

L'ENERGIE DANS LE MONDE : PRIORITE A L'EFFICACITE ENERGETIQUE

Bernard LAPONCHE – Septembre 2010

*

Table des matières

1. LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE ET LEUR MESURE	2
1.1 DE L'ENERGIE PRIMAIRE A L'ENERGIE FINALE.....	2
1.2 LA COMPTABILITE ENERGETIQUE	2
2. LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DANS LE MONDE ET LEUR EVOLUTION.....	3
2.1 LA CONSOMMATION MONDIALE D'ENERGIE PRIMAIRE	3
2.2 LA PRODUCTION MONDIALE D'ELECTRICITE.....	4
2.3 LA CONSOMMATION MONDIALE D'ENERGIE FINALE	5
3. LES INEGALITES DANS LA CONSOMMATION MONDIALE D'ENERGIE.....	5
3.1 LA CONSOMMATION D'ENERGIE PAR HABITANT	5
3.2 LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE PAR HABITANT ET PAR PAYS OU REGIONS	6
3.3 LES INTENSITES ENERGETIQUES	6
3.4 ILLUSTRATION : LA CHINE ET L'OCDE	7
4. LA POURSUITE DES TENDANCES ACTUELLES N'EST PAS « DURABLE »	8
4.1 ET SI TOUS LES PAYS DEVENAIENT « DEVELOPPES »?	8
4.2 LES CONTRAINTES SONT MULTIPLES.....	8
5. SERVICE ENERGETIQUE ET EFFICACITE ENERGETIQUE	9
5.1 LA VRAIE DEMANDE : LE SERVICE ENERGETIQUE	9
5.2 L'EFFICACITE ENERGETIQUE AU NIVEAU DE LA DEMANDE	10
5.3 UNE STRATEGIE DOUBLEMENT GAGNANTE.....	11
5.4 L'ENERGIE DEPEND DESORMAIS DE NOUVEAUX ACTEURS	11
5.5 UNE EXPERIENCE DE TRENTE ANS DANS L'UNION EUROPEENNE : LES NEGAJOULES	12
5.6 UNE ETUDE PROSPECTIVE ENCOURAGEANTE	13
6. LES MOYENS D'UNE POLITIQUE D'EFFICACITE ENERGETIQUE	14
6.1 DEUX CONDITIONS INDISPENSABLES	14
6.2 TROIS INSTRUMENTS COMPLEMENTAIRES	14
6.3 LES ENSEIGNEMENTS DE L'EXPERIENCE INTERNATIONALE.....	14
7. CONCLUSION.....	16

1. LES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE ET LEUR MESURE

1.1 De l'énergie primaire à l'énergie finale

Lorsque l'on parle de la consommation d'énergie, on distingue deux stades : la consommation d'énergie primaire et celle d'énergie finale. L'énergie primaire correspond aux sources d'énergie que l'on trouve dans la nature : combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel) ou biomasse (bois, déchets) dont la combustion fournit de la chaleur; hydraulique et éolien qui utilisent l'énergie mécanique de l'eau ou du vent pour produire de l'électricité; géothermie qui permet d'utiliser la chaleur de l'eau du sous-sol; énergie solaire thermique (chauffage de l'eau par le rayonnement solaire); énergie photovoltaïque (production directe d'électricité par le rayonnement solaire sur des panneaux de matériaux particuliers); énergie nucléaire dégagée par la fission de noyaux d'uranium (qui produit de la chaleur). L'énergie finale correspond aux produits énergétiques qui sont fournis au consommateur : charbon, fioul et essence, gaz naturel, bois, chaleur (réseaux de chaleur), électricité. Dans certain cas, le produit énergétique final est identique au produit primaire (c'est le cas du gaz naturel), dans la plupart des cas, le produit final résulte d'une transformation à partir des produits primaires : carburants produits par les raffineries de pétrole, électricité produite par les centrales électriques à combustibles fossiles ou de biomasse ainsi que par les centrales nucléaires.

La différence quantitative entre énergie primaire et énergie finale vient des consommations d'énergie des industries du système de production, transport et distribution des produits énergétiques, des pertes dans leur transport (lignes électriques, gazoducs) et surtout des pertes d'énergie liées à la transformation de la chaleur en électricité dans les centrales thermiques à combustibles fossiles ou biomasse et dans les centrales nucléaires (le rendement est nettement différents d'une technique à l'autre : il est de 55% à 60% pour une centrale à cycle combiné au gaz naturel et de 33% pour une centrale nucléaire).

1.2 La comptabilité énergétique

L'énergie est utilisée sous différentes formes : la chaleur, le froid, l'énergie mécanique (fixe ou mobile), la lumière, l'énergie électromagnétique, l'énergie chimique. Chacune de ces formes d'énergie, comme les produits énergétiques susceptibles de les fournir, est mesurée avec une unité qui lui est particulière, par commodité ou par tradition. Ces unités ne nous sont pas toutes familières, non plus que leur équivalence avec les quantités physiques (tonnes de charbon, litres d'essence, stères de bois, etc.) ou avec les unités qui apparaissent dans les factures d'électricité ou de chauffage urbain (kWh).

L'unité officielle de mesure des consommations d'énergie est le Joule. Pour des raisons de commodité, on utilise une unité plus parlante, la « tonne équivalent pétrole », ou tep¹, choisie dans les années 70 du fait de la position dominante du pétrole alors et toujours aujourd'hui (auparavant, et encore aujourd'hui en Chine par exemple, l'unité utilisée est la tec, « tonne équivalent charbon). On utilise également, surtout pour l'électricité, l'unité d'énergie kWh².

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, TeraWatt.heure, ou milliard de kWh). Pour convertir en tep des kWh, les systèmes statistiques

¹ 1 tep = 41,8 Giga Joules (Giga : 10 puissance 9) .

² 1 million de Joules, ou MJ, vaut 0,2778 kWh -

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).

Pour une 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.

