane	Fermentation, combustion
N ₂ O oxyde nitreux	Agriculture, industrie, transports
HFC hydrofluorocarbones (*)	Réfrigération, aérosols
PFC hydrocarbures perfluorés (*)	Industrie
SF ₆ hexafluorure de soufre (*)	Industrie
(*) substituts des CFC chlorofluorocarbones	

<i>Gaz à effet indirect (*)</i>	<i>Origine</i>
NO _x oxydes d'azote	Combustion
CO monoxyde de carbone	Combustion
COVNM composés organiques volatils non méthaniques	Evaporation, combustion
SO ₂ dioxyde de soufre	Combustion
(*) hors « panier » de Kyoto	Interviennent dans la formation d'ozone

Effets des GES sur le climat et sur la santé

- Depuis la fin du XIX^{ème} siècle : réchauffement de la terre de 0,3 à 0,6 °C + montée du niveau des océans de 10 à 25 cm

- Prévisions d'ici l'année 2100 :
 - Réchauffement de 1 à 3,5 °C
 - Montée des mers de 15 à 95 cm
 - Sécheresses et inondations plus sévères
 - Dépérissement des forêts
 - Modification de l'équilibre des espèces

- Dangers :
 - Disparition de zones côtières, d'îles ...
 - Famine, maladies infectieuses,
 - Affections cardiorespiratoires ...

⇒ il faut s'intéresser aux gaz dont l'impact sur l'effet de serre est le plus important :

cet impact est lié à la quantité et au **Pouvoir de réchauffement** de chaque gaz.

Pouvoir de réchauffement des GES

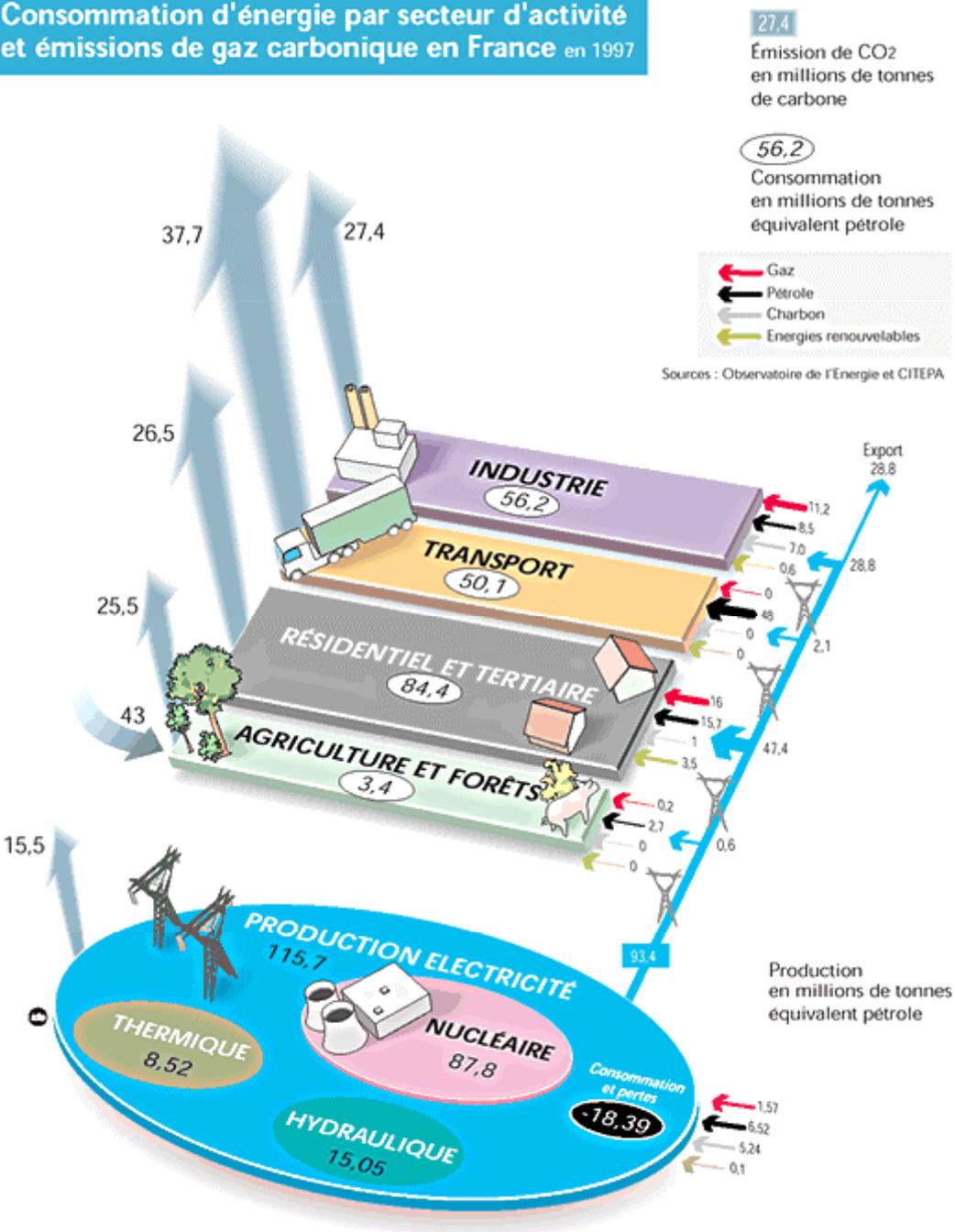
<i>Gaz à effet direct</i>		<i>Pouvoir de réchauffement (*)</i>	
CO ₂	gaz carbonique	1	(base)
CH ₄	méthane	21	
N ₂ O	oxyde nitreux	310	
HFC	hydrofluorocarbones	1700	(moyenne de 6 HFC)
PFC	hydrocarbures perfluorés	7100	(moyenne de 5 PFC)
SF ₆	hexafluorure de soufre	23900	
		(*) à 100 ans	

