

document de travail

janvier 2008

59

Prospective et enjeux énergétiques mondiaux

Un nouveau paradigme

Bernard LAPONCHE, consultant (bernard.laponche@fr.oleane.com)

Contact : Nils DEVERNOIS, AFD (devernoisn@afd.fr)

Département de la Recherche

Agence Française de Développement 5 rue Roland Barthes
Direction de la Stratégie 75012 Paris - France
Département de la Recherche www.afd.fr

Bernard Laponche est consultant indépendant, expert en politiques de l'énergie et de maîtrise de l'énergie. Ingénieur de l'Ecole Polytechnique, docteur ès sciences et docteur en économie de l'énergie, il a été Directeur général de l'Agence française de la maîtrise de l'énergie (AFME, devenue ADEME) dans les années 80, puis co-fondateur et directeur du bureau d'études ICE, International Conseil Energie, entre 1988 et 1998 et conseiller technique pour l'énergie et la sûreté nucléaire de Dominique Voynet, ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement en 1998 et 1999. Il a exercé et exerce ses activités en France et au niveau international, notamment dans les pays d'Europe centrale et orientale et de la CEI et dans les pays du Maghreb, en particulier dans le cadre de la coopération internationale de l'ADEME et de l'AFD. Bernard Laponche est co-auteur de "Maîtrise de l'énergie pour un monde vivable" et auteur de "Maîtriser la consommation d'énergie".

Sauf mention contraire, l'ensemble des données utilisées dans ce document sont issues de la base de données ENERDATA (www.enerdata.fr). Tous les graphiques ont été réalisés par l'auteur.

Directeur de la publication : Jean-Michel SEVERINO

Directeur de la rédaction : Robert PECCOUD

ISSN : 1954-3131

Dépôt légal : 1er trimestre 2008

Mise en page : Anne-Elizabeth COLOMBIER

Sommaire

	Résumé	4
1.	L'impasse du développement énergétique	5
1.1	Poursuite des tendances et des politiques actuelles	5
1.2	Vers une transformation profonde du paysage énergétique	6
1.3	Et si tous les pays devenaient "développés"?	6
1.4	Cette croissance n'est pas durable	7
2.	Un nouveau paradigme énergétique	9
2.1	Jusqu'ici, deux logiques distinctes de l'offre et de la demande	9
2.2	La vraie demande : le service énergétique	9
2.3	La maîtrise de la consommation d'énergie	10
2.4	Une stratégie doublement gagnante	11
2.5	Nouvelle donne et nouveaux acteurs	12
3.	Une stratégie de maîtrise des consommations d'énergie	13
3.1	Une expérience de trente ans	13
3.1.1	Découplage entre consommation d'énergie et croissance économique	13
3.1.2	Les Negajoules	14
3.1.3	Investissement dans l'offre ou dans la demande?	14
3.2	Des potentiels considérables	15
3.2.1	En Europe	15
3.2.2	Pays en développement, émergents, en transition	16
3.3	Deux cibles prioritaires pour l'efficacité énergétique	18
4.	Dans la perspective d'une demande d'énergie « durable »	19
4.1	Prospective énergétique : l'avenir est ouvert	19
4.2	Une étude dans l'objectif « Facteur 4 »	20
4.3	Orientations de la politique énergétique de l'Union européenne : les trois 20%	21
4.3.1	Objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre	21
4.3.2	Objectif de réduction de la consommation d'énergie	21
4.3.3	Objectifs pour les énergies renouvelables	21
	Conclusion : une stratégie universelle	22
	Annexe I. Les consommations d'énergie dans le monde	24
	Annexe II. Comparaison Chine et OCDE	36
	Bibliographie	40
	Série Documents de travail / Working Papers Series	43

Résumé

La poursuite des modes de consommation et des politiques énergétiques actuels conduirait à l'horizon de deux à trois décennies à un doublement de la consommation mondiale. Une telle évolution se heurte à des contraintes majeures : ressources énergétiques, accroissement des prix, risques de conflits, atteintes à l'environnement, risque climatique. Il n'y a pas de développement durable possible avec le système énergétique actuel basé sur un modèle de développement "énergivore" et la hausse "à tout prix" de la production d'énergie.

Le nouveau paradigme énergétique consiste à concevoir le "système énergétique" comme englobant non seulement la fourniture d'énergie mais également les conditions et les techniques de sa consommation afin d'obtenir un "service énergétique" dans des conditions optimales en termes de ressources, de coûts économiques et sociaux et de protection de l'environnement local et global. La maîtrise des

consommations d'énergie arrive au premier rang des politiques qu'il faut rapidement mettre en œuvre parce que c'est celle qui possède le plus grand potentiel, qu'elle est applicable dans tous les secteurs et dans tous les pays, qu'elle représente le meilleur instrument de la lutte contre le changement climatique, enfin parce qu'elle permet de ralentir l'épuisement des ressources fossiles, tandis qu'une part croissante de la consommation d'énergie peut être assurée par les énergies renouvelables. Elle constitue en outre un facteur de développement économique par la diminution des dépenses énergétiques, ainsi que par la création de nouvelles activités et d'emplois. C'est un impératif de premier ordre des politiques énergétiques et économiques, notamment dans le secteur des transports, presque exclusivement dépendant du pétrole. Cela s'impose aussi en matière de consommation d'électricité, dont la production est chère et particulièrement vorace en énergie primaire.

Summary

To pursue the present path in the development of energy systems would lead to growing insecurity of supply and an unacceptable increase in greenhouse gas emissions. Both climate change (and other environmental hazards) and security of supply would rapidly become formidable obstacles for peace and development if energy consumption follows such an "impossible path". Energy security and environmental constraints converge to offer mankind both a challenge and opportunity: to invent a new model compatible with sustainable development, in order to *"meet the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs"*.

Energy efficiency comes first, because it presents the largest potential, it is applicable to all sectors of activities in all countries and because it is a pre-requisite to slow down the depletion rate of fossil fuel resources and to ensure a rational and significant increase of the share of renewable ener-

gy sources in total energy requirements.

An energy efficiency strategy is not a slight adjustment to an energy supply policy but a new concept of economic policy which takes into account the costs of environmental degradation, growing energy insecurity and the medium and long term trend of increasing energy costs.

Industrialised countries can and must reduce their total energy consumption. Most developing countries must increase their energy consumption for their economic development, but they can reach this objective with much lower growth than industrialised countries in the past by applying energy efficiency strategies.

At world level, priority should be given to energy efficiency in the Transport sector, literally tied to oil products, and to electricity consumption in the household and service sectors since electricity production is a voracious and expensive consumer of natural resources.

1. L'impasse du développement énergétique

1.1 Poursuite des tendances et des politiques actuelles

L'Agence Internationale de l'Energie (AIE) publie annuellement des perspectives énergétiques mondiales ("World Energy Outlook"), dont le principe d'élaboration est basé sur une analyse des besoins et des ressources et sur la poursuite des politiques actuelles des Etats et des entreprises (scénario "business as usual" ou BAU). Du point de vue méthodologique, les modèles qui servent à élaborer ces perspectives sont basés essentiellement sur des relations économétriques (ajustées sur les tendances passées) et sur les effets (sur la demande et sur l'offre) des prix des énergies. La méthode a ses limites et ne permet pas d'explorer trop avant dans le temps. Elle s'intéresse d'ailleurs surtout à l'offre d'énergie et reste peu détaillée sur la demande.

Ces réserves étant faites, les perspectives de l'AIE sont considérées comme une référence. Elles représentent d'une certaine façon la "pensée officielle" de l'OCDE et sont donc extrêmement intéressantes à ce titre.

Le graphique 1 montre ces perspectives à l'horizon 2030¹.

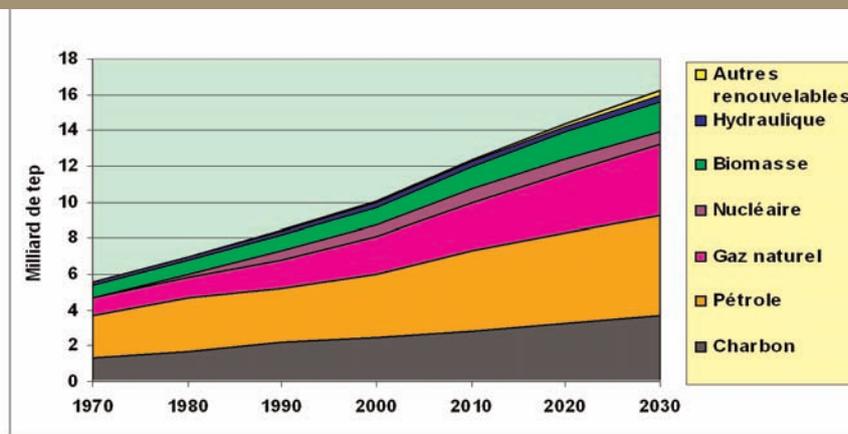
La consommation mondiale d'énergie primaire serait multipliée par 1,8 entre 2000 et 2030 (taux de croissance annuel de 1,5%), et les émissions de CO₂ par 1,6².

La consommation de gaz naturel connaîtrait une croissance annuelle moyenne de 2,1% par an, mais le pétrole resterait l'énergie dominante. La biomasse augmente sa contribution, les "autres renouvelables" (éolien, solaire) connaissant une forte croissance mais restant marginales en 2030 en valeur absolue.

L'investissement total dans le secteur énergétique (offre) serait, sur la période 2000-2030, de 16 000 milliards de dollars, dont 60% pour l'électricité (production, transport et distribution).

Les principales données de la consommation d'énergie dans le monde sont présentées dans l'Annexe I.

Graphique 1. Scénario BAU de AIE 2005 – Monde : énergie primaire



Source: calculs de l'auteur ; données AIE, 2005.

¹ Du fait du pas de dix ans des périodes intermédiaires, les fluctuations des consommations avant 2000 (chocs pétroliers) ne sont pas reproduites sur ce graphique.

² On rappelle qu'en production d'électricité, le nucléaire et l'hydraulique sont à peu près au même niveau en 2006.

1.2 Vers une transformation profonde du paysage énergétique

La perspective tracée par l'AIE s'accompagne de profonds bouleversements de la structure de la demande énergétique mondiale, sur le plan géographique et sur le plan sectoriel. L'augmentation de la consommation d'énergie se situerait pour 62% dans les pays en développement. La part de ces pays dans la consommation mondiale passerait de 30% aujourd'hui à 43% en 2030. La Chine se taillerait la part du lion dans cette hausse de la consommation, avec près du tiers de l'accroissement total des pays en développement, suivie par l'Inde et le Brésil (5% chacun). La Chine consommerait en 2030 à peu près ce que consomme aujourd'hui l'Amérique du Nord ou l'équivalent de ce que consommerait la totalité de l'Europe à cette date.

Sur le plan sectoriel, les transports et les usages captifs de

l'électricité seraient appelés à poursuivre une croissance plus forte que la moyenne, tandis que les usages thermiques connaîtraient une croissance plus modérée. Le poids des transports dans la consommation finale d'énergie du monde passerait ainsi de 29% aujourd'hui à 33% en 2030, et l'électricité de 18% à 22%. Or, qui dit transport dit pétrole, et qui dit électricité dit consommation importante de ressources primaires du fait du rendement des centrales thermiques et pertes importantes dans le transport et la distribution d'électricité. Le monde énergétique que nous présente ce scénario de l'AIE pour 2030 serait ainsi un monde où les usages quasiment captifs du pétrole se seraient considérablement alourdis, malgré la menace de raréfaction des ressources, et où l'efficacité globale se serait dégradée, malgré la menace du changement climatique.

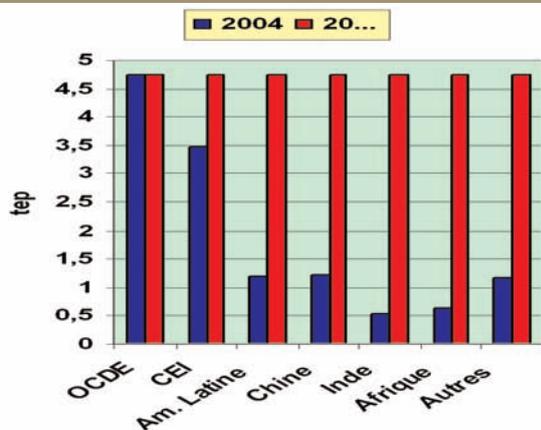
1.3 Et si tous les pays devenaient "développés"?

Si le modèle énergétique jusqu'ici en vigueur se limitait aux pays de l'OCDE, il pourrait sans doute perdurer un certain temps. Mais si l'on admet qu'il y a sur la planète un (Chine), deux (Inde), trois... ensembles de même taille dont le développement économique est à la fois légitime et souhaitable, alors le système énergétique actuel basé sur un développement économique et social "énergivore" n'est tout simplement pas tenable : il n'y a pas de développement durable compatible avec ce modèle et ce paradigme énergétique.

Les graphiques 2, 3 et 4 montrent ce que serait la consommation mondiale d'énergie si la Chine, l'Inde et les autres grands ensemble de pays de la planète devaient consommer, à un horizon indéterminé du XXI^{ème} siècle, la même quantité d'énergie primaire par habitant que les pays de l'OCDE aujourd'hui, en supposant que les niveaux de population à cet horizon soient les mêmes qu'aujourd'hui.

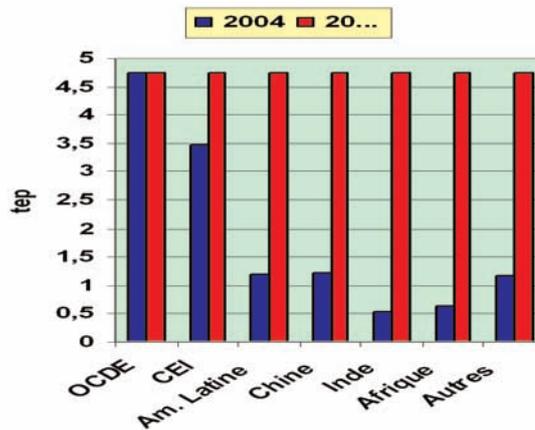
La comparaison en termes énergétiques de la Chine et de l'OCDE aujourd'hui est présentée dans l'Annexe II.

Graphique 2. Energie primaire par habitant (2004)

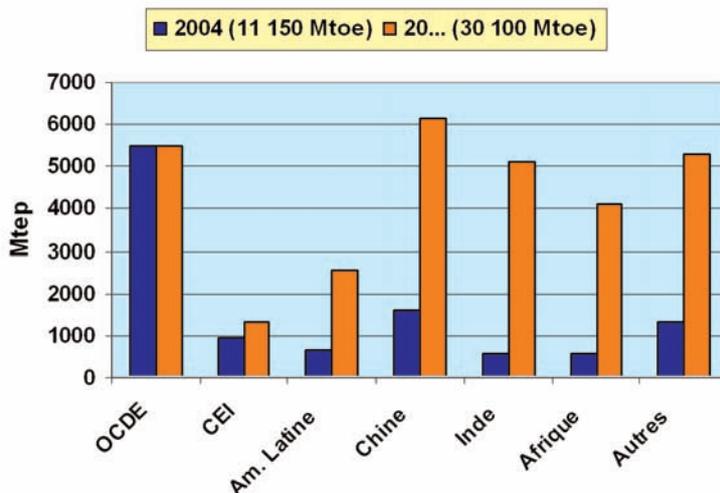


Source : Calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Graphique 3. Population (2004)



Graphique 4. Consommation mondiale future d'énergie primaire



Source : Calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Même à population constante, la consommation totale d'énergie primaire dans le monde dépasserait les 30 milliards de tep, soit presque le triple de la consommation actuelle.

Si, comme le prédisent les démographes (et en l'absence de catastrophes mondiales), la population mondiale devait atteindre 9 à 11 milliards, un tel raisonnement conduirait à

une consommation de l'ordre de **50 milliards de tep.**

Une telle situation n'est pas seulement "non durable", elle est tout simplement **impossible** (en termes de ressources, de coûts économiques, de dommages environnementaux, de conflits armés...). Le système énergétique ne serait pas capable de répondre à une telle demande : **il faudrait cinq "Planète Terre" pour y parvenir!**

1.4 Cette croissance n'est pas durable

Le plus intéressant de cette perspective est en fait le commentaire de la Direction de l'AIE qui accompagne sa présentation. Lors de la conférence de presse de présentation du rapport "World Energy Outlook 2005", en juillet 2005, William C. Ramsay, directeur exécutif adjoint de l'AIE déclarait : *"These projected trends have important implications and lead to a future that is not sustainable, from an energy security or environmental perspective. We must change these outcomes and get the planet onto a sustainable energy path (Ces prévisions de tendance ont de fortes implications et conduisent vers un avenir qui n'est pas durable, en matière d'environnement et de sécurité énergétique. Nous devons changer nos comportements et choisir un chemin en matière d'énergie qui soit durable).*

Ce jugement est fondamental : les perspectives de l'AIE ne

doivent pas être considérées comme une prévision mais comme un avertissement.

La poursuite des tendances actuelles de la consommation d'énergie au niveau mondial se heurte à des contraintes insurmontables et conduit à l'impasse du développement, accentue les inégalités entre pays riches et pays pauvres et contribue à la fracture sociale. Le développement économique et social ne peut être que freiné, voire rendu impossible, par l'insécurité énergétique (approvisionnement physique versus contraintes géopolitiques, augmentation des prix, raréfaction des ressources à moyen terme, risques technologiques et d'agressions extérieures de toutes natures), la dégradation de l'environnement local (pollutions, accidents) et global (changement climatique). La montée des prix du pétrole ruine d'ores et déjà les économies les plus fragiles.

Quatre contraintes d'une amplitude croissante se manifestent :

- **Contrainte économique** : d'une part sur les investissements dont nous avons parlé plus haut, d'autre part sur les prix des énergies et notamment le pétrole dont les augmentations récentes mettent déjà "à genoux" les économies les plus fragiles.

