

# L'énergie face aux défis du développement durable

*Avant de s'interroger sur les relations entre énergie et développement durable, il convient de rappeler quelques notions-clés.*

## 1. Rappel de quelques notions de base

### 1.A. Le concept d'énergie et sa mesure

Si l'énergie est l'apport nécessaire à un système pour lui faire subir une transformation, et permet de produire un travail mécanique, de l'électricité ou de la chaleur, sa prise en compte dans les bilans énergétiques (ou comparaison de la production et de la consommation par sources au cours d'une année) peut largement différer selon le stade des transformations pris en compte. On distingue ainsi - l'*énergie primaire* ou quantité totale produite ou importée (c'est le concept du TPES - *Total Primary Energy Supply* - de l'Agence internationale de l'Energie - IEA - correspondant à la production indigène + le solde importations/exportations et les changements intervenus au niveau des stocks), - l'*énergie secondaire* ou énergie résultant d'une transformation d'une énergie primaire (comme l'électricité produite dans une centrale thermique au départ de gaz naturel), - l'*énergie finale* ou énergie livrée au consommateur (où interviennent des pertes dues au transport ou à des transformations éventuelles) et - l'*énergie utile*, celle qui est réellement utilisée (plus réduite encore que la précédente en raison des pertes surtout dues au rendement insuffisant des équipements). La consommation d'énergie finale représente en moyenne dans le monde environ 70 % de la consommation d'énergie primaire et la consommation utile 40 % de cette même consommation d'énergie primaire.

En outre, il serait utile de pouvoir comptabiliser aussi l'*énergie grise*, c'est-à-dire celle qui correspond à la somme de toutes les énergies nécessaires à la production, à la fab-

rication et à la distribution d'un produit, à la production de la matière première et à la transformation de celle-ci en un produit fini. L'énergie grise est donc l'énergie nécessaire à la production et à la distribution d'un produit, à la production de la matière première et à la transformation de celle-ci en un produit fini.

Le développement durable comprend plusieurs voies, dont celle des énergies renouvelables, mais il existe d'autres voies qui doivent être explorées. Il existe des voies qui peuvent contribuer à l'efficacité énergétique et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ces voies doivent être explorées et développées. Il existe des voies qui peuvent contribuer à l'efficacité énergétique et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ces voies doivent être explorées et développées.

Si l'*unité de base* en énergie est le Joule (J), la tep (tonne-équivalent pétrole) sert généralement à comparer les pouvoirs calorifiques des différentes sources énergétiques ; pour rappel : une tep = 42 GJ, soit  $42 \times 10^9$  J, tandis que le baril est une unité spécifiquement utilisée pour la production ou la vente du pétrole ; pour rappel : 1 baril = 158,984 litres = 5,7 GJ. La production et la consommation d'électricité sont par contre exprimées en kWh ou en un de ses multiples comme le GWh ( $10^9$  Wh) ; pour rappel : 1 kWh = 0,0036 GJ =  $10^3$  Wh. Trois exemples peuvent aider à mieux appréhender la consommation d'électricité : 1 kWh correspond à l'énergie consommée par une ampoule traditionnelle de 100 W qui brûle pendant 10 heures ; un réfrigérateur consomme en moyenne 350 kWh par an et un congélateur 600 ; un ménage moyen consomme entre 800 et 1 000 kWh par mois. Quant à la puissance d'une centrale électrique, on l'exprime en MW ( $10^6$  W). Une unité d'une centrale thermique peut atteindre 600 MW et une unité d'une centrale nucléaire 1 400 MW. Les plus grandes fermes éoliennes marines dépassent les 300 MWc (mégawatt crête) et la plus grande centrale photovoltaïque 70 MWc, la puissance de ces centrales étant exprimée en MWc et non MW afin de tenir compte du facteur de charge qui est le rapport entre l'énergie électrique effectivement produite sur une période donnée et l'énergie qu'elle aurait produite si

\* Professeur invité à l'Université de Liège.

elle avait fonctionné à sa puissance nominale (c'est-à-dire maximale) durant la même période. Ce facteur de charge varie en effet de 20 à 40 % pour l'éolien et de 10 à 15 % pour le solaire photovoltaïque contre 70 à 90 % pour les autres centrales ; il handicape sans aucun doute les énergies renouvelables, d'où la nécessité d'interconnecter au maximum toutes les installations afin de pouvoir mieux réguler des variations ne se produisant pas toutes au même moment et de développer des *smart grids* ou réseaux intelligents permettant grâce à des technologies informatiques de mieux gérer les variations de l'offre et de la demande entre les producteurs et les consommateurs d'électricité.

