

# Fuel is beauty small

Assurer les besoins d'énergie de 11 milliards d'hommes  
sans détruire la planète

Benjamin Dessus

**D**ans l'élaboration de stratégies de développement "soutenable" pour l'humanité, l'énergie joue un rôle à la fois irremplaçable mais aussi exemplaire des contradictions à surmonter.

C'est la première source des problèmes d'environnement local, régional et global. La très forte concentration de ses gisements fossiles, et en particulier du pétrole, impose à la fois concentration de capitaux, de moyens techniques et organisation internationale très élaborés. La très forte centralisation qu'imposent certaines des technologies de sa transformation en énergie finale (par exemple l'électonucléaire) et l'organisation en réseaux énergétiques maillés (pour le gaz naturel et l'électricité) structurent à la fois l'espace et la répartition des pouvoirs.

A leur tour les choix d'infrastructures lourdes d'urbanisme, de modes de transports, d'organisation de la production industrielle et de distribution des produits déterminent très largement l'évolution de sa consommation par les hommes.

La question énergétique est donc un bon révélateur des relations entre les problèmes planétaires et les microdécisions individuelles locales, entre les perspectives du très long terme et les pratiques quotidiennes d'aujourd'hui.

## Chaud devant

Où en sommes nous? Alors qu'un indien consomme moins de 300 litres d'équivalent pétrole par an, un américain en consomme l'équivalent de 7600 litres, 25 fois plus. 40% de la population mondiale est tout simplement privée d'électricité, et encore probablement pour longtemps.

*La loi du domaine énergétique est donc la surconsommation voisinant la pénurie.*

Pour l'environnement, ce n'est guère mieux: irrésistible croissance des émissions de gaz à effet de serre, pollution marine par les hydrocarbures, désertification, stockage des déchets nucléaires à longue durée de vie, risques de prolifération à partir du nucléaire civil ou déforestation du Sud, autant de sujets qui font régulièrement la une de nos journaux.

Les pays industrialisés sont aujourd'hui les principaux responsables des quatre premiers problèmes. Mais, s'ils se développent en imitant notre démarche, les pays du Sud vont bien vite venir nous rattrapper. Si la situation des années 70-90 se prolongeait jusque vers 2020, la simple croissance de la consommation des pays du Sud entraînerait à elle seule un doublement des consommations énergétiques mondiales d'énergies fossiles et des émissions de gaz carbonique associées.

Or, en 1994, avec une population de 5,3 milliards d'habitants dont 3 milliards sont en état de sous-développement, la consommation d'énergie fossile est déjà telle que des problèmes géopolitiques d'approvisionnement sont prévisibles à court ou moyen terme, et que les émissions de CO2 sont nettement supérieures à la capacité d'absorption par les océans.

*Comment alors gérer la question de l'approvisionnement en énergie des 10 ou 11 milliards d'habitants annoncés par les démographes pour 2100, dont 8 dans les pays aujourd'hui encore peu développés?*

Est-il vraisemblable d'alimenter tout ce monde en énergie sans risquer un épuisement très rapide des réserves et une montée irréversible des problèmes d'environnement, en particulier un réchauffement important de la planète?

Si l'on rejette à la fois "l'apartheid" qui consiste à refuser de fait aux pays pauvres l'accès à un développement au nom de la protection des intérêts supérieurs de la planète et l'utopie des ingénieurs qui sert de justification aux grands projets énergétiques à caractère futuriste et centralisé, que reste-t-il à proposer?

---

\* de l'anglais *sustainable* et par opposition à *insustainable*

## Les besoins énergétiques et le développement

C'est à partir de la description succincte de deux types de projections énergétiques très divergentes mais qui prennent en compte toutes deux le caractère inéluctable de l'accroissement des populations jusqu'à 11 milliards d'habitants vers 2100 et la nécessité de leur développement, qu'on se propose de faire ressortir les grandes options qui s'offrent à l'humanité.

### Les scénarios "laisser faire"

Le premier type d'approche est illustré par les travaux du Conseil Mondial de l'Energie (CME) qui publie à intervalles réguliers des études à caractère prospectif portant sur l'ensemble approvisionnement/demande énergétique mondiale à divers horizons. Ces études, réalisées à partir de projections de croissance démographique et économique régionales, consistent à rassembler des "dires" d'experts régionaux sur les évolutions énergétiques futures des régions concernées.

Ces expertises prennent implicitement pour base une "loi historique", celle de la liaison rigide entre croissance du produit intérieur brut d'une économie et croissance de sa consommation d'énergie. Autrement dit, l'élasticité du PIB par rapport à l'énergie resterait voisine de l'unité. Cette loi historique s'est effectivement trouvée vérifiée de 1950 à 1973 mais a été totalement prise en

défaut depuis. Entre 1973 et 1986 en effet, le PIB des pays de l'OCDE a augmenté de 35 % alors que la consommation d'énergie est restée stable. L'économie de 1200 Mtep réalisée ainsi dans ces pays en 1988 par exemple, équivaut à près de 4 fois la production nucléaire mondiale, ou à la production de pétrole de l'OPEP.

En fait les experts consultés envisagent pour les pays du Nord une sorte d'asymptote d'efficacité énergétique probablement liée au concept restrictif "d'économie d'énergie", qui s'applique à un parc de matériels existant, par opposition au concept d'efficacité énergétique qui s'applique aussi bien aux parcs à construire ou à renouveler qu'à l'existant. Ces mêmes experts n'envisagent pas non plus que les pays du Sud puissent améliorer significativement leur performances énergétiques. Il serait pourtant dangereux d'assimiler pénurie d'énergie et bon usage de l'énergie dans ces pays. C'est ainsi qu'une lampe à pétrole consomme, pour la même intensité lumineuse, 7 fois plus d'énergie qu'une ampoule à incandescence et 30 fois plus d'énergie qu'une lampe fluocompacte à basse consommation. De même la cuisson au feu de bois sur un foyer ouvert consomme 5 à 8 fois plus d'énergie que la cuisson au gaz. Quant aux camions et aux taxis-brousse le plus souvent vétustes, ils consomment 1,5 à 2 fois plus d'essence que leurs homologues modernes et bien entretenus.

*En fait le sous développement s'exprime aussi par l'inefficacité énergétique.*

C'est ainsi que, par exemple, dans le scénario de référence du Conseil Mondial de l'Energie publié en 1989, la consommation d'énergie aurait augmenté en 2020 de 80% par rapport à celle de 1985. En 2060, en poursuivant la tendance, le facteur serait de 3 dans un monde où les inégalités des années 1980 demeureraient puisque le PIB/hab des pays hors OCDE resterait 5,4 fois plus faible (comme en 1985) que celui des pays de l'OCDE.

### Des scénarios pour un monde viable

Le deuxième type d'approche est illustré par le scénario "Energie pour un monde viable" publié en 1988 par J Goldemberg et al (1) et plus récemment par le scénario NOE (Nouvelles Options Energétiques) (2). Dans ces scénarios, l'analyse se fonde sur une conception normative de l'évolution des relations entre l'activité économique et la demande d'énergie qui tient compte d'un progrès technique très précisément ciblé sur l'efficacité énergétique et "d'images de développement" des différentes régions à diverses époques.

Ce deuxième type de scénarios s'appuie sur une analyse du progrès technique fondée sur une rétrospective des 100 dernières années et conduit à envisager, pour le long terme, la possibilité de gains importants de productivité énergétique à la fois dans les pays du Nord et du Sud.