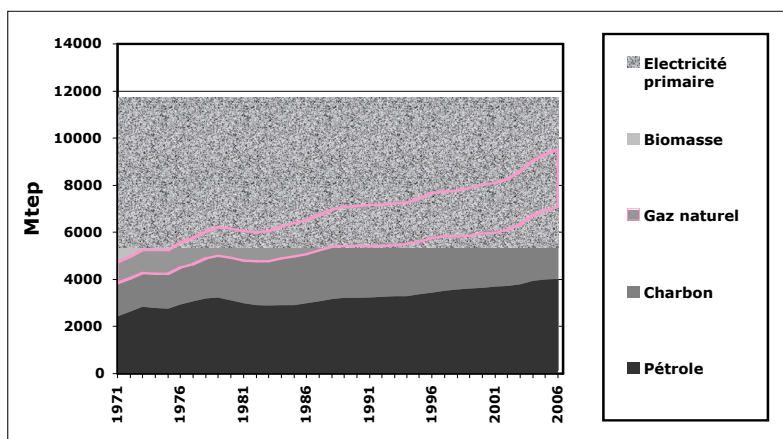
Du fait de ces difficultés, il est recommandé d'utiliser le kWh lorsque l'on parle de la production d'électricité primaire. Les consommations finales d'électricité (et leur facture) sont exprimées en kWh, quelle que soit l'origine de l'électricité.

2. LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DANS LE MONDE ET LEUR EVOLUTION³

2.1 La consommation mondiale d'énergie primaire

La figure 1 montre l'évolution de la consommation mondiale d'énergie primaire de 1971 à 2006, ainsi que sa répartition par sources d'énergie. Outre les sources nettement identifiées, la chaleur primaire (très faible) provient de la géothermie et du solaire thermique et l'électricité primaire comprend le nucléaire, l'hydraulique, l'éolien et le solaire photovoltaïque (très faible). La consommation mondiale d'énergie primaire est d'environ 12 milliards de tep en 2006.

Figure 1 : Evolution de la consommation d'énergie primaire par source



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 chacun des deux « chocs pétroliers » de 1973-74 et 1979, mais la tendance générale est une augmentation quasi linéaire

³ Sauf indication contraire, les données de base sur les consommations d'énergie proviennent de la base de données ENERDATA.

(augmentation moyenne de 200 Mtep par an), avec cependant une nette montée depuis 2000 (due à la croissance rapide et élevée de la Chine et donc de la consommation de charbon).

Le pétrole reste l'énergie dominante (34% en 2006) bien que sa part ait diminué depuis 1971, 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 est le gaz naturel. La biomasse (bois, déchets animaux et végétaux), encore utilisée essentiellement par des techniques traditionnelles (à très bas rendement) occupe une part relativement importante (10% en 2006), légèrement supérieure à celle de l'électricité primaire (essentiellement hydraulique et nucléaire). La contribution de la chaleur primaire est très faible et ne figure pas sur la figure. On voit à partir du tableau 1 que la part du nucléaire dans la consommation d'énergie primaire est de 6,2% et celle de l'hydraulique de 2,2%. Ces deux sources produisent uniquement de l'électricité et, en réalité, la production d'électricité de l'hydraulique est supérieure à celle du nucléaire (voir Figure 2).

Une part importante (38%) de la consommation d'énergie primaire est consacrée à la production d'électricité. L'autre part est dirigée vers les consommations d'énergie finale autre que l'électricité.

Tableau 1 : Consommation d'énergie primaire dans le Monde (2006)

	Charbon	Pétrole	Gaz naturel	Nucléaire	Hydraulique	Biomasse, déchets	Autres renouv***.	TOTAL
CEP* (Mtep)	3 053	4 029	2 407	728	261	1 186	66	11 730
Part** %	68%	7%	39%	100%	100%	7%	83%	38%

* CEP : consommation d'énergie primaire

** Part de la consommation de la source en colonne pour la production d'électricité.

*** Autres renouvelables : éolien, solaire (thermique et photovoltaïque), géothermie.

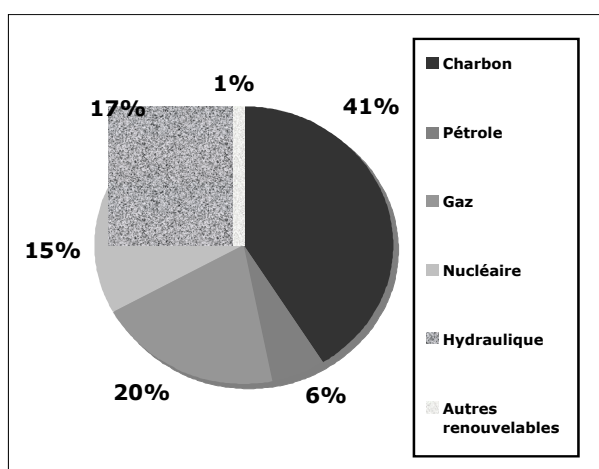
Source : Agence Internationale de l'Énergie (AIE)

2.2 La production mondiale d'électricité

La production mondiale d'électricité est passée de 5 000 TWh (TeraWatt.heure ou milliard de kWh) en 1971 à 19 000 TWh en 2006. C'est une augmentation considérable.

En 2006, la production d'électricité selon les différentes sources est montrée par la figure 2.

Figure 2 : Production d'électricité par source dans le Monde (2006)

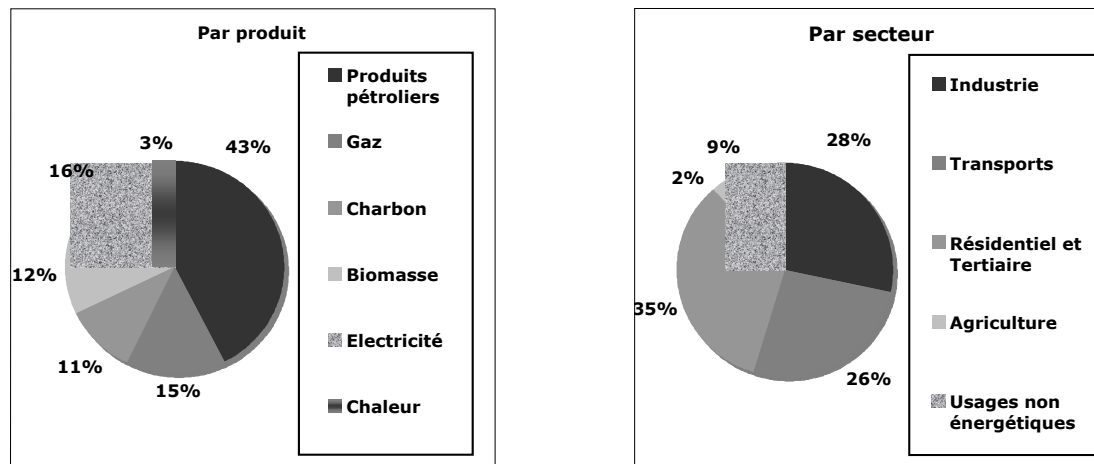


Les combustibles fossiles sont dominants : la première source est le charbon, suivi par le gaz; la part du pétrole est faible. La production d'origine renouvelable, dominée par l'hydraulique (l'éolien reste faible mais est en très forte expansion), est supérieure à celle du nucléaire.