### 1.B. Diversité des ressources et des usages

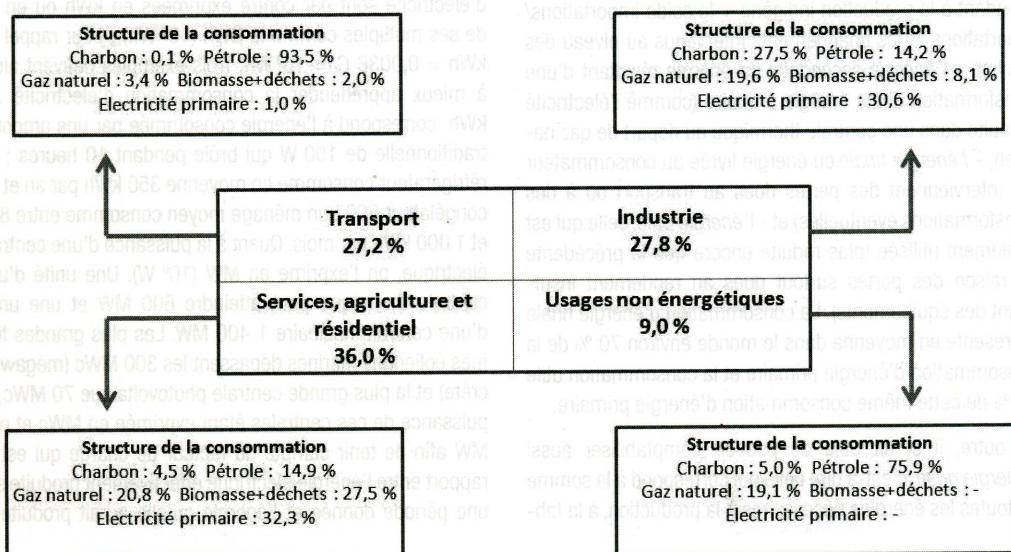
Les ressources énergétiques sont diverses. Une première manière de les dépasser est de distinguer les énergies de stocks des énergies de flux, ce qui permet de séparer les combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel) et les métaux fissiles (uranium) ou énergies épuisables des énergies renouvelables (issues de l'eau en mouvement, de la biomasse, du soleil, du vent ou de la chaleur de la terre). Selon l'AIE (2010), les combustibles fossiles ont contribué en 2008 à 81,3 % de la production d'énergie primaire du monde (pétrole : 33,2 % ; charbon : 27 % et gaz naturel : 21,1 %), le nucléaire à 5,8 % et les énergies renouvelables à 12,9 % ; parmi ces dernières, la biomasse représente 10 %, l'hydroélectricité 2,2 % et les autres énergies renouvelables, seulement 0,7 % (dont 80 % pour la géothermie). La part des énergies éolienne et solaire est donc toujours très faible dans le bilan mondial actuel. C'est aussi le cas en

France où en 2009 45 % de la production primaire d'énergie renouvelable vient du bois énergie, 25 % de l'hydraulique contre 3 % pour l'éolien et 0,3 % pour le solaire (Service de l'Observation et des Statistiques, 2010).

Par ailleurs, les ressources énergétiques contribuent différemment aux besoins des quatre grands secteurs utilisateurs d'énergie (figure 1). Le transport recourt presque exclusivement au pétrole et à ses dérivés. L'électricité est la première source d'énergie pour l'industrie où elle est très appréciée pour sa facilité d'utilisation ; mais le rôle du charbon y reste important, notamment en sidérurgie pour produire du coke et le poids du gaz naturel croît en lien avec la multiplication des réseaux de distribution. L'électricité est aussi la première ressource pour le secteur des services, de l'agriculture et du résidentiel ; mais ce secteur, qui est aujourd'hui le plus important en termes de consommation d'énergie, recourt aussi beaucoup à la biomasse (bois-énergie et surtout biomasse traditionnelle dans les pays du Sud) ; pour le résidentiel, les besoins à couvrir sont d'abord le chauffage puis la cuisson, le fonctionnement des appareils ménagers et informatiques et, enfin, l'éclairage. Quant aux usages non énergétiques des ressources, il s'agit principalement de la production de matières premières en pétrochimie, voire en carbochimie.

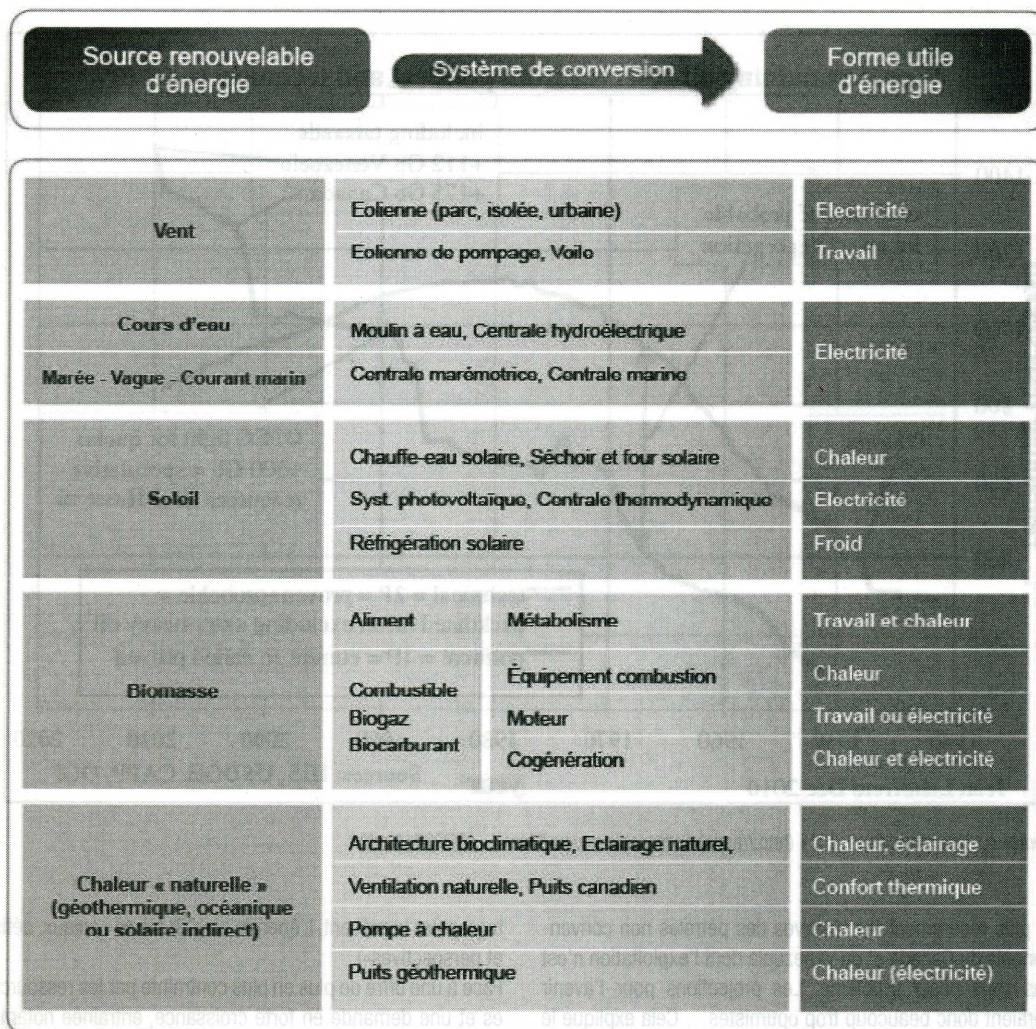
Il n'y a donc pas toujours possibilité de substitution d'une ressource par une autre. C'est également vrai pour les énergies renouvelables puisque certaines ne produisent que de l'électricité alors que d'autres produisent aussi de la chaleur (ou du froid) ou encore un travail (figure 2).