- **Contrainte des ressources énergétiques** : même si la question des ressources en hydrocarbures reste contestée, chacun sait qu'elles sont limitées et que le XXIème siècle en verra très probablement la décroissance et, d'ici là, le renchérissement. On ne peut compter sur ces ressources pour un développement durable.

- **Sécurité énergétique** : l'indépendance énergétique n'est pas un dogme mais une trop grande dépendance fragilise l'économie, en termes de risque d'approvisionnement et de renchérissement de la facture énergétique. La dépendance extrême (cas des transports et des produits pétroliers) peut conduire à des conflits majeurs (Chevalier, 2004).

- **Les atteintes à l'environnement** naturel, à la vie et à la santé humaine, causées par la production et la consommation

d'énergie (émissions polluantes dans l'air et dans l'eau, accidents graves...) sont considérables et les risques de changement climatique mobilisent la communauté internationale (Convention cadre des Nations unies sur le changement climatique en 1992, Protocole de Kyoto en 1997, entré en vigueur en février 2005).

L'aspiration au développement économique et social est légitime et, pour cela, on a besoin d'énergie. Les perspectives énergétiques de l'AIE montrent que la poursuite du développement suivant le modèle énergétique actuel des pays industrialisés, qui est également considéré par les pays en développement comme un objectif à atteindre, est tellement difficile et coûteuse que le développement économique et social, sur le seul plan de l'énergie, serait radicalement compromis, et pas seulement pour les pays les plus pauvres. De plus, cette voie aggraverait inexorablement les risques de changement climatique.

Les politiques "business as usual" conduisent à une impasse du développement : y a-t-il une autre voie ?

2. Un nouveau paradigme énergétique

2.1 Jusqu'ici, deux logiques distinctes de l'offre et de la demande

Le "secteur énergétique" recouvre toutes les activités industrielles qui vont de l'exploitation des ressources primaires à la livraison des produits énergétiques au consommateur final ("l'offre d'énergie"). Le secteur énergétique se développe en fonction de l'importance et du coût de la ressource, des capacités d'investissement, de la solvabilité de la demande. Il possède sa propre dynamique, mondiale ou régionale pour les grandes énergies commerciales (pétrole, gaz, charbon au niveau mondial et électricité au niveau régional) et a pour objectif de répondre, en quantité et en qualité, à la demande des consommateurs. De son côté, la demande d'énergie est le résultat de la croissance économique et sociale qui possède sa propre dynamique liée aux capacités d'investissement en infrastructures de la collectivité et d'achat de biens et de produits par les entreprises, les collectivités et les ménages. Pour les ménages comme pour beaucoup d'entreprises, la demande d'énergie découle de choix et de possibilités d'investissement et de dépenses souvent plus déterminés par le coût des équipements (la voiture, le logement...) que par le prix des énergies, et de ce fait largement déconnectés de la question énergétique.

L'offre et la demande d'énergie se rencontrent au niveau de la consommation d'énergie finale et donc du prix du produit énergétique consommé, celui-ci étant en général le fruit d'une combinaison variable selon les pays du coût de production et de fourniture du produit et de diverses taxes, parfois largement supérieures à ce coût (cas de l'essence en France, par exemple). Dans d'autres cas, pour des raisons

politiques ou sociales, le prix du produit énergétique final est subventionné par l'Etat et est inférieur à son coût.

L'approche classique du paradigme énergétique a été de considérer la question énergétique comme concernant uniquement l'offre d'énergie, celle-ci devant répondre à une demande toujours croissante, aux meilleures conditions d'approvisionnement et de coût. A une croissance de la demande considérée comme illimitée devait correspondre une croissance similaire de l'offre.

A la suite de la révolution industrielle, l'énergie est devenue un enjeu économique et stratégique majeur, symbole et mesure du succès du développement, aussi bien dans les pays à économie capitaliste que dans les pays à économie planifiée et centralisée : le progrès économique devait se mesurer par l'augmentation régulière et illimitée de la production et de la consommation de charbon, de pétrole, de gaz, d'électricité... Les crises de l'approvisionnement pétrolier des années 70 (les "chocs pétroliers") ont été révélatrices sur plusieurs plans. Il y a eu prise de conscience que les ressources énergétiques fossiles ne sont pas illimitées, que leur consommation sans précaution entraînerait leur raréfaction et l'augmentation de leur coût, que la concentration des ressources les plus importantes dans certaines zones géographiques peut entraîner de graves crises économiques et politiques.

Malgré cet avertissement et les menaces sur l'environnement global qui se confirment année après année, la poursuite des tendances actuelles selon le paradigme de priorité à l'offre d'énergie conduit à une impasse.

2.2 La vraie demande : le service énergétique

Les besoins de l'utilisateur (ménage, entreprise, collectivité locale) ne sont pas directement des produits énergétiques mais des biens et des services indispensables au développement économique et social, au bien-être et à la qualité de

vie. L'obtention de ces biens et services nécessite, pour être satisfaite, une certaine consommation d'énergie.

L'obtention d'un bien ou d'un service requérant de l'énergie (communément appelé « service énergétique »), que nous

appellerons « S » est la combinaison de trois termes, ce que nous illustrons par la formule :

$$S = U \cdot A \cdot E^3$$

Le premier terme, « U » (pour usage), caractérise la façon dont le service dont on a besoin va être obtenu : par exemple le mode de transport pour les déplacements, le type d'habitat et d'urbanisme, les caractéristiques du confort recherché, etc. Ce terme dépend en particulier du climat mais aussi des habitudes et des modes de vie et, de façon plus générale, du « type de civilisation ».

Le deuxième terme, « A » (pour appareil), désigne l'équipement ou l'appareil utilisé pour obtenir le service demandé : si l'on prend l'exemple du confort de l'habitat, le terme A désignera les qualités techniques du logement et du moyen de chauffage utilisé, des appareils électroménagers, etc.

Le troisième terme, « E » (pour énergie), désigne la consommation finale d'énergie correspondant au service rendu S, dans les conditions d'usage U et l'utilisation de l'appareil A : E s'exprime en quantité d'un produit énergétique particulier⁴.

Les termes U et A caractérisent les conditions dans lesquelles E est consommé.

La quantité d'énergie E consommée pour un service rendu S donné varie considérablement selon l'usage (U), au sens de la définition large précédente, et l'appareil utilisé (A).

Les exemples sont multiples : quantité de combustible nécessaire pour obtenir la même température à l'intérieur d'un bâtiment selon que celui-ci est bien ou mal isolé ; consommation de carburant selon le mode de transport pour un trajet donné ; consommation d'électricité pour le même éclairage selon qu'on utilise une ampoule à incandescence ou une ampoule fluo compacte, etc.

Le nouveau paradigme énergétique consiste à concevoir le "système énergétique" comme englobant non seulement le secteur énergétique (offre) mais également la consommation d'énergie (demande) et à assurer son développement de façon à obtenir S dans les conditions optimales en termes de ressources, de coûts économiques et sociaux et de protection de l'environnement local et global.

2.3 La maîtrise de la consommation d'énergie

Une stratégie de maîtrise de la consommation d'énergie consiste à élaborer et à mettre en œuvre des mesures et des programmes d'action concernant les termes U et A pour obtenir le service S tout en diminuant la quantité d'énergie E, afin d'atteindre un optimum du point de vue économique et environnemental.

Les actions relatives au terme A ont une forte composante technique puisqu'il s'agit d'abord de l'amélioration de l'efficacité énergétique des équipements. La recherche et la mise au point d'équipements performants est donc essentielle mais ne constitue qu'une partie du chemin : il faut ensuite que ces équipements pénètrent sur le marché et que leur usage se généralise. Intervient à ce stade toute une série « d'instruments » : législation et réglementation ; information et communication ; formation ; promotion et incitations financières de divers ordres.

Par exemple :

- Un bâtiment d'habitation, de commerce, de bureaux, d'activités industrielles ou artisanales, s'il est bien conçu et bien

construit (orientation, apports solaires, ouvertures, isolation des parois), consomme pour les besoins de chauffage, de rafraîchissement et de ventilation, beaucoup moins d'apports extérieurs d'énergie qu'un bâtiment ordinaire. Sous certains climats, tout apport extérieur d'énergie peut être évité.

- Pour un même niveau d'éclairage, une ampoule fluo compacte consomme jusqu'à cinq fois moins d'électricité qu'une ampoule à incandescence ; la diffusion des meilleurs appareils électroménagers (la consommation des réfrigérateurs est la plus importante) déjà disponibles sur le marché permettrait d'économiser près de 40 % de la consommation d'électricité par rapport à la situation actuelle.

³ Le signe * ne présente aucune signification mathématique précise : il traduit la combinaison des trois familles de facteurs qui contribuent à l'obtention du "service énergétique".

⁴ Le terme E qui représente la consommation finale d'énergie pour le "service rendu" S est l'aboutissement au niveau du consommateur final du système de production, de transformation, de transport et de distribution des produits énergétiques.

- A niveau de production égal, des améliorations ou des changements de procédés industriels permettent des gains qui atteignent dans la plupart des filières 30 à 50 % de l'énergie consommée.

- Les transports collectifs urbains, surtout les tramways et les métros, consomment beaucoup moins d'énergie, polluent beaucoup moins et connaissent beaucoup moins d'accidents que les voitures particulières ; il en est de même pour le train par rapport aux camions pour les transports de marchandises.

Les actions relatives au terme U sont plus difficiles et de plus long terme. Elles concernent d'abord les "comportements", tant celui des consommateurs que celui des responsables politiques, au niveau national, territorial ou local.

2.4 Une stratégie doublement gagnante

La maîtrise des consommations d'énergie implique des changements de comportement mais surtout l'adoption généralisée des techniques les plus performantes, que ce soit dans l'industrie, le bâtiment, l'usage domestique et de bureau des appareils électriques, les transports (secteur qui connaît partout les plus fortes croissances, qui est presque totalement dépendant des produits pétroliers et qui est en passe de devenir le premier émetteur de gaz à effet de serre). La question des infrastructures est cruciale (bâtiments, moyens de transport, développement urbain, aménagement du territoire).

L'efficacité énergétique est une stratégie doublement gagnante. Les ressources financières qui auraient été consacrées par le consommateur ou la collectivité à l'approvisionnement énergétique peuvent être consacrées à d'autres besoins, améliorant ainsi le contenu de la croissance économique : construction de logements et d'équipements pour l'éducation et la santé, développement des transports collectifs, etc. Ce facteur économique est particulièrement sensible en période d'augmentation des prix de

Plus largement, elles concernent les modes de consommation, qu'il s'agisse des déplacements (modes de transport), de l'habitat (types de bâtiments), de la place de l'habitat par rapport aux lieux de travail ou d'activités sociales, ce qui met en jeu les choix d'urbanisme et d'aménagement du territoire. L'urbanisme et l'aménagement du territoire sont des éléments majeurs de la maîtrise des consommations d'énergie.

Ce sont tous ces éléments qui sont la base des modifications du terme « U », ce qui signifie que la stratégie de maîtrise des consommations d'énergie est transversale à toutes les activités humaines et que, sur le long terme, ce sont les caractéristiques mêmes de la civilisation industrielle et de la civilisation de consommation qui devront évoluer.

l'énergie et en particulier du pétrole, tant pour les Etats (balance commerciale) que pour les consommateurs. D'autre part, les investissements liés à la maîtrise des consommations d'énergie (ou "d'efficacité énergétique") sont pourvoyeurs d'activités et d'emplois : réhabilitation thermique des bâtiments, installation de transports collectifs, développement de l'expertise et du conseil, nouveaux matériaux de construction, etc.

Les conséquences favorables pour l'environnement sont faciles à comprendre : l'énergie qui pollue le moins est celle qui, à service rendu égal, n'est ni consommée, ni produite. Chaque fois que, pour un usage donné, on diminue la consommation d'énergie, on diminue les pollutions et les risques liés au système énergétique.

La plupart des actions améliorant l'efficacité énergétique sont les plus efficaces pour l'amélioration de l'environnement et permettent de diminuer les pollutions et les risques locaux ou les atteintes à l'environnement global comme l'aggravation de l'effet de serre ou le risque nucléaire. En effet, ces actions sont économiquement rentables par elles-mêmes du fait du gain sur les dépenses énergétiques.

2.5 Nouvelle donne et nouveaux acteurs

Les implications du nouveau paradigme énergétique symbolisé par la formule $S = U \cdot A \cdot E$ sont considérables à bien des égards.

Sur le plan énergétique tout d'abord, le lien entre l'obtention du service et la consommation d'énergie n'est plus automatique : en jouant sur les termes U et A , il est possible de diminuer dans des proportions très importantes le besoin d'énergie (E) nécessaire pour le satisfaire. Comme nous allons le voir par la suite et comme le montrent nombre d'exemples, des réductions de moitié, voire plus, sont tout à fait envisageables.

Les conséquences en termes économiques et environnementaux sont à la mesure des gains : réduction de la dépense énergétique signifie amélioration de la sécurité énergétique, des factures énergétiques de la collectivité comme de l'usager individuel, diminution considérable des pollutions et des risques.

Mais la modification la plus profonde de la question énergétique est la ***fin de l'usurpation des responsabilités énergétiques par les "compagnies énergétiques"*** qui contrôlent la production, le transport et la distribution d'énergie.

La dynamique de croissance de ces entreprises et les politiques énergétiques qu'elles ont imposées dans les faits ont abouti à des impasses économiques et écologiques. L'utilisateur s'est vu imposer un rôle passif, réduit au paiement des factures énergétiques, lorsque l'énergie était fournie et qu'il pouvait la payer.

La politique d'efficacité énergétique sort de ce système fermé : l'obtention du service énergétique devient l'affaire de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme, de la construction des bâtiments, de la production des équipements. Chaque usager, entreprise, collectivité locale, ménage, n'est plus seulement consommateur d'énergie mais directement partie prenante de l'élaboration et de la mise en œuvre d'une nouvelle politique énergétique qui

devrait d'ailleurs s'appeler "politique des services énergétiques". Architectes, urbanistes, constructeurs, équipementiers ont un rôle aussi important que le fournisseur d'énergie. Le champ d'action de l'efficacité énergétique n'est pas limité au secteur de l'énergie, il s'étend à l'industrie, au bâtiment, aux transports, au comportement des consommateurs, aux modes de consommation.

Dans ce nouveau contexte, de nouveaux acteurs apparaissent, avec un rôle déterminant : les ménages, les entreprises, les collectivités locales et territoriales. L'État a un rôle à jouer, mais beaucoup plus comme régulateur que comme maître du jeu. Les entreprises énergétiques doivent, elles aussi, modifier leurs pratiques et passer de la logique exclusive de fourniture d'un produit énergétique à une logique de réponse globale à un besoin de service. Il s'agit en effet de traiter sur le même pied les actions sur la demande (moins de consommation d'énergie pour le même service rendu) et celles sur l'offre (production et livraison des produits énergétiques pour satisfaire le besoin de consommation).

La ré-appropriation de la question énergétique par les citoyens est certainement la dimension la plus intéressante et la plus porteuse d'avenir du nouveau paradigme énergétique.

L'agglomération urbaine est le lieu où se concentrent la grande majorité des services énergétiques : consommation des ménages, des bureaux, des lieux d'éducation et de soins médicaux, de loisirs et de culture, de déplacement des personnes et des marchandises... La ville occupe alors une position privilégiée de consommateur d'énergie, mais aussi de promoteur, sous toutes ses manifestations, du développement des services énergétiques pour un développement durable.

Les municipalités et les autres collectivités territoriales ont une responsabilité essentielle dans l'animation et la mobilisation des acteurs.

3. Une stratégie de maîtrise des consommations d'énergie

3.1 Une expérience de trente ans

3.1.1 Découplage entre consommation d'énergie et croissance économique

Après les augmentations du prix du pétrole sur le marché international en 1973-1974 (premier choc pétrolier) et 1979 (deuxième choc pétrolier), les pays de l'OCDE ont réussi à préserver leur croissance économique en répondant à ces augmentations par la mise en œuvre de politiques d'efficacité énergétique auxquelles ils ont consacré des moyens importants.

Durant les quinze années qui ont suivi, la consommation par habitant des pays de l'OCDE a été pratiquement stabilisée tandis que leur produit intérieur brut (PIB) augmentait de 30%. Au cours des quinze années précédentes, la consommation d'énergie avait connu le même taux de croissance que le PIB. Si l'intensité énergétique – rapport de la consommation d'énergie au PIB – de ces pays était restée sur la période post chocs pétroliers à son niveau de 1973, leur consommation totale d'énergie en 1987 eut été supérieure de 1200 Mtep (millions de tonnes d'équivalent pétrole), soit 130% de la production annuelle de pétrole des pays de l'OPEP à l'époque.

L'augmentation rapide des prix a donc été l'effet déclencheur des actions et des investissements d'amélioration de l'efficacité énergétique. Ces derniers n'ont pas été produits de façon spontanée par le seul jeu du marché, mais par la mise en place de politiques élaborées, comprenant des

composantes économiques, institutionnelles et réglementaires, avec des moyens publics d'intervention importants :

- Programmes de recherche et développement pour l'amélioration des procédés industriels, des techniques et des matériaux de construction, des moteurs, des appareils électriques, etc.

- Réglementations sur les consommations d'énergie, notamment pour les bâtiments mais aussi dans certains cas pour les automobiles et les appareils électriques ; labels d'efficacité énergétique ; diagnostics énergétiques obligatoires pour les gros consommateurs d'énergie (industrie, secteur tertiaire, transports).

