



stratégies énergétiques pour un développement durable

Benjamin DESSUS



DOSSIER
POUR
UN
DÉBAT

stratégies énergétiques pour un développement durable

Benjamin DESSUS



La Fondation pour le Progrès de l'Homme (FPH) est une fondation de droit suisse, créée en 1982. Son action et sa réflexion sont centrées sur les liens entre l'accumulation des savoirs et le progrès de l'humanité dans sept domaines : avenir de la planète, promotion et rencontre des cultures, innovation et changement social, rapports entre Etat et Société, agricultures paysannes, lutte contre l'exclusion sociale, construction de la paix. Avec des partenaires d'origines très diverses (associations, administrations, entreprises, chercheurs, journalistes...), la FPH anime un débat sur les conditions de production et de mobilisation des connaissances au service de ceux qui y ont le moins accès. Elle suscite des rencontres et des programmes de travail en commun, propose un système normalisé d'échange d'informations, soutient des travaux de capitalisation d'expérience et public ou copublie des ouvrages et des dossiers.

Le programme Avenir de la planète de la Fondation pour le Progrès de l'Homme cherche à mettre en œuvre un travail patient, méthodique, de mise en synergie des expériences et des idées de toutes ces personnes, de tous ces groupes humains, de tous ces mouvements qui cherchent au sein de leurs cultures, de leurs traditions, de leurs contraintes institutionnelles, à penser et agir pour le monde de demain. Nous sommes persuadés que cette mise en mouvement ne saurait être coordonnée par un seul groupe, une seule institution. Dans cette perspective, le programme organise des rencontres et des recherches afin de valoriser les nombreux travaux et réflexions qui ont été élaborés sur des sujets cruciaux de notre époque et à mettre en avant des propositions pour ouvrir des voies nouvelles pour l'avenir de la planète au seuil du XXI^e siècle.

Les travaux de recherche du programme Avenir de la planète s'articulent autour de l'Appel à propositions sur les Douze travaux du groupe de Vézelay, lancé en juin 1990. Ces Douze travaux constituent un vaste ensemble thématique sur : (1) logiques sociales, économiques et politiques ; (2) systèmes des valeurs ; (3) analyses des systèmes complexes ; (4) modèles alternatifs de développement ; (5) reconversion de l'armement ; (6) technologies respectueuses de l'environnement ; (7) négociations et normes ; (8) financement, comptabilité et fiscalité ; (9) droit et responsabilité ; (10) politique ; (11) éducation ; (12) réseau d'échange d'expériences.

Le texte de Benjamin Dessus *Stratégies énergétiques pour un développement durable* est une contribution au chapitre 4 des Douze travaux : Modèles alternatifs de développement. Benjamin Dessus est Directeur du PIRSEM-CNRS (France), Programme Interdisciplinaire de Recherche sur les Sciences pour l'Energie et les Matières Premières.

Copyright FPH 1993
SÉRIE DOSSIERS POUR UN DÉBAT

SOMMAIRE

I. L'énergie, une question centrale dans le débat sur le développement durable.....	5
II. Poursuite des tendances actuelles : vers des ruptures à moyen terme.....	6
III. Visions divergentes de l'avenir énergétique.....	10
1. Les besoins du développement	
a/ Scénario du Conseil Mondial de l'Energie (CME)	
b/ Scénario « NOE » (Nouvelles Options Energétiques)	
• l'efficacité énergétique	
• Les réserves d'économie d'énergie	
• la demande énergétique	
2. L approvisionnement énergétique et l'environnement	
a/ Scénario « CME »	
b/ Scénario « NOE »	
• Les contraintes d'environnement global	
• La prise en compte des énergies renouvelables	
IV. Éléments pour une stratégie énergétique.....	29
1. L'apport des scénarios	
a/ Problème global et réponses diversifiées	
b/ Accélérer la mobilisation du potentiel des énergies renouvelables	
2. Les priorités d'actions	
a/ Création d'équipes et d'organismes nationaux, régionaux et mondiaux	
b/ Affichage d'un indicateur de progrès d'efficacité énergétique	
c/ Suppression des subventions aux énergies fossiles	
d/ Réorientation de l'effort de recherche et d'investissement public	
e/ Réglementation et fiscalité, des outils complémentaires au service de l'efficacité énergétique	
f/ Quelle fiscalité ?	
g/ Prise en compte du temps et de la solidarité entre générations dans les choix d'investissement	
h/ Stratégie de mise en œuvre des énergies renouvelables	