Quand on pense en effet au progrès technique dans le domaine énergétique, on évoque tout naturellement les

technologies de pointe, le nucléaire ou les forages offshore. Pourtant, en terme de rendement, les progrès sont restés relativement modestes: les centrales thermiques des années 30 affichaient des rendements de l'ordre de 30%. Nos meilleures centrales thermiques ne dépassent guère aujourd'hui 40% de rendement, nos centrales nucléaires 30%. En fait c'est la taille des outils qui a fondamentalement changé; les centrales actuelles sont 40 fois plus puissantes qu'il y a 50 ans.

Mais l'essentiel n'est pas là ; la véritable révolution du vingtième siècle est la chute vertigineuse des quantités d'énergie nécessaires à la satisfaction d'un service final donné. L'ampoule à incandescence des années 20 consommait 100 fois plus d'électricité que les ampoules fluocompactes d'aujourd'hui pour le même service rendu, les télévisions des années 50, 20 fois plus d'énergie que les télévisions à écrans plats qui sortent sur le marché japonais. Nos logements des années 50 consommaient 4 fois plus d'énergie de chauffage qu'aujourd'hui. A un niveau plus global, les Etats-Unis ont vu l'intensité énergétique de leur industrie (la quantité d'énergie nécessaire pour produire une unité de PIB) diminuer de 3,5% par an depuis 15 ans. Ils ne sont pourtant pas réputés comme les champions des économies d'énergie.

*Une France des années 90, équipée des technologies d'avant guerre, consommerait 2,5 fois plus d'énergie par habitant qu'elle ne le fait aujourd'hui.*

En fait, l'analyse sur très longue période montre que la "loi historique" évoquée plus haut n'est qu'un accident ponctuel d'une vingtaine d'années dans une histoire plus que centenaire de décroissance des intensités énergétiques maximales du PIB des pays qui se sont successivement industrialisés (fig 1). Chaque pays parcourt une courbe d'apprentissage énergétique analogue à celle de ses prédécesseurs mais avec des niveaux d'intensité maximale chaque fois plus faibles ; d'abord parce que le développement des pays les plus jeunes bénéficie de technologies plus performantes que celles de leurs prédécesseurs, ensuite parce qu' à partir d'un seuil de PIB par habitant de l'ordre de 2000 \$/an, la consommation des matériaux de base à fort contenu énergétique n'augmente plus guère.

### La demande énergétique du scénario NOE

Le scénario NOE s'intéresse d'abord aux déterminants

qualitatifs et quantitatifs de la demande. En 2020 la consommation énergétique atteint 10 100 Mtep et 11 500 Mtep en 2060, dans un monde où des inégalités demeurent encore mais sont réduites à un facteur 3,1 (au lieu de 5,4 dans CME) entre les PIB/hab des pays de l'OCDE et ceux des pays du Sud.

Il se caractérise d'abord par un effort considérable et continu d'efficacité énergétique des pays industrialisés, y compris à l'Est. Mais il se différencie aussi nettement du scénario CME par l'application au Sud de la courbe "d'apprentissage d'efficacité énergétique" observée dans le Nord et la volonté affirmée d'accélération de cet apprentissage au travers d'une coopération technologique Nord-Sud et Sud-Sud qui permette de combler partiellement le retard observé aujourd'hui (de 100 à 40 ans environ en moyenne).

*Pour le Nord comme pour le Sud, l'efficacité énergétique n'est plus considérée comme*

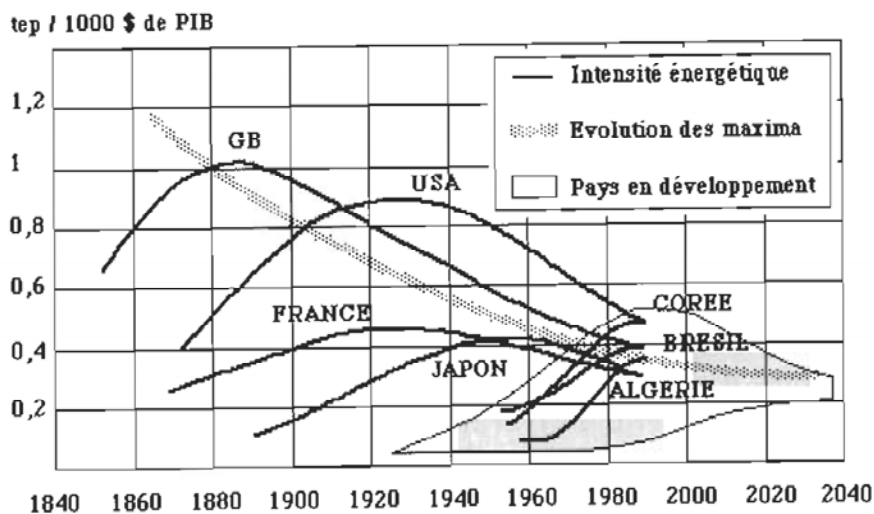


Figure 1 : Intensité énergétique et développement

## Fuel is beauty small

*antinomique du développement, mais au contraire comme une des conditions majeures de ce développement.*

Les très importants gains d'efficacité énergétique des pays du Nord envisagés dans le scénario sont d'abord justifiés par le progrès technique et la saturation du contenu en biens matériels dans leur PIB.

*En France, la consommation énergétique de l'industrie représentait en 1970 encore 40% de la consommation totale. Elle est tombée à 30% en 1990, au profit de l'habitat tertiaire et des transports qui représentent presque 70 % des consommations en 1990 contre un peu moins de 60 % en 1970.*

Le scénario NOE anticipe une poursuite de cette évolution en projetant une répartition de la consommation énergétique de la consommation énergétique de 15% pour l'industrie, 35 % pour les transports, 50 % pour l'habitat et le tertiaire en 2060 dans un pays comme la France.

Mais ces gains d'efficacité s'expliquent aussi par un rééquilibrage partiel des gains de productivité, du travail vers l'efficacité énergétique. A ce propos, l'histoire des 20 dernières années est instructive. Au cours de ces années la productivité du travail en Europe a cru à un rythme de 3 % par an, sans diminution notable du temps individuel de travail, mais avec une rapide extension du chômage. La poursuite d'une telle croissance de la productivité du travail dans le cadre des projections de PIB adoptées pour les pays du Nord par les deux scénarios conduirait, à structure de population active identique, à réduire l'horaire hebdomadaire

de travail à 20 heures en 2020 et 7 heures en 2060, ou à accepter des niveaux de chômage sans commune mesure avec ceux que nous connaissons aujourd'hui. Il n'y a pourtant aucune raison d'imaginer une saturation rapide des gains de productivité économique de ces pays. La proposition du scénario NOE implique un redéploiement partiel des capacités d'innovation et d'organisation, actuellement principalement mobilisées au service de la réduction des besoins de main d'œuvre, vers la réduction des besoins énergétiques. Ce transfert partiel permettrait de contribuer à maintenir la compétitivité des économies, sans impliquer systématiquement une dégradation de l'emploi.

### L'approvisionnement énergétique et l'environnement

Là encore les deux types de scénarios obéissent à des logiques différentes.

Dans les scénarios type CME la répartition entre sources énergétiques y résulte d'arbitrages entre des sources commerciales d'énergie, le charbon, le gaz, le pétrole, l'hydraulique et le nucléaire. L'ensemble des autres sources énergétiques mobilisables (en particulier les renouvelables) classées sous le terme "énergies non commerciales", apparaît comme une poche de résistance traditionnelle au progrès, destinée à disparaître peu à peu. Ces arbitrages tiennent principalement compte de l'état des réserves prouvées des différentes énergies fossiles et

du rythme envisageable d'équipement hydraulique et nucléaire des différentes régions du monde. Par contre, aucune contrainte d'environnement global ne s'impose. Implicitement ce type de scénario privilégie des stratégies d'adaptation (climat, gestion des déchets).