2.3 La consommation mondiale d'énergie finale

Il est intéressant de connaître la consommation d'énergie finale sous deux aspects : la consommation par produit énergétique et la consommation par secteur d'activités. C'est ce que montrent les figures 3 et 4.

Figures 3 et 4 : la consommation mondiale d'énergie finale par produit et par secteur



Les produits pétroliers dominent de loin la consommation finale, suivis à égalité par le gaz et l'électricité. Le premier secteur consommateur est celui des bâtiments (qui regroupe les secteurs d'activité Résidentiel et Tertiaire), suivi presque à égalité par l'industrie et les transports. La consommation de l'agriculture est faible tandis que celle des usages non énergétiques (pétrole et gaz pour la chimie et autres usages non énergétiques) atteint presque 10%.

3. LES INEGALITES DANS LA CONSOMMATION MONDIALE D'ENERGIE

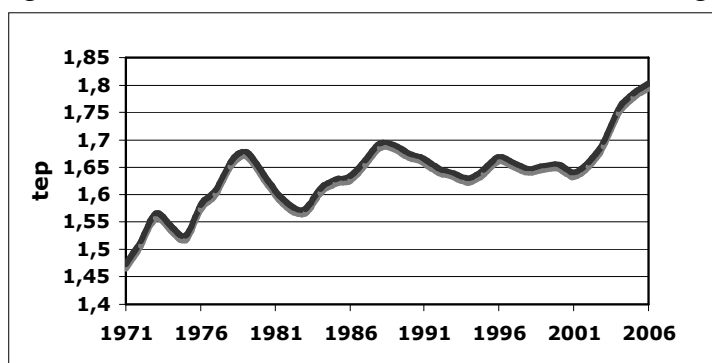
La consommation mondiale d'énergie est une vision globale qui masque les profondes inégalités entre les pays. Pour comparer ceux-ci entre eux, on utilise deux indicateurs : la consommation d'énergie par habitant et l'intensité énergétique.

3.1 La consommation d'énergie par habitant

L'évolution de la consommation d'énergie primaire par habitant dans le Monde montrée par la figure 5 est intéressante. Entre 1971 et 2006, cette consommation a augmenté de 1,47 tep à 1,81 tep. On note avec précision sur la courbe d'évolution les deux chocs pétroliers de 1973-74 et 1979-80, puis la remontée consécutive au contre-choc pétrolier (baisse drastique du prix du pétrole) de 1985-86, la décroissance qui marque la baisse de consommation enregistrée dans les pays de l'ex-URSS après 1990. L'ensemble de ces fluctuations fait que la consommation par habitant s'est trouvée en 2000 à peu près au niveau de 1980. Sur cette période, l'augmentation de la consommation totale d'énergie a suivi strictement l'augmentation de la population. Cette stabilisation sur la période 1980 vient de ce que la croissance de la consommation d'énergie des pays industrialisés occidentaux s'est fortement ralentie (principalement grâce aux efforts d'efficacité énergétique), que la crise économique des pays en transition a fait fortement baisser leur consommation d'énergie et surtout que la plupart des pays en développement n'ont pas connu de croissance économique suffisante.

A partir de 2000, la croissance de la consommation par habitant est nette, du fait de la croissance asiatique et tout particulièrement chinoise.

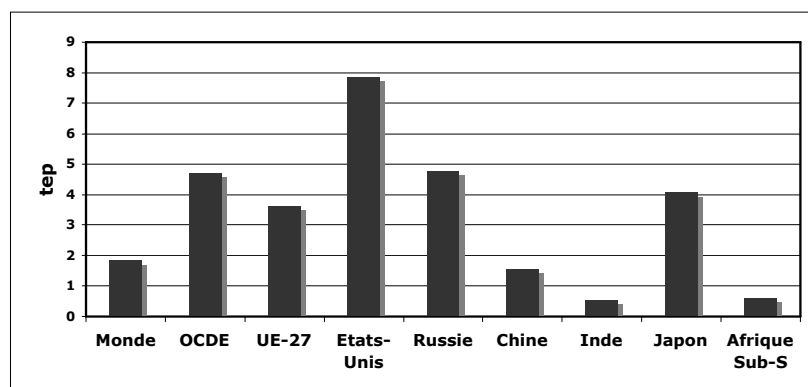
Figure 5 – Monde : Evolution de la consommation d'énergie primaire par habitant



3.2 Les consommations d'énergie par habitant et par pays ou régions

La figure 6 illustre les inégalités de consommation entre les pays riches eux-mêmes et entre ceux-ci et les pays en développement et émergents. La consommation varie entre 7,8 tep par habitant pour les Etats-Unis et 0,6 tep pour l'Inde et l'Afrique sub-saharienne.

Figure 7 : les consommations d'énergie primaire par habitant (2007)



Il est également important de noter que, même si nous ne pouvons fournir ici des valeurs précises, il existe des écarts considérables, en particulier dans certains pays en développement ou émergents, entre des consommations urbaines de populations riches et les consommations rurales et périurbaines de populations très pauvres. Dans les pays européens eux-mêmes, la « précarité énergétique » est un phénomène que s'étend.