V. Limites de « l'entrée énergétique »50
VI. En guise de conclusion54
Références bibliographiques.....55

I. L'ÉNERGIE, UNE QUESTION CENTRALE DANS LE DÉBAT SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Dans l'élaboration de stratégies de développement «soutenable » (par opposition à insoutenable) pour l'humanité – avec leur cortège d'objectifs divers, de la nourriture à la culture, de la démocratie à la sécurité, de la liberté au confort, de la paix à l'éducation, etc. – l'énergie joue un rôle irremplaçable et offre à la fois un parfait exemple des contradictions à surmonter.

En effet, l'énergie, indispensable à la plupart des activités humaines, ne représente pourtant pas un but en soi, mais une série de moyens divers, plus ou moins bien adaptés au but poursuivi, (mobilité, santé, alimentation, etc.). Pour la multitude d'utilisateurs que nous sommes, les différentes formes d'énergie apparaissent comme des flux d'un bien immatériel qui se dégrade pour disparaître après usage.

La prise de conscience de la finitude de notre planète s'est largement fondée sur les craintes d'épuisement à terme des ressources énergétiques fossiles (Jules Verne, Jevons, Club de Rome, etc.).

Les problèmes d'environnement local, régional et global sont d'abord imputables à l'énergie : pollutions atmosphériques dans les villes dues à la circulation automobile, pluies acides et dégagement de gaz sulfureux (SO₂) provoqués par les centrales thermiques, dégagement de gaz carbonique dans l'atmosphère et effet de serre, pollution des mers par les transports pétroliers, pollutions radioactives accidentelles et déchets du cycle du combustible des centrales nucléaires.

Enfin, l'exploitation des gisements énergétiques fossiles, en particulier du pétrole, impose une très forte concentration à la fois de capitaux et de moyens techniques dans des zones territoriales très ciblées. L'organisation internationale élaborée que suppose le commerce de ces produits a des conséquences géopolitiques majeures.

La question énergétique apparaît donc comme un bon révélateur des relations entre les problèmes planétaires et les décisions quotidiennes et multiples d'un très grand nombre d'acteurs.