**Figure 1.** Part de chaque ressource dans l'approvisionnement des quatre grands secteurs



Source : d'après des données de l'IEA, *Key World Energy Statistics*, 2010, *op. cit.*, p. 37.

Figure 2. Les filières des énergies renouvelables



Source: APERe, *Renouvelée* 34, mai 2011, p. 8. (<http://www.apere.org/doc/Renouvelée34.pdf>).

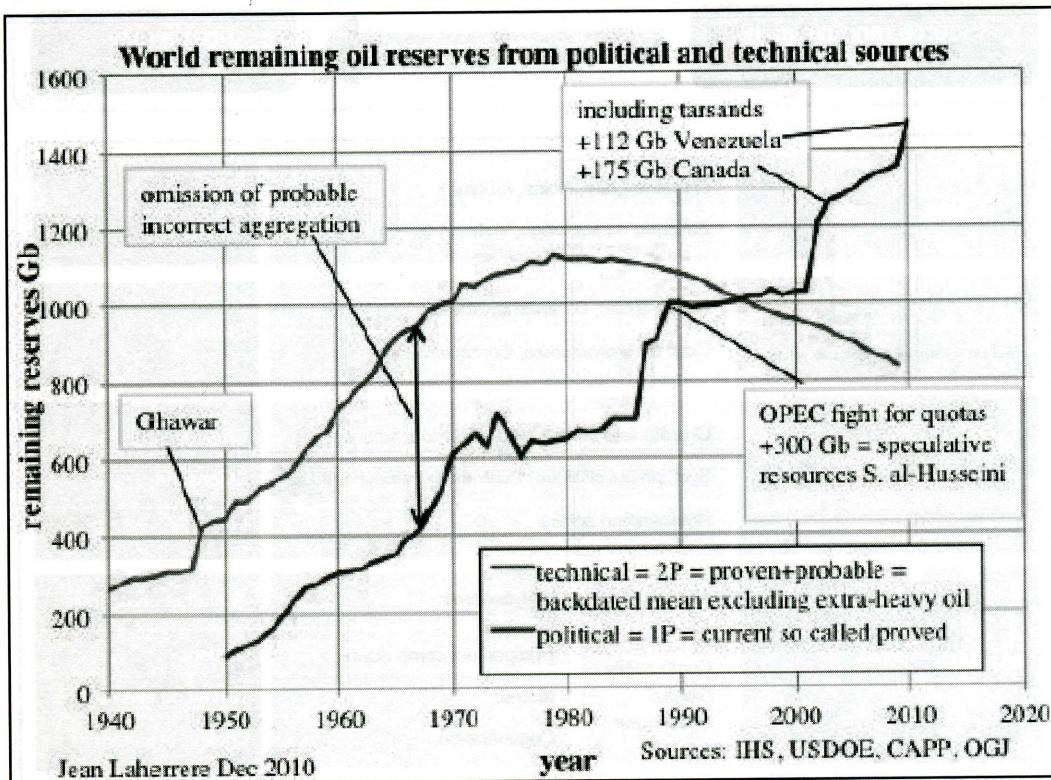
### 1.C. Trois contraintes pour le futur : les réserves, les prix et les impacts sur l'environnement

Les futurs énergétiques semblent de plus en plus contraints par les ressources disponibles par ailleurs inégalement réparties à la surface de la terre, par les prix qui augmentent et devraient de plus en plus augmenter et par les nuisances et risques engendrés par la production, le transport et la consommation d'énergie.

Dans le cadre de cet article, ne pouvant pas développer ces trois thématiques, nous nous contenterons de mettre en évidence quelques faits majeurs, renvoyant le lecteur à des ouvrages spécialisés (voir bibliographie).

La question des **réserves** est sans conteste au cœur des débats sur les futurs possibles. Il s'agit d'une question suscitant des polémiques en raison des incertitudes sur les chiffres en particulier ceux du pétrole. Ainsi tout porte à croire, comme le montre la figure 3, que les chiffres issus de sources « politiques », c'est-à-dire ceux qui sont officiellement publiés par des organismes publics (émanant des Etats) ou privés (comme les compagnies pétrolières comme BP) diffèrent sensiblement de ceux que l'on peut rassembler à partir de sources plus techniques. Entre 1950 et 1995, les réserves annoncées officiellement étaient donc supérieures aux réserves réelles alors que depuis, c'est la situation inverse, car on y a notamment intégré des réajustements de réserves demandés par certains états de l'OPEP

Figure 3. Comparaison entre les réserves politiques et techniques du pétrole



Source : J. Laherrere, Aspo, 2011 ([http://aspofrance.viabloga.com/files/JL\\_ASP02011.pdf](http://aspofrance.viabloga.com/files/JL_ASP02011.pdf)).

et plus récemment les réserves des pétroles non conventionnels du Canada et du Venezuela dont l'exploitation n'est pas sans poser problème. Les projections pour l'avenir seraient donc beaucoup trop optimistes... Cela explique le succès croissant du concept « pic pétrolier » qui désigne le maximum prévisible ou historique de production d'un gisement, d'un pays ou du monde. Pour certains auteurs dont J.-M. Jancovici (2010), le pic pour le pétrole conventionnel à l'échelle du monde a sans doute été atteint dans le milieu de la décennie 2000-2010 et il sera atteint pour tout le pétrole (donc avec l'offshore profond et les extra-lourds) entre 2010 et 2020. Le même auteur prévoit un pic pour le gaz entre 2030 et 2050 et pour le charbon entre 2080 et 2150.

