



Faculté  
**Eco-Gestion**  
Clermont-Fd

**Master « Economie et développement international » 1<sup>ère</sup> année**

## ECONOMIE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

### **Chapitre IV – Le changement climatique**

P. Combes Motel  
Cerdi – CNRS – Clermont Université

Plan

**Economie des ressources naturelles et de l'environnement**

**Chapitre IV. Le changement climatique**

**Section 1. L'état des connaissances**

- A. LES INDICATEURS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES
- B. QUELLE EVOLUTION DU CLIMAT DANS LE FUTUR ?

**Section 2. Les politiques climatiques**

- A. LA GOUVERNANCE MONDIALE
- B. POLITIQUES ET MESURES NATIONALES

**Annexe**

Table des illustrations

Définition 1. Gaz à effet de serre (GES) ..... 3

Définition 2. Forçage radiatif (radiative forcing) ..... 4

Encadré 1. Le communiqué du sommet de Gleneagles ..... 1

Encadré 2. Les conséquences du réchauffement climatique selon le rapport Stern ..... 1

Encadré 3. Le GIEC ..... 1

Encadré 4. La nécessaire coopération internationale selon le rapport Stern ..... 2

Encadré 5. Premier point du rapport du Giec ..... 2

Encadré 6. Le SG des Nations-Unies sur le changement climatique ..... 2

Encadré 7. Les effets de serre..... 3

Encadré 8. Les scénarios du GIEC sur l'évolution future du climat ..... 14

Encadré 9. Taux d'actualisation et probabilité de survie ..... 15

Encadré 10. Le principe de précaution dans la déclaration de Rio et la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques..... 15

Encadré 11. Loi constitutionnelle n°2005-205 du 1<sup>er</sup> mars 2005 - Loi constitutionnelle relative à la Charte de l'environnement..... 16

Encadré 12. La 14<sup>ème</sup> CoP à Poznan, décembre 2008 ..... 17

Encadré 13. L'analyse coût-efficacité de Baumol et Oates..... 17

Encadré 14. L'additionalité des MDP ..... 17

Encadré 15. L'article 3 du protocole de Kyoto ..... 18

Encadré 16. Victor Hugo. Ce siècle avait 2 ans. Feuilles d'automne..... 20

Figure 1. Evolution du forçage radiatif entre 1750 et 2005 selon le GIEC ..... 4

Figure 2. L'accroissement de la température moyenne et sous différentes latitudes ..... 5

Figure 3. Variations de la température et du niveau de la mer à l'échelle du globe et de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord..... 5

Figure 4. Evolution de la concentration atmosphérique en dioxyde de carbone et de son taux de croissance annuel ..... 6

Figure 5. Evolution de la teneur atmosphérique en CO2 ..... 6

Figure 6. Evolution de la température dans l'hémisphère Nord..... 7

Figure 7. Emissions de GES anthropiques par gaz aux EU, 2006, millions de tonnes métriques d'équivalents CO2 .....	7
Figure 8. Répartition sectorielle des émissions de CO2 fossile en 1990.....	8
Figure 9. Evolution des émissions de CO2 .....	8
Figure 10. Evolution des émissions de CO2 par habitant .....	9
Figure 11. Le lien entre émissions de CO2 et développement .....	9
Figure 12. Emissions de CO2 par habitant en 2002 .....	10
Figure 13. Les flux énergétiques aux EU .....	11
Figure 14. Bilan énergétique de la France en 2007 .....	12
Figure 15. Les « storylines » du SRES.....	13
Figure 16. Dates clés .....	15
Tableau 1. Les GES reconnus par la CCNUCC et leur origine.....	3
Tableau 2. Evolutions moyennes des températures et du niveau de la mer à la fin du 21 <sup>ème</sup> siècle selon les scénarios du Giec.....	13
Tableau 3. Les hypothèses des 4 familles de scénarios du Giec .....	14
Tableau 4. Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et protocole de Kyoto. Listes des pays annexées aux textes.....	19

## Bibliographie

2005, *Lettre trimestrielle de la Mission climat de la Caisse des Dépôts*, n° 1, Janvier.

2006 *Stern Review. The Economics of Climate Change*. Disponible en ligne : [http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview\\_index.htm](http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm) consulté le 2 oct. 09

Ackerman, F. 2009 “The New Climate Economics: The Stern Review versus its Critics” in *Twenty-First Macroeconomics. Responding to the Climate Challenge*, edited by J. M. Harris & N. R. Goodwin, Edward Elgar, pp. 32-57.

Arnell, NW., MJL. Livermore, S. Kovats, PE. Levy, R. Nicholls, ML. Parry & SR. Gaffin 2004 “Climate and socio-economic scenarios for global-scale climate change impacts assessments: characterising the SRES storylines” *Global Environmental Change*, vol. 14, pp. 3-20.

Arrow, KJ. 1995 “Intergenerational Equity and the Rate of Discount in Long-Term Social Investment” IEA World Congress, December. Disponible : <http://ideas.repec.org/p/wop/stanec/97005.html> consulté le 25 sept. 09

Baumol, WJ. & WE. Oates, 1971 “The Use of Standards and Prices for the Protection of the Environment” *Swedish Journal of Economics*, special issue on Environmental Economics, vol. 73, n° 1, March, pp. 42-54.

Bernard, A. 2001 *Vers une nouvelles architecture du Protocole de Kyoto : quelques simulations préliminaires effectuées avec le modèle Gemini E3*, mimeo, Conseil Général des Ponts et Chaussées.

Chakravorty, U., J. Roumasset & K. Tse, 1997 “Endogenous Substitution among Energy Resources and Global Warming” *The Journal of Political Economy*, vol. 105, n° 6, December, pp. 1201-1234

Dasgupta, P. S. 2006 “Comments on the Stern Review's Economics of Climate Change” Revised: December 12, 2006, disponible en ligne: <http://www.econ.cam.ac.uk/faculty/dasgupta/STERN.pdf> consulté le 2 oct. 09.

De Perthuis, C. 2007 “La Stern Review : le parti pris de l’action face au risque climatique » *Revue d'économie politique*, vol. 117, n°4, pp. 523-531.

De Perthuis, C. 2009 *Et pour quelques degrés de plus... Nos choix économiques face au risque climatique*, Pearson.

Faucheux, S. & H. Joumni, 2005 *Economie et politique des changements climatiques*, La Découverte. Repères #414.

GIEC, 2002a *Bilan 2001 des changements climatiques. Mesures d'atténuation Résumés du Groupe de travail III du GIEC.* Disponible en ligne : [http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/?src=/climate/IPCC\\_tar/vol4/french/index.htm](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/IPCC_tar/vol4/french/index.htm)

GIEC, 2002b *Changements climatiques 2001. Rapport de synthèse.* Disponible en ligne : [http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/) consulté le 19 nov. 08

GIEC, 2008 *Bilan 2007 des changements climatiques. Rapport de synthèse.* Disponible en ligne : <http://www.ipcc.ch/> consulté le 19 nov. 08.

Guesnerie, R. 2003 *Kyoto et l'économie de l'effet de serre*, Rapport au Conseil d'Analyse Economique. Disponible en ligne : <http://www.cae.gouv.fr/rapports/039.htm> consulté le 20 nov. 08

Hanley, N., JF. Shogren & B. White, 2007 *Environmental economics in theory and practice*, Palgrave Mac Millan, 2<sup>nd</sup> edition.

Hansen, J., D. Johnson, A. Lacis, S. Lebedeff, P. Lee, D. Rind, G. Russell, 1981 "Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide" *Science*, vol. 213, 28 August, pp. 957-966.

Hardin, G. 1968 "The Tragedy of the Commons" *Science*, Vol. 162, Issue 3859, 13 December, pp. 1243-8.

Harris, J. M. & N. R. Goodwin, 2009 *Twenty-First Century Macroeconomics. Responding to the Climate Challenge*, Edward Elgar.

Henry, C. & M. Henry, 2003 « Etat de la connaissance scientifique et mobilisation du principe de précaution » *Revue Economique*, vol. 54, n° 6, novembre, pp. 1277-1289.

Hight, C. & G. Silva-Chavez, 2008 « Du changement dans l'air. Les bases du futur marché américain du carbone » *Etude Climat*, n° 15, octobre, Caisse des Dépôts. Disponible en ligne : <http://www.caissedesdepots.fr/spip.php?article650> consulté le 25 nov. 08.

IPCC 2001 *Climate Change 2001: The Scientific Basis*, Cambridge University Press for the IPCC. Disponible en ligne: [http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/?src=/climate/ipcc\\_tar/wg1/254.htm](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/254.htm) consulté le 19 nov. 09

Jacquet, P., R. K. Pachauri & L. Tubiana (sous la direction de), 2009 *La gouvernance du développement durable*, L'annuel du développement durable, Regards sur la terre, Les Presses de Sciences Po.

Kast, R. 2003 « Calcul d'un coût économiquement acceptable pour la mise en pratique du principe de précaution » *Revue Economique*, Vol. 54, n° 6, novembre, pp. 1307-1334.

Lomborg, B. 2001, 2004 *L'écologiste sceptique. Le véritable état de la planète*, Préface de C. Allège, Le Cherche Midi.

Ministère du développement durable, 2008 *Bilan énergétique pour la France 2007*, Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières, Observatoire de l'Energie. Disponible en ligne : [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Bilan\\_energetique\\_pour\\_1\\_annee\\_2007\\_cle2ba984.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Bilan_energetique_pour_1_annee_2007_cle2ba984.pdf) consulté le 19 nov. 08.

Mooney, C. 2005 "Gleneagles Grounded. Yes, Bush said global warming 'must be addressed by the world.' No, he didn't say anything new", July 13. Disponible en ligne: [http://www.prospect.org/cs/articles?article=gleneagles\\_ground](http://www.prospect.org/cs/articles?article=gleneagles_ground) consulté le 20 nov. 08

Nations Unies, 1992a *Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques*. Disponible en ligne : <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convfr.pdf> consulté le 20 nov. 08

Nations Unies, 1992b *Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement*. Disponible en ligne : <http://www.un.org/french/events/rio92/rio-fp.htm#three> consulté le 12 janv. 09.