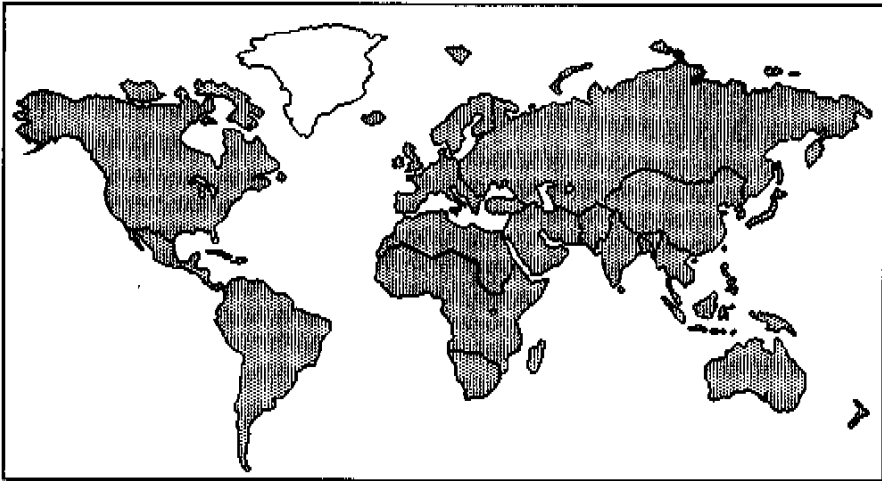
II. POURSUITE DES TENDANCES ACTUELLES : VERS DES RUPTURES À MOYEN TERME

La surconsommation la plus débridée côtoyant les pénuries les plus criantes caractérise aujourd'hui la situation énergétique mondiale. Alors qu'un Indien consomme moins de 300 litres d'équivalent pétrole par an, un Américain en consomme l'équivalent de 7 600 litres, vingt-cinq fois plus (fig. 1) ! Pour l'électricité, symbole de modernisme et de développement, c'est encore bien pire puisque plus de 40 % de la population mondiale en sont tout simplement privés, probablement pour longtemps encore. Du point de vue de l'environnement, la situation n'est guère plus réjouissante. Qu'on se souvienne de l'irrésistible croissance des émissions de gaz, à effet de serre, de la pollution marine par les hydrocarbures rejetés en mer, des problèmes de stockage des déchets nucléaires à longue durée de vie, des risques de prolifération à partir du nucléaire civil ou de la déforestation du Sud au rythme de dix millions d'hectares par an,

Les pays industrialisés sont aujourd'hui responsables des quatre premiers problèmes, dans des proportions qui varient de 80 % à 100 %. Mais les pays du Sud, s'ils se développent en imitant notre démarche, vont bien vite nous rattraper. A moyen terme, c'est l'impasse. Si la situation des années 70 se prolongeait jusque vers 2 020, et sans même envisager un redémarrage de la consommation des pays du Nord, la simple croissance de la consommation des pays du Sud entraînerait à elle seule un doublement des consommations mondiales d'énergies fossiles et des émissions de gaz carbonique (CO₂) qui leur sont associées. En 1983, la Banque mondiale estimait qu'une croissance de 2,5 % par an de la consommation d'énergie commerciale par habitant des pays du tiers monde exigerait des investissements de 800 milliards de francs par an entre 1982 et 1992, dont la moitié à payer sur des recettes d'exportation. Cela aurait supposé une croissance de 15 % par an des fonds en devises consacrés aux investissements énergétiques. Ces chiffres, environ dix fois supérieurs aux fonds disponibles à la Banque mondiale, montrent l'irréalisme de ces prévisions.

Ce qui paraît en fait malheureusement bien plus probable, même si personne ne l'avoue publiquement, c'est que le niveau de vie des populations des pays en développement va continuer à stagner.

CARTE DES DIX GRANDES RÉGIONS DU MONDE



CARTE DÉFORMÉE PAR LES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE PAR HABITANT

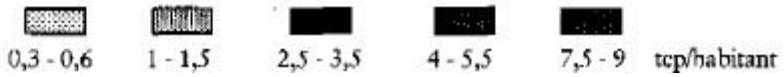
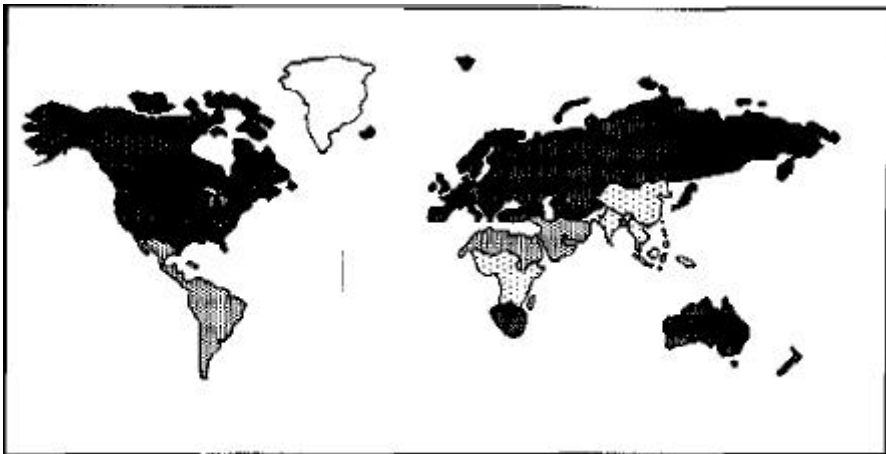


figure 1

Pour l'avenir, le problème peut être posé dans les termes suivants.

En 1990, avec une population de cinq milliards d'habitants dont trois en état de sous-développement, la consommation d'énergie fossile atteint déjà un tel niveau qu'on prévoit des problèmes géopolitiques d'approvisionnement à court ou moyen terme, et que les émissions de gaz carbonique excèdent nettement la capacité d'absorption des océans.