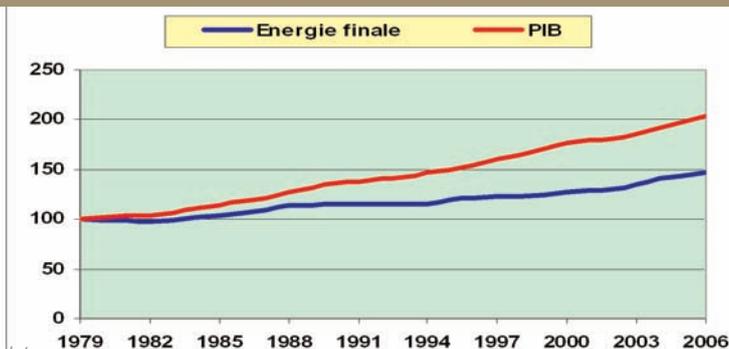
- Programmes d'information pour les consommateurs et de formation pour les techniciens et les gestionnaires.

- Incitations financières (subventions, prêts à taux bonifiés, déductions fiscales) pour stimuler l'innovation, la démonstration ou les investissements d'utilisation rationnelle de l'énergie.

- Création d'institutions, d'organismes et d'entreprises de services pour la conception et la réalisation de programmes et de projets.

Le graphique 5 illustre les changements dans l'évolution des consommations d'énergie dans l'ensemble de l'OCDE durant les trente dernières années. Elle montre le découplage entre la croissance de la consommation d'énergie et la croissance du PIB de l'OCDE qui a suivi la période des chocs pétroliers des années 70.

Graphique 5. OCDE : consommation d'énergie finale et produit intérieur brut (indice 100 en 1979)



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

3.1.2 Les Negajoules

Le graphique 6 montre l'évolution de la consommation d'énergie finale (et sa décomposition par produit énergétique) sur la période 1979-2006. La courbe du haut de "biomasse" représente la consommation finale réelle et la courbe supérieure indique ce qu'aurait été cette consommation si l'intensité énergétique de l'ensemble des pays de l'OCDE était restée à sa valeur de 1979.

La portion la plus haute du diagramme ("Negajoules") représente les économies réalisées sur la consommation d'énergie finale du fait de la diminution de l'intensité énergétique finale.

On voit que la contribution des "Negajoules" en 2006 (environ 2400 Mtep) est supérieure celle des produits pétroliers (2007 Mtep) et est égale à 60 % de la consommation finale réelle en 2006 (3900 Mtep).

L'économie d'énergie finale cumulée sur la période est de l'ordre de 30 milliards de tep.

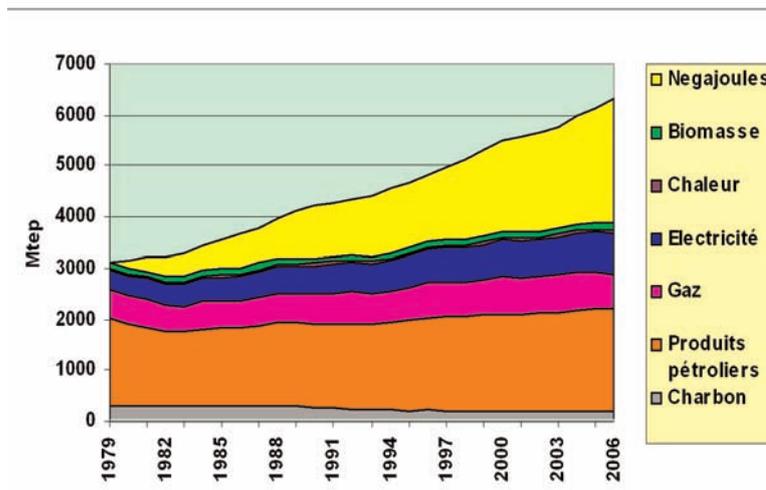
Certes, toutes ces économies d'énergie ne résultent pas uniquement des politiques publiques d'efficacité

énergétique : les évolutions structurelles de l'économie (plus de tertiaire, plus de productivité globale...) comme l'ajustement des consommateurs aux fortes hausses des prix du pétrole des années 1970 au début des années 1980 en expliquent aussi une partie. Il est néanmoins très difficile de séparer l'influence respective de ces différentes causes, tant elles interagissent entre elles : les normes d'isolation des logements instituées dans la plupart des pays industriels depuis 30 ans sont évidemment dues aux politiques publiques, mais elles n'auraient peut-être pas vu le jour sans les chocs pétroliers.

3.1.3 Investissement dans l'offre ou dans la demande?

L'encadré 1 montre sur l'exemple de la France la comparaison entre les effets en termes d'économies d'énergie et les coûts d'un grand programme sur "l'offre", le programme électronucléaire et d'un effort soutenu d'investissement dans le domaine des économies d'énergie.

Graphique 6. Consommation d'énergie finale de l'OCDE : les Negajoules



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Encadré 1

En France : investissement sur la demande contre investissement sur l'offre

La note du 16 septembre 1987 de la Direction générale de l'Energie et des Matières Premières (DGEMP) souligne l'intérêt économique des économies d'énergie réalisées entre 1973 et 1987. Nous en reproduisons ici la première page :

"L'intérêt des économies d'énergie au vu des résultats acquis depuis 1973

Les résultats acquis depuis le premier choc pétrolier en 1973 témoignent de l'intérêt considérable des économies d'énergie, tant pour ce qui concerne leur impact sur l'indépendance énergétique de la France que celui sur le commerce extérieur.

Quelques chiffres permettent d'illustrer cette efficacité :

- On estime à environ 34 Mtep/an l'importance de l'économie annuelle réalisée depuis 1973 par rapport à la situation qui aurait résulté d'une consommation alignée sur la croissance économique.*

*Ce résultat est à rapprocher des 56 Mtep produites** par an après la mise en œuvre du programme nucléaire et montre l'importance prise par les économies d'énergie dans la politique énergétique nationale.*

- Cette économie de 34 Mtep/an a nécessité la réalisation de 100 milliards de francs d'investissements. La comparaison de cet effort avec les 500 milliards de francs dépensés pour produire les 56 Mtep annuelles du nucléaire met en évidence l'intérêt des économies d'énergie pour la collectivité nationale."

* Il s'agit de l'économie d'énergie réalisée annuellement en fin de période du fait des investissements réalisés durant la période. Ce sont des économies en énergie primaire, essentiellement de pétrole, correspondant à environ 28 Mtep en énergie finale.

** Il s'agit d'une production d'électricité "primaire". En comptabilité énergétique actuelle, cela correspondrait à environ 19 Mtep en énergie finale.

3.2 Des potentiels considérables

Les études réalisées dans différents pays montrent que dans les vingt à trente prochaines années, grâce à une politique vigoureuse de maîtrise de la demande d'énergie, la quantité de produits énergétiques nécessaires pour produire les services requis peut être de 20 à 40% inférieure, selon les pays, à ce qu'elle serait dans la poursuite des tendances actuelles.

3.2.1 En Europe

La Commission européenne estime que le potentiel technique d'économie sur la consommation d'énergie finale est de l'ordre de 40% et que le potentiel économique (le coût des actions d'économies d'énergie est inférieur au coût de la quantité d'énergie économisée⁵) est d'environ 20%. Pour

l'industrie, le potentiel est estimé à 17%, 22% pour l'ensemble des secteurs résidentiel et tertiaire et 14% pour les transports (hors changement modal).

Le Livre vert sur l'Efficacité énergétique considère qu'une économie de 20% est réalisable sur la consommation d'énergie primaire à l'horizon 2020 et le décompose selon les secteurs et les politiques, comme l'indique le tableau 1.

⁵ Le potentiel économique croît évidemment avec l'augmentation du prix de l'énergie.

Tableau 1. Potentiels d'économies d'énergie à l'horizon 2020 pour EU (25)

Unité : Mtep

	2020	2020+
	Application rigoureuse des mesures déjà adoptées	Mise en œuvre de mesures additionnelles
Bâtiments	56	105
Chauffage et climatisation,	(41)	(70)
Appareils électrique	(15)	(35)
Industrie	16	30
Transports	45	90
Cogénération	40	60
Secteur de l'énergie	33	75
TOTAL	190	360

Source : Commission européenne, 2005.

Si le potentiel 2020+ était réalisé, la consommation d'énergie de l'Union européenne connaîtrait une inflexion entre 2010 et 2015 et se situerait en 2020 à son niveau de 1990 (environ 1500 Mtep contre 1750 en 2005).

Bien sûr, le potentiel d'économies d'énergie de l'Union européenne pèse peu par rapport aux huit milliards de tep de la consommation mondiale d'énergie. Mais, il indique l'ampleur des gains d'efficacité énergétique susceptibles d'être atteints grâce à des technologies, des comportements et des modes d'organisation plus efficaces, eux-mêmes susceptibles de s'étendre largement sur la planète via le phénomène de globalisation.

3.2.2 Pays en développement, émergents, en transition

Il est tout à fait faux de considérer que si un pays a une faible consommation d'énergie par habitant la maîtrise de la demande d'énergie ne le concerne pas. C'est d'ailleurs un argument que l'on ne rencontre plus dans les pays concernés mais par contre encore parmi les promoteurs de l'offre d'énergie qui l'utilisent de façon hypocrite pour défendre leur cause.

En effet, c'est dans les pays les plus pauvres que l'énergie disponible – bois de feu, déchets – est utilisée de la façon la moins efficace et que le peu d'énergie commerciale qu'ils peuvent se procurer (à prix fort) est consommée par des équipements de faible rendement (voitures et camions de seconde main, électroménager et éclairage peu performants) et par les fortes déperditions d'énergie dans les réseaux de transport et distribution (lignes électriques,

réseaux de chaleur, conduites de gaz). L'adoption de techniques performantes pour l'utilisation des ressources locales, tant pour la production que pour la consommation de l'énergie, permet de réaliser des sauts qualitatifs et quantitatifs considérables, même dans les pays les plus démunis.

Les pays en développement et les pays émergents qui connaissent une forte croissance économique ont parfaitement compris, sans toutefois en tirer toujours les conséquences politiques, que le "modèle énergétique" qui s'est développé dans les pays de l'OCDE lorsque ceux-ci ont connu leurs plus forts taux de croissance n'était absolument pas reproductible à l'échelle mondiale. Ces pays doivent augmenter leur consommation d'énergie pour alimenter leur croissance économique et l'amélioration du confort des habitants, mais ils peuvent et doivent le faire dans des conditions de sobriété et d'efficacité permettant d'assurer l'une et l'autre avec des consommations d'énergie bien inférieures à celles des pays de l'OCDE dans le passé.

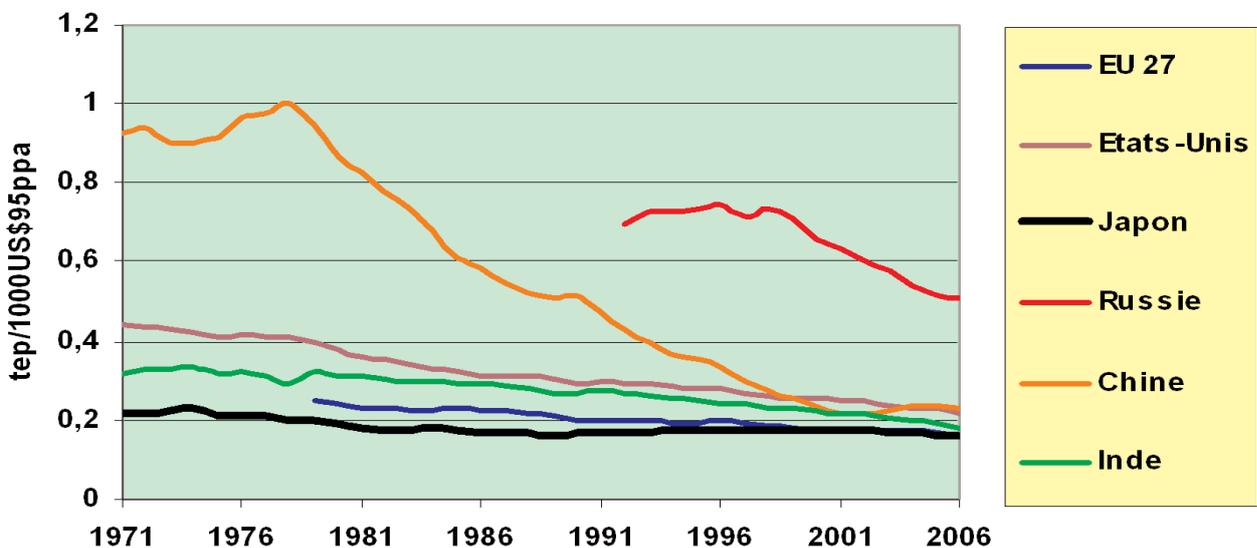
Une étude portant sur "L'élaboration d'une stratégie de développement de l'utilisation rationnelle de l'énergie en Tunisie à l'horizon 2030" a été réalisée par les bureaux d'études ICE, APEX et ENERDATA en 2005 pour l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie (ANME). Cette étude met en évidence des potentiels d'économie d'énergie de l'ordre de 30% à l'horizon 2030 (sans prise en compte de changements modaux dans les transports). Elle propose un programme d'action détaillé, portant notamment sur le financement des investissements.

L'évolution des intensités énergétiques des pays grands consommateurs d'énergie depuis 1971 qui fait l'objet du graphique 7 montre une situation extrêmement contrastée en début de période, le Japon et les pays d'Europe occidentale ayant déjà une économie relativement sobre en énergie par comparaison aux Etats-Unis. Ces mêmes pays ont vu leur intensité énergétique diminuer. La baisse de l'intensité énergétique des Etats-Unis est aussi très importante sur la période. La Russie (l'Ukraine également) reste de loin le pays le plus consommateur d'énergie au regard de son PIB. Après une augmentation durant la crise économique des années 90, l'intensité énergétique a décliné depuis 2000 mais reste très élevée : en 2006, elle était trois fois supérieure à celle de l'Union européenne. Aussi bien pour son propre développement que pour assurer sa capacité d'exportation d'hydrocarbures (notamment en direction de l'Union européenne), la Russie est dans l'ardente obli-

gation d'une politique très volontariste de maîtrise de la demande d'énergie.

Le cas de la Chine mérite une attention particulière. L'intensité énergétique de ce pays a baissé de façon spectaculaire depuis 1971. Il faut rester prudent sur l'interprétation de données anciennes mais il est certain que l'évolution structurelle de l'économie a beaucoup joué, comme la modernisation progressive de l'industrie et la part croissante des industries légères. Au début des années 2000, la Chine se plaçait à peu près au niveau des Etats-Unis en valeur de l'intensité énergétique mais le risque serait que ce pays ne mette pas à profit sa croissance économique pour réduire encore son intensité énergétique. Une remontée semble en effet se profiler ces toutes dernières années mais le gouvernement a fixé en 2005 pour objectif une réduction de la valeur de l'intensité énergétique de 20% à l'horizon 2010.

Graphique 7. Evolution des intensités énergétiques primaires par pays



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

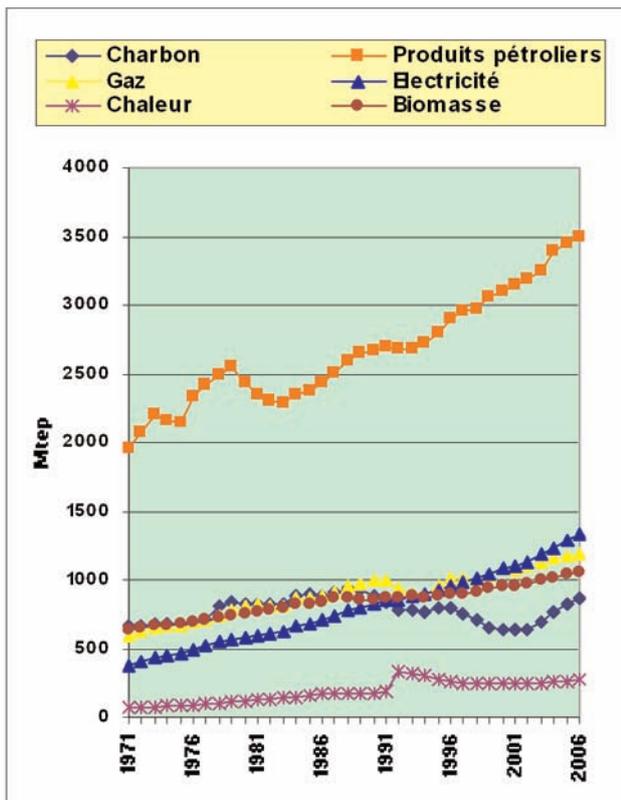
3.3 Deux cibles prioritaires pour l'efficacité énergétique

La mise en regard (graphiques 8 et 9) des consommations d'énergie finale par secteur et par produit met en évidence deux couples "secteur-produit" qui constituent des cibles prioritaires pour des politiques d'efficacité énergétique.

Le premier est le couple "Transports-Produits pétroliers" : le secteur des transports dépend presque exclusivement des produits pétroliers et l'augmentation de sa consommation, partout dans le monde, en fait le secteur le plus soumis aux contraintes, à la fois de sécurité énergétique et d'environnement.

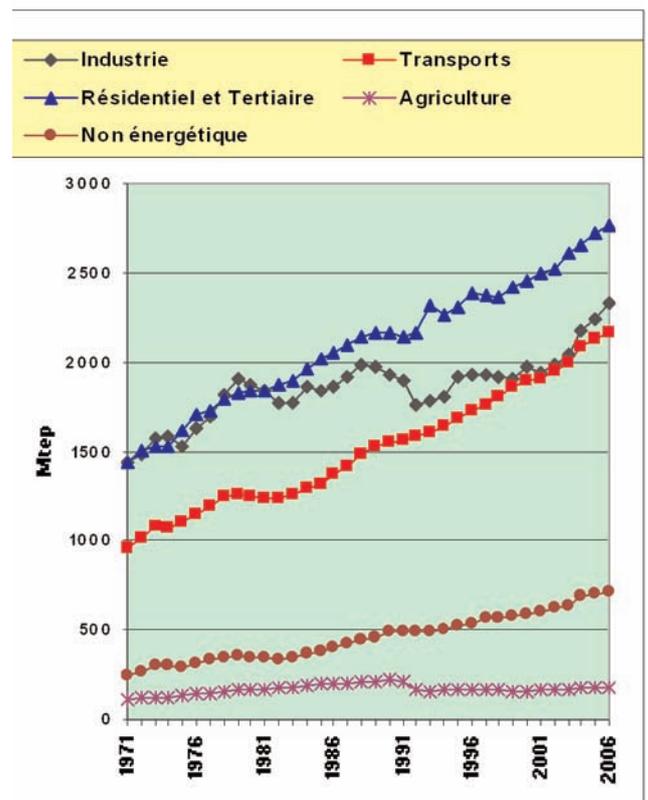
Le second est le couple "Résidentiel et Tertiaire-Electricité" : l'ensemble Résidentiel et Tertiaire est le premier consommateur d'électricité (en 2006 : 57% de la consommation finale totale d'électricité contre 42% pour l'industrie) et cette consommation est en forte croissance (amélioration du confort et de l'équipement électroménager et audiovisuel, explosion de la climatisation, notamment en Asie) et l'économie d'une tep d'électricité représente une économie de 2 à 3 tep en énergie primaire.