Emissions de GES en France - contributions

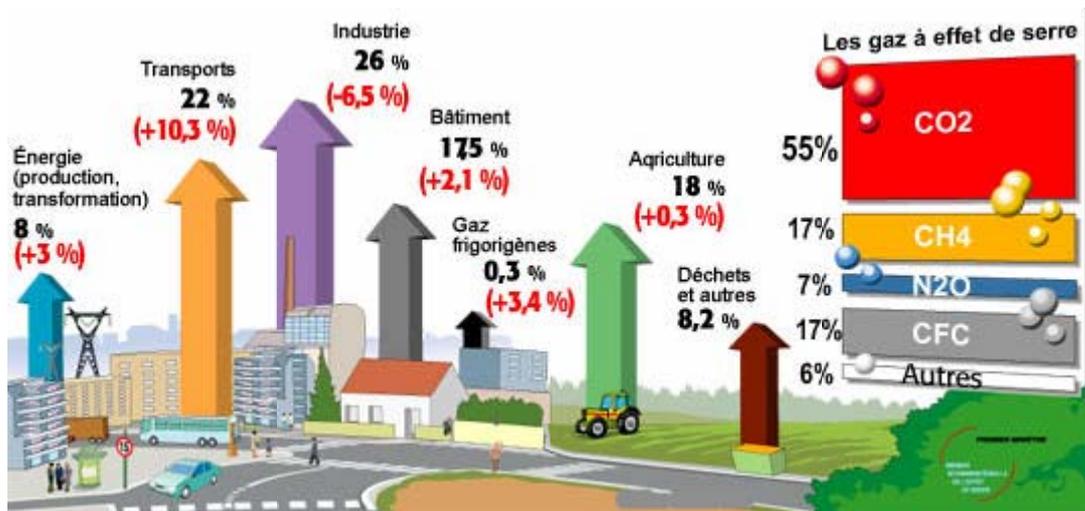
- Consommation d'énergie par secteur d'activité et émissions de gaz carbonique
- Part relative des activités dans les émissions de GES et évolutions
- Le secteur de l'énergie en France (inventaire CITEPA)
- Contribution des transports routiers

Consommation d'énergie par secteur d'activité et émissions de gaz carbonique (source : MIES)

Consommation d'énergie par secteur d'activité et émissions de gaz carbonique en France en 1997



La part relative des activités dans les émissions de GES en France et leur croissance à l'horizon 2010 en l'absence de mesures nouvelles. Chiffres CITEPA 1997.