Comment, à partir de ce constat, gérer la question de l'approvisionnement en énergie des dix ou onze milliards d'habitants annoncés par les démographes pour 2 100, dont huit dans les pays aujourd'hui encore peu développés ? Comment, à plus court terme, en 2 020, fournir l'énergie nécessaire à trois milliards d'êtres humains supplémentaires ? Même en imaginant une saturation du développement matériel du Nord et un lent rattrapage des niveaux de vie du Sud, peut-on envisager 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 ?

Les scénarios projectifs réalisés à partir de cadrages économiques et démographiques et de dires d'experts de l'énergie de différentes régions du monde, par exemple ceux du Conseil Mondial de l'Energie (CME) n'apportent pas de véritable réponse à cette question. En effet, ils conduisent à la fois à effectuer une ponction très rapide sur les réserves fossiles, à doubler la concentration du CO₂ dans l'atmosphère dans les quarante ou cinquante prochaines années, à multiplier les déchets nucléaires de façon incontrôlable, sans pour autant réussir un développement significatif du tiers monde. La logique actuelle met au centre du système énergétique l'activité de production d'énergie au détriment de la gestion de son usage rationnel et procure l'énergie aux divers utilisateurs sans aucun arbitrage technique ou économique sur la productivité spécifique de cet input par rapport au service rendu. Dans ce cadre, la réponse à la question évoquée ci-dessus d'un développement durable est clairement négative dans le domaine énergétique.

Ce constat conduit à envisager d'autres scénarios. Trois types de logiques peuvent sous-tendre ces images du futur.

Une logique « d'apartheid » consistant à refuser de fait aux pays pauvres l'accès à un développement analogue à celui des pays du Nord, au nom de la protection des intérêts de la planète. L'accent est alors mis sur la démographie de ces pays dont le contrôle devient une condition préalable à toute solution de développement soutenable de la planète.

Une logique globalisante de rupture scientifique et technique appliquée à la production d'énergie. C'est la justification des grands projets énergétiques à caractère futuriste et centralisé (fusion thermonucléaire, satellites solaires, etc.). Ils ont en commun de ne pas avoir atteint le stade de la faisabilité scientifique et technique, et d'apparaître comme des réponses quasiment infinies, sans risque environnemental, à une croissance elle-même potentiellement infinie des consommations énergétiques. La nécessité de construire des scénarios de demande énergétique complexes, avec leur diversité géographique et leur raffinement structurel lié aux caractéristiques économiques, culturelles, sociales et techniques des sociétés, disparaît alors devant l'ampleur et la globalité de la solution. C'est sur ce type de réponse par l'offre que se sont développés en France le programme nucléaire et en Europe le programme actuel de recherche sur la fusion nucléaire.

Une logique volontariste de renforcement de la « productivité énergétique » appliquée à tous les usages de l'énergie. Cette logique s'appuie sur l'analyse des progrès techniques des cent dernières années et propose une stratégie explicitement fondée sur la recherche de gains de productivité énergétique, non plus seulement dans le processus de production, mais bien davantage dans l'ensemble des usages de l'énergie. L'analyse et la prospective de demandes diversifiées en fonction des secteurs d'activité et des réalités socio-économiques régionales conduit à proposer des réponses énergétiques très diversifiées à un problème global, celui du développement soutenable.

III. VISIONS DIVERGENTES DE L'AVENIR ÉNERGÉTIQUE

Les opinions en présence divergent à la fois sur les besoins énergétiques futurs et sur la manière de les satisfaire.

1. LES BESOINS DU DÉVELOPPEMENT

Nous excluons parce qu'irréaliste, inadmissible et dangereux, le recours à la logique de l'apartheid, à la solution d'un développement du Nord exclusif de celui du Sud.

C'est donc à partir de la description succincte de deux types de projections énergétiques très divergentes mais qui prennent en compte le caractère inéluctable de l'accroissement des populations jusqu'à onze milliards d'habitants vers 2 100 et la nécessité de leur développement, que nous allons faire ressortir les grandes options qui s'offrent à l'humanité dans le domaine de l'énergie.

Le premier type d'approche est illustré par les travaux du Conseil Mondial de l'Energie. Il 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 d'un cadrage démographique et économique sous la forme de projections de croissance démographique et économique régionales, consistent à rassembler des « dires » d'experts régionaux sur les évolutions énergétiques des régions concernées. La présentation globale du scénario rassemble ces prévisions régionales.