Nations Unies, 1998 *Protocole de Kyoto à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques*. Disponible en ligne : <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpfrench.pdf> consulté le 20 nov. 08

Nordhaus, WD. 2007 "A Review of the Stern Review on the Economics of Climate" *Journal of Economic Literature*, vol. 45, Issue 3, pp. 686-702. Mimeo disponible en ligne: [http://nordhaus.econ.yale.edu/stern\\_050307.pdf](http://nordhaus.econ.yale.edu/stern_050307.pdf) consulté le 20 Nov. 08

OCDE, 2006 *L'économie politique des taxes liées à l'environnement*, Editions OCDE.

Pearce, D., G. Atkinson & S. Mourato, 2006 *Analyse coûts-bénéfices et environnement. Développements récents*, OCDE.

PNUD, 2007 *Rapport mondial sur le développement humain 2007/2008. La lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé*, La Découverte, PNUD.

Prieur, M. 2006 « Le principe de précaution ». Document disponible en ligne : <http://www.legiscompare.com/Publications/journees%20chinoises%20oct%202006/2-Prieur.pdf> consulté le 12 janv. 09.

Samuelson, PA. 1954 "The pure theory of public expenditure" *The Review of Economics and Statistics*, vol. 36, n° 4, November, pp. 387-9. Traduction française dans : Généreux, J. 1996 *L'économie politique. Analyse économique des choix publics et de la vie politique*, Larousse Bordas, pp. 77-82. Textes essentiels.

Stern, N. 2006 *The Economics of Climate Change. Stern Review*, Cambridge University Press. Disponible en ligne: [http://www.hm-treasury.gov.uk/stern\\_review\\_final\\_report.htm](http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_final_report.htm) consulté le 20 nov. 08

Trotignon, R. & Delbosc, A. 2008 « Echanges de quotas en période d'essai du marché européen du CO2. Ce que révèle le CITL » *Etude Climat*, n° 13, juin, Caisse des Dépôts. Disponible en ligne : <http://www.caissedesdepots.fr/spip.php?article650> consulté le 25 nov. 08.

Weitzman, M. L. 2007 "The Stern Review of the Economics of Climate Change" *Journal of Economic Literature*, vol. 45, n° 3, pp. 703-724.

### Encadré 1. Le communiqué du sommet de Gleneagles

“Climate change is a serious and long term challenge that has the potential to affect every part of the globe. We know that increased need and use of energy from fossil fuels, and other human activities, contribute in large part to increases in greenhouse gases associated with the warming of our Earth’s surface. While uncertainties remain in our understanding of climate science, we know enough to act now to put ourselves on a path to slow and, as the science justifies, stop and then reverse the growth of greenhouse gases.”

Source: Mooney, C. 2005

### Encadré 2. Les conséquences du réchauffement climatique selon le rapport Stern

“If no action is taken to reduce emissions, the concentration of greenhouse gases in the atmosphere could reach double its pre-industrial level as early as 2035, virtually committing us to a global average temperature rise of over 2°C. In the longer term, there would be more than a 50% chance that the temperature rise would exceed 5°C. This rise would be very dangerous indeed; it is equivalent to the change in average temperatures from the last ice age to today. Such a radical change in the physical geography of the world must lead to major changes in the human geography – where people live and how they live their lives.

Even at more moderate levels of warming, all the evidence – from detailed studies of regional and sectoral impacts of changing weather patterns through to economic models of the global effects – shows that climate change will have serious impacts on world output, on human life and on the environment.

All countries will be affected. The most vulnerable – the poorest countries and populations – will suffer earliest and most, even though they have contributed least to the causes of climate change. The costs of extreme weather, including floods, droughts and storms, are already rising, including for rich countries.

Adaptation to climate change – that is, taking steps to build resilience and minimise costs – is essential. It is no longer possible to prevent the climate change that will take place over the next two to three decades, but it is still possible to protect our societies and economies from its impacts to some extent – for example, by providing better information, improved planning and more climate-resilient crops and infrastructure. Adaptation will cost tens of billions of dollars a year in developing countries alone, and will put still further pressure on already scarce resources. Adaptation efforts, particularly in developing countries, should be accelerated.”

Source: Stern, N. 2006

### Encadré 3. Le GIEC

Le GIEC (Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat - IPCC) est créé à l’initiative de l’Organisation météorologique mondiale (OMM) (<http://www.wmo.ch>) et du Programme des Nations Unies pour l’environnement (PNUE) (<http://www.unep.org>) en 1988. Le rôle du GIEC est d’évaluer les informations scientifiques, techniques et socio-économiques pertinentes à la compréhension du risque des changements climatiques causés par l’activité humaine. Le GIEC n’entreprend aucune nouvelle recherche, pas plus qu’il ne surveille les données liées au climat. Il appuie principalement ses évaluations sur la littérature technique et scientifique publiée et revue par ses pairs.

#### Encadré 4. La nécessaire coopération internationale selon le rapport Stern

“Many countries and regions are taking action already: the EU, California and China are among those with the most ambitious policies that will reduce greenhouse gas emissions. The UN Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol provide a basis for international co-operation, along with a range of partnerships and other approaches. But more ambitious action is now required around the world.

Countries facing diverse circumstances will use different approaches to make their contribution to tackling climate change. But action by individual countries is not enough. Each country, however large, is just a part of the problem. It is essential to create a shared international vision of long-term goals, and to build the international frameworks that will help each country to play its part in meeting these common goals.

Key elements of future international frameworks should include:

- *Emissions trading*: Expanding and linking the growing number of emissions trading schemes around the world is a powerful way to promote cost-effective reductions in emissions and to bring forward action in developing countries: strong targets in rich countries could drive flows amounting to tens of billions of dollars each year to support the transition to low-carbon development paths.

- *Technology cooperation*: Informal co-ordination as well as formal agreements can boost the effectiveness of investments in innovation around the world. Globally, support for energy R&D should at least double, and support for the deployment of new low-carbon technologies should increase up to five-fold. International cooperation on product standards is a powerful way to boost energy efficiency.

- *Action to reduce deforestation*: The loss of natural forests around the world contributes more to global emissions each year than the transport sector. Curbing deforestation is a highly cost-effective way to reduce emissions; largescale international pilot programmes to explore the best ways to do this could get underway very quickly.

- *Adaptation*: The poorest countries are most vulnerable to climate change. It is essential that climate change be fully integrated into development policy, and that rich countries honour their pledges to increase support through overseas development assistance. International funding should also support improved regional information on climate change impacts, and research into new crop varieties that will be more resilient to drought and flood.”

Source: Stern, N. 2006

#### Encadré 5. Premier point du rapport du Giec

« Le réchauffement du système climatique est sans équivoque. On note déjà, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la neige et de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer »

Source : GIEC, 2008

#### Encadré 6. Le SG des Nations-Unies sur le changement climatique

« L'édition 2007/2008 du *Rapport mondial sur le développement humain* est publiée à un moment où le changement climatique (au centre des préoccupations internationales depuis longtemps) commence à recevoir toute l'attention qu'il mérite. Les résultats récents du Giec reviennent à tirer la sonnette d'alarme. Ils confirment sans équivoque le réchauffement de notre système climatique et l'associent directement à l'activité humaine. »

Source : Ban Ki-moon in PNUD, 2007, p. 23

**Tableau 1. Les GES reconnus par la CCNUCC et leur origine**

<i>GES</i>	<i>Origine</i>
CO2 dioxyde de carbone ;	Combustion énergie fossile, production de ciment
NO2 oxyde nitreux encore appelé protoxyde d'azote qui est un gaz hilarant	Combustion de biomasse, activités industrielles, élevages et activités agricoles
Méthane (CH4)	Plantation de rizières, combustion de la biomasse, fermentation, production de ressources fossiles, exploitation du gaz naturel, décharges incontrôlées
Hydrofluorocarbones (HFC)	Industrie, systèmes réfrigérants
Hydrocarbures perfluorés (PFC)	Industrie, aluminium, secteur électrique et électronique, industries des solvants
Hexafluorure de soufre (SF6)	Industries électroniques, électriques

D'après : Faucheux, S. & H. Joumni, 2005, p. 11

**Encadré 7. Les effets de serre.**

« Les *gaz à effet de serre* absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre, par l'atmosphère elle-même du fait de la présence de ces mêmes gaz et par les nuages. Le rayonnement atmosphérique est émis dans toutes les directions, y compris vers la surface de la Terre. Ainsi, les *gaz à effet de serre* retiennent la chaleur dans le système surface-troposphère. C'est ce qu'on appelle "l'effet de serre naturel". Le rayonnement atmosphérique est étroitement lié à la température du niveau où il est émis. Dans la troposphère, la température diminue généralement avec l'altitude. En fait, le rayonnement infrarouge dirigé vers l'espace prend naissance à une altitude où la température est en moyenne de -19 °C, en équilibre avec le rayonnement solaire incident net, tandis que la surface de la Terre se maintient à une température beaucoup plus élevée, de +14 °C en moyenne. Un accroissement de la concentration de gaz à effet de serre entraîne une plus grande opacité de l'atmosphère au rayonnement infrarouge et, par conséquent, un rayonnement effectif vers l'espace à partir d'une altitude plus élevée et à une température plus basse. Il en résulte un *forçage radiatif*, c'est-à-dire un déséquilibre qui ne peut être compensé que par une hausse de la température du système surface-troposphère. C'est ce qu'on appelle 'l'effet de serre renforcé'. »

**Définition 1. Gaz à effet de serre (GES)**

"Greenhouse gases are those gaseous constituents of the atmosphere, both natural and anthropogenic, that absorb and emit radiation at specific wavelengths within the spectrum of infrared radiation emitted by the Earth's surface, the atmosphere and clouds. This property causes the greenhouse effect. Water vapour (H<sub>2</sub>O), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), nitrous oxide (N<sub>2</sub>O), methane (CH<sub>4</sub>) and ozone (O<sub>3</sub>) are the primary greenhouse gases in the Earth's atmosphere. Moreover there are a number of entirely human-made greenhouse gases in the atmosphere, such as the halocarbons and other chlorine and bromine containing substances, dealt with under the Montreal Protocol. Beside CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub>, the Kyoto Protocol deals with the greenhouse gases sulphur hexafluoride (SF<sub>6</sub>), hydrofluorocarbons (HFCs) and perfluorocarbons (PFCs)."