Graphique 8. Consommation d'énergie finale par produit



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Graphique 9. Consommation d'énergie finale par secteur



4. Dans la perspective d'une demande d'énergie « durable »

4.1 Prospective énergétique : l'avenir est ouvert

De nombreuses études de prospective énergétique mondiale proposent un « développement par l'efficacité énergétique » qui rééquilibre les politiques énergétiques. Elles accordent une priorité forte à la maîtrise de l'évolution de la demande d'énergie, en partant d'une analyse détaillée des besoins du développement en termes de services requérant de l'énergie.

L'étude la plus connue utilisant ce type d'approche à partir de la demande de services et en appliquant une stratégie systématique d'efficacité énergétique est celle présentée par une équipe internationale, composée du Brésilien José Goldemberg, du Suédois Thomas Johansson, de l'Indien Amulya K. Reddy et de l'Américain Robert Williams, publiée en 1987 dans l'ouvrage intitulé "Energy for a sustainable world" (publié en version française en 1990 sous le titre *Energie pour un monde viable*). Les auteurs montraient qu'en appliquant à la consommation d'énergie les techniques les plus performantes alors disponibles on pouvait parvenir à l'horizon 2020 à une réduction spectaculaire de la consommation énergétique mondiale, sans ralentir la croissance des pays du Nord et sans entraver le développement des pays du Sud. Démonstration était faite que l'avenir énergétique dépeint dans les prévisions conventionnelles n'avait rien d'inéluctable.

Elaboré en 1990 par Benjamin Dessus et François Pharabod, le scénario NOE (nouvelles options énergétiques) relève de la même démarche. Il se distingue cependant de l'étude précédente par une inflexion plus lente des comportements énergétiques et par une prospective plus lointaine, 2100, horizon à partir duquel les démographes annoncent une stabilisation de la population mondiale autour de 11 milliards d'habitants (B. Dessus, 1999). Ce scénario impose par ailleurs deux « normes » environnementales : baisse du recours à l'énergie nucléaire jusqu'à son abandon total en 2060 et limitation des émissions de carbone à 3 milliards de tonnes en 2060⁶.

Du point de vue des risques globaux, seuls ces scénarios « sobres en énergie » apparaissent comme susceptibles d'éviter des ruptures majeures. Leur principal avantage dans ce domaine est qu'ils dégagent une marge de manœuvre suffisante qui permet de prendre le temps de réfléchir et de préparer des systèmes énergétiques "durables".

Du point de vue économique, les scénarios sobres se comparent favorablement aux scénarios d'abondance énergétique : les coûts de production et de distribution d'énergie sont en effet bien souvent supérieurs aux coûts des mesures et actions d'efficacité énergétique. Cet avantage est largement exploité dans ces scénarios.

La réunion d'experts du monde entier, issus des différentes « écoles de pensée » de la prospective énergétique a permis au cours des années 1990 de réaliser la synthèse entre les différentes visions des futurs énergétiques possibles aux horizons de 2050 et 2100.

Les travaux de l'*International Institute for Applied Systems Analysis* (IIASA) publiés en 1998 et utilisés depuis par le Conseil mondial de l'énergie, ainsi que l'étude réalisée sous l'égide des Nations Unies intitulée *World Energy Assessment* (WEA) et qui porte sur l'évaluation et la prospective de la situation énergétique mondiale, décrivent trois familles de scénarios qui répondent aux besoins énergétiques de la planète à ces horizons tout en empruntant des voies très différentes, aussi bien en ce qui concerne la consommation que la production d'énergie.

⁶ Le scénario NOE constitue à la connaissance de l'auteur le premier scénario mondial ainsi "normé".

Ainsi, tandis que la consommation totale d'énergie primaire en 1990 est de 9 milliards de tep, les résultats des études prospectives donnent, pour les trois scénarios, des consommations mondiales d'énergie primaire qui valent :

- en 2050 : 25 milliards de tep dans le scénario le plus élevé, 20 milliards de tep dans le scénario moyen et 14 milliards de tep dans le scénario le plus bas (appelé « scénar-

rio respectueux de l'environnement »);

- en 2100 : respectivement 45 milliards de tep, 35 milliards de tep et 21 milliards de tep pour les trois scénarios.

On voit que les différences sont considérables et que les décisions prises aujourd'hui sur les orientations des politiques énergétiques sont lourdes de conséquences pour le siècle à venir.

4.2 Une étude dans l'objectif « Facteur 4 »

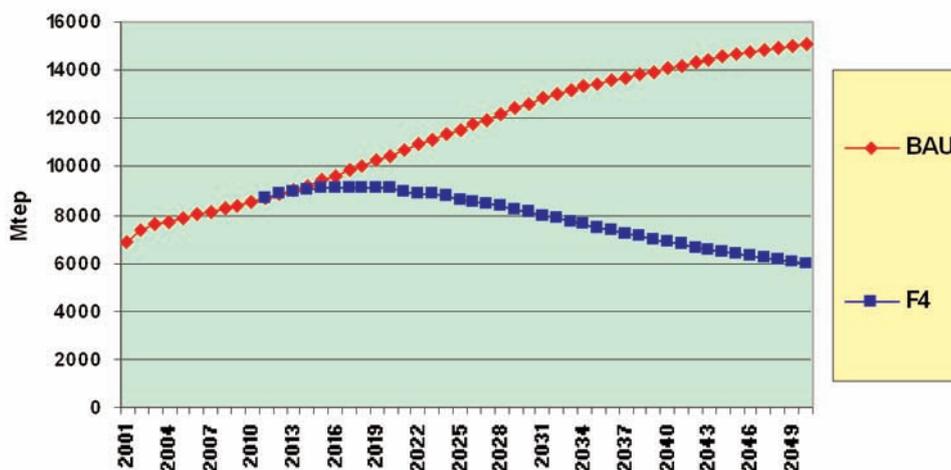
Une étude réalisée en 2005 par ENERDATA et LEPLI-EPE, deux instituts français ayant une expérience mondialement reconnue en prospective énergétique, présente deux scénarios énergétiques à l'horizon 2050 : un scénario "business as usual" (BAU) comparable à celui de l'AIE présenté au début de ce chapitre et un scénario "Facteur 4" (F4) qui a pour objectif de diviser par quatre les émissions de CO2 de la France en fin de période par rapport à leur niveau de 1990. Cette étude, outre le cas de la France, étudie également les systèmes énergétiques européens et mondiaux. Le graphique 10 présente le résultat obtenu sur la consommation d'énergie finale mondiale pour chacun des scénarios.

Le scénario BAU aboutit à une consommation finale en 2050 de l'ordre de 16 milliards de tep, ordre de grandeur

que l'on retrouve dans la plupart des scénarios "business as usual"⁷. Le scénario F4 aboutit à une consommation finale en 2050 légèrement inférieure à celle de 2001 (année de départ de l'exercice de prospective) : dans ce scénario, la demande mondiale d'énergie se stabiliserait entre 2015 et 2020 et décroîtrait ensuite.

Un tel résultat est obtenu grâce à la mise en œuvre, dans tous les pays, d'une politique vigoureuse de maîtrise des consommations d'énergie dans tous les secteurs. L'enjeu est de taille et les bénéfices en termes économiques, de sécurité énergétique et d'environnement sont considérables : un tel scénario est en particulier la condition indispensable à la baisse des émissions de gaz à effet de serre nécessitée par la lutte contre le changement climatique.

Graphique 10. Monde : deux scénarios de prospective de la consommation d'énergie finale



Source : Enerdat-LEPLI-EPE.

⁷ Si l'on garde le même rapport entre énergie finale et énergie primaire qu'en 2004, cela correspond à une consommation primaire de 21 milliards de tep, un peu au dessus du scénario moyen de WEA.

4.3 Orientations de la politique énergétique de l'Union européenne : les trois 20%

Le Conseil de l'Union européenne ou "Sommet européen" au niveau des chefs d'Etats et de gouvernements, réuni les 8 et 9 mars 2007 sous la présidence allemande (Angela Merkel), a défini des objectifs à l'horizon 2020 pour l'UE pour lutter contre le changement climatique et mettre en place une politique de maîtrise de l'énergie dans ses deux composantes : efficacité énergétique et développement des énergies renouvelables.

4.3.1 Objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre

a) Le Conseil a fixé un objectif "souhaitable" de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour les pays industrialisés (dits de l'Annexe 1 du Protocole de Kyoto) qui consiste en une réduction des émissions de 30 % par rapport à leur niveau de 1990, dans la ligne d'un objectif plus lointain de réduction de 60 % à 80 % à l'horizon 2050, par rapport au niveau de 1990.

Sur cette base, l'UE doit amorcer une négociation internationale (conférence des Nations Unies sur le climat à la fin de 2007) qui devrait être conclue fin 2009 par des engagements pour "l'après Kyoto").

b) Le Conseil a décidé d'un objectif contraignant unilatéral de l'UE de réduction des émissions de gaz à effet de serre de **20 % en 2020** par rapport au niveau de 1990. Rappelons que l'engagement pour UE 15 et pour 2010 (moyenne sur la période 2008-2012) est une réduction de 8% par rapport au niveau de 1990).

4.3.2 Objectif de réduction de la consommation d'énergie

Le Conseil n'a pas fixé d'objectif contraignant pour l'efficacité énergétique : il se contente de souligner "*qu'il est nécessaire d'accroître l'efficacité énergétique dans l'UE*" afin d'atteindre une réduction de la consommation d'énergie en 2020 **inférieure de 20 %** par rapport à ce qu'elle serait dans le scénario tendanciel.

En référence au Livre vert sur l'énergie et sur l'efficacité énergétique, cet objectif de réduction de la consommation d'énergie s'applique à la consommation d'énergie primaire. D'après les documents précédents (notamment le Plan d'action pour l'efficacité énergétique), cela signifierait, dans ces hypothèses, une baisse de la consommation d'énergie de l'UE en 2020 de 13 % par rapport à son niveau de 2005. Outre que cet objectif n'est pas contraignant, il n'est pas, comme dans le cas des émissions de gaz à effet de serre, exprimé en valeur absolue. La consommation d'énergie devrait baisser de 20 % par rapport au scénario tendanciel dans un jeu d'hypothèses portant sur la croissance économique (croissance de 2,3 % du PIB d'ici 2020) et sur le calcul de la consommation d'énergie dans le scénario tendanciel.

4.3.3 Objectifs pour les énergies renouvelables

a) Pour les énergies renouvelables, un objectif contraignant est fixé pour 2020 : 20% de la consommation d'énergie pour l'UE 27. Il a été précisé depuis par la Commission européenne que cet objectif porte sur la consommation d'énergie finale.

b) Un objectif contraignant est fixé, pour chaque Etat membre, de 10% minimum de biocarburants dans la consommation de carburant des transports (essence et diesel), en y ajoutant toutefois que cette opération doit être rentable économiquement ("cost-effective").

Le texte souligne le caractère obligatoire de cet objectif pour que la production des biofuels soit ainsi assurée d'un marché.

A l'exception des biocarburants, les objectifs fixés (les trois 20 %) concernent l'Union européenne dans son ensemble. Un pas très important reste à franchir (comme à l'époque pour le Protocole de Kyoto) : le "partage des efforts" entre les pays membres. Le document de proposition de Directive publié par la Commission européenne fin janvier 2008 fixe un objectif de 23% pour la France.

Conclusion : une stratégie universelle

La poursuite des tendances actuelles de la consommation d'énergie au niveau mondial se heurte à des contraintes insurmontables et conduit à l'impasse du développement, accentue les inégalités entre pays riches et pays pauvres et contribue à la fracture sociale. Le développement économique et social ne peut être que freiné, voire rendu impossible, par l'insécurité énergétique (approvisionnement physique versus contraintes géopolitiques, augmentation des prix, raréfaction des ressources à moyen terme, risques technologiques et d'agressions extérieures de toutes natures) et la dégradation de l'environnement local (pollutions, accidents) et global (changement climatique). La montée des prix du pétrole ruine d'ores et déjà les économies les plus fragiles.

Les scénarios de prospective énergétique "laisser faire" ("business as usual") mettent clairement en évidence l'impasse politique, économique et environnementale à laquelle ils conduisent.

La sécurité énergétique et les contraintes environnementales sont un défi considérable pour le développement économique et social à l'échelle de la planète. Ce défi ne peut être relevé que par la mise en chantier d'un nouveau modèle des systèmes énergétiques compatible avec le développement durable, afin de *"répondre aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations futures d'accéder à leurs propres besoins"*.

La maîtrise des consommations d'énergie arrive au premier rang des politiques qu'il faut rapidement mettre en œuvre parce que c'est elle qui possède le plus grand potentiel, qu'elle est applicable dans tous les secteurs et dans tous les pays, qu'elle est le meilleur instrument de la lutte contre le changement climatique, enfin qu'elle permet de ralentir l'épuisement des ressources fossiles et d'assurer qu'une part croissante de la consommation d'énergie soit assurée

par les énergies renouvelables. Elle constitue en outre un facteur de développement économique par la diminution des dépenses énergétiques et aussi par la création de nouvelles activités et d'emploi. C'est un impératif de premier ordre des politiques énergétiques et économiques.

Ce changement profond de paradigme énergétique qui substitue à la priorité de l'offre la priorité de la demande modifie profondément les rapports du citoyen aux systèmes énergétiques. La satisfaction d'un "service énergétique" à la place d'une "fourniture d'énergie" place au premier rang des acteurs nouveaux : entreprises, collectivités, ménages, professionnels du bâtiment, des transports, de la production industrielle ou agricole et du secteur tertiaire. Les villes et les collectivités territoriales deviennent des animateurs et des promoteurs essentiels de ces nouvelles politiques.

S'ils appliquent une telle stratégie, les pays industrialisés peuvent réduire leur consommation d'énergie dans des proportions notables. Les pays en développement ont besoin d'augmenter la leur, mais ils peuvent le faire avec des taux de croissance bien inférieurs à ceux que les pays riches ont connus dans le passé avec les dégâts que l'on sait.

Pour la plupart des pays, y compris les grands producteurs d'énergie, la maîtrise des consommations d'énergie est la première « ressource » énergétique nationale pour les prochaines décennies.

Les potentiels de la maîtrise des consommations d'énergie sont considérables. Plusieurs estimations fiables montrent que, à l'horizon d'une vingtaine d'années, la consommation d'énergie peut-être diminuée de 20% à 30% à service rendu égal ou supérieur, par rapport au scénario d'évolution tendanciel, à des conditions économiques favorables au niveau de l'Union européenne (plus si les prix de l'énergie continuent d'augmenter). Cela signifie que la consumma-

tion d'énergie de l'UE pourrait se situer en 2020 au niveau de celle de 1990. Dans les pays en transition, et notamment en Russie, ces potentiels sont encore plus élevés. On atteint des potentiels de l'ordre de 30% à l'horizon 2030 dans les pays en développement, sur la base des techniques actuelles.

L'Europe peut jouer un rôle leader dans la politique de maîtrise de la demande : tant sa sécurité énergétique que la lutte contre le changement climatique l'y engagent. Les orientations politiques de priorité à l'action sur la demande, du Livre vert sur la sécurité énergétique (2000) et du Livre vert sur l'efficacité énergétique (2005), montrent la voie à suivre. Quelques Etats membres sont en pointe mais la majorité continue à vouloir jouer la carte de l'offre.

Les décisions de mars 2007 du Sommet européen sur les "trois 20%" (efficacité énergétique, énergies renouvelables, émissions de gaz à effet de serre) au niveau de l'Union

européenne constituent un signal encourageant. Il reste que le "partage des efforts" entre les Etats membres reste à faire et constituera la pierre de touche de la volonté politique de chacun.

Les politiques mises en œuvre dans les pays émergents durant les dix années qui viennent seront décisives. La Chine et l'Inde et d'autres pays connaissent des croissances économiques fortes et de nombreux facteurs jouent en faveur de la maîtrise de la demande d'énergie : faibles ressources en hydrocarbures et poids sur leur économie des importations de pétrole, très fort potentiel dans les infrastructures nouvelles (urbanisme, bâtiments, moyens de transport), développement des énergies renouvelables dont la combinaison avec la maîtrise de la demande est la voie la plus prometteuse pour l'avenir, compréhension intelligente des acquis des pays occidentaux industrialisés et capacité réelle d'inventer et d'appliquer un "nouveau modèle énergétique".

Annexe I. Les consommations d'énergie dans le monde

1. Filières énergétiques : du besoin à la ressource primaire

Le développement d'une société se traduit par la satisfaction croissante d'un certain nombre de besoins : alimentation, logement, santé, habillement ; facilités de déplacement des personnes et des marchandises ; production de biens et de services ; éducation, information, culture, exercice des droits civiques, sports et loisir ; qualité de l'environnement naturel...