Dans ce type de scénario, le poids des idéaux productivistes des années d'après-guerre transparaît clairement. Ces idéaux ont guidé la reconstruction après la Seconde Guerre mondiale, aussi bien à l'Est qu'à l'Ouest. « Le libéralisme, c'est le marché plus l'électricité », pourrait-on dire en parodiant la célèbre phrase de Lénine : « *le socialisme, ce sont les soviets et l'électricité* ». Ces expertises, pour la plupart réalisées par des représentants des seules forces organisées du monde énergétique, à savoir les producteurs pétroliers et surtout les producteurs d'électricité, prennent implicitement pour base une « loi historique », celle de la liaison rigide entre croissance du produit intérieur brut (PIB) 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'unité¹.

Le deuxième type d'approche est illustré par le scénario *Energie pour un monde vivable* publié en 1988 par J. Goldemberg² et plus récemment par le scénario NOE (Nouvelles Options Energétiques)³. 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. Elle tient compte d'un progrès technique très précisément ciblé sur l'efficacité énergétique et « d'images de développement » des différentes régions à diverses époques. Quant aux projections démographiques, elles sont identiques à celles du CME.

Sans entrer dans le détail des diverses projections, on trouvera ci-après les caractéristiques principales de deux scénarios établis à la fin des années 80, l'un de ceux du Conseil Mondial de l'Energie⁴, et NOE.

A/ Scénario du Conseil Mondial de l'Energie (CME)

Ce scénario est construit autour de projections énergétiques à partir d'un cadrage économique (la croissance régionale des PIB par habitant) et d'un cadrage démographique (la croissance régionale annuelle du nombre d'habitants de 1985 à 2060). Réalisé par un groupement de producteurs d'énergies, il s'intéresse essentiellement à la répartition des sources énergétiques dans l'approvisionnement futur des diverses régions du monde⁵.

¹ 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.

² José Goldemberg et al. *Energy for Sustainable World*. Eastern Wiley. 1988.

³ B. Dessus, F Pharahod, Jérémie et Noé, deux scénarios énergétiques à long terme. In *La revue de l'énergie*, n° 421, juin 1990.

⁴ Conseil Mondial de l'énergie, *Horizons énergétiques mondiaux 2000-2020*. Technip. Paris, 1989.

⁵ 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).

ÉVOLUTION DE L'INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE DU PIB DANS LE SCÉNARIO CME

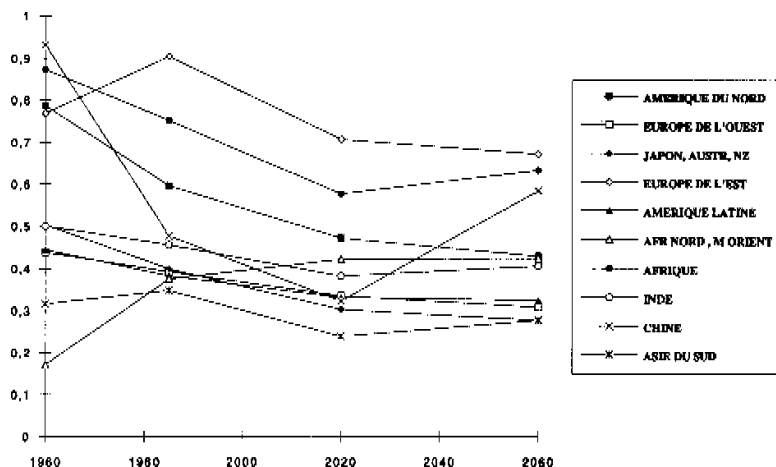


figure 2

En 2020, la consommation d'énergie a augmenté de 80 % par rapport à celle de 1985. En 2060, le facteur est de 3 dans un monde où les inégalités des années 80 sont pérennisées puisque le PIB par habitant des pays hors OCDE reste 5,4 fois plus faible (comme en 1985) que celui des pays de l'OCDE.