Source: GIEC, 2002b, [http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/?src=/climate/ipcc\\_tar/wg1/518.htm](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/518.htm) consulté le 19 nov. 08

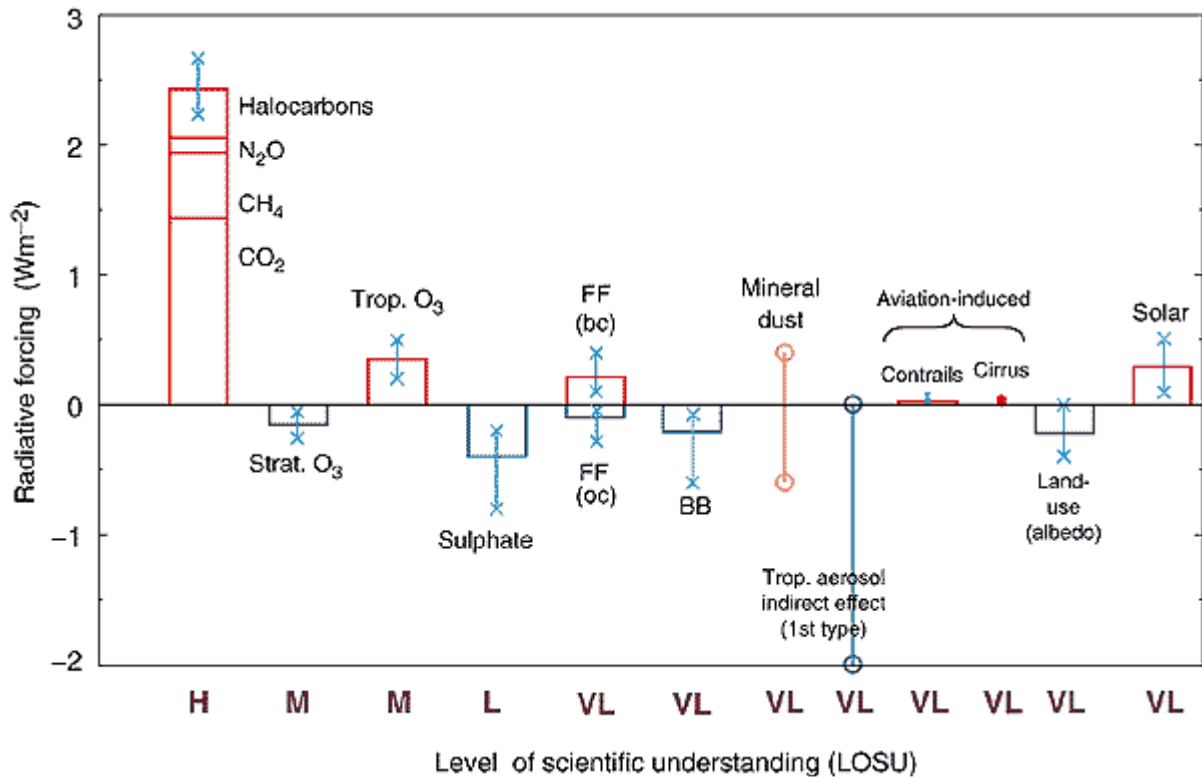
**Définition 2. Forçage radiatif (radiative forcing)**

“Radiative forcing is the change in the net vertical irradiance (expressed in Watts per square metre:  $Wm^{-2}$ ) at the tropopause due to an internal change or a change in the external forcing of the climate system, such as, for example, a change in the concentration of carbon dioxide or the output of the Sun. Usually radiative forcing is computed after allowing for stratospheric temperatures to readjust to radiative equilibrium, but with all tropospheric properties held fixed at their unperturbed values. Radiative forcing is called instantaneous if no change in stratospheric temperature is accounted for. Practical problems with this definition, in particular with respect to radiative forcing associated with changes, by aerosols, of the precipitation formation by clouds, are discussed in [Chapter 6](#) of this Report.”

Source: GIEC, 2002b, [http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/?src=/climate/ipcc\\_tar/wg1/518.htm](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/518.htm) consulté le 19 nov. 08

**Figure 1. Evolution du forçage radiatif entre 1750 et 2005 selon le GIEC**

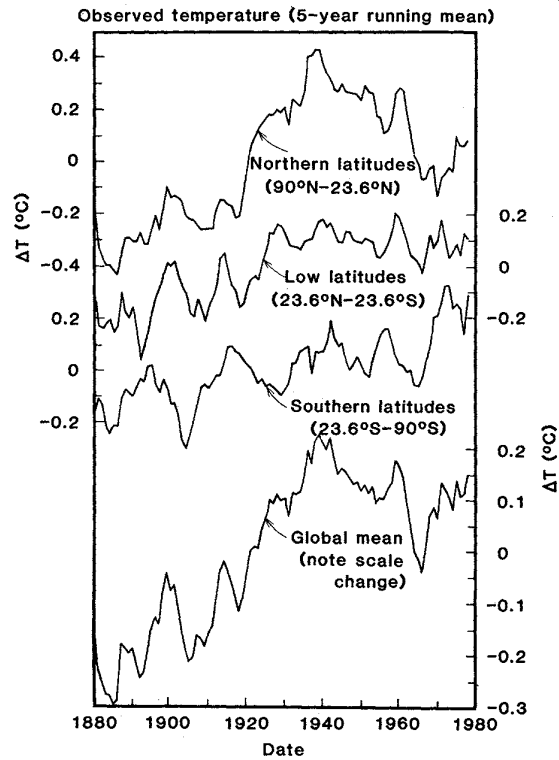
**Global and annual mean radiative forcing (1750 to present )**



Source : [http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/?src=/climate/ipcc\\_tar/wg1/254.htm](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/254.htm) consulté le 19 nov. 09. The vertical line about the rectangular bar with "x" delimiters indicates an estimate of the uncertainty range, guided by the spread in the published values of the forcing and physical understanding. A vertical line without a rectangular bar and with "o" delimiters denotes a forcing for which no central estimate can be given owing to large uncertainties. The uncertainty range specified here has no statistical basis and therefore differs from the use of the term elsewhere in this document. A "level of scientific understanding" (LOSU) index is accorded to each forcing, with H, M, L and VL denoting high, medium, low and very low levels, respectively. This represents our subjective judgement about the reliability of the forcing estimate, involving factors such as the assumptions necessary to evaluate the forcing, the degree of our knowledge of the physical/chemical mechanisms determining the forcing, and the uncertainties surrounding the quantitative estimate of the forcing.

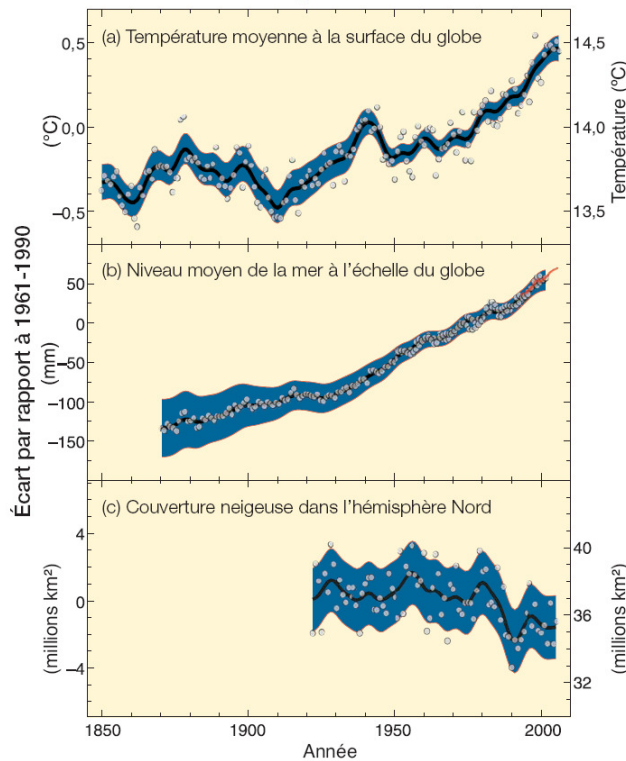
Ce graphe mesure l'évolution du forçage radiatif dans le temps. Ce forçage est la combinaison de la variabilité du rayonnement solaire et de l'accroissement de la concentration des GES. Cette combinaison est supposée être la meilleure pour simuler l'évolution des températures à la surface de la Terre. Cette méthode ne prend pas en compte la variabilité naturelle du climat sur cette période.

