

9.3 Faits et chiffres

Les consommations d'énergie dans le monde

Résumé

Ce dossier de la série spéciale "Faits et chiffres", présente un ensemble d'informations sur les consommations énergétiques dans le monde : comptabilité énergétique, statistiques mondiales et françaises, prévisions, présentations de scénarios. Il accompagne le cahier 3.1 de l'Encyclopédie du Développement Durable.

Mots clés : gaz à effet de serre, énergie renouvelable, énergie fossile, énergie nucléaire, efficacité énergétique.

L'auteur

Bernard Laponche est consultant indépendant, expert en politique de l'énergie. Il a été Directeur général de l'AFME (devenue ensuite ADEME) dans les années 1980, puis directeur du bureau d'études ICE (International Conseil Energie) entre 1988 et 1998. Il exerce ses activités en France et au niveau international (notamment Europe centrale et orientale, CEI, Maghreb). Il est président du Comité directeur du programme Efficacité énergétique 21 de la Commission économique pour l'Europe des Nations unies.

Les sources : Elles sont relatives à l'année 2004 et proviennent pour l'essentiel de la banque de données Enerdata®. Enerdata est un bureau d'études et de conseil indépendant spécialisé dans les secteurs de l'énergie et de l'environnement. Sa banque de données internationale est opérationnelle depuis 1986. info@enerdata.fr

I. LE VOCABULAIRE DE LA 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 kilowatt-heure, 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.

* Voir le tableau des filières énergétiques dans l'article de Benjamin Dessus chapitre 3.1 "Introduction à l'énergie".

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.

À 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.

II. CONSOMMATIONS GLOBALES

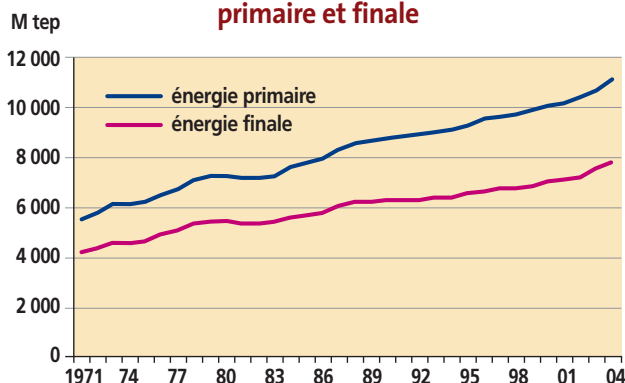
En 2004, la consommation mondiale d'énergie finale était de 7 893 Mtep et la consommation d'énergie primaire de 10 485 Mtep. La population mondiale était de 6,34 milliards d'habitants.

La figure suivante montre l'évolution de ces consommations depuis 1971.

La différence entre énergie primaire et énergie finale vient d'une part des consommations d'énergie des industries 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).

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).

Monde : consommations d'énergie primaire et finale



III. ÉNERGIE FINALE, ÉNERGIE PRIMAIRE, ÉLECTRICITÉ

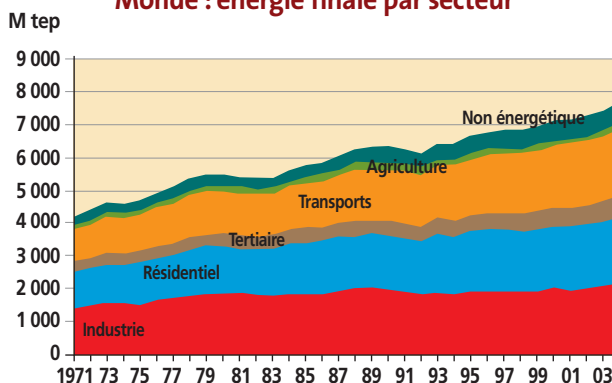
III.1 Energie finale

Les figures suivantes montrent l'évolution de cette consommation par produit et par secteur de consommation, ainsi que leur répartition en 2004¹.

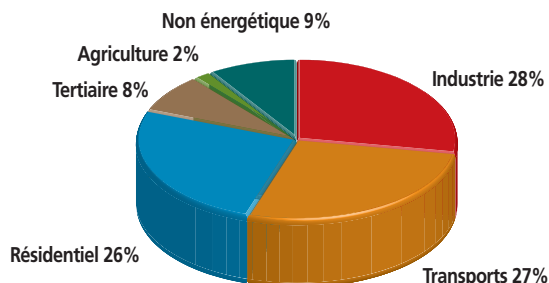
Par secteur

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.).