Ce qui apparaît alors le plus nettement dans la prolongation tendancielle du scénario CME cité plus haut, c'est l'extension du recours au charbon (de 2140 Mtep en 1985 à 6930 Mtep en 2060) et au gaz (de 1356 Mtep à 3760 Mtep) au détriment du pétrole dont le déclin est programmé après une pointe en 2010. Quant à la capacité nucléaire mondiale, elle est multipliée par un facteur 9 de 320 Mtep à 2900 Mtep entre 1985 et 2060\*. Cela implique une dissémination massive de cette technologie dans l'ensemble des pays du monde avec des problèmes de prolifération, de commerce de l'uranium et de gestion des déchets, sans commune mesure avec ceux que nous connaissons aujourd'hui. Les émissions annuelles de gaz carbonique passent de 5 800 Mtonnes de carbone à 8 600 Mtonnes en 2020 et 11 300 Mtonnes en 2060.

Le scénario NOE prend au contraire en compte de façon explicite des contraintes d'environnement global (qu'il s'agisse des concentrations de

\* Pour 2060, ces projections ont été réalisées en combinant le scénario 1989 du CME avec ceux de 1986 (rapport J.C. Hourcade et N. Ben Chabane, MRT 1992)

gaz carbonique dans l'atmosphère ou du cumul des déchets nucléaires à très longue durée de vie) et le recours aux énergies renouvelables.

## Eviter les écueils

Le scénario NOE accepte comme hypothèse de base un retour en 2100 à un équilibre avec la nature caractérisé par les deux règles suivantes:

- ne plus émettre à partir de cette date plus de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère que les puits naturels terrestres et océaniques ne sont capables d'éliminer.
- ne plus stocker à partir de cette date de nouveaux déchets nucléaires à très longue durée de vie.

Il ne serait pas raisonnable en effet, dans l'état actuel de nos connaissances, de laisser la concentration de CO<sub>2</sub> augmenter indéfiniment dans l'atmosphère pour éviter le cumul, considéré comme problématique, de trop grandes quantités de déchets nucléaires à longue durée de vie, ou réciproquement. Il s'agit donc d'une stratégie de type préventif.

## Les énergies renouvelables

Le recours aux énergies renouvelables fait l'objet des discours les plus extrêmes. Pour rendre la discussion des enjeux possible et évaluer le potentiel des énergies renouvelables réellement utilisables, il faut

bien entendu connaître à la fois les flux annuels de ces énergies, leur distribution temporelle dans les différentes régions du monde, les caractéristiques techniques et les performances économiques de chacune des filières de transformation jusqu'à l'usage final.

Mais cela ne suffit pas, car à la différence des énergies fossiles, les renouvelables sont diluées dans l'espace, fluctuantes dans le temps, difficilement stockables et transportables, tout au moins à l'état brut. C'est pourquoi l'on a proposé de lier la notion de "potentiel annuel d'une énergie renouvelable" d'une filière donnée à la présence d'activités consommatrices suffisamment proches.

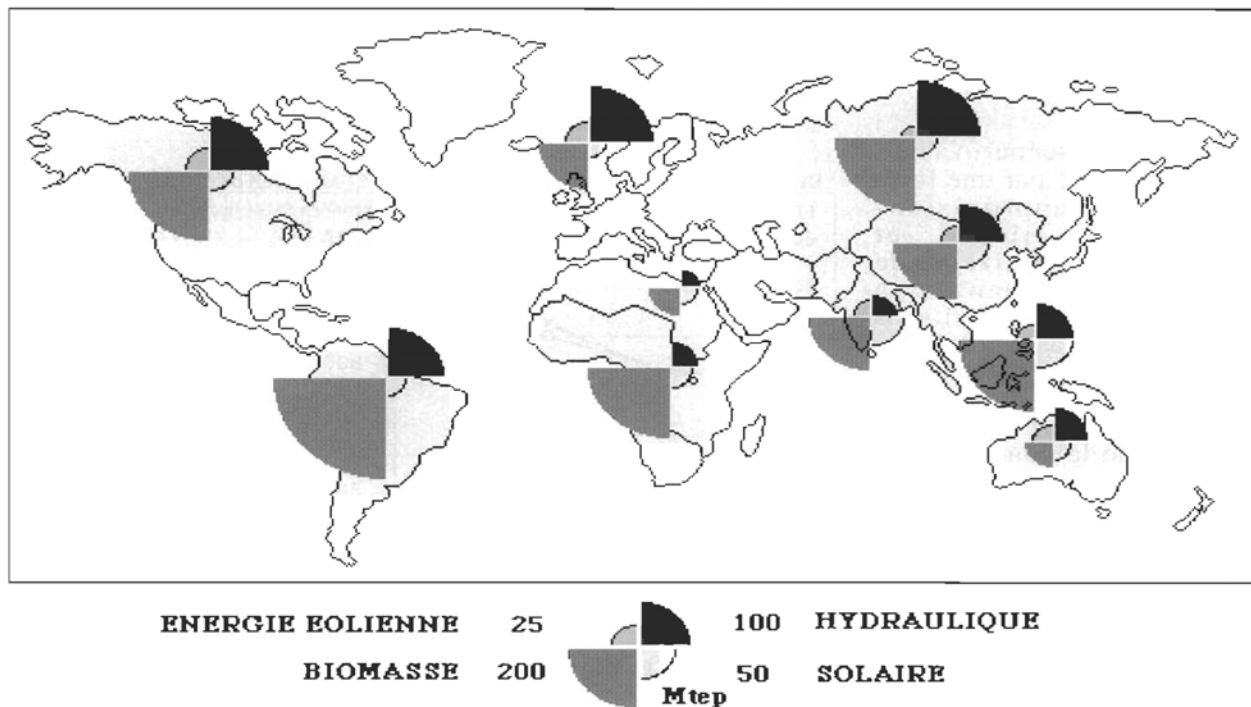


Figure 2: Le potentiel mondial des énergies renouvelables

# Fuel is beauty small

En combinant ces critères physiques, techniques, économiques et démographiques, on peut dessiner la carte mondiale du potentiel de chacune de ces énergies renouvelables et apprécier son évolution dans le temps avec le progrès technique et le développement démographique. On montre ainsi qu'actuellement les potentiels renouvelables réellement mobilisables sont de l'ordre de 3 milliards de tep (3) (dont 1,3 sont en fait utilisées) (fig 2), et qu'ils pourraient atteindre plus de 5 milliards de tep en 2060 et 8 milliards de tep en 2100.

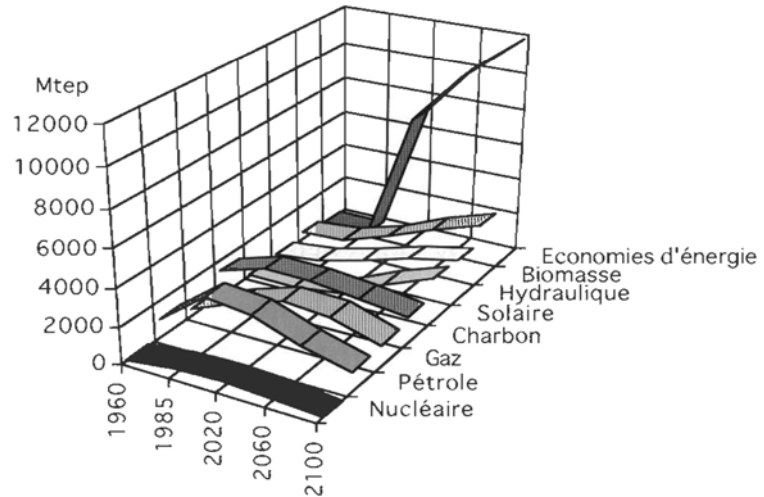


Figure 3 : Approvisionnements énergétiques dans le scénario NOE

C'est la stratégie d'efficacité énergétique, qui, en permettant de limiter la consommation globale d'énergie en 2060 à 11500 Mtep, rend crédible une participation importante de ces énergies au bilan global (55% environ) sans créer de concurrence insupportable dans l'usage des sols.