Aucune référence explicite aux relations énergie/PIB n'apparaît dans ce scénario. Si l'on reconstitue ces relations à partir des projections régionales, on peut cependant constater une très grande prudence des expertises pour ce qui concerne l'évolution des intensités énergétiques⁶ des différentes régions du monde (fig. 2). En fait, les experts projettent à court terme une saturation des gains de productivité énergétique des pays de l'OCDE et n'envisagent pas pour les pays du Sud un « apprentissage énergétique » en cloche du même type que celui des pays du Nord (fig. 5) au cours des cent dernières années, mais une courbe à deux bosses (fig. 7).

⁶ On rappelle que l'intensité énergétique du PIB est l'indicateur de la consommation énergétique nécessaire à l'obtention d'une unité de PIB (par exemple en tep/1000 \$ de PIB).

Les intensités énergétiques élevées qu'on constate dans l'histoire récente des pays pauvres (en 1960 et 1985) peuvent surprendre. On a tendance en effet à assimiler abusivement pénurie d'énergie et bon usage de l'énergie. La réalité est bien différente et ne fait qu'aggraver l'écart avec les pays développés. En Afrique sub-sahélienne par exemple, l'énergie est principalement utilisée pour la cuisson des aliments, l'éclairage et, plus marginalement, pour le transport des marchandises et des personnes, Mais il faut prendre conscience que ces services, mis parcimonieusement à disposition des habitants, engendrent des consommations énergétiques sans commune mesure avec celles des pays industrialisés.

C'est ainsi qu'une lampe à pétrole consomme pour la même intensité lumineuse sept fois plus d'énergie qu'une ampoule à incandescence et trente fois plus qu'une lampe fluocompacte basse consommation. De même, la cuisson au feu de bois sur un foyer ouvert consomme cinq à huit fois plus d'énergie que la cuisson au gaz.

Quant aux camions et aux taxis-brousse le plus souvent vétustes, ils consomment une fois et demie à deux fois plus d'essence que leurs homologues modernes et bien entretenus.

On pourrait dire la même chose de secteurs entiers de l'industrie lourde de pays comme la Chine, en particulier la sidérurgie ou la cimenterie dont les rendements énergétiques sont une fois et demie à deux fois moindres que dans les pays de l'OCDE. L'utilisation exemplaire de l'énergie dans l'agriculture chinoise ne peut suffire à compenser les mauvais rendements industriels puisque la consommation énergétique de l'agriculture y est dix fois plus faible que celle de l'industrie.

On trouve là, indépendamment des biais que peut apporter la mesure du PIB dans des économies à forte dominante informelle, une explication de la faible productivité énergétique de ces économies du sous-développement.

L'expertise du CME concernant les pays du Nord sous-tend l'existence d'une saturation de l'efficacité énergétique. Cette notion est probablement liée au concept relativement restrictif « d'économie d'énergie », qui s'applique à un parc de matériels existant, par opposition aux concepts plus larges d'efficacité ou de productivité énergétiques qui s'appliquent aussi bien au parc existant qu'à ceux à construire ou à

renouveler. Pourtant, dans un raisonnement à long terme, le poids du renouvellement et de la nouveauté est bien plus important que l'existant, même pour des taux de croissance modestes. Les durées de vie des parcs de matériels s'étagent entre moins d'une dizaine d'années pour l'électroménager et les véhicules, dix à vingt ans pour les installations industrielles légères, vingt à quarante pour les plus lourdes, une cinquantaine d'années pour les logements, jusqu'à soixante-dix, quatre-vingts ans, voire davantage pour les infrastructures les plus importantes (routes, voies ferrées, transport et distribution des fluides en réseaux, urbanisme). D'où des taux annuels de renouvellement des parcs de 1 à 10 %, non négligeables face aux taux de croissance des économies des pays du Nord.

L'influence du temps	Durée de vie moyenne mandats	Taux de renouvellement moyen/an
Ampoules électriques à incandescence	1 000 à 2 000 heures	50 à 100 %
Ministre pays démocratique	2 ans	50 %
Télévision	5 à 7 ans	15 à 20 %
Mandats de maires, députés	5 à 7 ans	15 à 20 %
Réfrigérateur	8 à 10 ans	10 à 12 %
Voiture 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 %
1 tracé de route, de chemin de fer	> 100 ans	<1 %
1 voie d'eau, 1 port	100 à 300 ans	0,3 à 1 %

Pour les pays du Sud, l'évolution envisagée des intensités énergétiques peut s'interpréter comme une sorte de blocage dans le processus « d'apprentissage de la productivité énergétique », après un bon démarrage. Ce qui conduit à la pérennisation d'un très fort retard (de l'ordre d'une centaine d'années) ou même à une divergence de tendance, par rapport aux pays du Nord.