Monde : énergie finale par secteur



Monde : énergie finale par secteur (2004)



Equivalences énergétiques

Energie		Unité physique	Milliards de Joules (gigajoule) PCI*	Tonne équivalent pétrole (tep) PCI**
Charbon	Houille	Tonne	26	0,62
	Coke de houille	Tonne	28	0,67
	Briquettes de lignite	Tonne	32	0,76
	Lignite	Tonne	17	0,4
Pétrole	Pétrole brut, gazole, fioul	Tonne	42	1
	Gaz de pétrole liquéfié	Tonne	46	1,1
	Essence moteur	Tonne	44	1,05
	Fioul lourd	Tonne	40	0,95
	Coke de pétrole	Tonne	32	0,76
Electricité	Production nucléaire	MWh (1 000 kWh)	3,6	0,26
	Production géothermique	MWh	3,6	0,86
	Production renouvelables	MWh	3,6	0,086
	Production fossile	MWh	3,6	0,086
Bois		Stère	6,17	0,15
Gaz naturel et industriel		MWh PCS**	3,24	0,077

*PCI : pouvoir calorifique inférieur **PCS : pouvoir calorifique supérieur.

Pour les combustibles contenant de l'hydrogène, la combustion produit de la vapeur d'eau en plus du CO₂ ; la chaleur restituée lors de la condensation de cette vapeur est prise en compte dans le PCS et dans le PCI.

Source : Observatoire de l'énergie

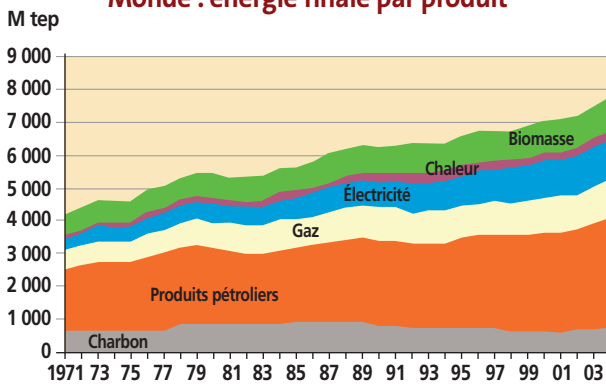
On voit que la consommation énergétique de l'Industrie représente 28% du total en 2004 et qu'elle a peu augmenté depuis la fin des années 1970. La consommation des Transports est à peu près au même niveau (27% en 2004) et a plus que doublé depuis 1971. La consommation la plus importante est celle de l'ensemble Résidentiel et Tertiaire (34% en 2004).

La répartition par secteur varie selon le niveau et la structure de l'économie : pour la CEI, la part de l'industrie était de 42% en 2004, contre 14% pour les transports.

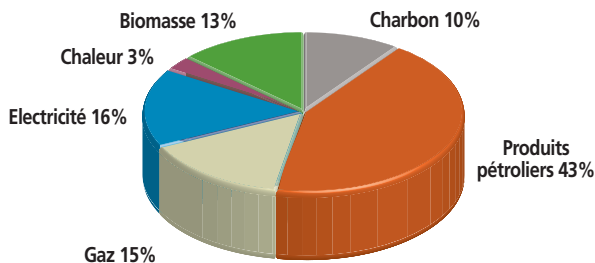
Par produit

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).

Monde : énergie finale par produit



Monde : énergie finale par produit (2004)



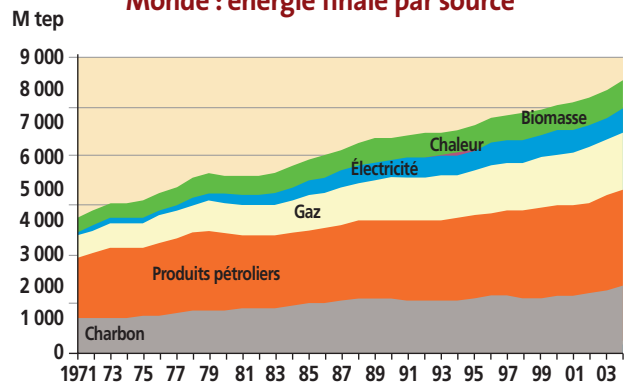
La répartition par produits montre que les produits pétroliers restent prédominants dans la consommation finale (43% en 2004) bien que leur part ait baissé sur la période 1971 – 2004, au profit du gaz et de l'électricité.