Figure 2. L'accroissement de la température moyenne et sous différentes latitudes



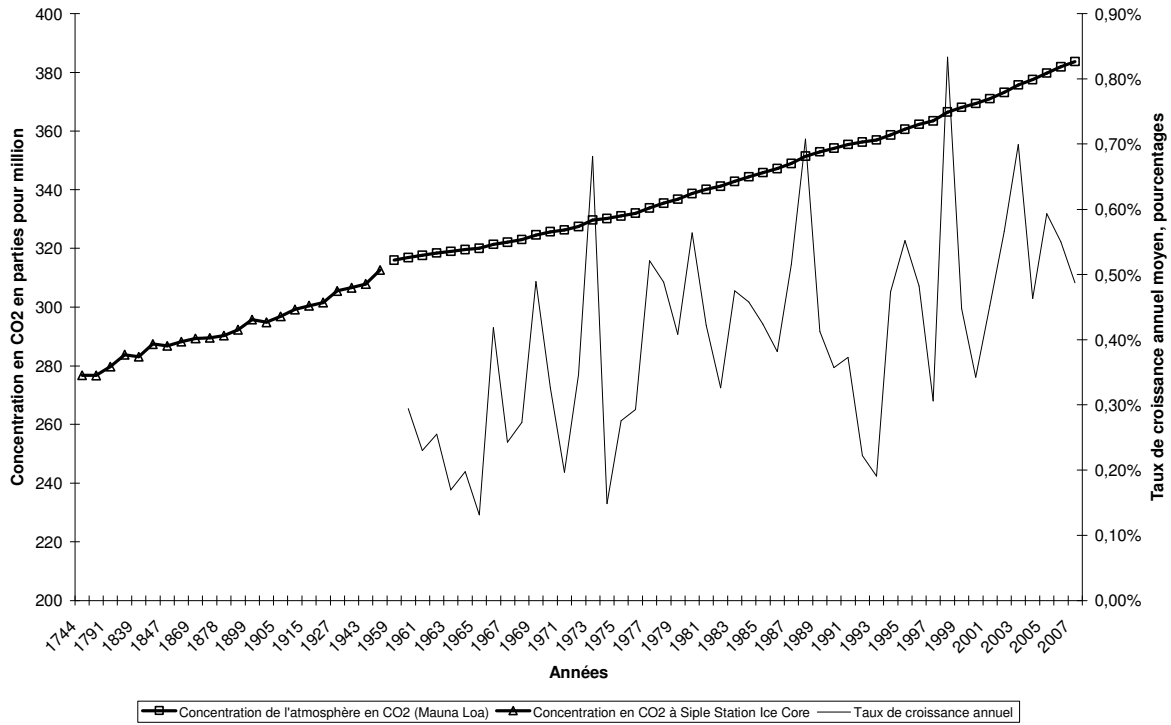
Source : Hansen, J., D. Johnson, A. Lacis, S. Lebedeff, P. Lee, D. Rind, G. Russell, 1981. Tendances des températures de surface observées sous trois latitudes et l'ensemble de la planète. Echelle de droite : faibles latitudes et ensemble de la planète

Figure 3. Variations de la température et du niveau de la mer à l'échelle du globe et de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord



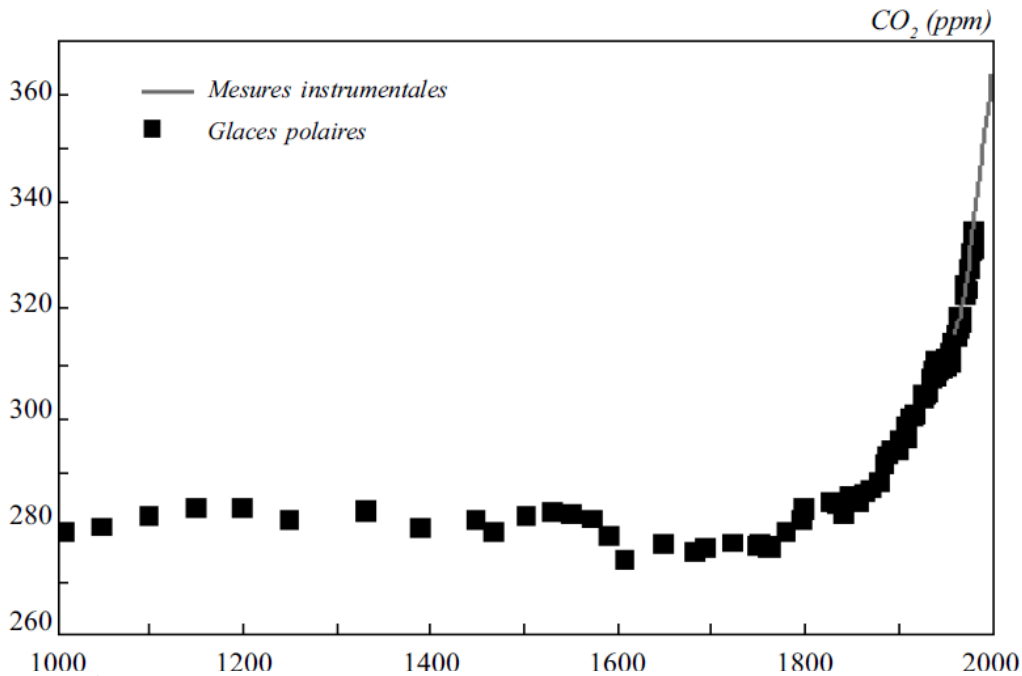
Source : GIEC, 2008

Figure 4. Evolution de la concentration atmosphérique en dioxyde de carbone et de son taux de croissance annuel



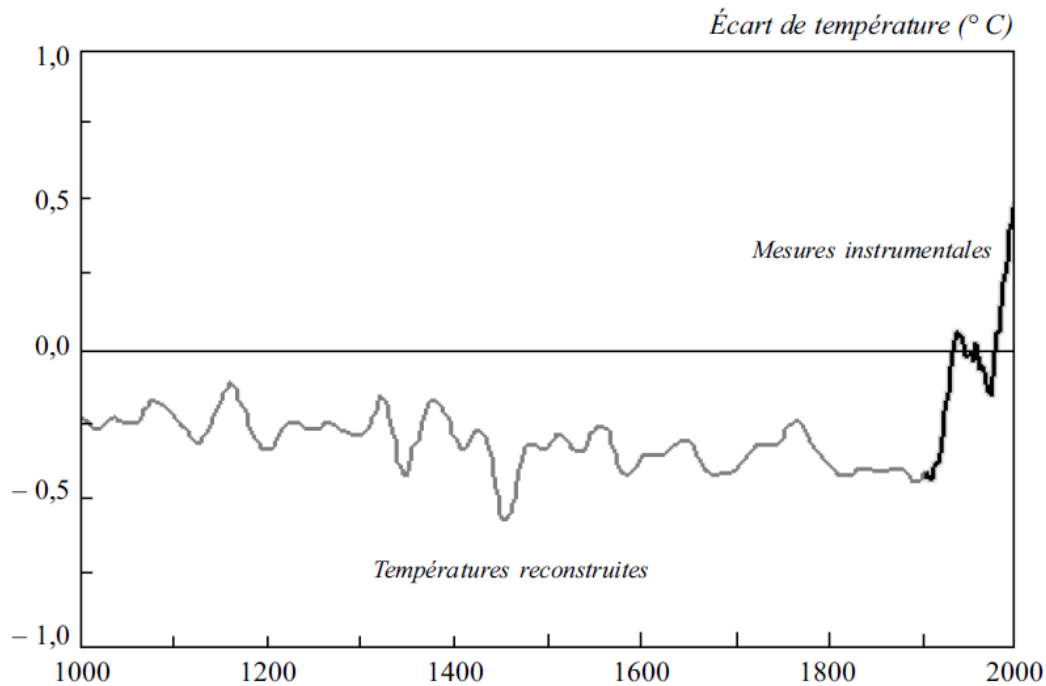
Axe de gauche : concentration annuelle moyenne en CO<sub>2</sub> ; échelle de droite : taux de croissance annuel. Source : US Department of commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, [http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/co2\\_data\\_mlo.html](http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/co2_data_mlo.html)

Figure 5. Evolution de la teneur atmosphérique en CO<sub>2</sub>



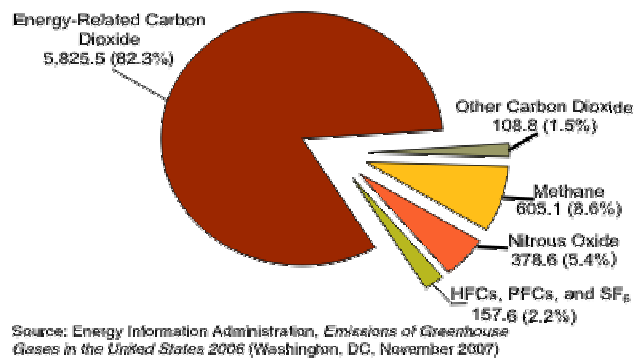
Source : Guesnerie, R. 2003, p. 14

Figure 6. Evolution de la température dans l'hémisphère Nord



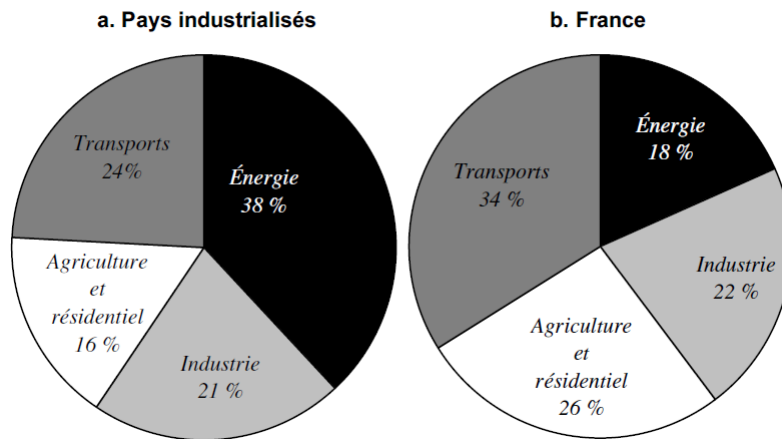
Source : Guesnerie, R. 2003, p. 14

Figure 7. Emissions de GES anthropiques par gaz aux EU, 2006, millions de tonnes métriques d'équivalents CO2