Les disponibilités en combustibles fossiles sont donc fortement limitées exception faite de celles du charbon ; il en est de même pour l'uranium avec en outre dans ce cas une transparence plus réduite des informations. Par ailleurs, il fait souligner les très grandes inégalités dans la répartition spatiale des réserves comme dans celle des potentialités en termes d'énergies renouvelables (voir à ce propos les cartes publiées par Philippe Rekacewicz sur le site « Car-

tographier le présent. L'énergie au XXI<sup>e</sup> siècle : enjeux, défis et perspectives»).

Face à une offre de plus en plus contrainte par les ressources et une demande en forte croissance, entraînée notamment par l'augmentation de la consommation des pays émergents, les *prix* des énergies ne peuvent qu'augmenter d'autant plus que trois autres facteurs contribuent aussi aux variations des prix : les tensions géopolitiques, des événements particuliers (accidents, catastrophes naturelles, guerres, révoltes...) et bien sûr la spéculation sur les matières premières. L'ère de l'énergie bon marché semble derrière nous et tout porte à croire qu'il faudra aussi intégrer une incertitude quasi permanente provoquant de fortes fluctuations de prix.

Enfin les choix possibles pour le futur sont également très contraints par les *nuisances* et *risques* des énergies sur l'environnement. Il s'agit dans ce cas de prendre en compte non seulement les inconvénients permanents des différentes ressources mais encore les risques et accidents potentiels tout en sachant bien qu'aucune énergie n'est parfaite. Cette question sera analysée au point 2.B.

## 2. Energie et développement durable : les trois composantes majeures

Le concept de développement durable présentant trois dimensions (économique, environnementale et sociale), nous les analyserons successivement, poursuivant de la sorte des réflexions déjà publiées sur le même sujet (B. Mérenne-Schoumaker, 2007).

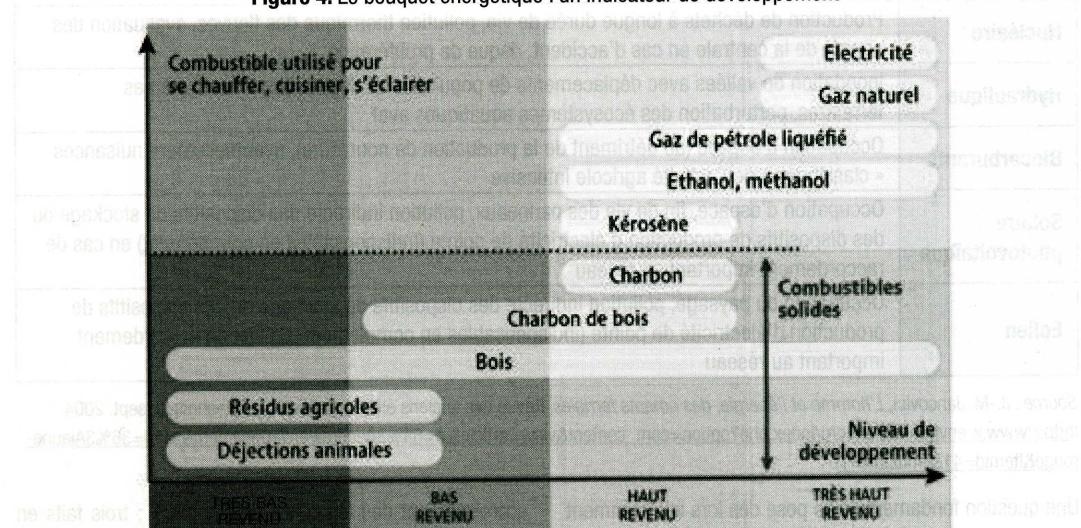
### 2.A. Energie et développement économique

Des liens étroits existent sans aucun doute entre quantité d'énergie consommée, diversité du bouquet énergétique et niveau de développement même si il faut admettre qu'une partie de la consommation d'énergie l'est par confort et qu'une autre partie est gaspillée. Pour traduire les liens entre consommation d'énergie et développement, il suffit de mettre en relation la répartition de la consommation d'énergie par habitant dans le monde (ou mieux encore la consommation d'électricité) avec le produit intérieur brut

(PIB) par habitant et par pays, indicateur traduisant le niveau de richesse matérielle produite par l'économie de ce pays (voir à ce propos les cartes de l'*Atlas des énergies mondiales* - B. Barré et B. Mérenne-Schoumaker, 2011, p. 41.). Plus pertinent encore est de mettre en relation la consommation d'énergie avec l'indice du développement humain (IDH) qui cherche quant à lui à traduire les niveaux de vie des populations. L'énergie est en fait essentielle non seulement au développement des activités industrielles, tertiaires et agricoles mais encore à la qualité de vie des populations, à leur santé, à leur éducation, à leur capacité à se déplacer. Sans un minimum d'énergie pas de développement possible. Or chacun sait qu'aujourd'hui, près d'un quart de la population mondiale n'a toujours pas accès à l'électricité.

Comme le montre la figure 4, la composition du bouquet énergétique est aussi corrélée au niveau de développement, les pays à très bas revenu consommant surtout des résidus agricoles et des déjections animales alors que ceux à très haut revenu consomment principalement de l'électricité et du gaz naturel.

Figure 4. Le bouquet énergétique : un indicateur de développement



Source : Cartographier le présent, L'énergie au XXIe siècle : enjeux, défis et perspectives (<http://www.cartografareilpresente.org/article359.html>).

Une question fondamentale doit dès retenir notre attention : quelle est la quantité d'énergie nécessaire pour permettre un développement réellement durable dans tous les pays et les régions du monde ?

### 2.B. Energie et environnement

La prise de conscience accrue des dangers que font courir à l'environnement la production, le transport et la consom-

mation d'énergie date de la fin des années 1960, mais c'est surtout depuis les années 2000 que l'accent a été mis sur les rejets de gaz à effet de serre (GES) qui sont aujourd'hui le plus souvent à la une de l'actualité dans le cadre du réchauffement climatique.