Globalement, le scénario NOE se caractérise donc par une forte diversité des approvisionnements, fossiles et renouvelables. Une dizaine de filières contribuent à l'approvisionnement global sans qu'aucune ne dépasse 20 % du total en 2060 (fig 3). En terme d'environnement global, le scénario aboutit à une stabilisation de la concentration des gaz à effet de serre en 2100 autour de 450 ppmv d'équivalent CO<sub>2</sub>, soit 30 % de plus qu'en 1985. De même, la quantité de déchets nucléaires se stabilise en fin de période, mais à un niveau 50 fois plus élevé qu'en 1994 (fig 4).

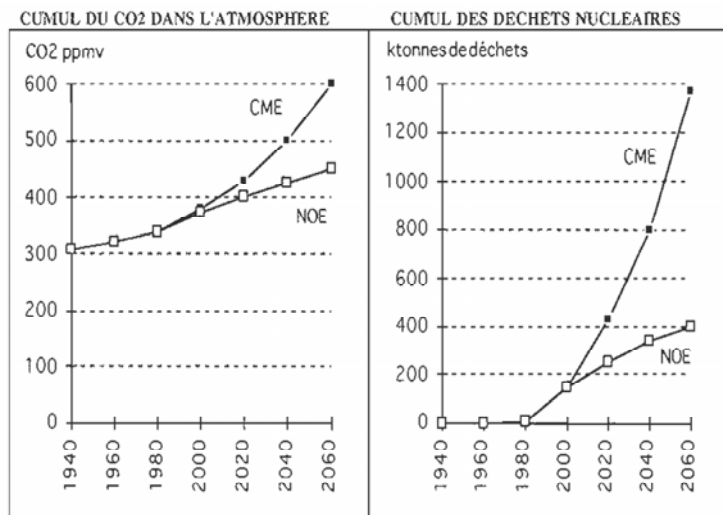


Figure 4 : Bénéfice environnemental du scénario NOE

## Quelles priorités ?

La diversité des solutions locales comme réponse à un problème global, la solidarité spatiale entre les peuples et temporelle entre les générations, la recherche continue de "gains d'efficacité énergétique" dans l'ensemble des pays industrialisés et en développement, l'accélération de "l'apprentissage de l'efficacité énergétique" par les pays les moins développés, enfin la volonté d'une mise en œuvre accélérée du potentiel des diverses énergies renouvelables sont les éléments principaux des scénarios alternatifs au "laisser faire".

Ces éléments sont naturellement liés. La recherche de solutions locales favorise par exemple très naturellement les énergies renouvelables actuellement délaissées parce qu'aucun acteur institutionnel ou industriel d'envergure ne sait réellement prendre en compte des actions très dispersées. D'autre part, les gains de productivité dans les usages finaux de l'énergie sont un élément clé des ruptures potentielles des systèmes d'organisation énergétique qui peuvent entraîner la pénétration des énergies renouvelables.

### Problème global et réponses diversifiées

La prise de conscience de la nécessité d'une diversité de réponses locales à un problème de nature globale a plusieurs conséquences:

- l'urgence de la création ou du renforcement de la capacité

locale des hommes à prendre des décisions stratégiques compatibles avec le projet global du développement durable;

- l'exigence de cohérence d'ensemble et de solidarité implique de se doter d'un système de définition, d'entretien et de diffusion d'indicateurs

qui permette d'enregistrer et de comparer les progrès d'efficacité énergétique réalisés au niveau de chaque région, de chaque pays et l'affichage de contraintes explicites, négociées et progressives, pour traduire clairement les objectifs visés et la nature des solidarités spatiales et temporelles indispensables.

### Des priorités d'action au niveau local, régional et mondial

#### *Créer des équipes au niveau local*

C'est à notre sens la première priorité. Sans un minimum d'institutions locales capables de prendre en compte spécifiquement les problèmes de maîtrise de l'énergie et d'énergies renouvelables, les autres réformes proposées resteront lettre morte. Il faut créer des équipes capables de définir des programmes prioritaires locaux dans les domaines de la maîtrise de l'énergie et des énergies renouvelables, de monter des dossiers finançables par les banques régionales et les organismes internationaux, de les suivre et de participer à leur évaluation, de servir de caution technique au réseau bancaire chargé de la mise en œuvre financière des procédures les plus classiques, de détecter des projets originaux et innovants pour élargir l'éventail des moyens de lutte contre le gaspillage énergétique et l'effet de serre.

La communauté internationale a une responsabilité évidente dans la création et le soutien financier à ces institutions et à ces équipes puisque les gains d'efficacité énergétique et la promotion des énergies renouvelables correspondent non seulement à l'intérêt de chaque pays mais aussi à celui de la communauté internationale en tant que stratégie optimale sur les plans politique, économique et d'environnement global.

Un tel dispositif devrait être complété par la création de "Centres régionaux de formation et d'études internationales" où les équipes et organismes d'une même région géopolitique pourraient confronter leurs expériences et élaborer des politiques régionales.

Enfin, pour mettre en place ce dispositif il serait utile de créer une Agence Mondiale de l'Efficacité Énergétique et des Énergies Renouvelables, de structure légère (moins de 50 personnes) chargée de l'aide à la création de ces centres nationaux et régionaux sur une base partenariale. Il ne s'agit pas de promouvoir une institution internationale supplémentaire dont la croissance et la l'autoreproduction devienne le problème principal, mais une structure légère de négociation avec les pays pour la mise en place de telles équipes.

## Fuel is beauty small

---

### *Définir et afficher un indicateur de progrès d'efficacité énergétique*

Ce, ou éventuellement ces indicateurs devraient figurer en bonne place au côté de ceux qui expriment les progrès d'une économie (taux de croissance, taux d'emploi, taux d'inflation, dette extérieure, balance commerciale, indicateurs du PNUD, etc).

### *Aller vers la suppression des subventions aux énergies fossiles*

Des subventions viennent bien souvent diminuer artificiellement le coût de services à fort contenu énergétique pour les différentes catégories d'utilisateurs. Elles peuvent affecter directement un produit énergétique déterminé comme l'électricité par exemple pour dans les D.O.M, fortement subventionnée à travers le système de péréquation nationale, qui conduit naturellement à des gaspillages importants. Mais bien souvent c'est la subvention induite, non pas à l'énergie, mais à un service donné qui entraîne une augmentation des dépenses d'énergie.

C'est aussi le cas en France pour les transports routiers qui ne payent qu'une très faible part de l'investissement et de l'entretien du réseau qu'ils utilisent ou des accidents et des encombrements qu'ils provoquent. Malgré une tarification relativement élevée des carburants, le transport routier, dont les dépenses énergétiques ne comptent que pour moins de 20 % des coûts totaux, reste très compétitif.

Les effets pervers de subventions diverses s'appliquent aussi bien au Nord qu'au Sud. Il est bien évident que les pays les plus riches ont la responsabilité de prendre les premiers les mesures de correction indispensables ; sinon ils perdront toute crédibilité dans leur démarche d'aide à la rationalisation énergétique du développement des pays du Sud.