III.2 Énergie primaire

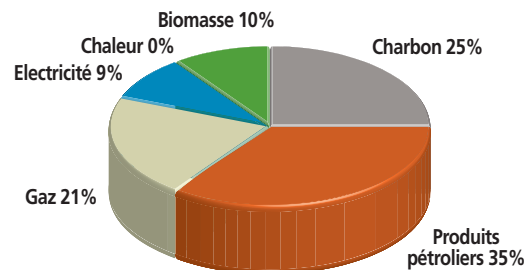
Le pétrole reste l'énergie dominante (35% en 2004), suivi par le charbon qui, après une relative stagnation durant les années 1980 repart à la hausse (25% en 2004). La source d'énergie dont la contribution a le plus augmenté depuis trente ans est le gaz naturel. La biomasse (bois, déchets végétaux et animaux), utilisée encore essentiellement par des techniques traditionnelles, occupe une place impor-

tante (10 % en 2004), 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.

Monde : énergie finale par source



Monde : énergie finale par source (2004)

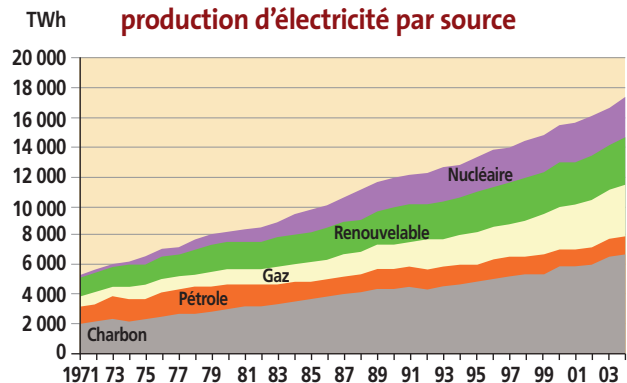


III.3 Électricité

La production mondiale d'électricité est passée de 5 250 TWh en 1971 à 17 370 TWh en 2004.

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. Les contributions de l'hydraulique et du nucléaire sont du même ordre et à peu près stables en valeur absolue depuis 1990, après un fort accroissement du nucléaire entre 1970 et 1990.

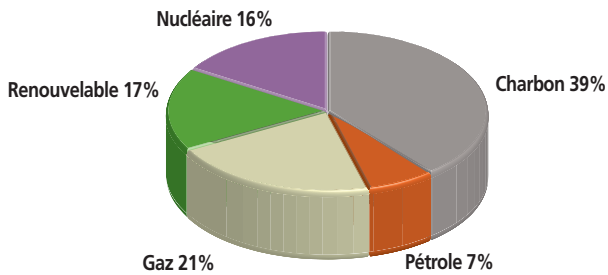
Monde : production d'électricité par source



En 2004, cette production était assurée à 67% par les combustibles fossiles, 17% par les énergies renouvelables (96% hydraulique) et 16% par le nucléaire.

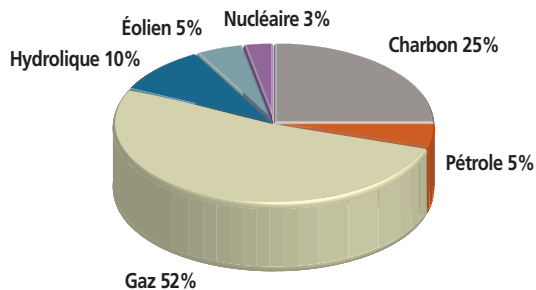
¹ La consommation "non énergétique" est celle des matières premières énergétiques consommées à des fins non énergétiques, essentiellement dans l'industrie chimique. Elle est surtout constituée de produits pétroliers et de gaz naturel.