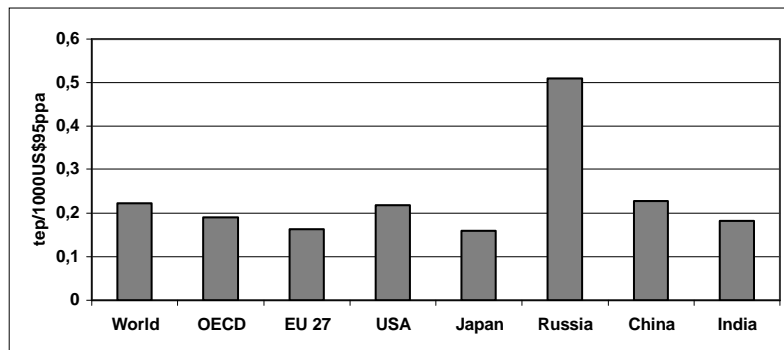
3.3 Les intensités énergétiques

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 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.

Figure 8 : Intensités énergétiques par pays (2006)



On voit que le pays le plus « énergivore » est la Russie. L'Europe et le Japon sont les deux régions les plus « sobres » (et également les plus efficaces). La Chine, tout en tenant compte de la différence de structure économique et sociale, est à peu près au niveau des Etats-Unis.

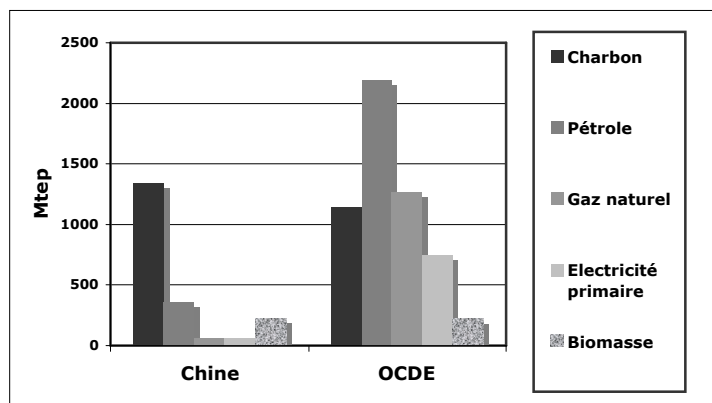
3.4 Illustration : la Chine et l'OCDE

La croissance économique très rapide a évidemment pour conséquence une augmentation de sa consommation d'énergie primaire, entraînant de ce fait une augmentation de ses émissions de gaz carbonique, premier des gaz à effet de serre dont l'augmentation des émissions accroit les risques de changement climatique. On voit donc de toutes parts de véritables accusations sur la responsabilité de la Chine par rapport à ces risques. Mais si la Chine vient de dépasser les Etats-Unis en niveau d'émissions de CO₂, il ne faut pas oublier que la Chine a 1,3 milliards d'habitants tandis que les Etats-Unis en ont 300 millions. Ce n'est pas aux Etats-Unis (ou à l'Union Européenne) qu'il faut comparer la Chine, mais à l'ensemble des pays de l'OCDE dont la population est de 1,2 milliards.

La figure 9 nous montre que si, en 2007, la Chine consomme 17% de plus de charbon et autant de biomasse que l'OCDE, celle-ci consomme 6 fois plus de pétrole, 22 fois plus de gaz naturel et 13 fois plus d'électricité primaire.

C'est encore pour longtemps que les pays de l'OCDE sont, de loin, les plus consommateurs d'énergie et les plus émetteurs de CO₂ de la planète.

Figure 9 : Consommations d'énergie primaire de la Chine et de l'OCDE (2007)



4. LA POURSUITE DES TENDANCES ACTUELLES N'EST PAS « DURABLE »

4.1 Et si tous les pays devenaient « développés »?

Il n'est pas nécessaire d'utiliser des modèles de calcul complexes pour comprendre que la poursuite du mode de développement actuel des consommations d'énergie nous conduit à une impasse.

En effet, aujourd'hui, la consommation d'énergie primaire par habitant des pays riches industrialisés⁴ est, en moyenne, de 5,3 tonne équivalent pétrole (tep) par an.

Si la Chine, l'Inde et l'ensemble des pays de la planète, autres que ceux-là, consommaient par habitant, dans une année hypothétique du 21^{ème} siècle, du fait de leur développement économique et social (parfaitement légitime et souhaitable), autant que ces « pays riches » actuellement, et en supposant que la consommation par habitant de ceux-ci n'augmente pas, la quantité d'énergie consommée alors par les 9 milliards d'habitants de la planète serait de 48 milliards de tep, contre 12,2 milliards aujourd'hui (pour un monde de 6,7 milliards d'habitants).

Au vu des contraintes qui pèsent aujourd'hui sur les ressources énergétiques, **il faudrait 4 « Planète Terre ».**

C'est impossible. Les pays de l'OCDE doivent impérativement réduire leur propre consommation, tandis que les pays en développement et émergents sont conduits à augmenter la leur pour permettre leur développement, mais avec une efficacité et une sobriété bien plus grandes que celle des pays riches dans le passé et encore aujourd'hui.

4.2 Les contraintes sont multiples

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, chacune d'une amplitude croissante avec le temps, 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 XXI^{ème} 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.
- 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,

⁴ Australie, Canada, Etats-Unis, Japon, Nouvelle-Zélande, Union Européenne (15 pays) ou UE-15, représentent 13% de la population et 38% de la consommation d'énergie primaire en 2008.

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 ?