### *Réorienter l'effort de recherche et d'investissement publics*

Aujourd'hui, l'effort public des pays industrialisés en faveur de l'énergie est tourné à plus de 90 % vers les technologies d'extraction et de production énergétique d'énergies fossiles et fissiles. Par ailleurs les commandes des services publics et des collectivités locales portent essentiellement sur les technologies de mise à disposition aux divers usagers des différents produits énergétiques sans préoccupation de la rationalité des usages qui en sont faits. Dans les deux cas, un effort majeur de rééquilibrage est indispensable, non seulement au niveau financier mais aussi au niveau organisationnel et culturel. Cet effort doit s'appliquer simultanément au développement des énergies locales, en particulier renouvelables, et à la mise au point et la diffusion de procédés efficaces d'utilisation de l'énergie dans tous les domaines d'activité économique et sociale.



*Réorienter l'effort de recherche  
et d'investissement publics*

Aujourd'hui, l'effort public des pays industrialisés en faveur de l'énergie est tourné à plus de 90% vers les technologies d'extraction et de production énergétique d'énergies fossiles et fissiles. Par ailleurs les commandes des services publics et des collectivités locales portent essentiellement sur les technologies de mise à disposition aux divers usagers des différents produits énergétiques sans préoccupation de la rationalité des usages qui en sont faits. Dans les deux cas, un effort majeur de rééquilibrage est indispensable, non seulement au niveau financier mais aussi au niveau organisationnel et culturel. Cet effort doit s'appliquer simultanément au développement des énergies locales, en particulier renouvelables, et à la mise au point et la diffusion de procédés efficaces d'utilisation de l'énergie dans tous les domaines d'activité économique et sociale.

*Considérer la réglementation et  
la fiscalité comme des outils  
complémentaires*

Contrairement à une idée répandue, réglementation et fiscalité ne devraient pas être entendues comme des mesures antinomiques, la première relevant d'une logique planificatrice et la seconde d'une logique libérale, mais au contraire comme des mesures complémentaires plus ou moins bien adaptées aux divers secteurs de l'activité économique.

On sait par exemple que des réglementations trop précises dans l'activité productrice peuvent finalement se révéler contreperformantes et stériliser l'innovation technologique, alors que les taxations peuvent se révéler à la fois plus supportables et plus efficaces. Mais on sait par contre, que dans l'habitat par exemple, les réglementations thermiques ont fait preuve d'une grande efficacité, alors qu'une taxation sur l'énergie qui toucherait essentiellement l'utilisateur final, mais pas directement le promoteur immobilier, risquerait d'être beaucoup moins efficace pour renouveler les modes de construction. Il en est de même pour le transport automobile individuel. L'importance de plus en plus grande que représenteront ces secteurs peu soumis à la concurrence internationale dans la consommation des pays du Nord justifie l'intérêt qu'il faut porter à la réglementation comme outil de régulation et d'amélioration de la productivité énergétique.

*Prendre réellement en compte  
le temps et la solidarité  
intergénérationnelle dans les  
choix d'investissement*

Pour la plupart des économistes, l'arbitrage entre les préférences pour le présent et l'avenir s'effectue à travers le choix d'un taux d'actualisation. Mais cette pratique a pour inconvénient, dès que les taux choisis sont positifs, de minimiser les problèmes à venir au bénéfice du présent ou du proche avenir. Dans le cas des ressources épuisables, pour tenir compte de l'épuisement à terme de la ressource, on a recours à la notion de "coût d'usage", coût croissant dans le temps (au moins au rythme du taux d'actualisation) qui vient s'ajouter au coût d'extraction de la ressource envisagée et qui exprime sa rareté croissante. Ce coût d'usage augmente jusqu'à ce qu'une énergie de substitution devienne concurrente sur le plan économique et prenne le relais de la ressource en cours d'épuisement.

Ce type de traitement, doit pouvoir s'appliquer au caractère limité du réservoir de carbone que représente l'atmosphère, considéré alors comme une ressource épuisable. C'est dire qu'on peut attribuer une valeur de coût d'usage de l'atmosphère comme "poubelle" pour le carbone, croissante dans le temps, qui viendra compenser l'effet de préférence pour le court terme qu'introduit l'usage d'un taux d'actualisation positif. Comme pour les énergies épuisables, la limite de cette augmentation sera définie par le coût de référence des énergies de remplacement qui ne provoqueraient ni émissions de carbone, ni déchets nucléaires,

## Fuel is beauty small

c'est à dire les énergies renouvelables.

Cela veut dire que le prix directeur de l'énergie à long terme est celui des énergies renouvelables.

On met alors bien en perspective l'importance de ces énergies renouvelables. Le rythme optimal de leur introduction dépend à chaque instant de la comparaison entre l'usage d'énergies fossiles grevées d'un coût du carbone émis (ou fissiles d'un coût de déchets produits) et le coût des énergies renouvelables qui peuvent s'y substituer pour un usage déterminé. La loi de croissance du coût d'usage de l'atmosphère dépend à la fois de la concentration maximale de carbone qu'on retient comme limite de sécurité et du rythme de remplissage du "réservoir atmosphère" constaté ou projeté du fait de la demande énergétique mondiale.

### *Donner leurs chances aux énergies renouvelables*

L'accélération du recours des différentes énergies renouvelables au service du développement et de l'environnement, suppose à la fois:

- la prise de conscience par les pouvoirs publics locaux et régionaux de l'importance des ressources locales réellement mobilisables de ces énergies. Il est urgent d'engager des programmes d'évaluation régionale des potentiels mobilisables de ces diverses énergies en fonction des caractéristiques géographiques, climatiques, économiques et sociales des régions concernées pour évaluer plus correctement l'enjeu qu'elles peuvent réellement représenter;

- le rééquilibrage des efforts de recherche et démonstration, de démonstration et de prédiffusion vers les filières renouvelables, en accordant autant d'importance à l'usage final de ces énergies qu'à leur captation et à leur première transformation;

- l'engagement d'un programme international d'accélération progressive d'usage de ces énergies. Aujourd'hui le taux d'équipement annuel de capacités renouvelables mondiales est de l'ordre de 17% du total des équipements énergétiques. Un objectif de 30% de capacités de production renouvelable dans l'équipement énergétique annuel en 2020 permettrait d'équiper à cet horizon 75% des potentiels raisonnablement mobilisables. On propose la création d'un fonds international qui permette de financer le surcoût initial d'investissement nécessaire à l'installation de ces capacités (surcoût qui sera ultérieurement remboursé par les économies réalisées sur les combustibles). Ce surcoût estimé à une valeur de 10 à 15% (4), pourrait être pris en charge par ce fonds de roulement.

### **Mais l'énergie n'est pas tout!**

En effet l'énergie n'est qu'un moyen parmi beaucoup d'autres pour aboutir à la satisfaction de services de base ou de services de confort. C'est pourquoi une politique de développement durable dans le domaine énergétique doit prendre en compte une série de déterminants qui échappent à la seule logique énergétique et qui concernent aussi bien la reproduction des systèmes techniques et sociaux que les modes de vie ou de développement.

En particulier, les constantes de temps qui régissent l'organisation de l'espace, espaces ruraux, urbanisme, construction immobilière, création de réseaux, infrastructures de transport, déterminent largement les possibilités d'évolution énergétique. L'industrie quant à elle, tout au moins la part qui est consacrée à la fabrication des produits les plus courants, présente des inerties beaucoup plus faibles.

La durée de vie des produits et même des procédés excède rarement 20 ans. Même le système de production d'énergie se renouvellera deux ou trois fois d'ici 2060, alors que les

habitations, les routes, les réseaux de distribution d'eau, de gaz, d'électricité ou de chaleur ont toutes chances de perdurer.

Les dépenses énergétiques engendrées par les secteurs de l'habitat et des services, qui sont largement prisonniers de ces infrastructures lourdes, prennent une part de plus en plus lourde dans les bilans énergétiques des pays développés.