De nouveau, il ne peut être question ici de débattre de cette question complexe qui a conduit à différentes mesures tant internationales (Protocole de Kyoto) que nationales (le

facteur 4 en France) et qui est à l'origine du rejet des combustibles fossiles, principalement le charbon et de la montée en puissance récente non seulement des énergies hydrauliques, du vent, du soleil mais encore des agrocarburants et de l'énergie nucléaire. Toutefois, la crise alimentaire de 2007-2008, l'accident en avril 2010 sur la plate-forme Deepwater Horizon dans le golfe du Mexique et le récent accident de Fukushima au Japon (11 mars 2011) ont rappelé qu'il ne suffit pas de s'occuper des GES. Il faut aussi prendre en compte les autres pollutions et nuisances (déforestation et occupation des terres,

pollutions des sols et des eaux, rejets radioactifs, gestion des déchets, affaissements de terrain, nuisances paysagères, pluies acides...) ainsi que les risques et les accidents (les accidents nucléaires, les marées noires, les autres accidents comme les catastrophes minières, les accidents sur les lieux d'exploitation du pétrole et du gaz et lors de leur transport, les ruptures des barrages...). Comme nous l'avons montré (B. Mérinne-Schoumaker, 2011, pp. 199-220), toutes les énergies présentent des nuisances et des risques mais les dommages potentiels diffèrent toutefois (Tableau 1). Seule l'énergie que l'on ne consomme est dès lors le bon choix.

**Tableau 1** - Principaux problèmes environnementaux liés à l'utilisation des sources d'énergie

Type d'énergie primaire	Risques ou inconvénients environnementaux associés
<b>Charbon</b>	Changement climatique, pollution soufrée locale, poussières, ruissellement de la pluie sur les cendres, affaissements, perturbation des nappes phréatiques, pollution thermique des fleuves
<b>Pétrole</b>	Changement climatique, pollution soufrée locale, pollution de la surface des océans et marées noires, pollution des sols sur l'emprise des raffineries
<b>Gaz naturel</b>	Idem pétrole, sauf pollution soufrée et pollution marine
<b>Bois</b>	Déforestation, pollution locale ou régionale
<b>Nucléaire</b>	Production de déchets à longue durée de vie, pollution thermique des fleuves, évacuation des abords de la centrale en cas d'accident, risque de prolifération
<b>Hydraulique</b>	Inondation de vallées avec déplacements de population et destruction d'écosystèmes terrestres, perturbation des écosystèmes aquatiques aval
<b>Biocarburants</b>	Occupation d'espace (au détriment de la production de nourriture), éventuellement nuisances « classiques » de l'activité agricole intensive
<b>Solaire photovoltaïque</b>	Occupation d'espace, fin de vie des panneaux, pollution indirecte des dispositifs de stockage ou des dispositifs de production d'électricité de pointe (indispensables en complément) en cas de raccordement important au réseau
<b>Eolien</b>	Occupation du paysage, pollution indirecte des dispositifs de stockage ou des dispositifs de production d'électricité de pointe (indispensables en complément) en cas de raccordement important au réseau

Source : J.-M. Jancovici, *L'homme et l'énergie, des amants terribles*, Revue des anciens élèves de l'Ecole polytechnique, sept. 2004 ([http://www.x-environnement.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=54%3Aenergieenvironnement&catid=36%3Ajaune-rouge&Itemid=41&limitstart=1](http://www.x-environnement.org/index.php?option=com_content&view=article&id=54%3Aenergieenvironnement&catid=36%3Ajaune-rouge&Itemid=41&limitstart=1)).

Une question fondamentale se pose dès lors ici : comment composer un bouquet énergétique qui permette un développement réellement durable?

## 2.C. Energie et justice sociale

Nous avons déjà évoqué en 2.A. les très grandes inégalités en matière d'accès à l'énergie entre les pays du Nord et du Sud. Mais des inégalités se manifestent aussi de plus en plus au sein des sociétés des pays développés fragilisant un développement réellement durable.

L'exemple de la France permet de le mettre en évidence. En effet, une étude récente de l'INSEE (2010) a montré un

accroissement des inégalités depuis 1985 ; trois faits en témoignent : - le rapport entre l'effort énergétique des 20 % des ménages les plus pauvres et celui des 20 % les plus aisés est passé de 1,22 en 1985 à 1,32 en 2006 ; - aujourd'hui, 20 % des ménages les plus pauvres consacrent 9,6 % de leur budget à l'énergie contre 7 % pour les 20 % des ménages les plus aisés ; - les inégalités se manifestent aussi entre ville et campagne puisque l'effort énergétique est deux fois plus faible dans l'agglomération parisienne (5,7 %) qu'en zone rurale (11,3%).

Cette dimension du problème conduit à une troisième question fondamentale: comment réduire les inégalités entre les hommes et construire un avenir durable?

### 3. Gérer durablement les énergies

Construire un développement durable impose dès lors d'importants changements. Comme cela fut bien mis en évidence dans l'*Atlas des énergies mondiales* (B. Barré et B. Mérenne-Schoumaker, 2011, *op. cit.*, pp. 76-87) dont le texte qui va suivre reprend les grandes idées, ces changements impliquent à la fois d'accroître l'efficacité et de réduire les consommations et, parallèlement, de diversifier les ressources et les approvisionnements. Ces changements doivent par ailleurs intervenir dans quatre champs prioritaires : transports et mobilité, aménagement du territoire et urbanisme, modes de consommation et réduction des inégalités.

#### 3. A. Deux pistes majeures

##### 3.A.1. Accroître l'efficacité et réduire les consommations

Réduire les consommations d'énergie, à service rendu égal, à la fois au niveau de la production, du transport et de la consommation et ce tant par des progrès technologiques que par de nouveaux comportements est ce que l'on a coutume d'appeler l'*efficacité énergétique*. Elle mesure donc le rapport entre la consommation d'énergie finale et celle d'énergie primaire. En fait, l'accroissement de l'efficacité énergétique est une tendance lourde de l'économie mondiale expliquant notamment la diminution de l'*intensité énergétique* (qui exprime le rapport entre la consommation énergétique et le PIB) dans de nombreux pays développés. Ainsi, s'il fallait en 1973 0,22 tep pour produire 1 000 \$ de valeur ajoutée dans les pays de l'OCDE, il n'en faut plus en 2008 que 0,14 (J.-M. Chevalier, 2008, p. 18). Mais cette baisse n'est pas suffisante pour compenser l'augmentation de la consommation.