5. SERVICE ENERGETIQUE ET EFFICACITE ENERGETIQUE

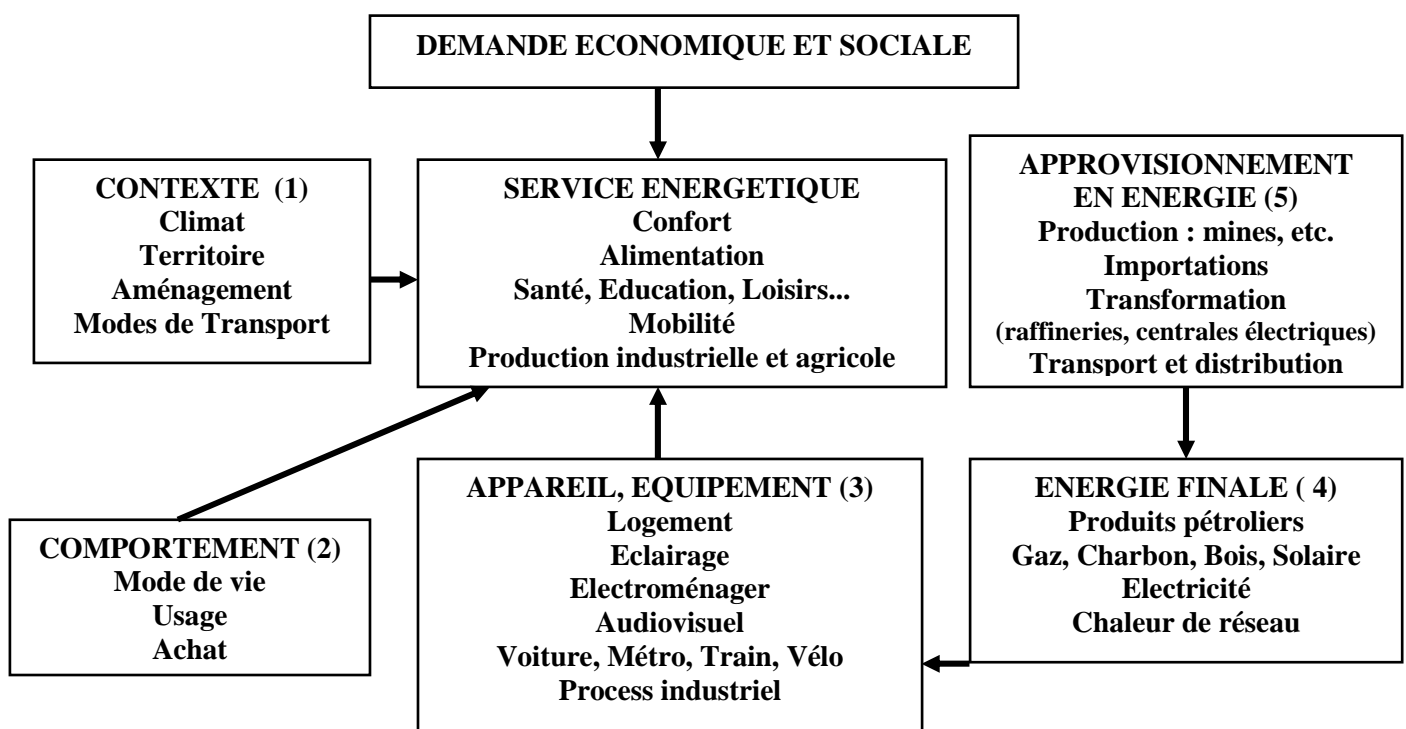
5.1 La vraie demande : le service énergétique

Les besoins de l'utilisateur (ménage, entreprise, collectivité locale) ne sont pas directement des besoins de produits énergétiques mais de biens et de 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. On appelle « **service énergétique** » l'ensemble des produits et des services qui nécessitent ainsi une certaine consommation d'énergie.

La figure 10 montre que cette consommation d'énergie (finale : au niveau du consommateur) nécessaire pour assurer un «service énergétique» dépend de différents facteurs. Elle peut donc varier considérablement, pour le même service, en fonction de ces facteurs.

Figure 10 : Le Service Energétique



Le premier facteur (1) caractérise le « **contexte** » dans lequel le service dont on a besoin va être obtenu : le climat (qui entraîne un plus ou moins grand besoin du service « confort » ; la nature du territoire (grandes superficies et grandes distances, zones de montagnes, etc.) et de son aménagement (zones urbaines, zones rurales, degré d'urbanisation, type d'habitat, etc.), les modes de transport (routier, ferroviaire, fluvial, etc.).

Le second facteur (2) caractérise ce que nous appelons ici le « **comportement** » : il englobe les modes de vie (« *the american way of life* » par exemple), les comportements d'usage (utilisation de la voiture pour les trajets courts au lieu de la marche à pied par exemple, ou le fait de laisser toutes les lumières allumées dans les logements ou les bureaux même s'il n'y a personne dans la pièce). L'expression même des besoins – mélange de mode de vie et de comportement est un facteur très important (est-ce que l'on a « besoin » de trois postes de télévision dans un appartement, ou d'un seul ?) entre dans cette catégorie de facteurs et est extrêmement importante. Enfin le comportement d'achat, lié d'une part au facteur précédent et d'autre part du choix des appareils ou équipement du facteur (3). Il s'agit bien entendu du comportement du consommateur mais aussi de ceux qui, à tous les niveaux, prennent des décisions qui concernent aussi bien le « contexte » que le « comportement ». On associe à la modération de la consommation d'énergie du fait de ce facteur de comportement au sens large le terme de « sobriété ».

Le troisième facteur (3), est relatif à l'**appareil ou à l'équipement** utilisé pour obtenir le service demandé : si l'on prend l'exemple du confort de l'habitat, il dépend des qualités techniques du logement et du moyen de chauffage utilisé, de l'efficacité des appareils électroménagers, etc. Ce facteur intervient pour tous les usages : moteur, chaudière, four dans l'industrie ; voiture, train, métro ou vélo dans les transports ; bâtiment, appareil électroménager ou audiovisuel, système de chauffage ou de climatisation, type d'éclairage dans le résidentiel et tertiaire, etc.

On comprend qu'en fonction des facteurs « contexte », « comportement » et « équipement et appareil », la **consommation d'énergie finale** (case 4) nécessaire pour le service demandé puisse être radicalement différente.

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.

La réduction des consommations d'énergie finale entraîne la réduction des **consommations d'énergie primaire** (case 5), que celles-ci proviennent de productions nationales ou d'importations.

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 les services énergétiques dans les conditions optimales en termes de ressources, de coûts économiques et sociaux et de protection de l'environnement local et global.

5.2 L'efficacité énergétique au niveau de la demande

Une politique d'efficacité énergétique au niveau de la demande consiste à élaborer et mettre en œuvre les mesures et les actions qui permettent de réduire les consommations d'énergie dans les secteurs de l'activité économique et sociale en intervenant sur les différents facteurs dont dépend l'obtention du service énergétique.