La plupart de ces activités nécessitent, à des degrés divers, une consommation d'énergie, soit par utilisation directe pour certains usages, soit pour permettre la production des biens et des services qui leur sont associées : agriculture, élevage, pêche ; préparation, conservation et cuisson des aliments ; éclairage, chauffage ou rafraîchissement des logements, des ateliers, des bureaux, des commerces ; production et transformation des matières premières, production et transformation de l'énergie ; construction des bâtiments et des infrastructures ; fabrication d'équipements et d'appareils ; systèmes de transport ; moyens d'information et de communication...

A chaque besoin socio-économique peuvent correspondre plusieurs "filières énergétiques", chaque filière représentant le trajet qui va du besoin socio-économique de développement dont la satisfaction requiert une certaine consommation d'énergie à la ressource énergétique de base permettant de procurer cette énergie à l'utilisateur.

On désigne de façon différente les produits énergétiques selon le stade auquel ils apparaissent dans les filières énergétiques. Les deux principaux stades, que l'on retrouve

dans les statistiques de production et de consommation d'énergie, sont celui de l'énergie primaire et celui de l'énergie finale.

Le stade de « l'énergie primaire » correspond aux formes sous lesquelles la nature livre l'énergie : énergie chimique contenue dans une ressource fossile (charbon, pétrole, gaz naturel) ou dans la biomasse (bois, végétaux, déchets) ; énergie mécanique de l'eau ou du vent (hydraulique, éolien) ; énergie thermique de l'eau chaude du sous-sol (géothermie) ou du rayonnement solaire ; énergie photovoltaïque solaire ; énergie nucléaire du noyau de l'atome d'uranium...

Le stade de « l'énergie finale » correspond aux produits énergétiques qui sont livrés au consommateur : dans certains cas, le produit final peut être identique au produit primaire (ou très proche : c'est le cas du gaz naturel) ; dans la plupart des cas, le produit final résulte d'une transformation effectuée à partir des produits primaires : c'est le cas de l'électricité produite par les centrales à combustibles fossiles et des carburants produits à partir du pétrole dans les raffineries.

Les activités industrielles et commerciales du « secteur énergétique » recouvrent la production, la transformation, le transport et la distribution des produits énergétiques qui sont fournis à l'utilisateur : ces activités permettent le passage de l'énergie primaire à l'énergie finale.

Toutes les données présentées dans cette annexe sont issues de la base de données ENERDATA.

Les étapes des filières énergétiques

1 Besoins socio-économiques du développement

Habitat et lieux de travail confortables - Alimentation, habillement, éducation, activités socioculturelles - Communications, déplacements aisés et sûrs, transport des marchandises - Production de biens et de services.

2. Service requérant de l'énergie

Chauffage ou rafraîchissement, eau chaude, cuisson des aliments - Eclairage, appareils ménagers, bureautique, audiovisuel, télécommunications - Transport des personnes et des marchandises - Industrie, mines, agriculture.

3. Forme d'énergie directement utilisée

Chaleur, froid - Force motrice fixe ou mobile - Lumière - Energie électromagnétique - Energie chimique.

4. Equipement et appareil énergétique de l'utilisateur

Chaudières, fours, cuisinières - Lampes, appareils ménagers et audiovisuels, appareils électroniques, ordinateurs - Moteurs - Procédés industriels.

5. Produit énergétique utilisé par l'utilisateur (énergie finale)

Combustibles et carburants solides, liquides ou gazeux - Chaleur de réseau - Electricité.

6. Secteur de consommation

Industrie, résidentiel, Tertiaire, transports, Agriculture

7. Transformation et transport de l'énergie

Centrales de production de chaleur, centrales électriques (ou mixtes chaleur - électricité : cogénération) - Raffineries de pétrole, usines de liquéfaction du gaz naturel, installation de fabrication du charbon de bois - Oléoducs, gazoducs, navires pétroliers et méthaniers, barges, trains, camions - Lignes électriques.

8. Sources énergétique disponible dans la nature (énergie primaire)

Sources fossiles : charbon et lignite, pétrole, gaz naturel - Sources renouvelables : hydraulique, éolien, solaire (thermique ou photovoltaïque), géothermie, biomasse - Source fissile (énergie nucléaire) : uranium.

2. Les consommations globales

En 2006, la consommation mondiale d'énergie finale était de 8 210 Mtep et la consommation d'énergie primaire de 11 803 Mtep. La population mondiale était de 6 512 millions d'habitants.

La différence entre énergie primaire et énergie finale vient d'une part des consommations d'énergie des indus-

tries du système de production, transport et distribution de l'énergie (mines, raffineries), des pertes dans le transport (lignes électriques, gazoducs) et surtout des pertes d'énergie liées à la transformation de la chaleur en électricité dans les centrales thermiques (classiques ou nucléaires).

Comptabilité de l'énergie

L'unité officielle de mesure de l'énergie est le joule. On utilise également, et pas seulement pour l'électricité, le kWh (1 million de joules, ou 1 MJ, vaut 0,2778 kWh).

Pour des raisons de commodité, les productions et consommations d'énergie « **primaire** » (avant transformation dans les centrales thermiques à combustibles fossiles produisant de la chaleur et, ou de l'électricité ; les raffineries des produits pétroliers) et d'énergie « **finale** » (produits énergétiques livrés au consommateur final : combustibles, carburants, chaleur, électricité) sont exprimées dans une unité commune, la **tonne d'équivalent pétrole** (tep et son multiple, Mtep, le million de tep) : **1 tep = 41,8 Giga Joules** (Giga : 10 puissance 9).

La comptabilité en tep des combustibles fossiles (ou du bois) pose peu de problèmes : les équivalences en tep sont calculées à partir des pouvoirs calorifiques de ces différents produits énergétiques. Cependant, la production pétrolière est souvent exprimée en « barils par jour » et le coût du pétrole brut en « dollars par baril » : 7,3 barils valent 1 tonne de pétrole et une production de 1 baril par jour équivaut à 50 tonnes par an.

Les productions et les consommations d'électricité sont mesurées en kWh (ou en TWh, teraWh, milliard de kWh). Pour convertir en tep des kWh, les systèmes statistiques internationaux ont adopté, pour la consommation finale d'électricité, la correspondance en unités physiques : **1000 kWh = 0,086 tep** ou **1TWh = 0,086 Mtep**

Une particularité de la comptabilité énergétique internationale concerne la comptabilité de l'électricité dite « primaire » qui est produite par d'autres moyens que les combustibles fossiles (hydraulique, nucléaire, géothermie, éolien ou solaire) . Pour l'électricité d'origine nucléaire, on comptabilise comme énergie primaire la chaleur produite par les réacteurs nucléaires et utilisée pour produire de l'électricité, soit : **0,26 Mtep par TWh produit**. Pour l'électricité d'origine hydraulique, éolienne, solaire, produite sans cycle thermodynamique, on comptabilise comme énergie primaire l'équivalent thermique par effet joule de l'électricité produite, soit **0,086 Mtep par TWh**. Pour l'électricité d'origine géothermique, le TWh d'électricité produit est comptabilisé **0,86 Mtep** en énergie primaire (soit dix fois plus que l'électricité d'origine hydraulique).

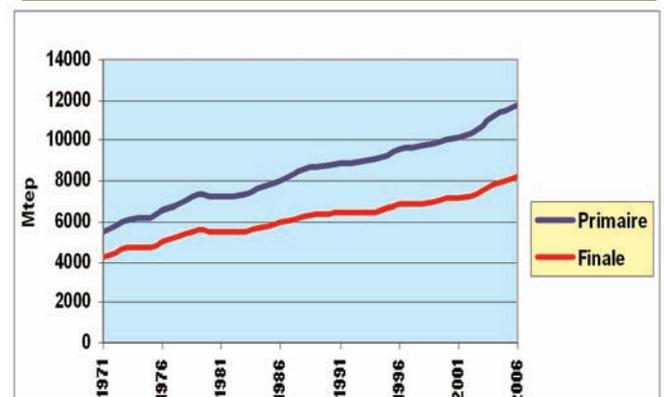
A même production d'électricité, l'électricité d'origine hydraulique n'est comptabilisée en système international qu'au tiers de la valeur du nucléaire dans les bilans en énergie primaire exprimés en tep.

Du fait de ces difficultés, il est recommandé d'utiliser le kWh lorsque l'on parle de la production d'électricité primaire.

Le graphique 1 montre l'évolution de ces consommations depuis 1971.

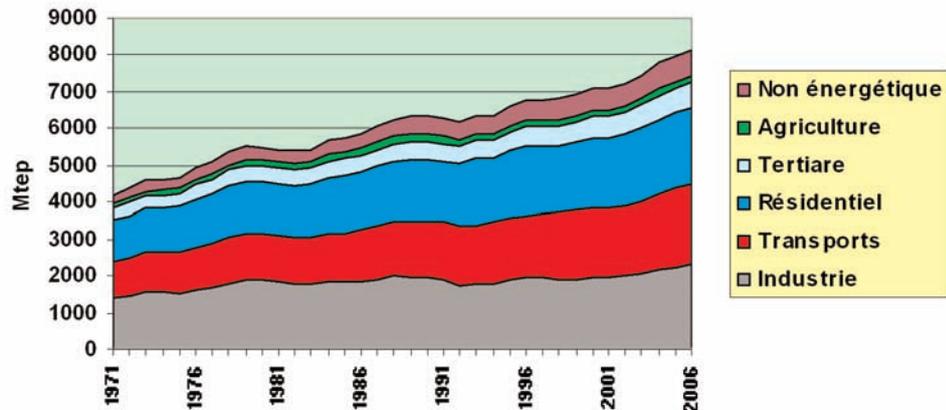
On voit assez nettement sur chacune des courbes les inflexions de la consommation d'énergie et sa stabilisation pendant les quelques années qui ont suivi les "chocs pétroliers" de 1973 et 1979 mais l'allure générale de la consommation mondiale d'énergie depuis 1971 est linéaire (augmentation moyenne de la consommation d'énergie primaire d'environ 200 Mtep par an), avec cependant une nette montée de la consommation depuis 2000 dont nous verrons plus loin l'explication.

Graphique 1. Monde : évolution de la consommations d'énergie primaire et finale



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Graphique 2. Monde : évolution de la consommation d'énergie finale par secteur



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

2.1 Energie finale

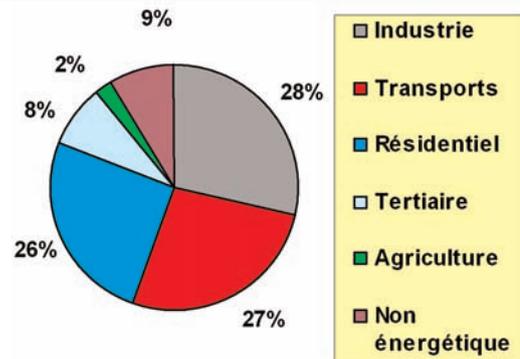
Les graphiques 2 à 5 montrent l'évolution de la consommation d'énergie finale par produit et par secteur de consommation, ainsi que sa répartition en 2006⁸.

Par secteur

Les trois grands secteurs consommateurs sont l'Industrie, les Transports et l'ensemble "Résidentiel et Tertiaire" (consommation d'énergie dans les bâtiments : chauffage et à un moindre degré climatisation, cuisson, eau chaude sanitaire, appareils électroménagers, bureautique, etc.).

On voit que la consommation énergétique de l'Industrie représente 28 % du total en 2006 et qu'elle a peu augmenté depuis la fin des années 70. La consommation des Transports est à peu près au même niveau (27 % en 2006) et a plus que doublé depuis 1971. La consommation la plus importante est celle de l'ensemble Résidentiel et Tertiaire (34 % en 2006).

Graphique 3. Monde : consommation d'énergie finale par secteur en 2006

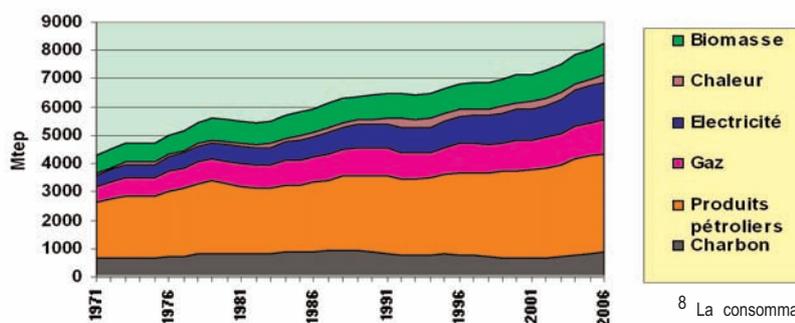


Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Par produit

Les produits énergétiques délivrés au consommateur final sont le charbon, les produits pétroliers, le gaz, l'électricité, la chaleur (réseaux de chaleur) et la biomasse (essentiellement bois de feu pour usage traditionnel dans les pays en développement).

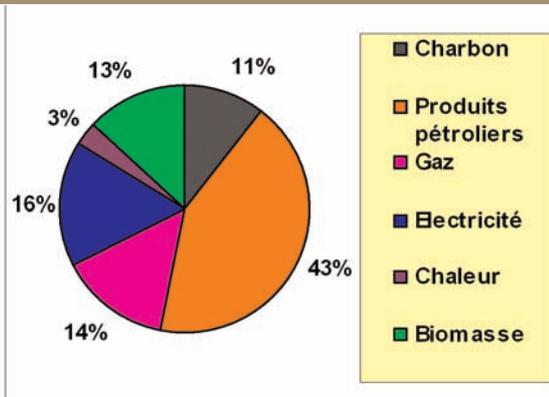
Graphique 4. Monde : évolution de la consommation d'énergie finale par produit



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

⁸ La consommation "non énergétique" est celle des matières premières énergétiques consommées à des fins non énergétiques, essentiellement dans l'industrie chimique. Elle est surtout constituée de produits pétroliers et de gaz naturel.

Graphique 5. Monde : consommation d'énergie finale par produit en 2006



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

La répartition par produit montre que les produits pétroliers restent prédominants dans la consommation finale (43 %

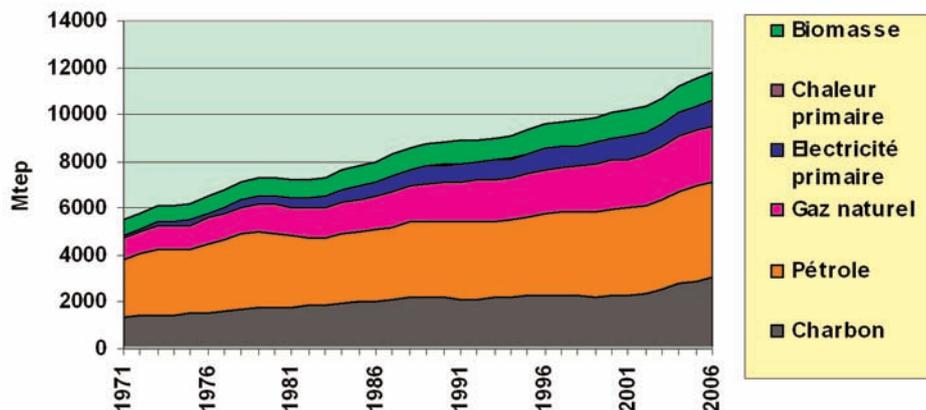
en 2006) bien que leur part ait baissé sur la période 1971 – 2006, au profit du gaz et de l'électricité.

2.2 Energie primaire

Le pétrole reste l'énergie dominante (34 % en 2006), suivi par le charbon qui, après une relative stagnation durant les années 80 repart à la hausse (26 % en 2006). La source d'énergie dont la contribution a le plus augmenté depuis trente ans est le gaz naturel. La biomasse (bois, déchets végétaux et animaux), utilisée encore essentiellement par des techniques traditionnelles, occupe une place importante (10 % en 2006), légèrement supérieure à l'électricité primaire (hydraulique et nucléaire) ; la contribution de la chaleur "primaire" (géothermie et solaire) est très faible.

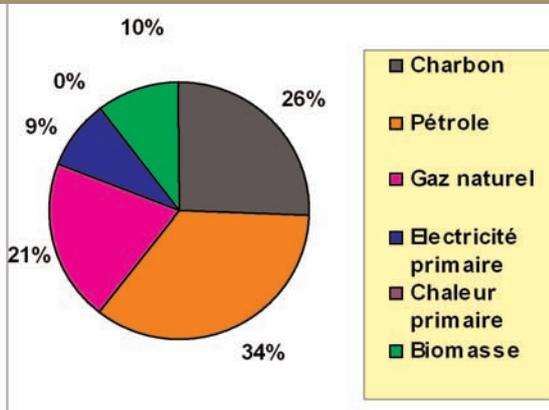
On constate que la remontée de consommation perceptible à partir de 2000 provient essentiellement du charbon.

Graphique 6. Monde : évolution de la consommation d'énergie primaire par source



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Graphique 7. Monde : consommation d'énergie primaire par source en 2006



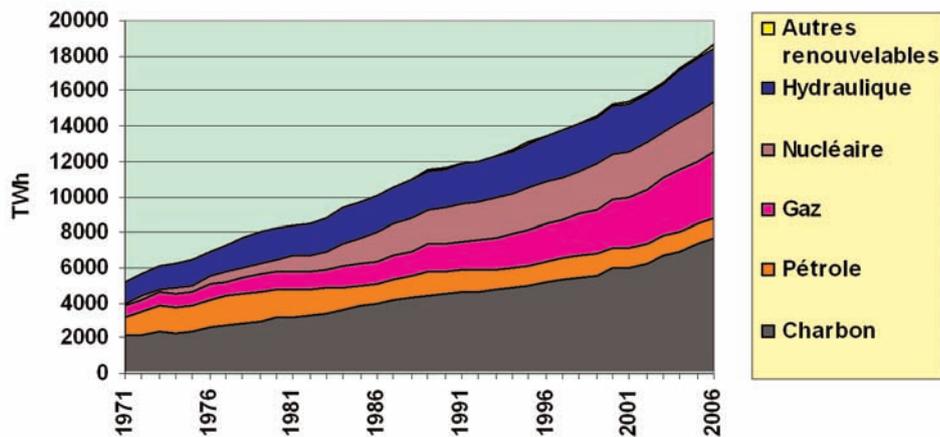
Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

2.3 Electricité

La production mondiale d'électricité est passée de 5 260 TWh en 1971 à 18 900 TWh en 2006.