Il ne faut donc pas se tromper de cible en ne pensant qu'à l'activité productrice ; il faut afficher de façon prioritaire et dès maintenant des stratégies à long terme dans ces secteurs à grande inertie

## En France, que faire?

La question qui se pose est de savoir comment créer dans un pays comme la France des conditions favorables à l'adoption des stratégies évoquées plus haut.

Cette mise en œuvre dépend largement de la réflexion à long terme sur l'aménagement du territoire : la prise en compte des services finaux aux usagers et des productions énergétiques locales implique bien évidemment des choix d'aménagement du territoire très différents de ceux qu'entraîne une conception centralisée des systèmes énergétiques fondée sur la priorité accordée à la production.

Il n'est pas possible, en quelques lignes, de décliner les multiples conséquences de tels choix de scénarios énergétiques du long terme sur l'aménagement du territoire français. On va donc se contenter de donner quelques exemples pour montrer l'importance des choix d'infrastructure et d'organisation dans le domaine de l'énergie et de l'environnement.

### Gérer le temps

Le tableau ci contre montre à quel point les échelles de temps de vie moyen des équipements sont divers, de quelques mois à plus de 100 ans.

Les taux de renouvellement annuels correspondants qui s'étalent de 50% à moins de 1% ne sont jamais négligeables dans un pays développé comme la France où les taux de

croissance de cette fin de siècle ont toutes chances de rester dans la gamme de 0 à 3 ou 4%.

Le renouvellement le plus rapide est celui des produits industriels de grande diffusion; ce sont aussi les produits que l'industrie peut faire évoluer le plus vite en fonction des contraintes qui lui sont imposées par des mesures réglementaires ou fiscales. Les procédés industriels de fabrication de ces produits ont eux-mêmes une durée de vie relativement courte, généralement inférieure à 15 ans.

On est donc dans un cas favorable à une évolution vers une meilleure efficacité énergétique des parcs de matériels et une meilleure protection de l'environnement puisque les industriels sont à la fois capables d'adaptation rapide et très sensibles aux divers signaux incitatifs, qu'il

s'agisse de normes, de réglementation, de taxation ou d'incitations financières.

Encore faut-il qu'il existe quelque part une capacité de diagnostic et de proposition pour orienter les décisions dans le sens le plus favorable à l'évolution souhaitée.

Quand il s'agit de l'habitat, des réseaux énergétiques, des tracés de route ou de chemin de fer ou des conurbations où les temps caractéristiques sont 5 à 10 fois supérieurs, l'enjeu d'une anticipation correcte du long terme est encore plus important: d'abord parce que le poids des consommations énergétiques liées aux secteurs domestique, tertiaire, transports, qui dépendent très largement de ces choix d'infrastructures ne cesse de croître au détriment de celui du secteur industriel, mais aussi parce que les investissements réalisés structurent fortement et pour longtemps l'organisation

	Durée de vie moyenne ou mandats	Taux de renouvellement annuel
Ampoules électriques à incandescence	1000 à 2000 heures	50 à 100 %
Ministre pays démocratique	2 ans	50 %
Télévision	5 à 7 ans	15 à 20 %
Maire, député	5 à 7 ans	15 à 20 %
Réfrigérateur	8 à 10 ans	10 à 12 %
Automobile	8 à 10 ans	10 à 12 %
Chaudière domestique	10 à 15 ans	7 à 10 %
Procédé industriel	10 à 20 ans	5 à 10 %
Chaudière industrielle	10 à 20 ans	5 à 10 %
H.L.M.	30 à 40 ans	2,5 à 3 %
Maison individuelle	50 à 100 ans	1 à 2 %
Réseau d'eau, d'électricité ou de gaz	50 à 100 ans	1 à 2 %
Un tracé de route, de chemin de fer	>100 ans	< 1 %
Une voie d'eau, un port	100 à 300 ans	0,3 à 1 %

L'influence du temps

# Fuel is beauty small

sociale et l'ampleur des consommations d'énergie.

C'est le cas par exemple pour le choix d'un mode de transport autoroutier à la place d'une ligne de TGV. En 1993, la consommation énergétique d'un TGV est de l'ordre de 14 grammes d'équivalent pétrole par voyageur \* kilomètre. Celle d'une voiture, de 36 grammes par voyageur \* kilomètre.

*C'est dire que pendant les quarante ou cinquante ans d'exploitation de ces infrastructures, le choix initial du fer procure dès le départ une rente d'économie d'énergie de 60%, toutes choses égales d'ailleurs, par rapport à la route. Pour rattraper cet écart il faudrait, à trafic constant, que le progrès technique permette de faire chuter la consommation des voitures de 60%, de 7 litres au cent kms par exemple à 2.7 litres au cent kms. De plus rien n'empêche de penser que le TGV fera lui aussi des progrès d'efficacité énergétique au cours de la période.*

Enfin, le jeu d'acteurs qui conduit à ces décisions d'infrastructure est bien plus complexe que celui qui conduit à la substitution d'un parc de matériels d'usage courant par un autre plus performant. Le tableau précédent montre d'ailleurs qu'indépendamment même de la complexité du jeu d'acteurs, l'espérance de vie au pouvoir des décideurs qu'il faut rassembler pour décider de ces infrastructures (ministres, députés, maires etc) est très faible vis à vis de la durée de vie de ces infrastructures.

D'où la nécessité de réfléchir aux moyens d'harmoniser les institutions avec les logiques qu'on voudrait leur voir adopter.

Cela est vrai non seulement pour les entreprises, mais plus encore pour les institutions, régionales, nationales et locales dont l'intérêt objectif doit se confondre au mieux avec l'intérêt collectif non plus seulement au sens d'une collectivité restreinte mais au sens de l'humanité à long terme, c'est à dire au delà d'une génération.

## Gérer l'espace

L'examen des scénarios a bien montré l'importance de la diversité des solutions locales comme réponse aux problèmes globaux. Pour illustrer ce propos, on peut citer en France quelques exemples qui ont trait aux grands réseaux de distribution énergétiques et à la production d'énergies renouvelables.

*Le réseau électrique, la maîtrise de l'électricité et l'environnement*

Le système électrique français présente la double image d'une production centralisée à partir d'unités de production de très grandes tailles et d'une distribution couvrant à de très rares exceptions près (quelques milliers de maisons isolées en métropole) l'ensemble du territoire. C'est donc un réseau très finement maillé parcouru par des flux électriques unidirectionnels gérés de façon centralisée.

Partant de cette situation on peut se demander quelles conséquences pourraient avoir sur l'organisation de la production et du réseau la prise en compte de préoccupations renforcées dans le domaine de

l'environnement, de la maîtrise de l'énergie et des énergies locales, notamment renouvelables.

Rappelons que la tarification est fondée sur la péréquation spatiale des prix d'électricité sur tout le territoire y compris les DOM. Cette logique se justifiait à la nationalisation de 1946 par l'aspect irremplaçable de l'électricité dans un certain nombre d'usages, l'éclairage, la petite motorisation, le froid, l'audiovisuel etc, ce qu'on appelle les usages captifs de l'électricité. Mais cette péréquation masque le fait que les coûts réels de l'électricité distribuée varient fortement, même à l'intérieur de la métropole: en 1983 la "subvention" accordée à 500 000 consommateurs ruraux était de 44 centimes par kWh (pour un prix de vente moyen de 55 centimes à la même époque). Tant qu'il s'agit d'usages purement captifs de l'électricité, si le producteur a un intérêt évident à rationaliser sa propre production du point de vue énergétique, il n'a aucun intérêt objectif à voir son client rationaliser l'usage de l'énergie qu'il fournit, surtout dans les zones rurales où l'amortissement des investissements de distribution n'est pas assuré par des fournitures suffisantes.