Monde : production d'électricité par source (2004)



Un élément intéressant, notamment en termes de politique industrielle, est l'accroissement annuel de la puissance électrique installée au niveau mondial : les centrales au gaz naturel (essentiellement à cycle combiné) arrivent nettement en tête.

Monde : puissance électrique installée supplémentaire (moyenne annuelle sur 2000 - 2004 : 133GW)



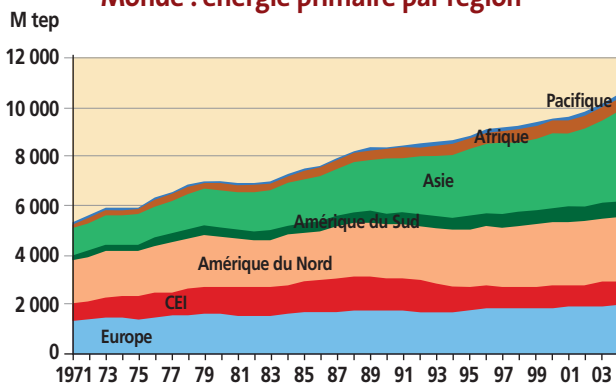
IV - CONSOMMATIONS ET COMPARAISONS RÉGIONALES

IV.1 Ensembles continentaux

Cette évolution est significative : en 1971, la consommation de l'ensemble des pays industrialisés – Amérique du Nord, CEI, Europe – représentait 71% de la consommation mondiale; en 2004, cette part est de 53%. 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 triplement entre 1971 et 2004. La forte augmentation depuis 2000 de la consommation mondiale, déjà signalée, provient de l'Asie.

Monde : énergie primaire par région



IV.2 Les inégalités demeurent

La présentation d'une consommation d'énergie "mondiale" est trompeuse. À eux seuls, les pays de l'OCDE et de la CEI, soit 1,44 milliard d'habitants (22,6% de la population mondiale), ont consommé 6,49 milliards de tep en 2004, essentiellement d'énergies commerciales, soit 58% de la consommation mondiale.

Les pays en développement, soit 4,9 milliards d'habitants (77,4% de la population mondiale) ont consommé 4,6 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 ne consomment que 40% de l'énergie totale consommée ;
- la question énergétique majeure au niveau mondial est la fourniture d'énergie à cette population.

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 1970 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 ressources.

V - CONSOMMATION PAR HABITANT ET INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE

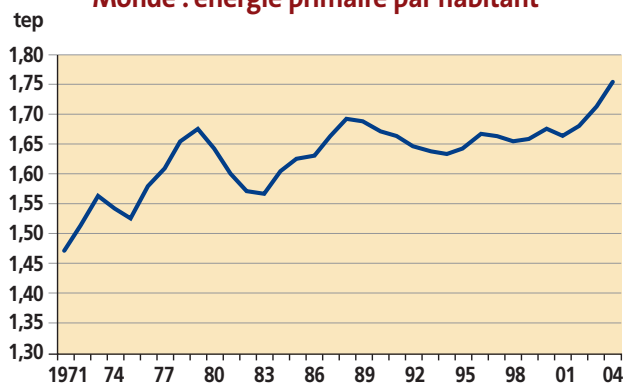
V.1 Consommation d'énergie par habitant

Entre 1971 et 2004, la consommation d'énergie primaire annuelle moyenne par habitant a augmenté de 1,45 tep à 1,75 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 consommation 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 1980².

² 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.

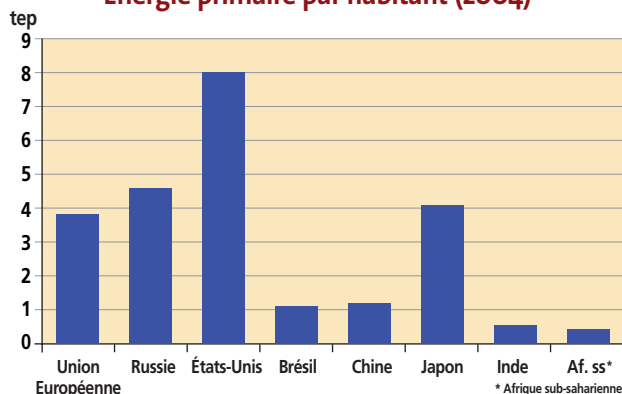
Monde : énergie primaire par habitant



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

Les inégalités de consommation par habitant restent considérables en 2004 comme le montre la figure suivante. Elle varie entre 7,9 tep par an pour les Etats-Unis et 0,43 tep par an pour l'Afrique sub-saharienne (hors Afrique du Sud). Les inégalités sont encore plus grandes pour la consommation d'électricité : en 2003, la consommation annuelle d'électricité par habitant est d'environ 8 000 kWh pour les pays de l'OCDE et 450 kWh pour l'Inde.