Depuis 1971, le charbon reste le premier combustible avec une croissance régulière qui s'accélère depuis 2000, la contribution du pétrole a nettement baissé au profit du gaz (essentiellement gaz naturel), avec l'apparition de la technique des centrales à cycle combiné et la progression de la cogénération.

Graphique 8. Monde : évolution de la production d'électricité par source

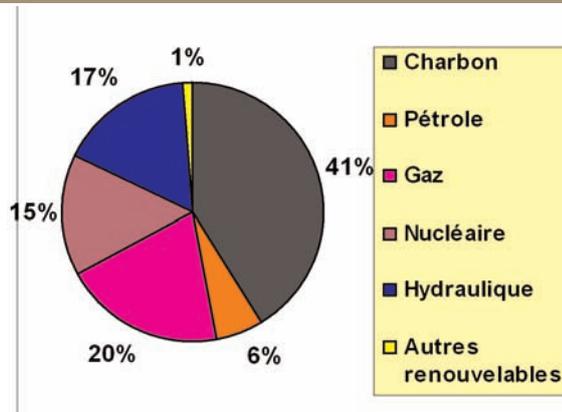


Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

En 2006, cette production était assurée à 67 % par les combustibles fossiles, 18 % par les énergies renouvelables (96 % hydraulique) et 15 % par le nucléaire.

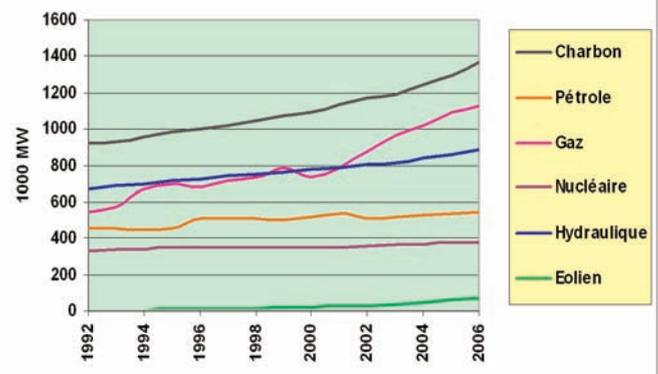
Un élément intéressant, notamment en termes de politique industrielle, est l'évolution de la puissance électrique installée au niveau mondial. Le graphique 10 montre cette évolution depuis 1992.

Graphique 9. Monde : production d'électricité par source en 2006



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Graphique 10. Monde : évolution de la capacité électrique installée



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Tableau 1 : Ecart de capacités installées par source d'énergie entre 2000 et 2006

	Charbon	Pétrole	Gaz	Biomasse	Nucléaire	Hydraul.	Eolien	Total
1000 MW	280	28	398	11	22	105	53	
Part	31%	3%	44%	1,3%	2,4%	11,7%	6%	100%

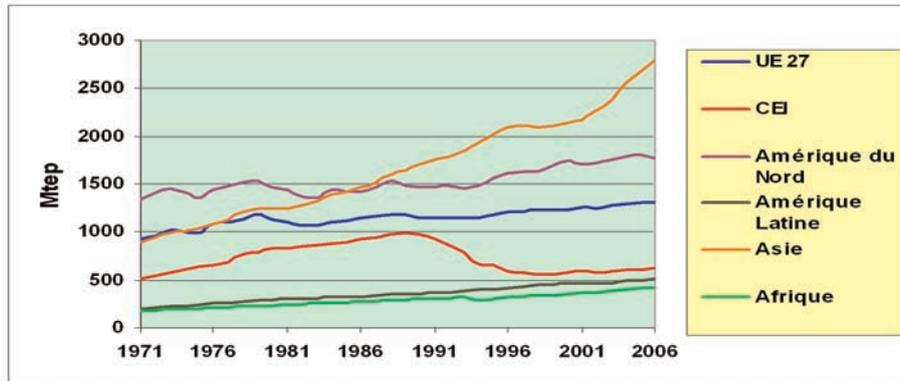
Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Le tableau 1 indique l'augmentation des capacités par source sur la période récente.

Les centrales au gaz naturel (essentiellement à cycle combiné) arrivent nettement en tête devant le charbon et les énergies renouvelables (19 %).

3. Consommations et comparaisons régionales

Graphique 11. Monde : évolution de la consommation d'énergie primaire par région



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

3.1 Ensembles continentaux

Cette évolution est significative : en 1971, la consommation de l'ensemble des pays industrialisés – ensemble OCDE + CEI, – représentait 84 % de la consommation mondiale ; en 2006, cette part est de 56 %. Les consommations de l'Europe et de l'Amérique du Nord ont peu augmenté ces trente dernières années et on voit bien la baisse de consommation des pays de la CEI du fait de la crise économique qui a suivi la fin de l'URSS, en 1990.

L'augmentation de la consommation de l'Asie est nette : un facteur 3,9 entre 1971 et 2006. La forte augmentation depuis 2000 de la consommation mondiale, déjà signalée, provient de l'Asie et plus particulièrement de la Chine.

3.2 Les inégalités demeurent

La présentation d'une consommation d'énergie "mondiale" est trompeuse. A eux seuls, les pays de l'OCDE et de la CEI, soit 1,45 milliard d'habitants (22,3 % de la population mondiale), ont consommé 6,57 milliards de tep en 2006, essentiellement d'énergies commerciales, soit 56 % de la consommation mondiale.

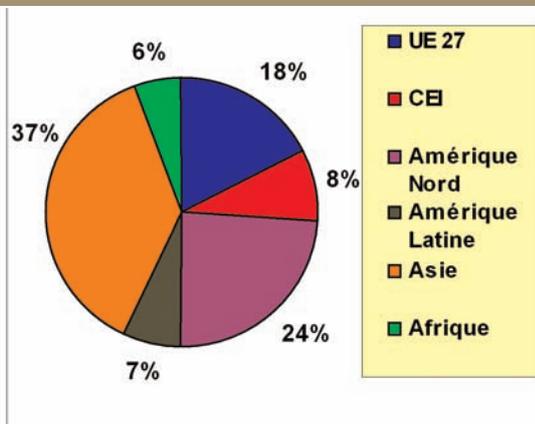
Les pays en développement, soit 5,1 milliards d'habitants (77,7 % de la population mondiale) ont consommé 5,24 milliards de tep, dont environ 1 milliard de tep de biomasse traditionnelle.

On évalue que, sur cet ensemble très divers des pays en développement, environ 3 milliards d'habitants (des pays les plus riches ainsi que des métropoles et des secteurs industriels de certains pays) consomment les 3,6 milliards de tep d'énergies commerciales tandis que 2 milliards d'habitants, essentiellement la population rurale et périurbaine, consomment 1 milliard de tep d'énergies traditionnelles.

Cette présentation est évidemment grossière mais traduit bien la réalité :

- près du tiers des habitants de la planète n'a pas du tout accès aux sources d'énergie modernes et près de 75 % de la population de la planète ne consomment que 40 % de l'énergie totale consommée ;
- la question énergétique majeure au niveau mondial est la fourniture d'énergie à cette population, même à un faible niveau.

Graphique 12. Monde : consommation d'énergie primaire par région en 2006



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

En regard de cette réalité et de cette exigence, les « crises énergétiques » de type « choc pétrolier » qui ont touché les économies occidentales dans les années 70 ont eu un caractère passager. La première crise énergétique mondiale est celle du bois de feu et les pays les

plus touchés par le renchérissement du pétrole ne sont pas les pays riches industrialisés mais les pays en développement qui consacrent à l'importation des produits pétroliers une part beaucoup plus importante de leurs (maigres) ressources.

4. Consommations par habitant et intensité énergétique

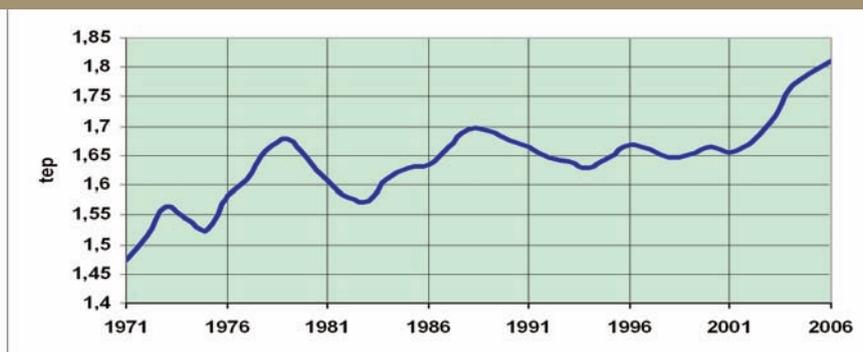
4.1 Consommation d'énergie par habitant

Entre 1971 et 2006, la consommation d'énergie primaire annuelle moyenne par habitant a augmenté de 1,47 tep à 1,81 tep. On note avec précision sur cette évolution les deux chocs pétroliers de 1973-74 et 1979-80, la remontée consécutive au contre-choc pétrolier de 1986, la décroissance qui marque la baisse de consom-

mation enregistrée en ex-URSS après 1990, l'ensemble de ces fluctuations maintenant une consommation par habitant qui se trouve en 2000 à peu près au niveau de 1980⁹.

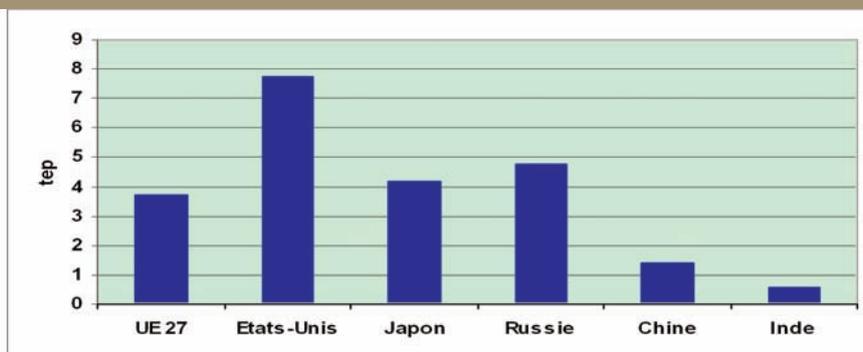
A partir de 2000, la croissance est nette, comme nous l'avons vu pour les consommations totales, du fait de la croissance asiatique.

Graphique 13. Monde : évolution de la consommation d'énergie primaire par habitant



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Graphique 14. Consommation d'énergie primaire par habitant par pays en 2006



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

⁹ Cette stabilisation sur les années 1980 à 2000 provient de trois raisons principales :
 - la croissance de la consommation d'énergie s'est fortement ralentie dans les pays industrialisés (notamment grâce aux efforts d'efficacité énergétique) ;
 - la plupart des pays en développement n'ont pas connu de croissance économique suffisante pour leur développement ;
 - la crise économique des pays en transition a fait fortement baisser leur consommation énergétique.

Les inégalités de consommation par habitant restent considérables en 2006 comme le montre le graphique 14. Elle varie entre 7,8 tep par an pour les Etats-Unis et 0,56 tep par an pour l'Inde.

4.2 Intensités énergétiques

Pour comparer les pays entre eux, on utilise également un autre indicateur global, "l'intensité énergétique", rapport de la consommation d'énergie au produit intérieur brut, celui-ci étant calculé "à parité de pouvoir d'achat" (ppa) afin de tenir compte des différences de niveau de vie.

Cet indicateur (qui s'exprime en général en tep/1000 dollars) caractérise le degré de "sobriété énergétique" d'un pays ou d'un mode de développement : il mesure la quantité d'énergie consommée pour un même niveau de production de biens et de services.

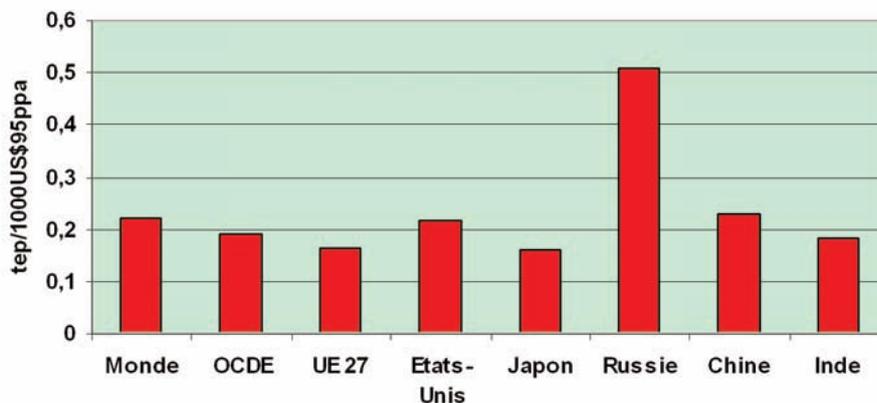
L'intensité énergétique dépend bien évidemment de facteurs comme le climat (plus il fait froid, plus on consomme d'énergie pour se chauffer, à niveau écono-

mique égal) et de la structure de l'économie : si un pays a beaucoup d'industries lourdes, fortes consommatrices d'énergie, son intensité énergétique sera plus élevée.

Mais, lorsque l'on compare des pays à structures économiques voisines, le facteur essentiel est l'efficacité avec laquelle l'énergie est produite et consommée : très schématiquement, plus l'intensité énergétique est basse, plus l'efficacité est grande.

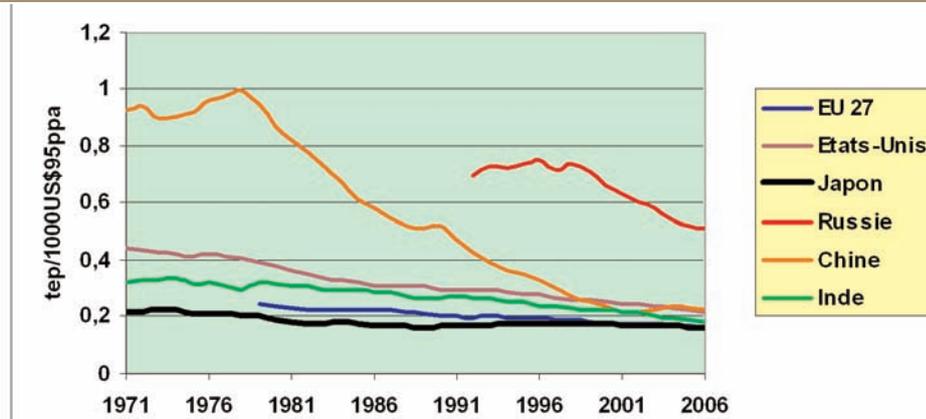
Une étude récente sur "Evaluation de l'efficacité énergétique dans l'Union Européenne (15)" publiée par la Commission européenne et l'ADEME et réalisée par quatorze équipes nationales (réseau ODYSSEE-MURE) présente une analyse détaillée de l'efficacité énergétique dans l'EU-15. Cette étude identifie les différents facteurs qui déterminent l'intensité énergétique d'un pays, permet d'en séparer les effets et de définir et évaluer un indicateur proprement dit de l'efficacité énergétique (www.odyssee-indicators.org).

Graphique 15. Intensités énergétiques primaires par pays en 2006



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Graphique 16. Evolution des intensités énergétiques primaires par pays



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

L'évolution des valeurs de l'intensité énergétique depuis 1971 montre une situation extrêmement contrastée en début de période, le Japon et les pays d'Europe occidentale ayant déjà une économie relativement sobre en énergie par comparaison aux Etats-Unis. Ces mêmes pays ont vu cependant leur intensité énergétique diminuer. La baisse de l'intensité énergétique des Etats-Unis est très importante sur la période (de 0,44 à 0,22). D'une façon générale, l'intensité énergétique des pays de l'OCDE a baissé de 30% entre 1980 et 2006. Cette baisse est due d'une part à des transformations structurelles (moins d'industrie lourde et moins d'industrie dans le PIB) et d'autre part à l'accroissement de l'efficacité de la consommation d'énergie.

On a estimé que, sur la période 1975-1986, la baisse des intensités énergétiques a eu pour conséquence pour l'ensemble des pays de l'OCDE une économie sur la consommation d'énergie primaire de 900 millions de tep sur l'année

1986, soit à peu près la production annuelle de l'OPEP à l'époque.

Le cas de la Chine mérite une attention particulière : l'intensité énergétique a baissé considérablement depuis 1971. Il faut rester prudent sur l'interprétation de données anciennes mais il est certain que l'évolution structurelle de l'économie a beaucoup joué, comme la modernisation progressive de l'industrie et la part croissante des industries légères. Au début des années 2000, la Chine se plaçait à peu près au niveau des Etats-Unis, mais il y a un risque que ce pays ne mette pas à profit sa croissance économique pour réduire encore son intensité énergétique (une remontée semble se profiler ces toutes dernières années).

La Russie (et la CEI dans son ensemble) reste de loin le pays le plus consommateur d'énergie au regard de son PIB. Après une augmentation durant la crise économique des années 90, l'intensité énergétique a décliné depuis 2000 mais reste très élevée : en 2006, elle était trois fois supérieure à celle de l'Union européenne.