Les actions relatives au facteur « contexte » concernent essentiellement l'aménagement du territoire, l'urbanisme, les systèmes de transport et l'organisation des déplacements, la politique du logement : ce sont des choix politiques sur les infrastructures et dépendent essentiellement des choix des dirigeants politiques et économiques. Ce sont des choix qui concernent la collectivité des citoyens. Le facteur « comportement » implique une prise de conscience à tous les niveaux et par conséquent un effort important d'information, de conseil et de formation. Il implique aussi un débat citoyen sur l'orientation des choix collectifs, à tous les niveaux. Les actions relatives au facteur « appareil et équipement » ont une forte composante technique. La recherche et l'innovation sont donc des éléments essentiels d'une politique d'efficacité énergétique mais ne constituent qu'une partie du chemin. Il faut ensuite que les équipements et appareils performants pénètrent sur le marché et que leur usage se généralise. Interviennent à ce stade plusieurs instruments complémentaires : politique industrielle, formation des corps de métier, information des consommateurs, promotion et incitations financières de divers ordres.

Cela signifie qu'une stratégie d'efficacité énergétique est transversale à toutes les activités économiques et sociales et que, le plus rapidement possible, ce sont les caractéristiques mêmes de la civilisation industrielle et de la civilisation des consommations qui doivent profondément évoluer.

5.3 Une stratégie doublement gagnante

L'efficacité énergétique est une stratégie doublement gagnante. La réduction des consommations d'énergie finale à même service rendu a pour conséquence une réduction des consommations d'énergie primaire : moins d'investissements de production, moins d'importations de combustibles (pétrole et gaz naturel). Les ressources financières qui auraient été consacrées par le consommateur ou la collectivité à l'approvisionnement énergétique peuvent être affectées à d'autres besoins, améliorant ainsi le contenu de la croissance économique : construction de logements et d'équipements pour la santé et l'éducation, développement des transports collectifs, etc. Ce facteur économique est particulièrement sensible en période d'augmentation des prix de l'énergie et en particulier du pétrole, tant pour les Etats que pour les consommateurs. D'autre part, les investissements liés à l'efficacité énergétique sont pourvoyeurs d'activités et d'emplois : nouveaux matériaux de construction, équipements plus performants, réhabilitation thermique des bâtiments, installation de transports collectifs, développement de l'expertise et du conseil, structures de promotion et d'animation, etc.

Ce facteur de développement économique et social basé sur la demande interne est particulièrement important en période de crise économique mondiale et de réduction des échanges internationaux.

Les conséquences favorables sur la qualité de 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 locaux liés au système énergétique et on améliore l'environnement global.

5.4 L'énergie dépend désormais de nouveaux acteurs

Les questions énergétiques ont été traditionnellement prises en main par les compagnies productrices et distributrices de produits énergétiques, généralement soutenues par les États. 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.

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. L'obtention du service énergétique dépend de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme, de la qualité de construction des bâtiments, de la production des équipements et des matériels, de la politique des transports et de son orientation en faveur des transports collectifs et du rail. Chaque usager, chaque ménage, chaque entreprise, chaque collectivité locale ou territoriale 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 à jouer que le fournisseur d'énergie.

Dans ce nouveau contexte de « ré-appropriation » des questions énergétiques, de nouveaux acteurs apparaissent, avec un rôle déterminant. 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).

5.5 Une expérience de trente ans dans l'Union Européenne : les Negajoules

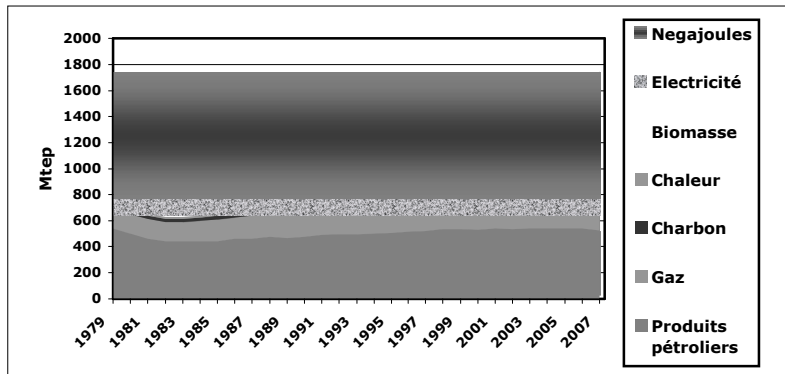
Après les augmentations du prix du pétrole sur le marché international en 1973-1974 (premier choc pétrolier) et surtout 1979 (deuxième choc pétrolier), les pays de l'Union Européenne (UE 15) ont réussi à préserver leur croissance économique en répondant à ces augmentations par la mise en œuvre de politiques d'efficacité énergétique. La consommation par habitant d'énergie finale de UE 15 n'a en effet augmenté entre 1979 et 2007 que de 6% alors que le produit intérieur brut (PIB à parité de pouvoir d'achat) par habitant augmentait de 67%.

Si l'intensité énergétique finale – rapport de la consommation d'énergie finale au PIB à parité de pouvoir d'achat – de UE 15 était restée sur cette période à son niveau de 1979, sa consommation finale totale d'énergie en 2007 eut été de 1764 Mtep (à comparer à 955 Mtep en 1979). Cette consommation a été en réalité de 1117 Mtep.

La différence entre ces deux consommations en 2007 représente la quantité d'économies d'énergie sur la consommation d'énergie finale réalisées du fait de la baisse de l'intensité énergétique : la quantité de « Negajoules » ainsi gagnés est en 2007 de 647 Mtep, soit plus que la consommation de produits pétroliers la même année (523 Mtep).

L'économie d'énergie finale cumulée sur cette période de près de trente ans est de l'ordre de 5,8 milliards de tep. Certes, ces économies proviennent également en partie des modifications structurelles des économies des pays européens mais une analyse fine montre que l'essentiel provient de l'amélioration de l'efficacité énergétique, tout particulièrement dans l'industrie et dans les bâtiments (qualité de la construction, performances des équipements).