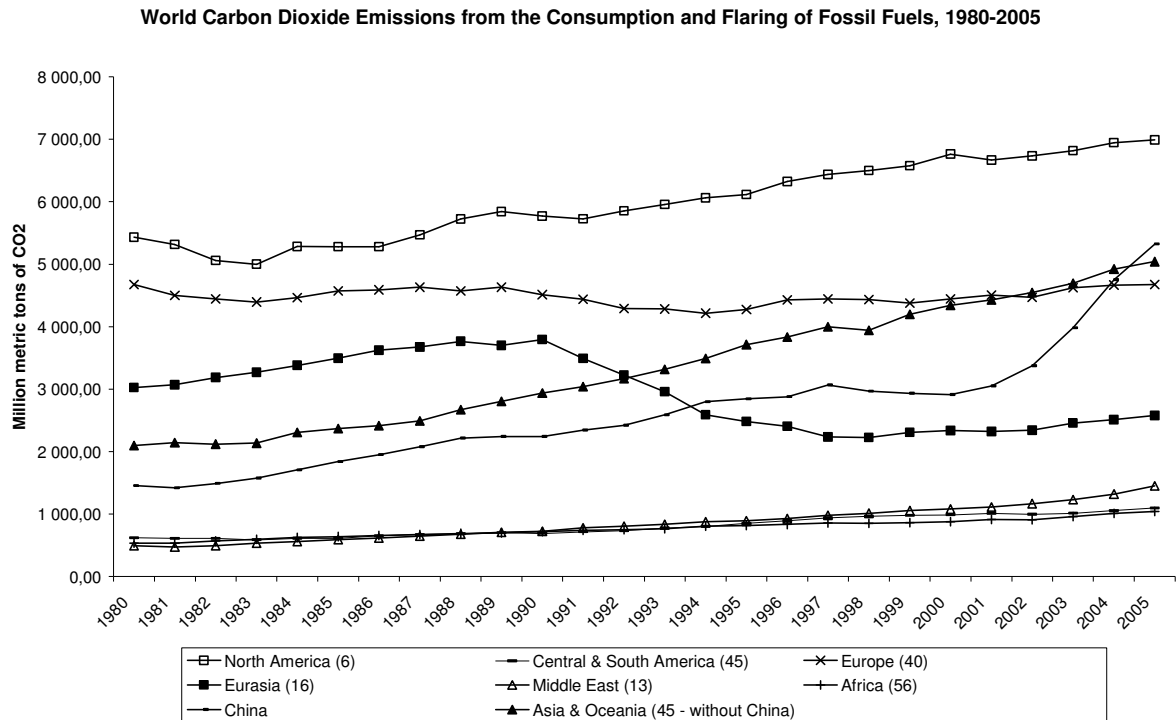
Source : <http://www.eia.doe.gov/bookshelf/brochures/greenhouse/Chapter1.htm> consulté le 24 nov. 08

Figure 8. Répartition sectorielle des émissions de CO2 fossile en 1990



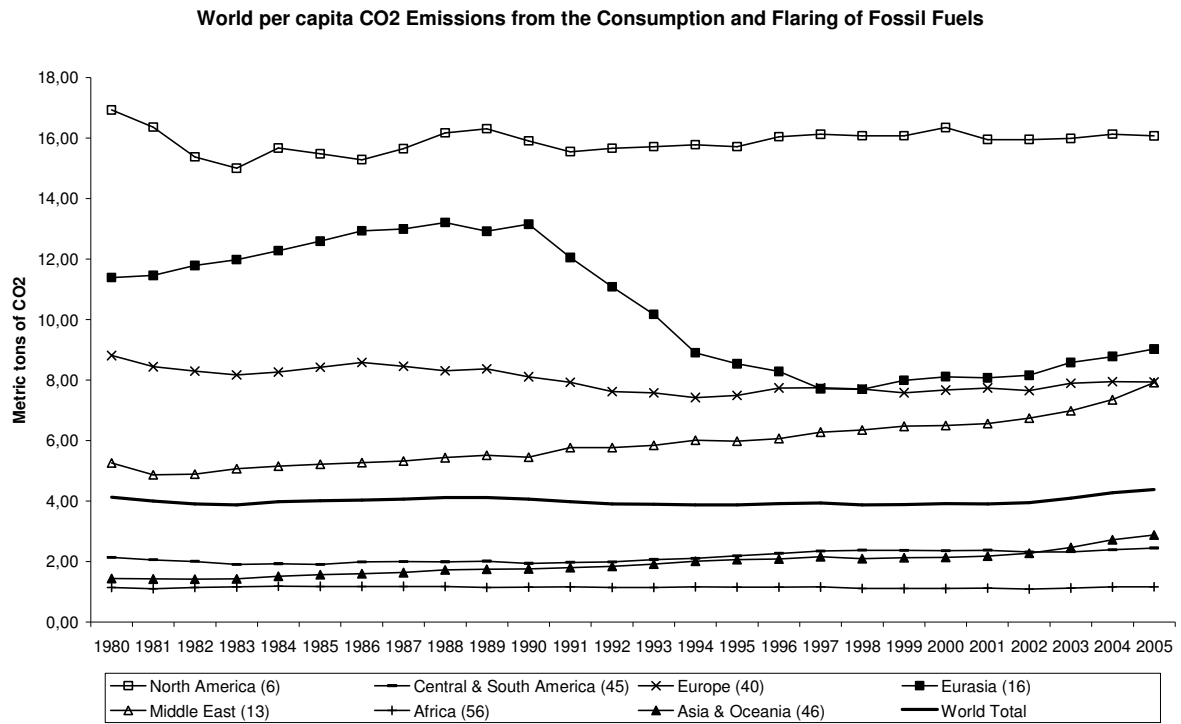
Source : Guesnerie, R. 2003, p. 12. Il s'agit des émissions liées à la combustion de carburants fossiles. Fournit 3 quarts des émissions totales de CO2. Reste : changement dans les usages de la terre.

Figure 9. Evolution des émissions de CO2



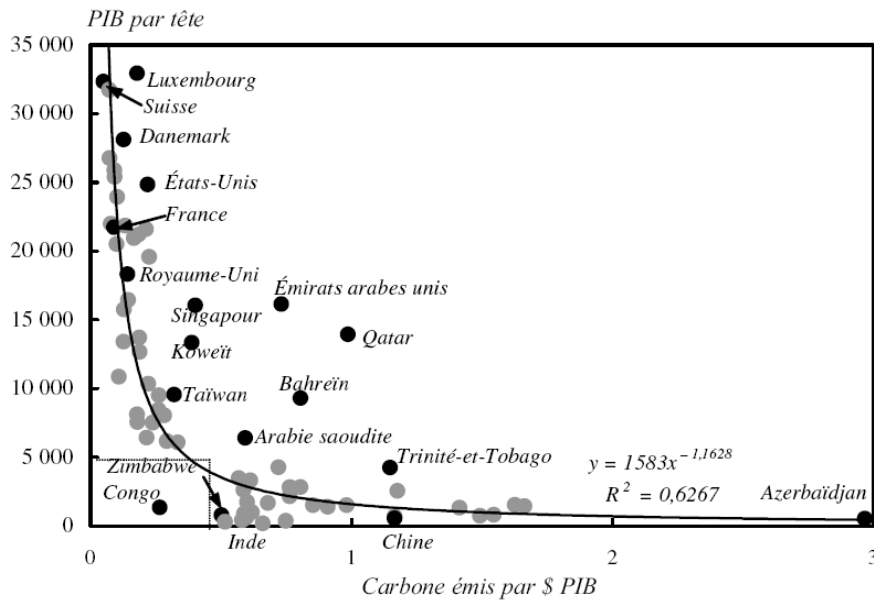
Source : Energy Information Administration, <http://www.eia.doe.gov/environment.html> . Flaring: torchage

Figure 10. Evolution des émissions de CO2 par habitant



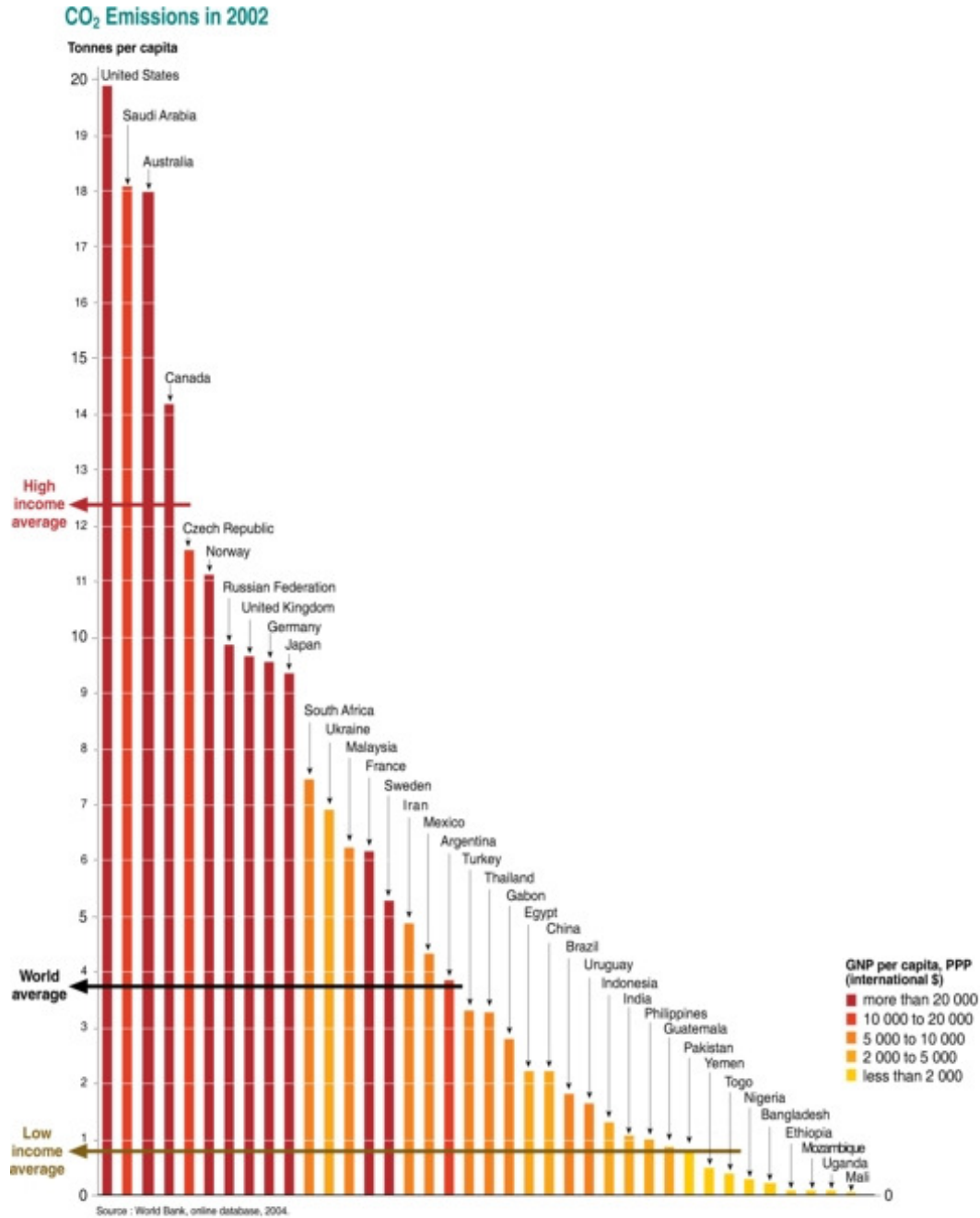
Source : Energy Information Administration, <http://www.eia.doe.gov/environment.html>