D'autre part EDF a axé avec succès sa politique commerciale depuis 20 ans sur la diversification vers des applications où l'électricité se trouve directement en concurrence avec d'autres énergies, le charbon, le fuel, le gaz, le bois etc, essentiellement pour des usages thermiques. C'est ainsi qu'en 1991 plus de 25% des 17,6 millions de logements équipés de

---

chauffages centraux utilisaient de l'électricité comme énergie de chauffage, alors que 20 ans plus tôt ce mode de chauffage était encore l'exception (moins de 3% du parc en 1975).

Dans une telle configuration cependant, la péréquation tarifaire ne se justifie plus du point de vue de la collectivité nationale puisqu'elle vient distordre la concurrence entre des énergies qui peuvent toutes rendre le service de chauffage requis.

La recherche d'un optimum collectif suppose donc une nouvelle régulation par des instances extérieures pour éviter de laisser s'installer des logiques de monopole non justifiées et pour rapprocher au maximum l'optimum collectif et l'intérêt des entreprises énergétiques. C'est le sens des expériences qui se développent aux Etats-Unis avec le "Demand Side Management" (DSM) où l'administration fédérale crée par des incitations réglementaires, les conditions pour que l'intérêt des compagnies d'électricité rencontre celui de la collectivité en incitant la compagnie à optimiser, non pas le coût de l'électricité, mais celui du service final rendu à l'utilisateur.

En ce qui concerne l'environnement, le vecteur électrique présente le grand avantage d'être non polluant au niveau de son usage final : pas d'émissions gazeuses, pas de déchets solides. Mais c'est l'ensemble de la filière électrique qu'il faut prendre en compte, de la production au transport et à la distribution, pour analyser ses conséquences sur l'environnement. Du point de vue régional et global, c'est

bien sûr le choix des filières de production d'électricité qui est déterminant. La France se caractérise par un recours massif à l'électricité nucléaire qui représente 75% de sa production totale et par ses exportations qui ont dépassé 70 TWh en 1993. Si l'on veut rester cohérent avec la logique des scénarios développés dans les premiers chapitres qui impliquent à long terme, vers 2050, l'arrêt de la construction de centrales nucléaires du type actuel pour éviter un cumul parabolique des déchets nucléaires à très longue durée de vie, on ne peut pas faire l'économie de scénarios de sortie plus ou moins rapide du nucléaire en France.

On ne peut pas en effet envisager une exception majeure de la France dans une Europe et plus généralement dans un monde qui se désengagerait progressivement du nucléaire par crainte des risques associés à la gestion des déchets à très longue durée de vie.

C'est pourquoi, avec l'aide des Communautés Européennes a été développé l'exercice "Détente" (5). qui montre qu'une politique volontariste d'économie d'électricité spécifique, d'abandon du chauffage électrique domestique, de recours accru aux énergies renouvelables et de maîtrise des transports, permet de sortir dès 2010 du nucléaire en France sans augmenter la contribution du pays aux émissions de gaz à effet de serre. Des scénarios moins draconiens qui réserveraient le nucléaire aux besoins électriques de base en 2010 permettraient même de diminuer de près de 20% ces émissions.

On voit encore là que le maître mot reste l'aménagement du territoire puisqu'il conditionne largement les politiques proposées, qu'il s'agisse de l'économie d'électricité de pointe, des énergies renouvelables locales ou de la mobilité des personnes et des marchandises.

### *Les énergies renouvelables et les réseaux énergétiques*

Quand on envisage un recours plus important qu'aujourd'hui aux énergies renouvelables, on est confronté dans un pays développé comme la France, à un système qui s'est complètement structuré à partir de productions centralisées et la construction de réseaux très maillés, le tout animé par des entreprises puissantes qu'il s'agisse d'EDF, de GDF ou des pétroliers. Dans le cas de l'électricité, les renouvelables peuvent intervenir à trois niveaux différents:

- D'abord en substitution à des usages non spécifiques de l'électricité, comme le chauffage des locaux ou la production de vapeur industrielle.

Là, le caractère local des ressources (bois ou déchets agricoles par exemple) est le paramètre principal. Bien souvent dans ce cas, le système de péréquation maintient artificiellement la compétitivité du réseau par rapport aux énergies renouvelables locales pour des applications non spécifiques de l'électricité. L'intérêt collectif comme celui du producteur d'électricité serait alors de favoriser le recours aux énergies locales plutôt que de subventionner des

## Fuel is beauty small

renforcements de ligne dans des régions rurales peu denses et de laisser installer des appareils qui vont amplifier son déficit.

- Ensuite en substitution locale d'électricité à de l'électricité nucléaire ou thermique fossile produite à distance.

Cela peut aller des installations de cogénération électricité chaleur ou de production d'électricité au niveau des collectivités locales ou des entreprises à partir de ressources locales (déchets urbains ou industriels, rejets thermiques industriels, géothermie, etc) dans des installations de quelques centaines de kW à quelques dizaines de MW jusqu'au concept, qui se développe aux Etats Unis et dans certains pays européens comme la Suisse ou l'Allemagne, de générateurs photovoltaïques solaires domestiques reliés au réseau électrique. Poussé à l'extrême avec le photovoltaïque sur le toit des maisons, ce concept de réseau ressemble fort à celui qui s'est développé pour l'informatique. Dans les années 60, ce schéma s'était construit sur un modèle très centralisé, avec de gros ordinateurs auxquels venaient se raccorder des postes locaux (dans une relation bien définie par le vocabulaire de l'époque qui parlait de maîtres et d'esclaves). Cette architecture a évolué pour aboutir aujourd'hui à un réseau informatique dans lequel les postes locaux disposent de capacités de calcul et de traitement propres bien plus étendues. Le réseau sert alors d'abord au dialogue et à l'échange d'information entre les postes locaux, au stockage de données, à des fonctions de sécurité et à des fonctions de

calcul quand elles deviennent hors de portée des systèmes locaux.

On voit là se profiler une conception nouvelle de réseaux conviviaux, où les intervenants divers deviennent à la fois producteurs et consommateurs, d'autant plus intéressante à imaginer qu'elle résout la contradiction entre production autonome et réseau dans les pays dont le réseau n'est pas encore totalement maillé. On peut en effet envisager d'étendre le réseau comme un rhizome (sur l'exemple de l'extension des fraisiers) en reliant successivement entre eux des points sources et des consommateurs locaux existants.

- Enfin comme un outil de production analogue aux autres moyens de production centralisés raccordés au réseau principal de transport, mais plus respectueux de l'environnement global. C'est le cas aujourd'hui des barrages. Ce pourrait être le cas pour des fermes éoliennes de plusieurs dizaines de MW, implantées dans des régions particulièrement ventées, ou des centrales à gaz de bois de quelques dizaines de MW à une centaine de MW dans de nombreuses régions, au Sud d'une ligne Bordeaux-Valenciennes (où la surface de forêts est en augmentation). Les progrès récents sur les turbines à gaz de moyenne puissance (10 à 100 MW) permettent d'envisager ce type de solution dans des régions où la forte productivité forestière ne trouve pas de débouché local.

Bien évidemment le recours aux énergies locales renouvelables serait d'autant plus judicieux dans les DOM ou la Corse que leur potentiel d'énergies

renouvelables sont importants et les coûts de production et de distribution de l'électricité y sont beaucoup plus élevés qu'en métropole.

### *Les énergies vertes: carburants et bois-énergie*

La perspective de mise en jachère de surfaces agricoles importantes dans la plupart des régions françaises a remis à l'honneur l'idée d'utiliser ces surfaces pour engager des cultures à vocation industrielle, soit à des fins énergétiques, soit pour servir de nouvelles bases chimiques. C'est le cas des carburants de substitution préparés à partir de cultures de betteraves, de blé ou d'oléagineux, à insérer dans un système de carburants pétroliers largement distribués par un réseau très ramifié.