Figure 11 : Les Negajoules dans la consommation d'énergie finale de UE-15

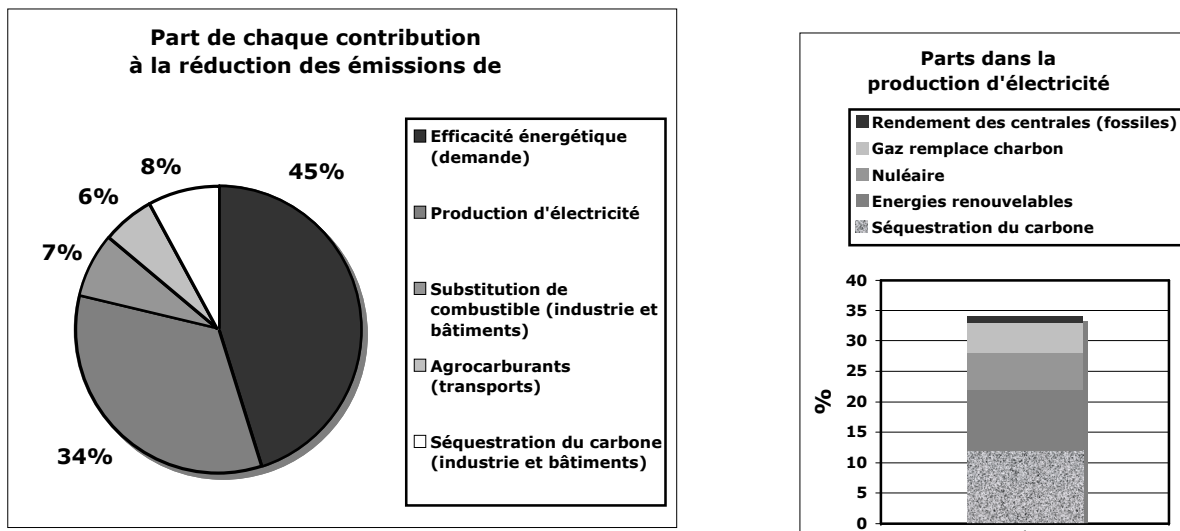


5.6 Une étude prospective encourageante

En 2006, l'Agence internationale de l'Énergie (AIE) a publié une étude sur les perspectives technologiques qui devraient permettre dans l'avenir de réduire les émissions de gaz à effet de serre : « Energy Technology Perspectives ». Un certain nombre de scénarios sont présentés, depuis des scénarios dits « de référence » (baseline) qui poursuivent les tendances du passé jusqu'au scénario ACT-TECH (ou scénario « Climat ») qui permettrait d'obtenir en 2050 des émissions de CO₂ inférieures de 13% à celles de 2003. C'est le scénario le plus favorable pour la réduction des émissions.

Comme le montre la figure 9 qui reproduit les résultats présentés par cette étude et pour ce scénario, l'efficacité énergétique au niveau de la demande apparaît comme le moyen le plus important pour assurer cette réduction. Sa contribution serait de 45%, alors que les modifications dans la production d'électricité ne représenteraient que 34%, alors que celles-ci sont en général considérées comme les plus décisives.

Figure 12 : Le scénario « Climat » de l'AIE (2006) à l'horizon 2050



6. LES MOYENS D'UNE POLITIQUE D'EFFICACITE ENERGETIQUE

6.1 Deux conditions indispensables

- La première est la nécessité d'une volonté politique sans faille de développer l'efficacité énergétique dans tous les secteurs. En effet, les producteurs et les vendeurs d'énergie – et cela est normal – occupent des positions très fortes sur le plan économique et ont une influence indéniable sur les décideurs politiques. L'efficacité énergétique ne jouit pas d'une telle puissance économique car elle est dispersée à travers tous les secteurs d'activités : elle a besoin d'un soutien politique constant, au plus haut niveau.
- La seconde concerne les prix des produits énergétiques au consommateur. Les prix de l'énergie doivent refléter les coûts pour une saine gestion du système énergétique et incorporer graduellement le coût des externalités (notamment les dégâts environnementaux). L'augmentation des prix de l'énergie, que sa cause soit interne ou, ce qui est le cas le plus fréquent, externe, ne conduit à l'efficacité énergétique que si une politique spécifique est mise en œuvre et si des moyens adaptés aux enjeux et aux potentiels lui sont associés mais si les prix des produits énergétiques au consommateur restent artificiellement bas, les efforts d'efficacité énergétique risquent d'être vains.

6.2 Trois instruments complémentaires

La mise en œuvre de l'efficacité énergétique repose sur trois grands instruments complémentaires :

- Un dispositif institutionnel public dédié à l'utilisation rationnelle de l'énergie, chargé de la promotion, de l'animation et de l'incitation pour la mise en œuvre de programmes et de projets d'efficacité énergétique, notamment par la sensibilisation, la communication, la formation et l'animation de réseaux.
- Une législation et des réglementations spécifiques à l'efficacité énergétique.
- Des incitations financières publiques et des mécanismes de financement adaptés aux projets d'efficacité énergétique.

6.3 Les enseignements de l'expérience internationale

L'analyse des meilleures pratiques internationales permet de dégager un certain nombre d'enseignements généraux utiles pour la formulation d'une stratégie d'efficacité énergétique.

Le premier enseignement que l'on peut tirer de l'examen des politiques, des mesures et des programmes d'efficacité énergétique est qu'il n'y a pas un instrument ou une mesure privilégiée mais que la réussite de la mise en œuvre d'une politique résulte de l'utilisation de toute une batterie d'instruments convenablement articulés. Tous les programmes réussis dans les différents pays illustrent l'importance d'une architecture solide, d'un dispositif cohérent et de l'utilisation d'une batterie complète d'instruments utilisant de façon complémentaire des moyens d'incitation et de promotion déjà éprouvés et des moyens innovants.

Le second enseignement est le large éventail des moyens utilisés par les pays, notamment européens, pour la mise en œuvre de la maîtrise de l'énergie dans ses deux composantes, afin notamment de respecter les engagements du Protocole de Kyoto.

On retrouve dans chaque pays l'importance de la réglementation qui reste un outil puissant, dépendant de façon croissante de décisions communautaires. On constate également partout l'importance des institutions dédiées à la maîtrise de l'énergie, aux niveaux national, régional et local, mais les formes et les responsabilités de ces organismes varient d'un pays à l'autre.

Une tendance générale se dégage qui consiste à donner une responsabilité plus grande aux opérateurs énergétiques et financiers dans la mise en œuvre des projets d'efficacité

énergétique. Le rôle de régulateur des Etats prend alors toute son importance pour fixer les règles du marché permettant le développement de l'efficacité énergétique.