Figure 11. Le lien entre émissions de CO2 et développement



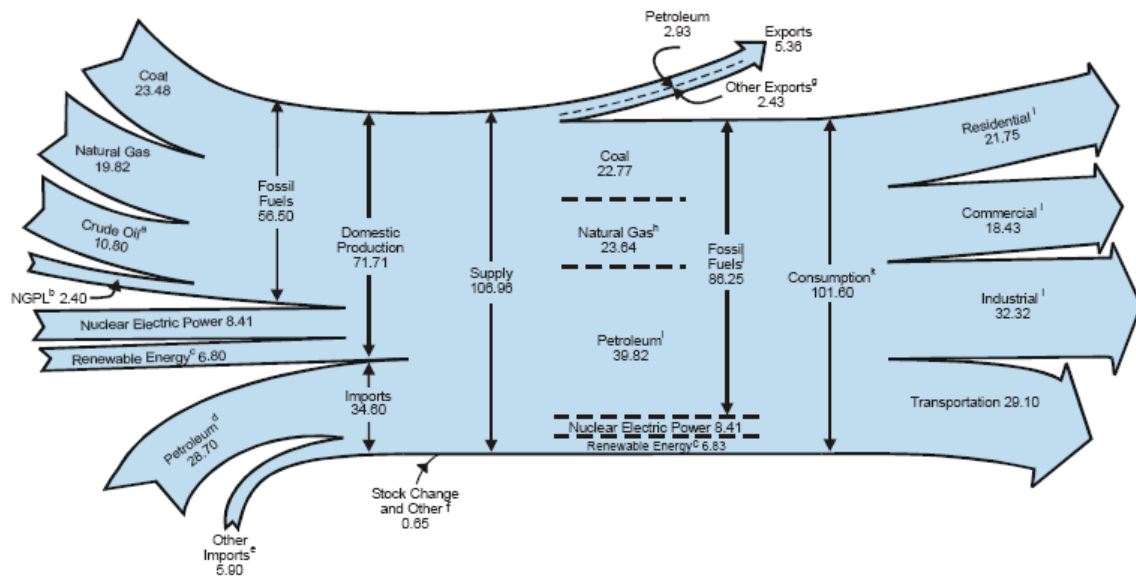
Source : Guesnerie, R. 2003 p. 13 d'après Bernard, 2001

Figure 12. Emissions de CO2 par habitant en 2002



Source : PNUE [http://maps.grida.no/go/graphic/national\\_carbon\\_dioxide\\_co2\\_emissions\\_per\\_capita](http://maps.grida.no/go/graphic/national_carbon_dioxide_co2_emissions_per_capita) consulté le 24 nov. 08

Figure 13. Les flux énergétiques aux EU

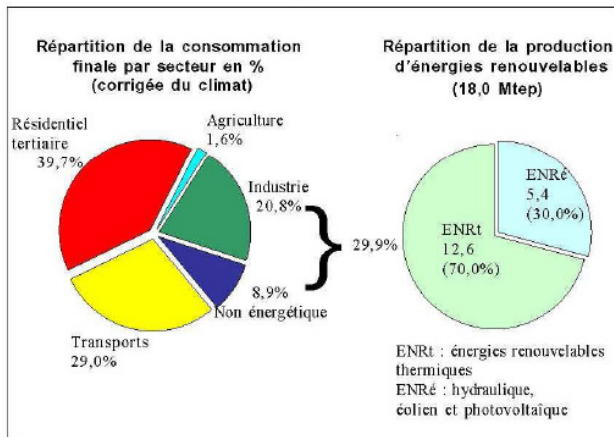
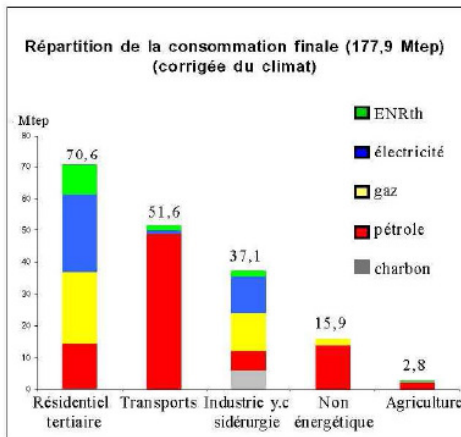
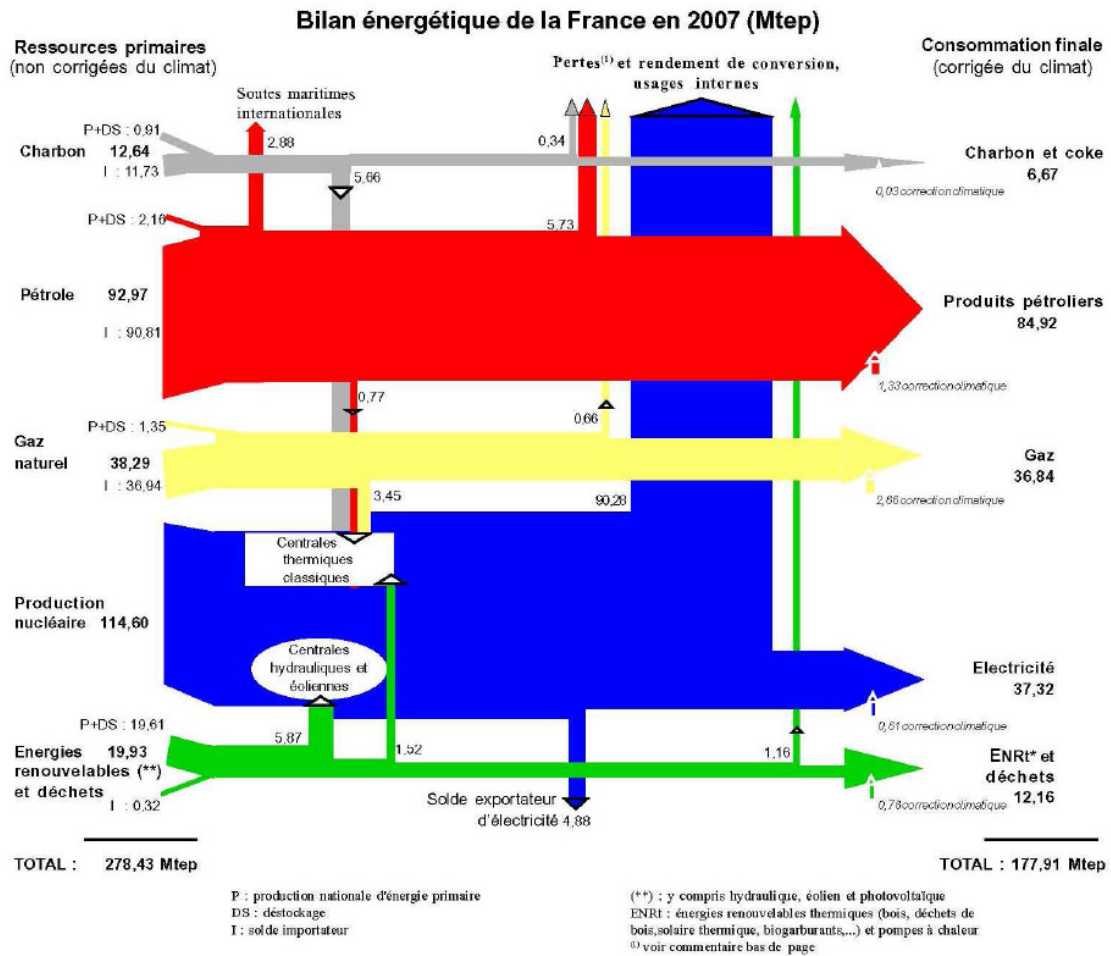


<sup>a</sup> Includes lease condensate.  
<sup>b</sup> Natural gas plant liquids.  
<sup>c</sup> Conventional hydroelectric power, biomass, geothermal, solar/photovoltaic, and wind.  
<sup>d</sup> Crude oil and petroleum products. Includes imports into the Strategic Petroleum Reserve.  
<sup>e</sup> Natural gas, coal, coal coke, fuel ethanol, and electricity.  
<sup>f</sup> Adjustments, losses, and unaccounted for.  
<sup>g</sup> Coal, natural gas, coal coke, and electricity.  
<sup>h</sup> Natural gas only; excludes supplemental gaseous fuels.  
<sup>i</sup> Petroleum products, including natural gas plant liquids, and crude oil burned as fuel.  
<sup>j</sup> Includes 0.03 quadrillion Btu of coal coke net imports.  
<sup>k</sup> Includes 0.11 quadrillion Btu of electricity net imports.  
<sup>l</sup> Primary consumption, electricity retail sales, and electrical system energy losses, which are allocated to the end-use sectors in proportion to each sector's share of total electricity retail sales. See Note, "Electrical Systems Energy Losses," at end of Section 2.  
 Notes: • Data are preliminary. • Values are derived from source data prior to rounding for publication. • Totals may not equal sum of components due to independent rounding.  
 Sources: Tables 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, and 2.1a.