CO₂ = Dioxyde de carbone

CH₄ = Méthane

N₂O = Protoxyde d'azote (appelé aussi oxyde nitreux)

CFC = Chlorofluocarbone

TABLE 1 SECTORAL REPORT FOR ENERGY

FRANCE (METROPOLE+DOM-TOM)		SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES							(Sheet 1 of 3)
1998		(Gg)							
GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES (1996 IPCC GUIDELINES)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂		
Total Energy	390 504	396,78	19,21	1 626,02	6 568,12	1 191,88	835,36		
A Fuel Combustion Activities (Sectoral Approach)	386 359	168,79	19,13	1 621,11	6 564,08	1 078,00	770,53		
1 Energy Industries	67 863	1,68	2,38	182,82	18,82	4,94	383,83		
a Public Electricity and Heat Production	47 382	0,61	1,70	155,30	12,95	4,08	243,21		
b Petroleum Refining	15 788	0,64	0,59	20,40	3,52	0,64	123,26		
c Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	4 693	0,43	0,09	7,12	2,35	0,22	17,36		
2 Manufacturing Industries and Construction	77 437	4,36	2,57	252,14	823,62	24,83	231,90		
a Iron and Steel									
b Non-Ferrous Metals									
c Chemicals									
d Pulp, Paper and Print									
e Food Processing, Beverages and Tobacco									
f Other (please specify)									

TABLE 1 SECTORAL REPORT FOR ENERGY

FRANCE (METROPOLE+DOM-TOM)

1998

(Sheet 2 of 3)

SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES									
(Gg)									
GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES (1996 IPCC GUIDELINES)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂		
3 Transport	137 987	17.09	9.40	837.30	3 577.24	736.73	53.67		
a Civil Aviation	7 347	0.00	0.00	20.35	7.21	1.95	2.33		
b Road Transportation	128 276	17.01	9.32	780.50	3 566.45	723.69	47.85		
c Railways	740	0.04	0.02	9.30	2.51	1.09	0.24		
d Navigation	1 157	0.01	0.04	21.94	0.89	9.19	3.26		
e Pipeline Transport	467	0.02	0.02	5.21	0.16	0.82	0.00		
4 Other Sectors	103 072	145.67	4.77	348.86	2 144.40	311.49	101.13		
a Commercial/Institutional	30 934	2.55	1.17	37.99	18.07	1.76	33.38		
b Residential	62 300	141.15	3.26	67.15	1 829.30	222.21	54.21		
c Agriculture/Forestry/Fishing	9 838	1.96	0.36	243.73	297.04	87.52	13.54		
5 Other (please specify)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
B Fugitive Emissions from Fuels	4 145	228.00	0.08	4.91	4.04	113.89	64.83		
1 Solid Fuels	0	133.10	0.00	0.00	3.30	0.83	0.00		
a Coal Mining	0	131.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
b Solid Fuel Transformation	0	1.93	0.00	0.00	3.30	0.83	0.00		
c Other (please specify)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2 Oil and Natural Gas	4 145	94.90	0.08	4.91	0.74	113.06	64.83		
a Oil	3 213	0.31	0.08	4.80	0.74	110.03	50.59		
b Natural Gas	563	94.09	0.00	0.00	0.00	2.84	8.74		
c Venting and Flaring	369	0.50	0.00	0.11	0.00	0.19	5.50		

TABLE 1 SECTORAL REPORT FOR ENERGY

FRANCE (METROPOLE+DOM-TOM) 1998 (Sheet 3 of 3)

SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES (1996 IPCC GUIDELINES)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
Memo Items (1)							
International Bunkers	20 635	0.00	0.30	206.03	10.65	82.20	163.03
Aviation	11 470	0.00	0.00	31.59	8.28	2.37	3.64
Marine	9 165	0.00	0.30	174.45	2.36	79.84	159.38
CO ₂ Emissions from Biomass	39 727						

(1) Not included in energy totals.