Du fait de leur très forte densité énergétique, les carburants pétroliers ou verts peuvent se transporter un peu partout en France sans qu'il en résulte de surcoûts importants: un camion citerne de 20 tonnes transporte d'un seul coup l'essence nécessaire au fonctionnement de 300 voitures pendant un mois. Une politique de carburants de substitution d'origine agricole peut donc se développer dans une logique nationale, avec des conséquences notables sur l'usage local des sols ou l'implantation des usines de transformation, des conséquences globales importantes sur la consommation nationale de carburants, mais une influence tout à fait négligeable sur la consommation locale de carburant. Le cycle du produit se boucle en effet à travers un espace national voire international.

Il en va bien différemment pour le bois. Le même camion de 20 tonnes transporte 20 stères de bois, soit environ 8 tonnes, qui, selon leur degré d'humidité, représentent de 2 à 4 tep, 5 fois à 10 fois moins d'énergie que le camion citerne d'essence. C'est dire que les problèmes du transport se présentent d'une façon complètement différente. C'est donc au niveau des territoires et non plus de la nation qu'il faut trouver l'adéquation d'une offre et d'usages du bois énergie. Cela veut dire aussi qu'il faut admettre que les politiques publiques dans ce domaine trouveront des déclinaisons locales diversifiées. Aujourd'hui dans de nombreuses régions au sud de la diagonale Bordeaux-Valenciennes la forêt gagne du terrain, la campagne se désertifie, la demande potentielle de bois diminue. Au nord de cette ligne, on est bien souvent dans la situation inverse où il existe des besoins potentiels importants de bois énergie pour l'habitat ou l'industrie mais qui ne trouvent pas d'offre à proximité. Dans le premier cas, c'est d'abord la reforestation et dans le second cas c'est d'abord l'usage du bois combustible qu'il faut encourager.

A travers ces différents exemples on voit bien que si, pour des raisons de protection de l'environnement, de préservation des ressources fossiles et d'utilisation des terres dégagées par l'agriculture traditionnelle, on veut en France engager une politique volontariste concernant les énergies vertes, on sera amené, pour répondre à une priorité globale, à pratiquer des politiques très diversifiées selon les filières et les spécificités régionales.

Il reste à se faire une idée de l'enjeu que pourrait représenter à différents horizons temporels, une mobilisation volontariste de l'ensemble des énergies renouvelables en France. En 1993, ces énergies représentaient environ 12% de l'approvisionnement énergétique de la France, plus que la moyenne européenne (9%) mais nettement moins que la moyenne mondiale qui est de l'ordre de 17%

Les études\* réalisées très récemment (6) sur la mobilisation éventuelle du bois en France à des fins énergétiques montrent qu'il serait difficile d'utiliser plus de 12 Mtep de bois des forêts existantes en 2015, dans l'hypothèse d'une utilisation locale du bois. A cela pourraient raisonnablement s'ajouter 2 Mtep d'électricité produite dans les régions qui ne trouveraient pas de débouché local au bois excédentaire. D'autre part l'utilisation d'une partie des friches agricoles à des fins énergétiques (taillis à courte révolution ou cultures énergétiques transformables en carburants) pourraient produire 3 à 4 Mtep supplémentaires sur un million d'hectares. Si on y ajoute la valorisation énergétique des déchets ménagers et d'une partie des déchets agricoles fatals (1 Mtep), la production d'énergie verte pourrait doubler en 2020 pour atteindre 18 à 19 Mtep.

\* Voir également ci-après page 29

\*\* La première centrale nucléaire PWR française est entrée en fonctionnement en 1977. Elle aura donc trente ans en 2007.

L'hydraulique quant à elle ne peut guère progresser en France que marginalement par l'équipement de petites chutes et pourrait se stabiliser vers 16 ou 17 Mtep en 2020. Les autres énergies renouvelables (solaire thermique et électrique, éoliennes, géothermie) dont le développement pourrait s'accélérer à partir du début du siècle prochain n'auront probablement encore qu'un impact modeste en 2020, de l'ordre de 2 à 3 Mtep et se développeront plus massivement dans la période suivante.

On peut donc évaluer l'apport potentiel des énergies renouvelables au bilan énergétique français à une valeur de 35 Mtep en 2020.

Dans l'hypothèse volontariste de maîtrise de l'énergie décrite dans le scénario Noé, les besoins énergétiques de la France en 2020 seraient de l'ordre de 150 Mtep. A cet horizon les énergies renouvelables pourraient donc représenter 24 % de l'approvisionnement nécessaire contre 12% aujourd'hui.

L'enjeu est donc important. Mais il faut souligner qu'il ne trouve sa pleine signification que dans le contexte d'un effort très soutenu de maîtrise de l'énergie sans lequel cette production supplémentaire d'énergies renouvelables resterait tout à fait négligeable par rapport à l'augmentation des besoins. En supposant qu'à cette époque le parc nucléaire, en lente décroissance à partir de 2007\*\*, pour respecter les hypothèses du scénario Noé, ne soit plus utilisé qu'en base, à raison de 35 Mtep contre 70 aujourd'hui, les besoins

# Fuel is beauty small

d'énergie fossile seraient alors de 80 Mtep contre plus de 130 Mtep aujourd'hui. Les émissions de CO<sub>2</sub> diminueraient alors sensiblement, de plus de 100 Mtonnes de carbone en 1993 à moins de 60 en 2020.

## En guise de conclusion

La mise en œuvre des politiques proposées ne suppose ni rupture scientifique et technique majeure, ni remise en cause forte des éléments de base qui fondent nos diverses sociétés. Par contre, elle impose la mise en œuvre rapide et massive de solidarités nouvelles, culturelles, institutionnelles et financières, à la fois dans l'espace et dans le temps. C'est l'apprentissage d'une nouvelle synergie entre le développement et l'environnement qu'il paraît le plus urgent de développer. Nous pouvons dès maintenant mettre

en route une stratégie globale et mondiale pour réduire les inégalités, limiter le réchauffement de la planète comme les risques nucléaires et contribuer sur bien des points au développement durable. Sa déclinaison locale au niveau de la France suppose une attention particulière aux équilibres spatiaux et temporels de l'aménagement de notre territoire et un rééquilibrage profond entre les logiques d'offre et de demande d'énergie.

Mais elle suppose surtout une volonté politique qui semble bien aujourd'hui faire cruellement défaut. Les deux débats nationaux engagés sur l'énergie et l'aménagement du territoire devraient être l'occasion d'une remise en cause du laisser faire auquel nous assistons depuis le contre choc pétrolier et de propositions institutionnelles, budgétaires, réglementaires et fiscales nouvelles.

## Références

- (1) José Goldemberg et al "Energy for a sustainable world" Eastern Wiley, 1988.
- (2) B. Dessus, F. Pharabod, Jérémie et Noé, Revue de l'Energie n°421, juin 1990. et B. Dessus, Atlas des énergies pour un monde vivable, Editions Syros, avril 1994.
- (3) B. Dessus, B. Devin, F. Pharabod, Le potentiel mondial des énergies renouvelables, La Houille Blanche, n°1, 1992.
- (4) B. Devin, B. Dessus, mobiliser les énergies renouvelables, Revue de l'Energie, 1991.
- (5) "Comparer des scénarios énergétiques pour comprendre les marges de liberté", Pierre Radane, les Cahiers de Global Chance, n°3, mars 1994.
- (6) "La mobilisation du bois énergie en France", rapport d'études du Club d'ingénierie prospective énergie et environnement, les Cahiers du CLIP n°3, 1994.