Source : Energy Information Administration, Official Energy Statistics from the US Government, [http://www.eia.doe.gov/overview\\_hd.html](http://www.eia.doe.gov/overview_hd.html) consulté le 19 nov. 08.

Mesures faites en quadrillions de Btu. Un quadrillion est un million de trillions (soit  $10^6 \times 10^{18}$ ), un trillion équivaut à un milliards de milliards (soit  $10^9 \times 10^9$ ). 1 Btu est une unité de mesure thermique anglo-saxonne qui correspond à la quantité de chaleur pour élever une livre anglaise d'eau d'un degré Fahrenheit, 1 Btu équivaut à environ 1055 Joules. Cette unité est souvent utilisée pour mesurer la quantité de chaleur pouvant être émise. Plus de 50% de l'offre d'énergie nationale provient d'énergies fossiles ; compte tenu des importations, la consommation d'énergie repose à plus de 80% sur des énergies fossiles ; le secteur des transports et de l'industrie constituent la moitié de la consommation totale d'énergie.

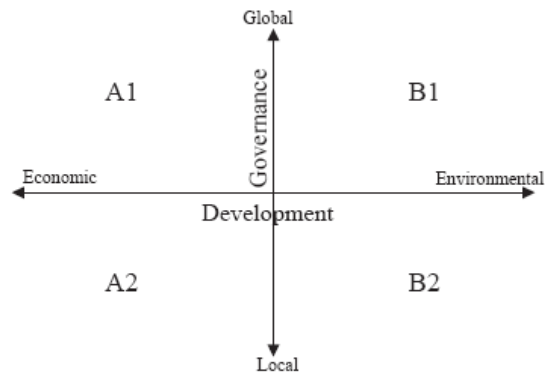
Figure 14. Bilan énergétique de la France en 2007



**NOTE**  
 L'importance des pertes dans le domaine de l'électricité tient largement au mode de calcul adopté depuis 2002 par l'Observatoire de l'Énergie : l'électricité d'origine nucléaire est valorisée, au niveau de la production primaire, comme de la chaleur dont l'équivalent en énergie électrique est comptabilisé, par convention, au tiers de sa valeur. Données disponibles le 26/03/2008.

Source : Ministère du développement durable, 2008. Valeurs exprimées en Mtep. La tonne équivalent pétrole est une unité de mesure de l'énergie qui permet de comparer les énergies. Correspond à la combustion d'une tonne de pétrole de qualité standard soit 11600 kWh. Chaque source est affectée d'un coefficient de conversion qui est fixé par l'observatoire de l'énergie en coordination avec les agences internationales comme l'AIE – Agence internationale de l'énergie. Ces statistiques permettent de calculer un indicateur d'indépendance énergétique comme le rapport de la consommation d'énergies primaires sur la production primaire. Celui-ci est passé de 25% environ en 1973 à 50% environ en 2007.

Figure 15. Les « storylines » du SRES



Source: Arnell, NW., MJL. Livermore, S. Kovats, PE. Levy, R. Nicholls, ML. Parry & SR. Gaffin 2004, p. 5

Tableau 2. Evolutions moyennes des températures et du niveau de la mer à la fin du 21<sup>ème</sup> siècle selon les scénarios du Giec

Cas	Variation de température (°C, pour 2090–2099 par rapport à 1980–1999) <sup>a, d</sup>		Élévation du niveau de la mer (m, pour 2090–2099 par rapport à 1980–1999)
	Valeur la plus probable	Intervalle probable	Intervalle basé sur les modèles sauf évolution dynamique rapide de l'écoulement glaciaire
Concentrations constantes, niveaux 2000 <sup>b</sup>	0,6	0,3 – 0,9	Non disponible
Scénario B1	1,8	1,1 – 2,9	0,18 – 0,38
Scénario A1T	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,45
Scénario B2	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,43
Scénario A1B	2,8	1,7 – 4,4	0,21 – 0,48
Scénario A2	3,4	2,0 – 5,4	0,23 – 0,51
Scénario A1FI	4,0	2,4 – 6,4	0,26 – 0,59

Source : GIEC, 2008, p. 8

**Encadré 8. Les scénarios du GIEC sur l'évolution future du climat**

«

**A1.** Le canevas et la famille de scénarios A1 prévoient un avenir caractérisé par une croissance économique très rapide, une démographie mondiale qui atteint un maximum au milieu du siècle et qui décroît par la suite, et l'apparition rapide de techniques nouvelles et plus efficaces. Les grands thèmes sous-jacents sont la convergence parmi les nations, le renforcement des capacités et la multiplication des interactions culturelles et sociales, avec une réduction sensible des différences régionales en matière de revenu par habitant. La famille de scénarios A1 se divise en trois groupes ayant des orientations différentes en ce qui concerne l'évolution des techniques dans le système énergétique. Ces trois groupes se distinguent par leurs tendances techniques : forte intensité de combustibles fossiles (A1F1), prédominance de combustibles non fossiles (A1T) ou équilibre de toutes les sources (A1B) (où l'équilibre signifie qu'on ne compte pas trop sur une source d'énergie donnée en posant l'hypothèse que des taux semblables de progrès s'appliquent à l'ensemble des sources d'énergie et des techniques d'utilisation finale).

**A2.** Le canevas et la famille de scénarios A2 prévoient une situation très hétérogène. Les thèmes sous-jacents sont l'indépendance et la conservation des identités locales. Les taux de fertilité dans les régions convergent très lentement, d'où un accroissement démographique continu. Le développement économique est essentiellement régional tandis que la croissance économique par habitant et l'évolution des techniques sont plus fragmentées et plus lentes que dans les autres canevas.

**B1.** Le canevas et la famille de scénarios B1 prévoient une convergence avec une population mondiale inchangée, qui atteint un maximum au milieu du siècle et qui décroît par la suite, comme dans le canevas A1, mais avec une évolution rapide des structures économiques vers une économie axée sur les services et l'information, accompagnée d'une réduction de la consommation de matières et de l'apparition de techniques propres et d'un bon rendement. On recherche des solutions de portée mondiale aux problèmes de viabilité économique, sociale et environnementale, et d'amélioration de l'équité, mais sans nouvelles mesures en faveur du climat.

**B2.** Le canevas et la famille de scénarios B2 prévoient une prédominance des solutions locales aux problèmes de viabilité économique, sociale et environnementale. La population mondiale augmente constamment, à un rythme inférieur à celui de la famille A2, le développement économique atteint un niveau intermédiaire et l'évolution des techniques est moins rapide et plus diverse que dans les canevas B1 et A1. Ce scénario, également orienté vers la protection de l'environnement et l'équité sociale, est axé sur le niveau local et régional. »

Source : GIEC, 2002a

**Tableau 3. Les hypothèses des 4 familles de scénarios du Giec**

SRES scenario quantifications (IPCC, 2000); numbers are for 2100

	Storyline			
	A1	A2	B1	B2
Population growth	Low ~ 7 billion	High ~ 15 billion	Low ~ 7 billion	Medium ~ 10 billion
GDP growth	Very high 525-550 <sup>a</sup>	Medium 243	High 328	Medium 235
GDP per capita <sup>b</sup>	Ind.: US\$107,300 Dev.: US\$66,500	Ind.: US\$46,200 Dev.: \$11,000	Ind.: US\$72,800 Dev.: US\$40,200	Ind.: US\$54,400 Dev.: US\$18,000
Energy use	Very high/high	High	Low	Medium
Land use changes	Low-medium Cropland + 3% Forest + 2%	Medium-high —	High Cropland - 28% Forest + 30%	Medium Cropland + 22% Forest + 5%
Resource availability	High/medium	Low	Low	Medium
Pace and direction of technological change	Rapid	Slow	Medium	Medium
Favoured energy	Fossil/balanced/non-fossil	Regional diversity	Efficiency and dematerialisation	"Dynamics as usual"

Note: There are three variants of the A1 storyline, representing different energy uses.

<sup>a</sup> World GDP (trillion 1990 US\$) in 2100.

<sup>b</sup> GDP per capita in 1990 US\$, market exchange prices.

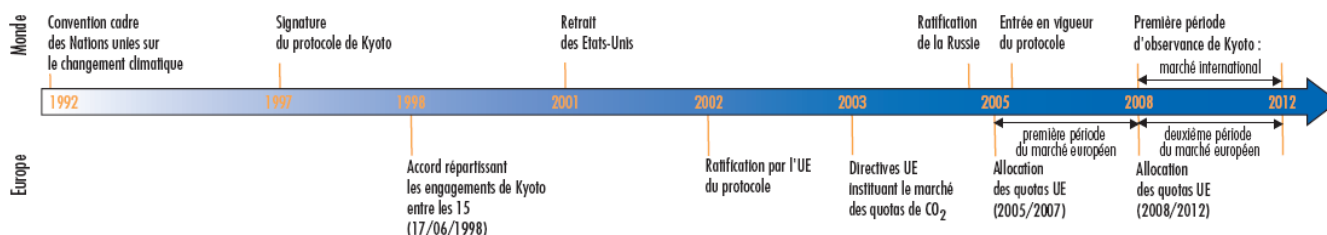
Source : Arnell, NW., MJL. Livermore, S. Kovats, PE. Levy, R. Nicholls, ML. Parry & SR. Gaffin 2004, p. 6

**Encadré 9. Taux d'actualisation et probabilité de survie**

“ [...] we argued, following distinguished economists from Frank Ramsey in the 1920s to Amartya Sen and Robert Solow more recently, the only sound ethical basis for placing less value on the utility (as opposed to consumption) of future generations was the uncertainty over whether or not the world will exist, or whether those generations will all be present. Thus we should interpret the [discount] factor [...] as the probability that the world exists at that time. In fact this is exactly the probability of survival that would apply if the destruction of the world was the first event in a Poisson process with parameter  $\rho$  (*i.e.* the probability of an event occurring in a small time interval  $\Delta t$  is  $\rho\Delta t$ ). Of course, there are other possible stochastic processes that could be used to model this probability of survival, in which case the probability would take a different form. The probability reduces at rate  $\rho$ . With or without the stochastic interpretation here,  $\rho$  is sometimes called ‘the pure time discount rate’.”