Contribution des transports routiers France (secteur de l'énergie et total)

Gaz à effet de serre	Contribution (%) / Secteur Energie	Contribution (%) / Total secteurs
CO ₂	32,8	25,5
CH ₄	4,3	0,6
N ₂ O	48,5	3,4
NO _x	48,0	47,0
CO	54,3	45,0
COVNM	60,7	29,9
SO ₂	5,7	5,5
Total	Entre 35 et 40 % ?	Entre 25 et 30 % ?

Actions possibles dans le Secteur des transports

- Politiques et industries :

- Moins de temps gaspillé
- Transports collectifs plus accessibles
- Villes plus vivables / urbanisme moins gaspilleur d'énergie

⇒ maîtrise de l'énergie

⇒ transport de marchandises :

meilleure répartition entre mode routier et autres modes.

- Collectivités territoriales :

- Prévention du risque de changement climatique /

⇒ Contrats de Plan Etat-Régions ...

- Aide à l'orientation des actions des décideurs (fiches techniques) :

⇒ Mémento des Décideurs

- Actions citoyennes :

- Alternatives à la voiture (transports en commun, 2 roues non motorisés, marche à pied)
- Véhicules alternatifs et électriques
- Une bonne conduite (limitations de vitesse, préchauffage du moteur en roulant doucement, entretien régulier ...)

⇒ Economies d'énergie

Cas des véhicules routiers : l'énergie et le CO₂

Combustion d'hydrocarbures :

Moteurs thermiques => énergie mécanique

Centrales thermiques => énergie électrique

- *Equation chimique de la combustion :*
$$C_xH_y + (x+y/4).O_2 \Rightarrow x.CO_2 + (y/2).H_2O$$
- *Rapport entre masse de CO₂ et masse de carburant :*
$$R_1 = mCO_2/mCarb = 44/(12+r) \quad \text{où } r = y/x$$
- *Rapport entre masse de CO₂ et énergie fournie :*
$$R_2 = mCO_2/(mCarb*PC) = 44/[(12+r)*PC]$$

où PC = pouvoir calorifique (MJ/kg)

Filières énergétiques :

- *Motorisations thermiques :*
 - essence et gazole $R_1 = 3,17$ $R_2 = 74,4$ (g CO₂/MJ)
 - GPL
 - Gaz naturel $R_1 = 2,75$ $R_2 = 58,4$
 - Bio-carburants
 - Hydrogène comprimé
- *Motorisations électriques :*
 - recharge électrique des batteries
 - reformeur pour production d'hydrogène (pile à combustible)
 - production d'hydrogène et stockage en bouteilles (H₂ comprimé)
- *Motorisations hybrides :* autonomie sur moteur thermique

Conclusions / cas des véhicules routiers

- CO₂ est le principal GES

- Actions possibles pour maîtriser les émissions de CO₂
 - urbanisme, transfert modal
 - nouvelles motorisations, énergies alternatives
 - réduction des consommations de carburant unitaires
 - ...

- Actions de réduction des consommations de carburant
 - Véhicules
 - Conducteurs
 - Infrastructures
 - Ecoulement du trafic

Energies, motorisations et effet de serre des véhicules routiers

Parmi les six gaz à effet de serre retenus dans le protocole de Kyoto, les véhicules routiers sont essentiellement concernés par le gaz carbonique CO₂. Dans le cas des voitures particulières, les différentes solutions technologiques de motorisation et de source d'énergie peuvent être classées selon leurs émissions relatives de CO₂ (avec pour base 100 les motorisations à essence actuelles) :