5. Emissions de gaz carbonique

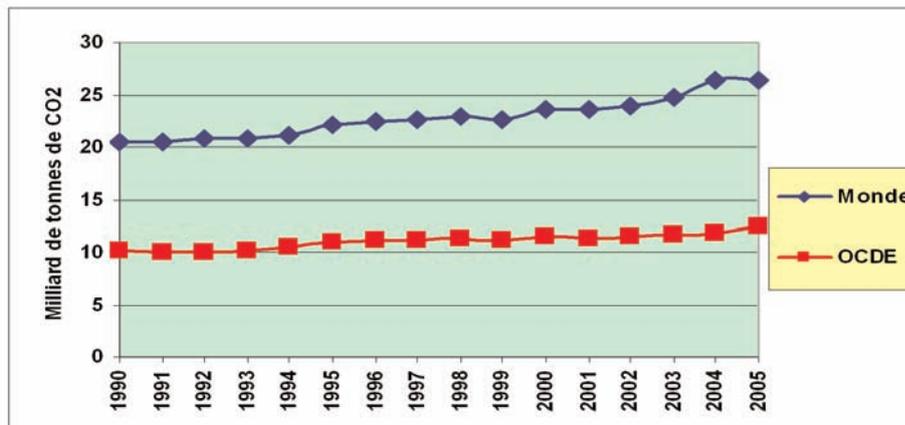
5.1 Evolution des émissions mondiales

Ce sont les augmentations des émissions de gaz carbonique (CO₂) liées à la consommation des énergies fossiles qui constituent la principale source de l'augmentation de la teneur en gaz à effet de serre à l'échelle de la planète, elle-même cause d'un réchauffement de l'atmosphère devant

entraîner des changements climatiques profonds dans les prochaines décennies.

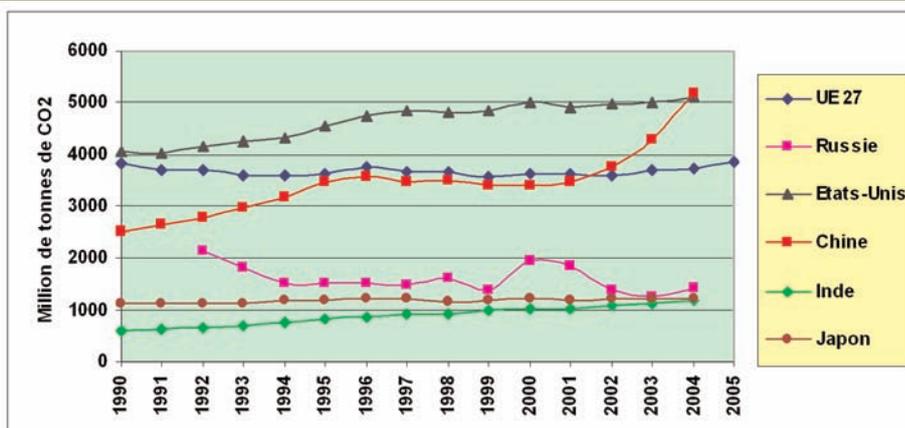
En 2005, les émissions mondiales de CO₂ liées aux activités énergétiques étaient de 26,5 milliards de tonnes, dont 47 % en provenance des pays de l'OCDE.

Graphique 17. Monde et OCDE : évolution des émissions de CO2



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Graphique 18. Evolution des émissions de CO2 par pays



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

5.2 Emissions par pays

Évolution :

Il est intéressant de noter que les émissions de l'Union européenne ont très peu augmenté sur la période 1990-2006 (tout en ne se rapprochant pas suffisamment de l'objectif du protocole de Kyoto), tandis que les émissions des États-Unis ont augmenté de 20%.

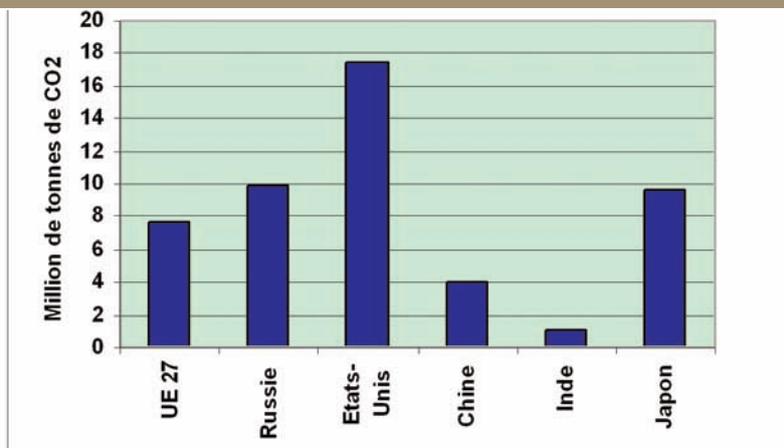
La hausse des émissions de la Chine depuis 2000 est

spectaculaire (mais ses émissions restent très inférieures à celles de l'OCDE, voir l'annexe II).

Émissions par habitant

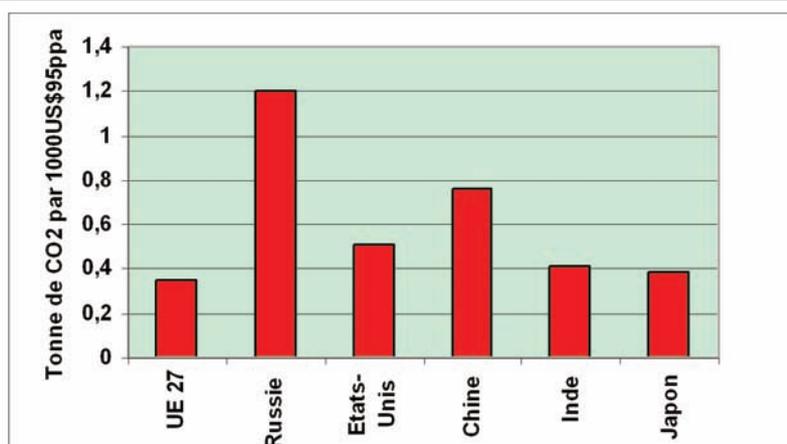
À l'image de la consommation d'énergie, les émissions par habitant varient très largement selon les pays. Les émissions par habitant des États-Unis représentaient en 2004 encore quatre fois celles de la Chine.

Graphique 19. Emissions de CO2 par pays et par habitant en 2004



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Graphique 20. Emissions de CO2 rapportées au PIB en 2004



Source : calculs de l'auteur ; données Enerdata.

Emissions par unité de PIB

Les émissions rapportées au PIB présentent une perspective assez différente, proche évidemment de celle des intensi-

tés énergétiques. Au regard du niveau économique, le pays le plus émetteur est de loin la Russie, suivie de la Chine (du fait, pour celle-ci, de la prépondérance du charbon).

Annexe II. Comparaison Chine et OCDE¹⁰

1. Population

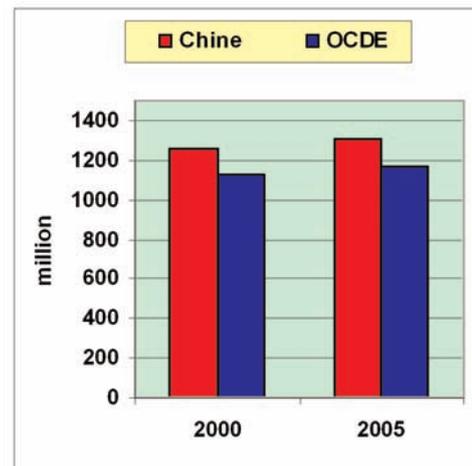
Tableau 1 et graphique 1. Evolution de la population (en millions)

	2000	2005	Ecart
Chine	1263	1304	41
OCDE	1124	1164	40

Les deux populations sont du même ordre.

Ce sont donc ces deux ensembles qu'il faut comparer (et non la Chine aux Etats-Unis ou à l'Europe).

Les augmentations de population entre 2000 et 2005 sont les mêmes.



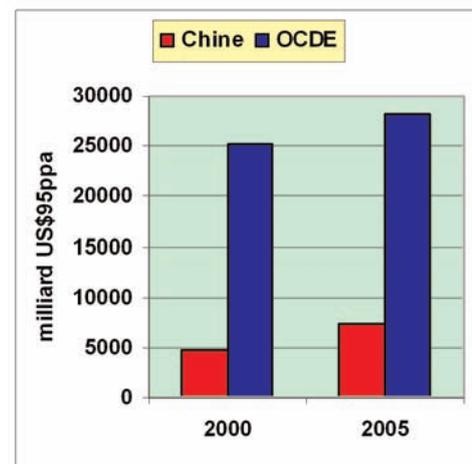
2. Produit intérieur brut (à parité de pouvoir d'achat)

Tableau 2 et graphique 2. évolution du produit intérieur brut (à parité de pouvoir d'achat), en milliards de dollars 95.

	2000	2005	Ecart
Chine	4712	7444	2732
OCDE	25284	28165	2881

a) Le PIB de l'OCDE est près de 4 fois supérieur à celui de la Chine (cela est relativement connu).

b) L'augmentation du PIB de la Chine entre 2000 et 2005 (2732 milliards) est légèrement inférieure à l'augmentation du PIB de l'OCDE (2881 milliards), ce qui est beaucoup moins connu.



¹⁰ Source des données : base de données ENERDATA.

3. La consommation d'énergie primaire totale

3.1 Consommation totale

Tableau 3 et graphique 3. consommation d'énergie primaire totale (en Mtep)

	2000	2005	Ecart
Chine	1120	1739	619
OCDE	5334	5554	220

a) Même première constatation pour la consommation d'énergie primaire : en 2005, celle de l'OCDE est 3,2 fois celle de la Chine.

b) Mais l'accroissement de la consommation entre 2000 et 2005 est nettement plus important pour la Chine : 619 Mtep contre 220 Mtep pour l'OCDE (mais la consommation de celle-ci augmente quand même).

Cela vient d'une part du fait que l'intensité énergétique de la Chine est supérieure à celle de l'OCDE mais surtout du fait que l'intensité énergétique de l'OCDE a baissé sur la période 2000-2005 (voir plus loin), ce qui a une forte répercussion sur la différence de consommation.

3.2 Consommation par habitant

Tableau 4 et graphique 4. consommation d'énergie primaire par habitant (en tep)

	2000	2005	Ecart
Chine	0,89	1,33	0,44
OCDE	4,75	4,77	0,02

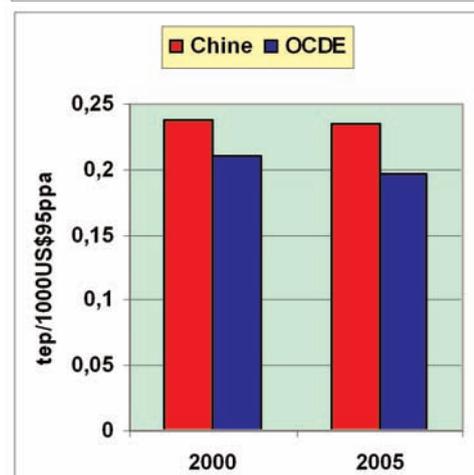
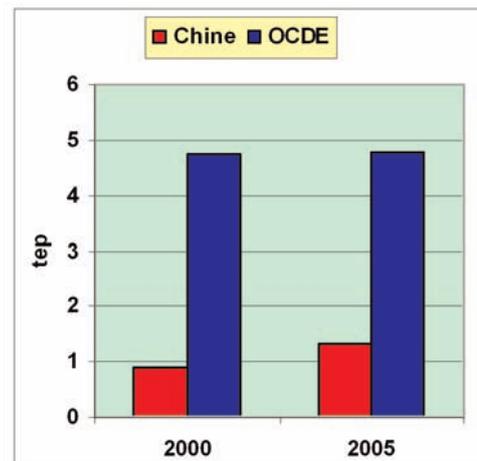
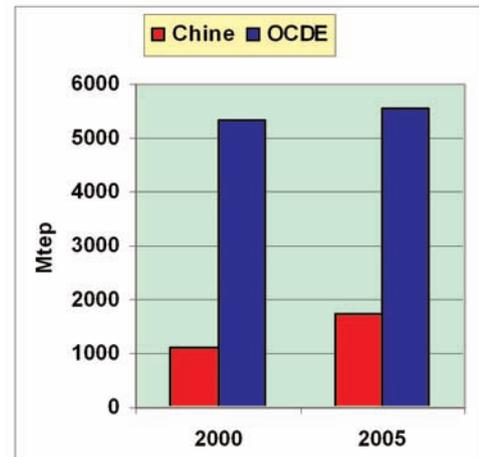
La consommation par habitant de l'OCDE est presque stable (mais augmente tout de même un peu) tandis que celle de la Chine augmente fortement, tout en restant très inférieure.

3.3 L'intensité énergétique primaire

Tableau 5 et graphique 5. intensité énergétique primaire (en tep/1000US\$95ppa)

	2000	2005	Ecart
Chine	0,238	0,234	-0,004
OCDE	0,211	0,197	-0,014

L'intensité énergétique primaire est le rapport de la



consommation d'énergie primaire au PIB (à parité de pouvoir d'achat, ici aux prix et parités de 1995, ce qui crée évidemment des marges d'erreur importantes).

- a) L'intensité énergétique de la Chine est supérieure à celle de l'OCDE mais l'écart n'est pas considérable.
- b) Entre 2000 et 2005, l'intensité énergétique de l'OCDE a plus diminué que celle de la Chine, ce qui explique les dif-

férences sur les écarts de consommations totales (voir 3.1).
c) La Chine peut faire des progrès considérables de réduction de sa consommation d'énergie par rapport au PIB, sans altérer sa croissance.

d) Mais il faut aussi, si l'on veut arriver à une convergence "soutenable", que la consommation des pays de l'OCDE décroisse dans des proportions très importantes.

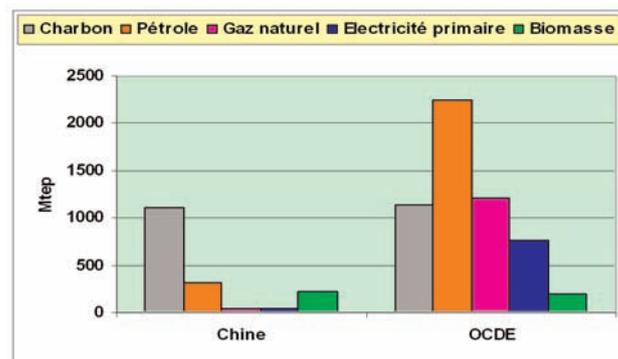
4. La consommation d'énergie primaire par source

Tableau 6 et graphique 6. Consommation d'énergie primaire par source en 2005 (Mtep)

	Chine	OCDE
Charbon	1101	1134
Pétrole	317	2249
Gaz naturel	50	1211
Elec. prim.	49	756
Biomasse	222	197

L'OCDE consomme :

- a) légèrement plus de charbon que la Chine.
- b) sept fois plus de pétrole, 20 fois plus de gaz naturel, 15 fois plus d'électricité primaire (presque uniquement hydrau-



lique pour la Chine, hydraulique et autres renouvelables et nucléaire pour l'OCDE : voir plus loin la production d'électricité).

5. La production d'électricité (en 2005)

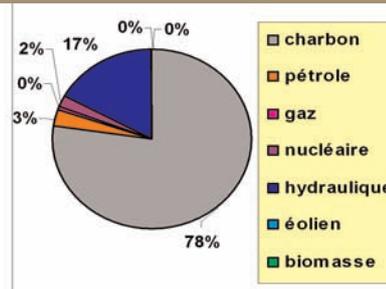
Tableau 7. production d'électricité par source d'énergie en 2005 (TWh)

	Chine	OCDE
Charbon	1912	3942
Pétrole	76	480
Gaz	10	1950
Nucléaire	52	2328
Nydraulique	422	1355
Eolien		93
Biomasse	3	201
Total	2 475	10 349

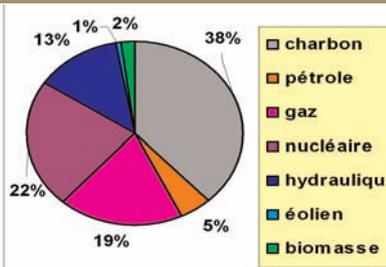
On constate :

- a) Un facteur 4 sur la production d'électricité.
- b) Le double de production d'électricité à partir du charbon dans l'OCDE!
- c) Le charbon est très dominant dans la production d'électricité (77%) en Chine et reste la première source de production d'électricité dans l'OCDE.

Graphique 7. Production d'électricité par source d'énergie en 2005 en Chine



Graphique 8. Production d'électricité par source d'énergie en 2005 dans l'OCDE



6. Les émissions de CO2

Tableau 8. Emissions de CO2 par pays, par habitant et par unité de PIB

	Total Mt CO2	Par habitant tCO2	Par PIBppa *
CHINE	5060	3,9	0,65
USA	5817	19,6	0,53
OCDE	12910	11	0,43

* Unité de "Par PIB à ppa" : Tonne de CO2 pour 1000 US\$2000ppa de PIB.

Les émissions totales se rapprochent de celles des Etats-Unis mais restent très inférieures à celles de l'OCDE.

Les émissions par habitant : facteur 5 avec les Etats-Unis, facteur 3 avec l'OCDE.

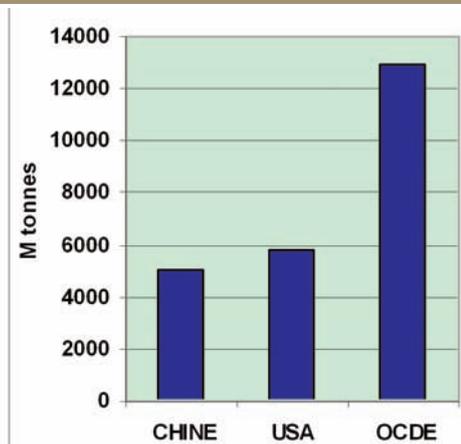
Si les Etats-Unis ne diminuent leurs émissions de CO2 et que la Chine suit le "modèle" américain, il est clair qu'on aboutit à un futur "intenable".

Les émissions par unité de PIB (à parité de pouvoir d'achat) sont effectivement nettement plus élevées pour la Chine, du fait de la prédominance du charbon (et souvent très peu efficacement utilisé) dans son bilan énergétique.