Source: 2006 *Stern Review. The Economics of Climate Change*, Chapter 2, Technical Annex

**Figure 16. Dates clés**



Source : 2005, *Lettre trimestrielle de la Mission climat de la Caisse des Dépôts*

**Encadré 10. Le principe de précaution dans la déclaration de Rio et la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques**

**Principe 15**

« Pour protéger l'environnement, des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les Etats selon leurs capacités. En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement. »

Source : Nations Unies, 1992b

Les Parties sont tenues « de prendre des mesures de précaution pour prévoir, prévenir ou atténuer les causes des changements climatiques et en limiter les effets néfastes. Quand il y a risque de perturbations graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique ne doit pas servir de prétexte pour différer l'adoption de telles mesures, étant entendu que les politiques et mesures qu'appellent les changements climatiques requièrent un bon rapport coût-efficacité, de manière à garantir des avantages globaux au coût le plus bas possible. »

Source : Nations Unies, 1992a

**Encadré 11. Loi constitutionnelle n°2005-205 du 1<sup>er</sup> mars 2005 - Loi constitutionnelle relative à la Charte de l'environnement**

Le peuple français,

Considérant,

Que les ressources et les équilibres naturels ont conditionné l'émergence de l'humanité ;

Que l'avenir et l'existence même de l'humanité sont indissociables de son milieu naturel ;

Que l'environnement est le patrimoine commun des êtres humains ;

Que l'homme exerce une influence croissante sur les conditions de la vie et sur sa propre évolution ;

Que la diversité biologique, l'épanouissement de la personne et le progrès des sociétés humaines sont affectés par certains modes de consommation ou de production et par l'exploitation excessive des ressources naturelles ;

Que la préservation de l'environnement doit être recherchée au même titre que les autres intérêts fondamentaux de la Nation ;

Qu'afin d'assurer un développement durable, les choix destinés à répondre aux besoins du présent ne doivent pas compromettre la capacité des générations futures et des autres peuples à satisfaire leurs propres besoins,

Proclame :

Art. 1er. - Chacun a le droit de vivre dans un environnement équilibré et respectueux de la santé.

Art. 2. - Toute personne a le devoir de prendre part à la préservation et à l'amélioration de l'environnement.

Art. 3. - Toute personne doit, dans les conditions définies par la loi, prévenir les atteintes qu'elle est susceptible de porter à l'environnement ou, à défaut, en limiter les conséquences.

Art. 4. - Toute personne doit contribuer à la réparation des dommages qu'elle cause à l'environnement, dans les conditions définies par la loi.

Art. 5. - Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent, par application du principe de précaution et dans leurs domaines d'attributions, à la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage.

Art. 6. - Les politiques publiques doivent promouvoir un développement durable. A cet effet, elles concilient la protection et la mise en valeur de l'environnement, le développement économique et le progrès social.

Art. 7. - Toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi, d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques et de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement.

Art. 8. - L'éducation et la formation à l'environnement doivent contribuer à l'exercice des droits et devoirs définis par la présente Charte.

Art. 9. - La recherche et l'innovation doivent apporter leur concours à la préservation et à la mise en valeur de l'environnement.

Art. 10. - La présente Charte inspire l'action européenne et internationale de la France.

Source : <http://www.legifrance.gouv.fr/> consulté le 12 janv. 09

**Encadré 12. La 14ème CoP à Poznan, décembre 2008**

Agree on a plan of action and programmes of work for the final year of negotiations after a year of comprehensive and extensive discussions on crucial issues relating to future commitments, actions and cooperation

Make significant progress on a number of on-going issues required to enhance further the implementation of the Convention and the Kyoto Protocol, including capacity-building for developing countries, reducing emissions from deforestation (REDD), technology transfer and adaptation.

Advance understanding and commonality of views on "shared vision" for a new climate change regime

Strengthen commitment to the process and the agreed timeline

Source: [http://unfccc.int/meetings/cop\\_14/items/4481.php](http://unfccc.int/meetings/cop_14/items/4481.php)

**Encadré 13. L'analyse coût-efficacité de Baumol et Oates**

"In the Pigouvian tradition, economists have frequently proposed the adoption of a system of unit taxes (or subsidies) to control externalities, where the tax on a particular activity is equal to the marginal social damage it generates. In practice, however, such an approach has rarely proved feasible because of our inability to measure marginal social damage. This paper proposes that we establish a set of admittedly somewhat arbitrary standards of environmental quality (e.g., the dissolved oxygen content of a water-way will be above x per cent at least 99 per cent of the time) and then impose a set of charges on waste emissions sufficient to attain these standards. While such resource-use prices clearly will not in general produce a Pareto-efficient allocation of resources, it is shown that they nevertheless do possess some important optimality properties and other practical advantages. In particular, it is proved that, for any given vector of final outputs such prices can achieve a specified reduction in pollution levels at minimum cost to the economy, even in the presence of firms with objectives other than that of simple profit maximization."

Source: Baumol, WJ. & WE. Oates, 1971

**Encadré 14. L'additionalité des MDP**

Cette notion est précisée dans les Accords de Marrakech : « un projet MDP est additionnel s'il entraîne une réduction des émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES) qui s'ajoutera à toute réduction réalisée en l'absence du projet ».

## ANNEXE

### Encadré 15. L'article 3 du protocole de Kyoto

« Les Parties visées à l'annexe I font en sorte, individuellement ou conjointement, que leurs émissions anthropiques agrégées, exprimées en équivalent-dioxyde de carbone, des gaz à effet de serre indiqués à l'annexe A ne dépassent pas les quantités qui leur sont attribuées, calculées en fonction de leurs engagements chiffrés en matière de limitation et de réduction des émissions inscrits à l'annexe B et conformément aux dispositions du présent article, en vue de réduire le total de leurs émissions de ces gaz d'au moins 5 % par rapport au niveau de 1990 au cours de la période d'engagement allant de 2008 à 2012. »

Source : CCNUCC, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpfrench.pdf> consulté le 19 nov. 08

**Tableau 4. Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et protocole de Kyoto.  
Listes des pays annexés aux textes**

<i>Pays de l'annexe I de la CCNUCC</i>	<i>Pays de l'annexe II de la CCNUCC</i>	<i>Pays de l'annexe B du protocole de Kyoto</i>	<i>Engagements chiffrés de limitation ou de réduction des émissions (en pourcentage des émissions de l'année ou de la période de référence)</i>
Allemagne	Allemagne	Allemagne	92
Australie	Australie	Australie	108
Autriche	Autriche	Autriche	92
Bélarus*			
Belgique	Belgique	Belgique	92
Bulgarie*		Bulgarie*	92
Canada	Canada	Canada	94
Communauté économique européenne	Communauté économique européenne	Communauté européenne	92
Croatie*, a		Croatie*	95
Danemark	Danemark	Danemark	92
Espagne	Espagne	Espagne	92
Estonie*		Estonie*	92
États-Unis d'Amérique	Etats-Unis d'Amérique	Etats-Unis d'Amérique	93
Fédération de Russie*		Fédération de Russie*	100
Finlande	Finlande	Finlande	92
France	France	France	92
Grèce	Grèce	Grèce	92
Hongrie*		Hongrie*	94
Irlande	Irlande	Irlande	92
Islande	Islande	Islande	110
Italie	Italie	Italie	92
Japon	Japon	Japon	94
Lettonie*		Lettonie*	92
Liechtenstein a		Liechtenstein	92
Lituanie*		Lituanie*	92
Luxembourg	Luxembourg	Luxembourg	92
Monaco a		Monaco	92
Norvège	Norvège	Norvège	101
Nouvelle-Zélande	Nouvelle-Zélande	Nouvelle-Zélande	100
Pays-Bas	Pays-Bas	Pays-Bas	92
Pologne*		Pologne*	94
Portugal	Portugal	Portugal	92
République tchèque*, a		République tchèque*	92
Roumanie*		Roumanie*	92
Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord	92
Slovaquie*, a		Slovaquie*	92
Slovénie*, a		Slovénie*	92
Suède	Suède	Suède	92
Suisse	Suisse	Suisse	92
Turquie			
Ukraine*		Ukraine*	100

\* : Pays en transition vers une économie de marché ; a : Pays ajoutés à l'annexe I en vertu d'un amendement entré en vigueur le 13 août 1998, en application de la décision 4/CP.3 adoptée à la 3<sup>ème</sup> session de la Conférence des Parties (CoP). Sources : CCNUCC, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convfr.pdf> et [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php) consultés le 19 nov. 08. Pour la liste des pays ayant signé, ratifié, accepté, approuvé le protocole voir [http://unfccc.int/files/kyoto\\_protocol/status\\_of\\_ratification/application/pdf/kp\\_ratification.pdf](http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/status_of_ratification/application/pdf/kp_ratification.pdf). Au 16 oct. 2008, 84 pays ont signé, 183 ont ratifié, approuvé, accepté qui représentent 63,7% des GES.

**Encadré 16. Victor Hugo. Ce siècle avait 2 ans. Feuilles d'automne**

[...] Je vous dirai peut-être quelque jour  
Quel lait pur, que de soins, que de vœux, que d'amour,  
Prodigués pour ma vie en naissant condamnée,  
M'ont fait deux fois l'enfant de ma mère obstinée,  
Ange qui sur trois fils attachés à ses pas  
Épandait son amour et ne mesurait pas !  
Ô l'amour d'une mère ! amour que nul n'oublie !  
Pain merveilleux qu'un dieu partage et multiplie !  
Table toujours servie au paternel foyer !  
Chacun en a sa part et tous l'ont tout entier ! [...]

Source : Poésie française, <http://poesie.webnet.fr/poemes/France/hugo/28.html> consulté le 25 nov. 08