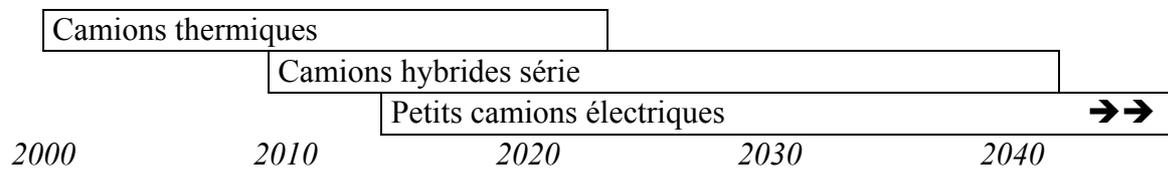
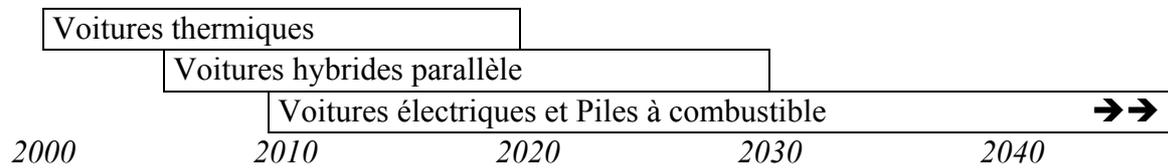
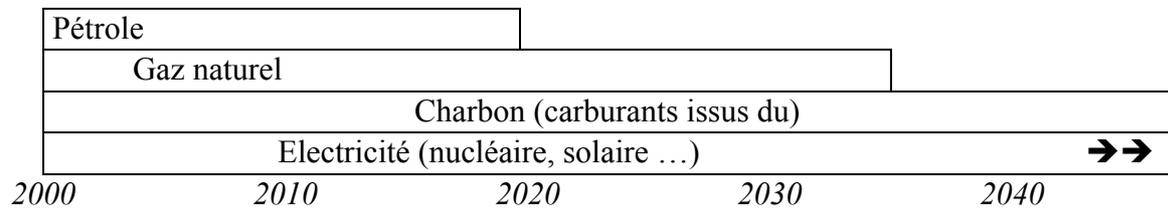
Energie et motorisation	CO₂ relatif	Observations
Essence actuel	100	Base
Essence injection directe (IDE)	85	
GPL	85	Surcoût -Fiscalité promotionnelle
Electrique batteries *Charbon	85	Performances inférieures (autonomie, vitesse) Surcoût -Aides financières
Diesel (préchambre)	85	
Hybride parallèle Essence	80	Toyota Prius -Coût réel double de la Base
Diesel injection directe (IDD)	75	
Gaz naturel	75	Surcoût -Fiscalité promotionnelle
Diester 30 %	75	Surcoût -Fiscalité promotionnelle
Hybride parallèle IDE	70	
Hybride parallèle Diesel	70	
Hybride parallèle IDD	60	
Electrique Pile à combustible + reformeur (essence, méthanol)	40	A l'horizon 2015 ? Coût actuel prohibitif Pb Production, distribution et stockage du H ₂
Electrique batteries *Nucléaire	0	Performances inférieures (autonomie, vitesse) Surcoût -Aides financières

**Charbon, *Nucléaire = électricité produite par une centrale au charbon, nucléaire*

Pour une motorisation donnée, par exemple le moteur à allumage commandé de base, l'émission de CO₂ est proportionnelle au produit de la consommation par un coefficient qui est fonction du rapport hydrogène/carbone du carburant; ce coefficient vaut 3,17 pour l'essence et seulement 2,75 pour le gaz naturel (méthane).

Le choix d'une solution technologique ne peut se limiter au seul critère du CO₂. Il convient de tenir compte aussi des contraintes d'environnement portant sur les autres polluants (oxydes d'azote, particules ...); ainsi apparaît l'intérêt des motorisations hybrides parallèle qui autorisent des émissions de polluants très basses, voire nulles en circulation urbaine. Par ailleurs le renchérissement du pétrole et l'appauvrissement des ressources prévisible à moyen terme (20 ans ?) peuvent donner un nouvel élan au véhicule électrique.

PERSPECTIVES SUR LES ENERGIES ET LES MODES DE PROPULSION



Autres sources d'énergie ... (hydrogène pour les moteurs thermiques et pour les piles à combustible ?)