On comprend dès lors mieux que l'accroissement de l'efficacité soit une préoccupation majeure de l'Union européenne qui a évalué de manière précise dans le *Livre Vert sur l'efficacité énergétique* de 2005 les économies potentiellement rentables par sous-secteur (bâtiments, industries, transports, centrales électriques ...) et a inscrit dans son Plan 2007-2012 un objectif de 20 % d'économies pour 2020. Mais l'UE n'a pas pris de mesures contraignantes par Etat (contrairement aux objectifs à atteindre en matière d'énergies renouvelables), ce qui explique les difficultés actuellement rencontrées pour atteindre cet objectif et la présentation d'un nouveau plan le 9 mars 2011 visant principalement le secteur du bâtiment (bâtiments publics et privés) et l'industrie. En fait, s'il existe une important potentiel d'économies dans les bâtiments (qui représentent 40 % de la consommation énergétique), d'autres secteurs devraient sans doute davantage être visés : les transports (26 % de la consommation) et la production d'énergie (via le développement de la cogénération et de centrales plus performantes comme les cycles combinés au gaz).

##### 3.A.2. Diversifier les ressources et les approvisionnements

Gérer durablement impose aussi de chercher à assurer partout la sécurité énergétique, sécurité menacée par de nouveaux enjeux : la croissance de la demande mondiale, le caractère limité des ressources, la recherche d'une indépendance vis-à-vis des grands fournisseurs, le poids des défis environnementaux, l'importance des innovations technologiques... Dans ce cas, les choix ne peuvent être universels même s'il faut promouvoir des solidarités entre pays et surtout entre les plus développés et les plus pauvres principalement en matière de transfert de technologies ; les choix doivent différer selon les lieux car ils doivent intégrer les ressources disponibles, la situation géographique, les relations avec les fournisseurs et sans doute les moyens financiers et technologiques...

L'Union européenne l'a bien compris, puisque sa Directive énergies renouvelables du 17 décembre 2008 qui fixe des objectifs contraignants par Etat pour 2020, les module selon les potentialités : par exemple, 49 % pour la Suède, 34 % pour l'Autriche, 30 % pour le Danemark mais seulement 11% pour le Grand-Duché de Luxembourg, 13 % pour la Belgique et 15 % pour le Royaume-Uni, la moyenne européenne de 20 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie devant toutefois être atteinte par l'UE des 27 (Global Chance, Fiche 29, 2009).

#### 3.B. Quatre champs prioritaires

##### 3.B.1. Transports et mobilité

Nos modes de vie et la mondialisation croissante de l'économie et du commerce ont entraîné un important développement des transports. Ceux-ci représentent aujourd'hui 28 % de la consommation mondiale d'énergie. Ils sont à 93 % dépendants des produits pétroliers (figure 1) et leur part dans la demande finale de ces produits devrait passer de 50 % en 2000 à 60 % en 2030. Face à la pénurie annoncée de pétrole et l'impérieuse nécessité de diminuer les émissions de gaz à effet de serre, agir sur les transports est un impératif. Deux axes semblent s'imposer : transporter «moins» en réduisant les volumes de trafic (le nombre de déplacements, les distances parcourues...) et transporter «mieux» en favorisant un report des trafics routiers vers les modes moins consommateurs et moins polluants (ferroviaire, fluvial, transports collectifs).

De telles options impliquent à la fois des actions collectives et individuelles comme le montrent différentes pistes que nous avons individualisées pour viser à une mobilité maîtrisée.

- *Transporter moins* : donner la priorité aux piétons et aux vélos en ville, développer les circuits courts, favoriser la mixité des activités et densifier les zones proches des transports en commun...

- *Transporter mieux* : favoriser la complémentarité entre les modes de transport (en développant par exemple des parkings de délestage pour les voitures ou des plates-formes multimodales pour les marchandises), améliorer l'offre ferroviaire et dans les espaces urbains l'offre en transports en commun, favoriser l'usage collectif de la voiture (covoiturage et auto-partage), former à l'écoconduite, développer les transports marchandises par voies fluviale et ferroviaire...

### 3.B.2. Aménagement du territoire et urbanisme

Les densités comme la répartition des activités et des hommes sur un territoire ont un impact sur la consommation d'énergie car elles conditionnent les flux, les distances parcourues, les modes de transport utilisés et parfois les coûts de chauffage. On oppose ainsi la ville compacte favorisant les déplacements de courte distance et l'utilisation des transports publics aux villes étalées, villes des grandes distances à forte spécialisation fonctionnelle (zonage de l'habitat, des activités, des services et des espaces de loisirs). Consommer mieux l'énergie tout en en consommant moins passe donc par des actions en termes d'aménagement du territoire et d'urbanisme.

Dans ce cas aussi, il s'agit de combiner des actions collectives et individuelles afin d'atteindre les objectifs suivants.

- *Accroître la compacité du bâti* : reconstruire la ville sur la ville via la rénovation du bâti existant et la réutilisation des friches, reconquérir les vides urbains...
- *Augmenter les densités urbaines* : densifier en hauteur, limiter les tailles des parcelles, freiner la périurbanisation des populations et des activités...
- *Favoriser la mixité des fonctions* : construire des immeubles mixtes, favoriser les projets multifonctionnels, éviter les grands zonages dans les documents de planification, développer de petits parcs urbains pour les activités légères...
- *Organiser les territoires à partir des réseaux et des pôles de transport* : localiser les nouveaux développements résidentiels près des gares ou dans des zones bien desservies par les transports en commun, installer les parcs pour activités plus lourdes près des voies d'eau ou du réseau ferré...