Énergie primaire par habitant (2004)



V.2 Intensités énergétiques

Pour comparer les pays, 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.

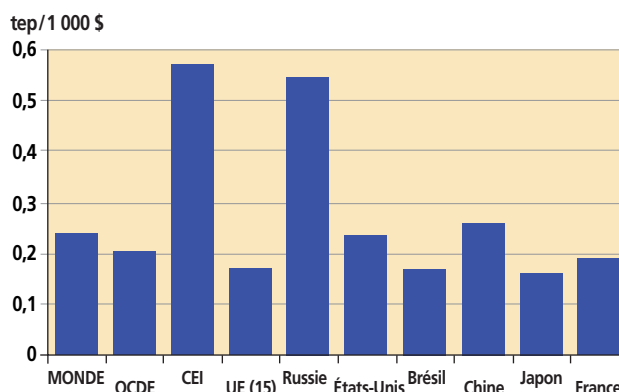
Cet indicateur (qui s'exprime en général en tep/1000 dollars) caractérise le degré de "sobriété énergétique" d'un pays ou d'un mode de développement : il mesure la quantité d'énergie consommée pour un même niveau de confort ou de production.

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 économique 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.

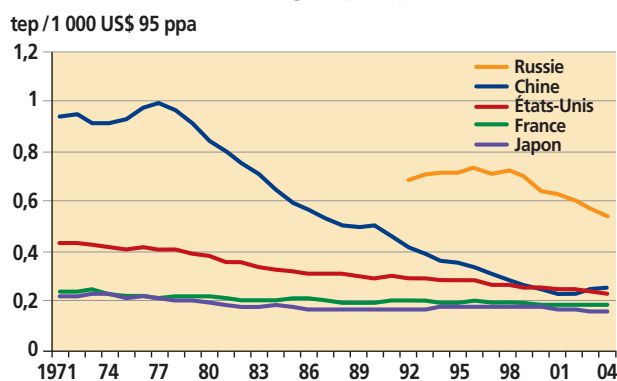
Mais, lorsque l'on compare des pays à structures économiques voisines, le facteur essentiel est l'efficacité avec

laquelle l'énergie est produite et consommée : très schématiquement, plus l'intensité énergétique est basse, plus l'efficacité est grande³.

Intensités énergétiques primaires (2004)



Intensités énergétiques primaires



L'évolution des valeurs de l'intensité énergétique depuis 1971 montre une situation extrêmement contrastée en début de la période, le Japon et les pays d'Europe occidentale (ici la France) ayant déjà une économie relativement sobre en énergie par comparaison aux Etats-Unis. Ces mêmes pays ont vu cependant leur intensité énergétique diminuer, surtout dans le cas du Japon (de 0,22 en 1971 à 0,16 en 2004). La baisse de l'intensité énergétique des Etats-Unis est très importante sur la période (de 0,44 à 0,24). D'une façon générale, l'intensité énergétique des pays de l'OCDE a baissé de 29% entre 1980 et 2004. Cette baisse est due d'une part à des transformations structurelles (moins d'industrie lourde et diminution de la part de l'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, les efforts d'efficacité énergétique au niveau de la consommation ont représenté sur l'ensemble des pays de l'OCDE, une économie 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'éco-

³ Une étude récente sur "Évaluation de l'efficacité énergétique dans l'Union Européenne (15)" publiée par la Commission européenne et l'ADEME et réalisée par quatorze équipes nationales (réseau ODYSSEEMURE) présente une analyse détaillée de l'efficacité énergétique dans l'UE-15 (www.odyssee-indicators.org).

nomie 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 place à peu près au niveau des Etats-Unis⁴, mais le risque est 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 1990, l'intensité énergétique a décliné depuis 2000 mais reste très élevée : en 2004, elle était trois fois supérieure à celle de l'Union Européenne.