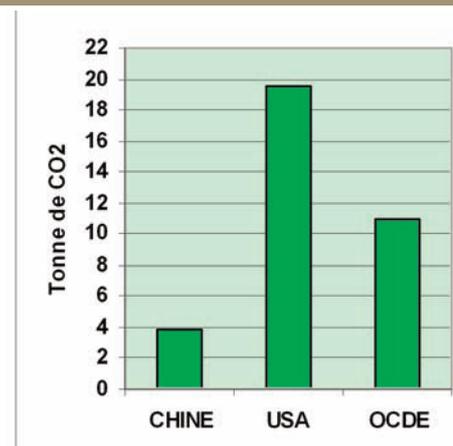
Les axes de la politique énergétique chinoise se dessinent assez bien :

- efficacité énergétique dans tous les secteurs et en particulier d'électricité (1 tep d'électricité économisée représente 3 tep de charbon économisés).
- "charbon propre" (meilleurs rendements et très probablement séquestration) ;
- énergies renouvelables (on constate déjà une très forte percée de l'éolien) ;
- augmentation de l'utilisation du gaz naturel.

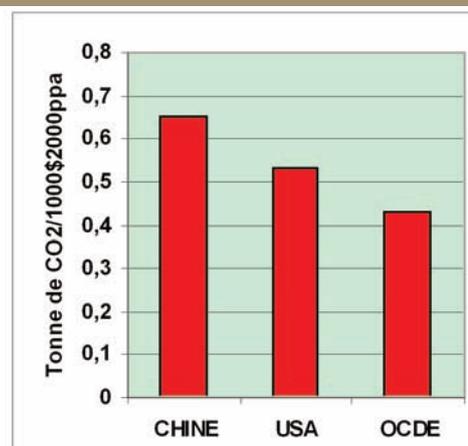
Graphique 9. Emissions totales de CO2 de la Chine, des Etats-Unis et de l'OCDE (2005)



Graphique 10. Emissions de CO2 par habitant de la Chine, des Etats-Unis et de l'OCDE (2005)



Graphique 11. Emissions de CO2 par unité de PIB de la Chine, des Etats-Unis et de l'OCDE (2005)



Bibliographie

AIE (2005), *World Energy Outlook*, Paris.

ASSOCIATION GLOBAL CHANCE (2007), Petit mémento des énergies renouvelables.

ASSOCIATION GLOBAL CHANCE (2003), Petit mémento énergétique.

ASSOCIATION GLOBAL CHANCE (2002), Maîtrise de l'énergie et développement durable, *Les Cahiers de Global Chance*, n°16.

CHEVALIER, J.-M., BARBET, P. et L. BENZONI, (1986) *Economie de l'énergie*, Presses de la Fondation nationale des sciences politiques, Paris.

CHEVALIER, J.-M. (2004), *Les grandes batailles de l'énergie*, Gallimard, Paris.

COMMISSION EUROPEENNE (2005), *Livre vert sur l'efficacité énergétique*, COM 265 final.

DEBEIR, J.-C., DELEAGE, J.-P. et D. HEMERY (1986), *Les servitudes de la puissance : une histoire de l'énergie*, Flammarion, Paris.

DESSUS, B. (1999), *Energie, un défi planétaire*, Belin, Paris.

ENERDATA-LEPI-EPE (2005), *Etude pour une prospective énergétique concernant la France*, ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, Paris.

GOLDEMBERG, J., JOHANSSON, T., REDDY A.K. et R. WILLIAMS (1990), *Énergie pour un monde viable*, La Documentation française, Paris.

GROUPE CONFEDERAL ENERGIE CFDT (1984), *Le dossier de l'énergie*, Le Seuil, Paris.

LAPONCHE, B., JAMET, B., COLOMBIER, M. et S. ATTALI, (1997), *Maîtrise de l'énergie pour un monde viable*, Eds. ICE, Paris.

LAPONCHE, B. (2004) *Maîtriser la consommation d'énergie*, Eds Le Pommier, 2004.

LOVINS, A (1975), *Stratégies énergétiques planétaires : les faits, les débats, les options*, Eds Christian Bourgois, Paris.

MARTIN, J.-M. (1990), *L'économie mondiale de l'énergie*, La Découverte, Paris.

SALOMON, T. et S. BEDEL (1999), *La maison des négawatts*, Eds Terre Vivante, Mens.

VON WEIZSÄCKER, E., LOVINS, A. et H. LOVINS. (1997), *Facteur 4*, Eds Terre Vivante, Mens.

Quelques Sites Internet :

- ADEME, www.ademe.fr
- AIE, www.iea.org
- ENERDATA, www.enerdata.fr
- ENERGIE CITES, www.energies-cites.org
- UNION EUROPEENNE, www.ec.europa.eu
- PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR LE DEVELOPPEMENT, www.undp.org

Série Documents de travail / Working Papers Series

- N° 1 *A Poverty Forecasting Tool: A Case-Study of Senegal*
Thierry Latreille, AFD - Janvier 2005.
- N° 2 Les OMD et l'aide de cinquième génération
Jean-David Naudet, AFD - Mai 2005.
- N° 3 Biens publics mondiaux et développement : De nouveaux arbitrages pour l'aide ?
Sarah Marniesse, AFD - Septembre 2005.
- N° 4 Agir en faveur des acteurs et des sociétés fragiles. Pour une vision renouvelée des enjeux de l'aide au développement dans la prévention et la gestion des crises
Beyond the Fragile State: Taking Action to Assist Fragile Actors and Societies
Jean-Marc Châtaigner et François Gaulme, AFD - Septembre 2005.
- N° 5 La filière riz au Mali : compétitivité et perspectives de marché
Pierre Baris, Jean Zaslavsky, Serge Perrin - Septembre 2005.
- N° 6 Turquie : Risque systémique bancaire et vulnérabilités macro-financières
François-Xavier Bellocq et Vincent Caupin, AFD - Octobre 2005.
- N° 7 La Tunisie et le marché euro-méditerranéen du tourisme
Jean-Raphaël Chaponnière, CEPN et AFD et Marc Lautier, CARE, Université de Rouen - Septembre 2005.
- N° 8 Le développement, une question de chance ? A propos du rapport sur le développement dans le monde 2006 « Equité et Développement »
Development, a Question of Opportunity? A Critique of the 2006 World Development Report: Equity and Development
Jean-Pierre Cling, Denis Cogneau, Jacques Loup, Jean-David Naudet, Mireille Razafindrakoto, François Roubaud, DIAL - Septembre 2005.
- N° 9 *Aid Selectivity According to Augmented Criteria*
Jacky Amprou, AFD, Patrick Guillaumont, Sylviane Guillaumont Jeanneney, CERDI - Novembre 2005.
- N° 10 Le Cambodge rural face à la pauvreté : contribution à la réflexion sur les dynamiques agraires et le changement social
Julien Calas, AFD Phnom-Penh - Janvier 2006.
- N° 11 Vietnam : les vulnérabilités macro-financières associées au processus d'émergence.
Vietnam: Macro-Financial Vulnerabilities Associated with the Emergence Process
François-Xavier Bellocq et Jean-Raphaël Chaponnière, AFD - Janvier 2006.
- N° 12 Chine : la croissance et ses déséquilibres
François-Xavier Bellocq et Jean-Raphaël Chaponnière, AFD - Janvier 2006.

- N° 13 Legs colonial et gouvernance contemporaine (Note de synthèse)
Jean-François Bayart, Romain Bertrand, Thornike Gordadze, Béatrice Hibou et Françoise Mengin, FASOPO (Fonds d'analyse des sociétés politiques) - Mars 2006.
- N° 14 Apprendre pour vivre et travailler : contribution du GEFOP au Rapport sur le développement dans le monde 2007 de la Banque mondiale
Learning for Life and Work : GEFOP Contribution to the World Development Report 2007
Réseau GEFOP (Synthèse rédigée par R. Walther) - Mars 2006.
- N° 15 La formation professionnelle en secteur informel (Note de problématique)
Vocational Training in the Informal Sector - Issue Paper
Richard Walther, consultant ITG - Mars 2006.
- N° 16 La formation professionnelle en secteur informel - Rapport sur l'enquête terrain au Maroc
Vocational Training in the Informal Sector - Report on the Morocco Field Survey
Richard Walther, consultant ITG - Juin 2006.
- N° 17 La formation professionnelle en secteur informel - Rapport sur l'enquête terrain au Cameroun
Vocational Training in the Informal Sector - Report on the Cameroon Field Survey
Richard Walther, consultant ITG, avec le concours d'Ewa Filipiak et de Christine Uhder, AFD - Juillet 2006.
- N° 18 Rapport sur le risque-pays du Maroc
Jérôme Sgard, Cepii et Université de Paris-Dauphine - Juin 2006.
- N° 19 La formation professionnelle en secteur informel - Rapport sur l'enquête terrain au Bénin
Vocational Training in the Informal Sector - Report on the Benin Field Survey
Richard Walther, consultant ITG, avec le concours d'Ewa Filipiak et de Christine Uhder - Juillet 2006.
- N° 20 Institutions, développement et pauvreté
Institutions, Development and Poverty
Alice Sindzingre, CNRS, EconomiX, Université Paris X-Nanterre ; School of Oriental and African Studies (SOAS), Université de Londres - Juillet 2006.
- N° 21 La formation professionnelle en secteur informel - Rapport sur l'enquête terrain au Sénégal
Vocational Training in the Informal Sector - Report on the Senegal Field Survey
Richard Walther, consultant ITG, avec le concours d'Ewa Filipiak et de Christine Uhder - Juillet 2006.
- N° 22 Les fondations philanthropiques américaines, acteurs émergents de la mondialisation et piliers du dialogue trans-atlantique.
American Philanthropic Foundations: Emerging Actors of Globalization and Pillars of the Transatlantic Dialog
Benoît Chervalier, German Marshall Fund of the United States, et Joseph Zimet, AFD - Juillet 2006.
- N° 23 L'AFD et ses partenaires : La dimension culturelle
Philippe d'Iribarne, CEREB - CNRS - Août 2006.
- N° 24 Secteur de l'eau au Sénégal - Un partenariat équilibré entre acteurs publics et privés pour servir les plus démunis ?
Aymeric Blanc, département de la Recherche, AFD, et Cédric Ghesquières, consultant junior, AFD - Août 2006.
- N° 25 Décentralisation et politique de l'eau gratuite en Afrique du Sud: Quelle place pour le secteur privé ?
Vocational Training in the Informal Sector - Report on the Senegal Field Survey
Aymeric Blanc, département de la Recherche, AFD, et Cédric Ghesquières, consultant junior, AFD - Août 2006.

- N° 26 L'intégration des programmes d'aide alimentaire aux politiques de développement du Niger : le cas de la crise alimentaire 2004-2005.
The Integration of Food Aid Programmes in Niger's Development Policies: the 2004-2005 Food Crisis
Dorothee Chen et Nicolas Meisel, département de la Recherche, AFD, en partenariat avec DIAL - Septembre 2006.
- N° 27 Proposition d'organisation des outils de gestion du risque de marché au bénéfice des filières cotonnières africaines
Jean Cordier, Agrocampus Rennes - Septembre 2006.
- N° 28 Les privatisations en zone franc – synthèse des travaux du groupe de travail MINEFI/AFD
Aymeric Blanc, département de la Recherche, AFD - Septembre 2006.
- N° 29 *Out of the financing trap? Financing post-conflict countries and LICUSs*
Marc Raffinot, Université-Dauphine, et Christine Rosellini, DIAL, Paris - Octobre 2006.
- N° 30 La formation professionnelle en secteur informel - Rapport sur l'enquête terrain en Afrique du Sud
Vocational Training in the Informal Sector - Report on the South Africa Field Survey
Richard Walther, ITG Consultant, Ewa Filipiak, département de la Recherche, AFD, et Christine Uher, AFD - Octobre 2006.
- N° 31 *The Brain Drain: What Do We Know?*
Frédéric Docquier, FNRS and IRES, Université Catholique de Louvain and World Bank - Khalid Sekkat, DULBEA, Université Libre de Bruxelles - Octobre 2006.
- N° 32 Les délocalisations françaises vers la Turquie
Julien Gourdon, CERDI, Université d'Auvergne - Décembre 2006.
- N° 33 Capital naturel et développement durable en Afrique
Natural Capital and Sustainable Development in Africa
Pierre-Noël Giraud, CERNA, Centre de recherche en économie industrielle, Ecole nationale supérieure des Mines de Paris, Denis Loyer, AFD - Décembre 2006.
- N° 34 La formation professionnelle en secteur informel Rapport sur l'enquête terrain en Ethiopie
Vocational Training in the Informal Sector - Report on the Ethiopia Field Survey
Richard Walther, Consultant ITG - Novembre 2006.
- N° 35 La formation professionnelle en secteur informel Rapport sur l'enquête terrain en Angola
Vocational Training in the Informal Sector - Report on the Angola Field Survey
Richard Walther, Consultant ITG - Novembre 2006.
- N° 36 Les accords de partenariat économique : des accompagnements nécessaires
Economic Partnerships Agreements: Accompanying Measures Are Needed
Anna Lipchitz, département de la Recherche, AFD - Janvier 2007.
- N° 37 Energie du Mali, ou les paradoxes d'un « échec retentissant »
Béatrice Hibou, CNRS - CERI, Olivier Vallée, Consultant, AFD - Janvier 2007.
- N° 38 *Public Private Partnerships in Water and Electricity in Africa*
Emmanuelle Auriol, ARQADE and IDEI Toulouse Sciences Economiques, Aymeric Blanc, département de la Recherche, AFD - Janvier 2007.
- N° 39 *Economic Partnership Agreements and Regional Trade Flow Dynamics: The ECOWAS Case*
Benoît Faivre Dupaigne, Vanessa Alby-Flores, Borgui Yerima, Ann Vourc'h, Anna Lipchitz, Philippe Chedanne - Mars 2007.
- N° 40 La Régie des eaux de Phnom Penh : un modèle de gestion publique efficace
Aymeric Blanc et Alain Riès, département de la Recherche, AFD - Mai 2007.

- N° 41 Répartition des gains dans les partenariats public-privé : effets comparés des modalités d'assiette d'une redevance de concession
Olivier Ratheaux, AFD - Juin 2007.
- N° 42 *Potential Financial Frameworks for a Sustainable UNEO*
Helle Husum, COWI, Erik Brander, COWI, Suzanne A.K. Steensen, COWI, et Emmanuelle Lachaussée, AFD - Juin 2007
- N° 43 La concession des aéroports de Madagascar : une privatisation en trompe-l'œil ?
Aymeric Blanc, département de la Recherche, AFD, et Olivier Gouirand, AFD - Août 2007.
- N° 44 La concession du chemin de fer du Cameroun : les paradoxes d'une réussite impopulaire
Aymeric Blanc, département de la Recherche, AFD, et Olivier Gouirand, AFD - Août 2007.
- N° 45 Analyse rétrospective de la crise alimentaire au Niger en 2005
Jean-Pierre Olivier de Sardan, LASDEL, avec la participation de M. Ali Bako, E. Guillermet, O. Hamani, Y. Issa, M. Koné et M. Moha - Septembre 2007.
- N° 46 Une nouvelle base de données institutionnelles : « Profils Institutionnels 2006 »
A new institutional database: « Institutional Profiles 2006 »
Nicolas Meisel, département de la Recherche, AFD et Jacques Ould Aoudia, DGTPE - Septembre 2007
- N° 47 *Governance of Renewable Natural Resources: Concepts, Methods and Tools*
Sheila Wertz-Kanounnikoff, Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri) et Dominique Rojat, AFD - Septembre 2007.
- N° 48 La crise de la filière coton : conséquences économiques et financières au Burkina Faso
François Xavier Bellocq et Arthur Silve, Département de la Recherche, AFD - Septembre 2007.
- N° 49 *Youth and labour market in Africa (DIAL)*
Jean-Pierre Cling, Flore Gubert, Christophe J. Nordman, Anne-Sophie, DIAL - Octobre 2007.
- N° 50 *Culture and development: a review of literature. The continuing tension between modern standards and local contexts*
Hèla Yousfi, Researcher at "Gestion et société", CNRS, Paris - November 2007.
- N° 51 Transferts et déséquilibres macroéconomiques des économies ultramarines
Philippe Jean-Pierre, université de la Réunion - Novembre 2007.
- N° 52 Eloignement, insularité et compétitivité dans les petites économies d'outre-mer
Bernard Poirine, maître de conférences d'économie à l'université de la Polynésie française - Novembre 2007.
- N° 53 Pourquoi s'ouvrir ? Contraintes et perspectives pour les économies ultramarines
Jean-Michel Salmon, maître de conférences, CEREGMIA-faculté de droit et d'économie de la Martinique, université des Antilles et de la Guyane et consultant indépendant à STRADEVCO - Novembre 2007.
- N° 54 *Regional Trade Agreements and Developing Countries: The Case of the Independent Pacific Island States*
Robert Scollay - November 2007.
- N° 55 *Corporate Social Responsibility in Turkey: Overview and Perspectives*
Naïg Cozannet, Agence Française de Développement, Helge Rieper, Frankfurt School of Management and Finance Yekbun Gurgoz, Agence Française de Développement - December 2007.
- N° 56 allocation géographique de l'apd française : Comparaison entre la sélectivité de l'APD française totale et celle de l'Agence Française de Développement
Jacky Amprou, AFD, Carl Bernadac, AFD, Pascaline Magnès, ministère des Affaires étrangères - Novembre 2007.

-
- N° 57 L'aide au commerce dans les pays en développement : des articulations complexes pour une efficacité réelle
Marilyne Huchet-Bourdon, maître de conférences en économie, Agrocampus Rennes, Anna Lipchitz, économiste,
département de la Recherche, AFD, Audrey Rousson, consultante, AFD - Janvier 2008.
-
- N° 58 La « bonne gouvernance » est-elle une bonne stratégie de développement ?
Nicolas MEISEL, département de la recherche, AFD, Jacques OULD AOUDIA, Direction Générale du Trésor et de
la Politique, Economique du Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Emploi - Janvier 2008.