### 3.B.3. Modes de consommation

Si les politiques de maîtrise de la demande d'énergie ont assez bien réussi auprès des industriels, il n'en va pas de même pour les ménages qui continuent à accroître leur consommation. Or il existe en ce domaine d'importants gisements d'économies possibles non seulement au niveau du chauffage ou de l'éclairage mais encore des loisirs-culture et du bureau. Il faut donc amplifier les instruments de politiques publiques (fiscaux, réglementaires, de sensibilisation) et sans doute les compléter. Ainsi, il serait utile de

promouvoir davantage les circuits courts ou de renforcer les normes de l'étiquette énergie mise au point par la Commission européenne. Il faut aussi mieux informer et former les populations dès l'école élémentaire. Comme pour les transports, il s'agit de consommer moins et de consommer mieux.

- *Consommer moins* : isoler son logement et bien le ventiler, réduire la température ambiante à 19-20 °, produire l'eau chaude directement lorsqu'on la consomme et ne pas la stocker, laver le linge à des températures moins élevées et limiter l'usage du sèche-linge, acheter des réfrigérateurs et des congélateurs A+ et A++, éteindre les locaux non occupés et utiliser des ampoules à basse consommation, débrancher les appareils lorsqu'on ne les utilise pas...
- *Consommer mieux* : préférer les produits frais issus de circuits courts, éviter les achats inutiles, acheter des produits plus économiques en énergie, utiliser des produits recyclés et chercher à favoriser le recyclage des produits dont on veut se défaire, éviter les emballages inutiles...

### 3.B.4. Réduction des inégalités

Aujourd'hui plus que jamais, comme nous l'avons déjà dit, l'accès à l'énergie se répartit de façon très inégale sur la Terre : entre les continents, entre les pays émergents et les pays développés et aussi et de plus en plus au sein d'un même pays. Un quart de la population mondiale consomme les trois-quarts de l'énergie. De telles inégalités ne peuvent perdurer car elles mettent en cause l'avenir même du Monde. Il faut donc que les pays développés et en particulier leurs habitants les plus riches consomment moins pour permettre aux pays peu ou moins développés de consommer plus, condition indispensable non seulement à leur développement mais encore à des conditions de vie plus décentes. Quelles sont les voies possibles, comment mettre en place un nouvel ordre économique mondial ? Des réponses technologiques sont sans doute indispensables mais elles ne peuvent suffire ; il faut y ajouter un important volet politique et comportemental.

Ainsi, une décroissance de 3 % des consommations d'énergie des pays de l'OCDE d'ici 2020 permettrait une quasi-stagnation des consommations mondiales et cette décroissance pourrait venir en grande partie des gains d'efficacité (R. Bonnaterre, *Le blog des énergies nouvelles*, 27 mai 2009).

Par ailleurs, il est indispensable de concevoir pour le Sud d'autres modèles de développement que ceux qui ont été développés dans le Nord en privilégiant trois pistes majeures : une plus forte diversification des ressources, un plus grand recours aux énergies renouvelables et une plus grande efficacité énergétique, ce qui impose une aide technique et financière des pays du Nord.

Dans les pays développés, il faut sans doute aussi moins aider les plus riches et taxer leurs surconsommations pour aider les plus pauvres en supprimant par exemple les aides à l'installation de panneaux photovoltaïques aux particuliers pour obtenir des moyens pour isoler les logements sociaux. Comme le dit bien P. Radane (2005, pp. 239-241), « il est totalement suicidaire de voir les uns acculés dans le dénuement, tandis que d'autres s'installent dans le gaspillage et la destruction. Il faut ouvrir une voie politique qui prenne acte de l'expansion humaine et qui assure l'indispensable stabilité mondiale pour un projet égalitaire. Il n'y aura de paix durable dans ce siècle que s'il y a convergence des niveaux de développement et réduction des inégalités. Et la question de l'énergie est au cœur de ce débat. { } Le nœud ne s'ouvrira que quand chacun individuellement aura perçu qu'une vie agréable mais plus sobre est possible, que de nouveaux espaces s'ouvrent heureusement simultanément pour enrichir nos vies et que cela conditionne la paix et la cohérence sociale. Là seulement sera exprimé un mandat politique clair ».

A cette fin (J.-M. Chevalier, 2009, p. 288), « Il faut donc re-politiser les questions énergétiques et ce à tous les niveaux : mondial, régional, national et local ( ). Il faut à la fois renforcer la régulation mondiale et inventer de nouvelles formes de régulation pour mieux réglementer des problèmes tels que l'argent et la finance, la pollution et des questions comme le droit de la mer, les droits de propriétés, les responsabilités des Etats, des entreprises et des particuliers, le règlement des conflits et des différents. { } La mondialisation de l'économie s'est beaucoup accélérée depuis quelques années mais la mondialisation de la géopolitique est beaucoup plus lente. Les nations sont toujours là, défendant égoïstement leurs richesses, leurs intérêts locaux et leurs ambitions ».

Un autre monde dit P. Papon (2007, p. 256), « c'est un univers où l'énergie n'est plus seulement un enjeu de puissance mais où elle est aussi un facteur d'un développement plus équitable. Un débat est donc nécessaire sur les enjeux, les moyens des politiques énergétiques et les options qui sont ouvertes. Il y a nécessairement des dimensions politiques, scientifiques et techniques mais aussi éthiques. ».

## Conclusion

Choisir la voie du développement durable en matière d'énergie implique d'abord de chercher à comprendre les problèmes énergétiques dans leurs différentes dimensions : techniques, politiques, économiques et sociales, et ce aux différentes échelles spatiales afin de pouvoir se questionner correctement et se forger une opinion et au final pouvoir faire des choix en connaissance de cause. En ce domaine, l'école a un rôle fondamental à jouer : elle doit favoriser

les prises de conscience et aider au changement qui apparaît de plus en plus indispensable si on veut construire un réel futur pour notre monde. En effet, comme le dit Richard Heinberg du Worcester Polytechnic Institute à des étudiants dans une conférence du 14 mai 2011 : « les combustibles fossiles ont permis de construire le monde dans lequel vous avez vécu durant votre enfance et tout au long de vos années d'études. Maintenant c'est à vous d'imaginer et de construire le monde d'après les combustibles fossiles. C'est le défi et l'opportunité de votre vie. Je vous souhaite bonne chance pour que vous en profitiez au mieux ».