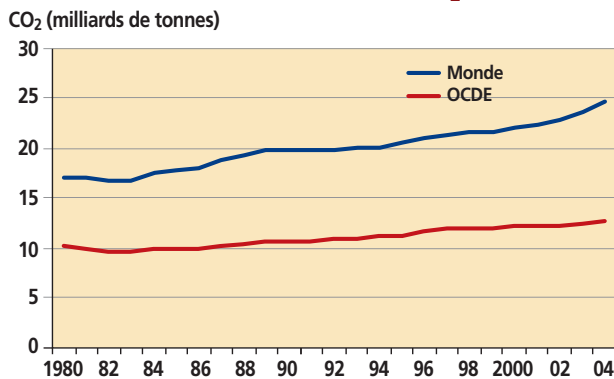
VI - ÉMISSIONS DE GAZ CARBONIQUE

Évolution 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 2004, les émissions mondiales de CO₂ liées aux activités énergétiques étaient de 24,6 milliards de tonnes, dont 51% en provenance des pays de l'OCDE.

Monde : émissions de CO₂

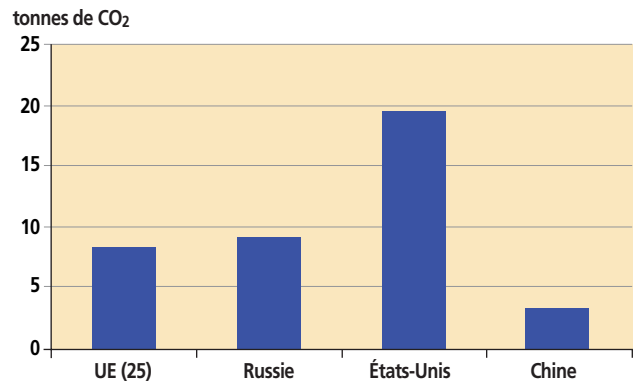


Il est intéressant de noter que les émissions de CO₂ de l'Union Européenne (25 Etats membres) ont augmenté entre 1990 et 2004 (de 3,6 à 3,8 milliards de tonnes) tandis que celles des Etats-Unis augmentaient de 4,8 à 5,7 milliards de tonnes sur la même période.

Émissions par habitant et par unité de PIB

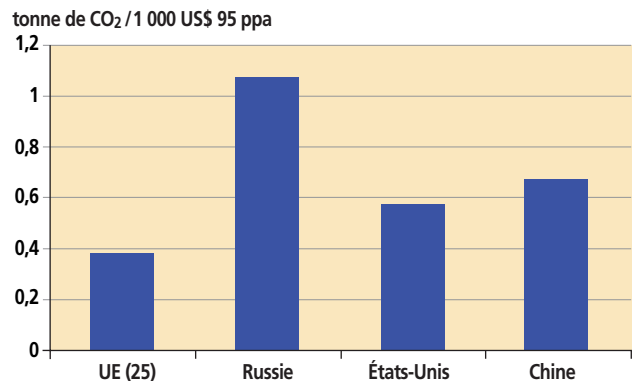
A l'image de la consommation d'énergie, les émissions par habitant varient très largement selon les pays ainsi que le rapport entre émissions de CO₂ et PIB (à parité de pouvoir d'achat).

Émissions de CO₂ par habitant (2004)



L'écart sur la valeur des émissions par habitant est considérable comme le montre la figure ci-dessus, mais les évolutions sont comparables : très légère augmentation dans les deux cas : de 8,2 à 8,3 tonnes pour l'Union Européenne et de 19,1 à 19,3 tonnes pour les Etats-Unis (du fait d'une augmentation de population entre 1980 et 2000 de 24 % aux Etats-Unis contre 6% dans l'Union Européenne).

Émissions de CO₂ rapportées au PIB (2004)



⁴ Comparaison très grossière compte tenu de l'énorme différence entre les économies et les niveaux de vie.

Lire également dans l'encyclopédie

- ❖ Michel Mousel, *La dérive du climat, une crise écologique* (N°27).
- ❖ Pierre Radanne, *Les leçons de Bali* (N°56).