Le troisième enseignement est l'importance croissante des initiatives régionales et locales. Cela est particulièrement vrai dans les pays où une longue tradition de décentralisation ou d'initiative citoyenne facilite les initiatives locales et territoriales et favorise par conséquent les actions de maîtrise de l'énergie. Mais cette tendance est générale et se manifeste en particulier dans les pays en transition d'Europe centrale et orientale, en partie sans doute en réaction au système centralisé qui y a prévalu jusqu'en 1990. Cette évolution nécessaire implique la création, la formation et l'animation d'équipes locales en soutien aux autorités locales. La constitution de réseaux d'information et d'échanges au niveau national et international se développe.

Le quatrième enseignement est la diversification remarquable dans le domaine des incitations publiques à la maîtrise de l'énergie, notamment financières qui s'est accélérée ces dernières années, avec un recours croissant au partenariat et à l'utilisation de fonds spécifiques destinés au soutien, sous différentes formes, aux investissements.

Aux instruments traditionnels s'ajoutent des formules de financement donnant une plus grande part d'intervention aux opérateurs privés. En effet, à l'heure de la libéralisation des marchés européens, notamment des marchés de l'énergie, les Etats membres cherchent à accroître le rôle du secteur privé dans le financement des opérations d'efficacité énergétique afin d'intégrer l'efficacité énergétique dans une perspective de marché. Ces instruments peuvent se traduire par des mécanismes de type « crédit-bail » ou « tiers financement » faisant intervenir des sociétés de services énergétiques (ESCO), par le développement de « Fonds d'investissement » ou de « Fonds de garantie », ou par l'octroi de prêts à taux bonifiés et à des conditions avantageuses par des banques publiques ou privées.

Le cinquième enseignement, de caractère négatif celui-là, est que les efforts d'utilisation rationnelle de l'énergie ont porté jusqu'ici essentiellement sur le secteur de l'industrie et celui des bâtiments (résidentiel et tertiaire) et, que, de façon très générale, c'est-à-dire à la fois au niveau de l'Union Européenne comme à celui des Etats membres, très peu de choses ont été faites dans le secteur des transports. Et cela malgré la dépendance quasi totale de ce secteur vis-à-vis des produits pétroliers, la croissance de sa consommation d'énergie et les nuisances de tous ordres qu'il entraîne (notamment les émissions de gaz à effet de serre). Certes on cite des exemples de villes qui sont en pointe pour le développement des transports collectifs urbains mais les choses vont très lentement et le rail continue de perdre des parts de marché pour le transport des marchandises.

Les programmes les mieux réussis sont ceux réunissant les caractéristiques suivantes :

- Cohérence (bonne définition du groupe ciblé et une bonne articulation des mesures entre elles).
- Coût bien réparti entre les acteurs concernés et l'Etat.
- Souplesse, simplicité administrative, qualité de l'information et de la sensibilisation, participation et motivation des différents acteurs.
- Continuité : instauration d'une politique d'efficacité énergétique structurelle, programmée et durable.
- Avantages environnementaux conséquents.

7. CONCLUSION

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. Elle 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 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"*.

Une stratégie globale d'efficacité énergétique est nécessaire et possible : elle s'applique à tous les secteurs d'activités, dans tous les pays et dans tous les territoires. Aussi bien les impératifs de sécurité énergétique que ceux de la lutte contre le changement climatique convergent pour son application à grande échelle. Elle constitue le premier facteur d'une moindre vulnérabilité énergétique (dans la plupart des pays, l'efficacité énergétique constitue la première ressource énergétique du pays) et de l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. 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.

Les enjeux en termes énergétiques, économiques et environnementaux sont considérables, en particulier pour les pays en forte croissance et à très forts besoins d'infrastructures (logements, systèmes de transports, etc.).

La réalisation de ces potentiels implique une mobilisation de moyens humains et financiers à la hauteur des enjeux (ces moyens créent de la valeur). La priorité doit être donnée à l'augmentation des capacités (en quantité et en qualité) humaines et institutionnelles (agences, équipes locales, expertise, réseaux) à tous les niveaux. D'autre part, des moyens et mécanismes financiers spécifiques doivent être mis en œuvre : fonds publics dédiés, fonds de garantie, fonds d'investissement public-privé, développement des sociétés de services énergétiques. Les politiques de transport doivent être radicalement réorientées vers le transport collectif en zone urbaine et péri urbaine et vers le rail pour les transports de marchandises et de passagers. Les compagnies énergétiques doivent contribuer à cet effort.

S'ils mettent en œuvre une telle stratégie, les pays industrialisés, au premier rang desquels les plus gaspilleurs des ressources énergétiques, peuvent réduire leur consommation d'énergie dans des proportions notables.

Les pays en développement et émergents 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 connaît.

Pour la plupart des pays, y compris des grands producteurs d'énergie, l'efficacité énergétique est la première ressource énergétique nationale pour les prochaines décennies.

Les politiques mises en œuvre dans les pays émergents et tout particulièrement en Chine durant les dix années qui viennent seront décisives, pour ces pays eux-mêmes et pour l'avenir de la planète.

Tous les pays en développement ont besoin d'une croissance économique forte afin de répondre aux besoins de leur population. Cette croissance est nécessaire et légitime mais elle ne pourra se réaliser qu'en adoptant une démarche vigoureuse d'efficacité énergétique dans tous les secteurs d'activité et dans tous les territoires, en milieu urbain comme en zones rurales. Cela est possible: la conception et la réalisation des infrastructures nouvelles (urbanisme, bâtiments, moyens de transport) comme la rénovation énergétique des bâtiments et des installations industrielles existantes présentent des potentiels considérables d'économies d'énergie.

La combinaison de l'efficacité énergétique et du développement des énergies renouvelables, alliée à la capacité d'innovation doivent permettre aux pays émergents d'inventer et de réaliser un « nouveau modèle énergétique » pour un développement durable.

Dés aujourd'hui, face aux ravages sociaux de la crise économique, l'efficacité énergétique constitue un formidable pourvoyeur d'activités et d'emplois dans tous les secteurs et tous les territoires.