## Bibliographie de base

### Livres

- Barré B. et Mérinne - Schoumaker B. (2011) : *Atlas mondial des énergies. Mieux consommer dans un monde global*, Autrement, Paris.
- Chevalier J.-M. (2008) : *Les 100 mots de l'énergie*, PUF, Que sais-je n° 3815, Paris.
- Chevalier J.-M. (dir.) (2009) : *Les nouveaux défis de l'énergie. Climat-Economie-Géopolitique*, Economica, Paris.
- Mérinne - Schoumaker B. (2007) : « Energies et développement durable », in Y. Veyret (dir), *Le développement durable*, Editions Sedes, Cours Capes-Agrégation, Paris, pp. 98-113.
- Mérinne - Schoumaker B. (2007 et 2011) : *Géographie de l'énergie, Acteurs, lieux et enjeux*, Belin SUP Géographie, Paris.
- Merlin P. (2008) : *Energie et environnement*, Etudes, La Documentation française, Paris.
- Mons L. (2011) : *Les enjeux de l'énergie*, Petite encyclopédie, Larousse, Paris.
- Papon P. (2007) : *L'énergie à l'heure des choix*, Belin, Paris.
- Radanne P. (2005) : *Energies de ton siècle ! Des crises à la mutation*, Editions Lignes de Repères, Paris.
- Solier B. et Trotignon R. (2010) : *Comprendre les enjeux énergétiques*, Pearson, Paris.

### Sites

- Association pour l'étude des pics de production de pétrole et de gaz naturel (ASPO) France (<http://aspofrance.viabloga.com/texts/documents>)
- Cartographier le présent, L'énergie au XXIe siècle : enjeux, défis et perspectives (<http://www.cartografareilpresente.org/rubrique43.html?lang=fr>).
- International Energy Agency (IEA) (2010) : *Key World Energy Statistics* ([http://www.iea.org/textbase/hppdf/free/2010/key\\_stats\\_2010.pdf](http://www.iea.org/textbase/hppdf/free/2010/key_stats_2010.pdf)).
- Heinberg R. (25 mai 2011) : Génération pic pétrolier : une chance extraordinaire de changer le monde ([http://contreinfo.info/article.php3?id\\_article=3099](http://contreinfo.info/article.php3?id_article=3099))

Jancovici J.-M. (août 2010) : *A quand le pic de production mondial de pétrole?* ([http://www.manicore.com/documentation/petrole/pic\\_futur\\_petrole.html](http://www.manicore.com/documentation/petrole/pic_futur_petrole.html)) ; *Idem pour le gaz* ([http://www.manicore.com/documentation/petrole/pic\\_futur\\_gaz.html](http://www.manicore.com/documentation/petrole/pic_futur_gaz.html)) et le *charbon* ([http://www.manicore.com/documentation/petrole/pic\\_futur\\_charbon.html](http://www.manicore.com/documentation/petrole/pic_futur_charbon.html)).

Le blog des énergies nouvelles (<http://www.leblogenergie.com/>)

Les dépenses d'énergie des ménages depuis 20 ans : une part en moyenne stable dans le budget, des inégalités accrues, *Insee Première* n°1315 (octobre 2010) ([http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref\\_id=ip1315](http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=ip1315)).

Petit mémento énergétique de l'Union européenne, *Les Cahiers de Global Chance*, hors-série n°4, (avril 2009) (<http://www.global-chance.org/spip.php?article74>)

Le blog des énergies nouvelles (<http://www.leblogenergie.com/>)

**Bernadette MÉRENNE-SCHOUMAKER** : Géographe, Professeur à l'Université de Liège, spécialiste des questions de localisation des activités économiques, de développement territorial et de didactique de la géographie. Auteur de plus de 320 publications. Parmi eux : Bernadette Merenne Schoumaker, Géographie de l'énergie, Acteurs, lieux et enjeux, Belin, 2011.

## RÉSUMÉ / ABSTRACT

### **l'énergie face aux défis du développement durable**

Par Bernadette MÉRENNE-SCHOUMAKER

Les liens entre énergie et développement durable ne sont plus à démontrer. L'évolution des consommations énergétiques reflète bien l'histoire de l'humanité et plus particulièrement son évolution économique ou tout au moins celle des pays dits développés et plus récemment celle des pays émergents : pas de développement sans énergie. Mais il n'y a pas de production, de transport et de consommation d'énergie sans nuisances et risques ce qui pèse de plus en plus sur notre environnement. Par ailleurs, l'énergie a un coût donc un prix, ce qui contribue à accroître les inégalités entre les hommes et les territoires, inégalités susceptibles d'augmenter encore demain suite à une raréfaction de certaines ressources et aux coûts croissants liés aux pollutions de toute nature.

Cette communication tente de replacer les débats sur l'énergie dans le cadre du développement durable en se focalisant sur ses trois grandes dimensions : économique, environnementale et sociale, tout en y ajoutant un important volet politique et comportemental.

### **Energy addressing challenges to sustainable development**

By Bernadette MÉRENNE-SCHOUMAKER

The links between energy and sustainable development is not to be demonstrated anymore. The evolution of energy consumptions reflects the history of humanity and more particularly its economic evolution or at least this of developed countries and more recently this of emerging countries: no development without energy... However, there are no production, transport and energy consumption without pollution and risks which affect increasingly the environment.

In addition, energy has a cost, therefore a price, which leads to increasing inequalities between individuals and territories. These inequalities are still likely to grow up tomorrow due to the rarefaction of resources and increasing costs linked to pollution of all kinds.

This paper aims to replace the debates on energy in the framework of sustainable development focusing on three main dimensions: economic, environmental and social while adding an important component: the political and behavioural aspects.