Le scénario du CME implique donc un double pessimisme, pessimisme quant à la capacité des pays de l'OCDE à accomplir des gains de productivité énergétique importants par incorporation du progrès technique, pessimisme quant à l'auto-apprentissage des pays du Sud et au transfert de technologies performantes du Nord vers le Sud.

B/ Scénario NOE (Nouvelles Options Énergétiques)

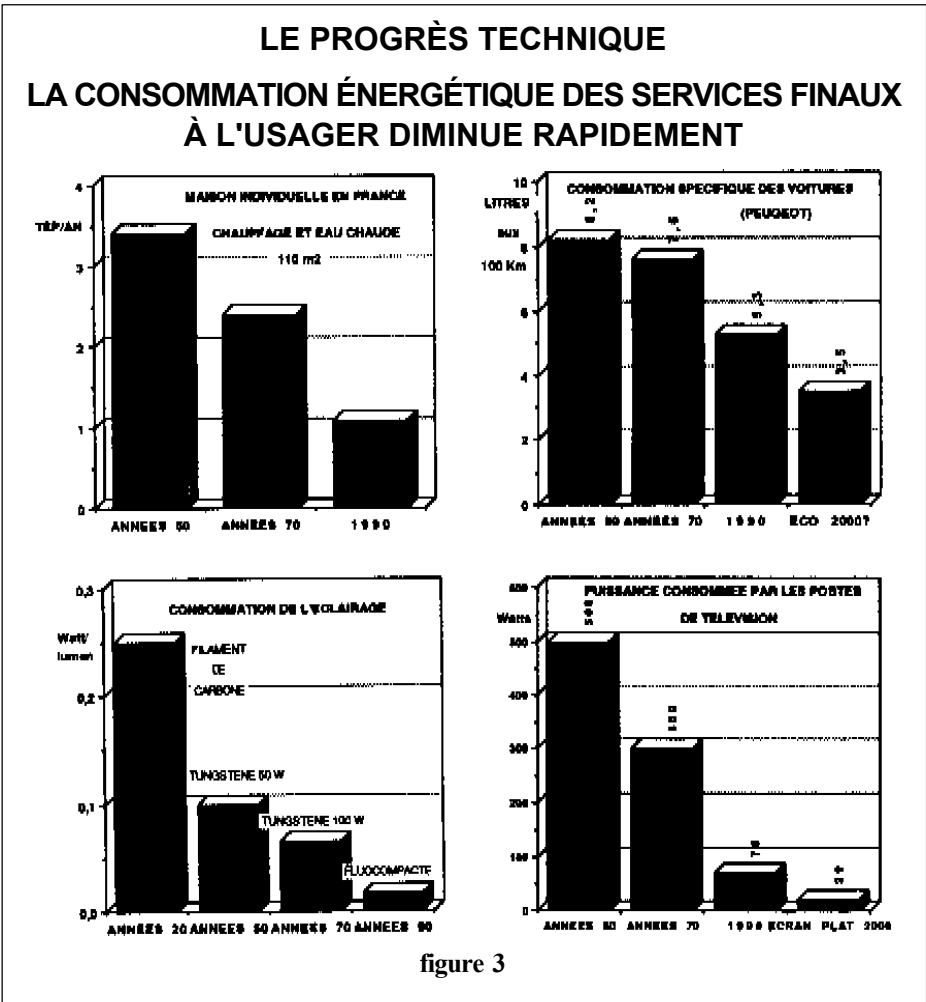
Le scénario NOE s'appuie sur une analyse très différente du progrès technique qui conduit ses auteurs à envisager sur le long terme la possibilité de gains importants de productivité énergétique, à la fois dans les pays du Nord et du Sud. Cette analyse repose sur une rétrospective des cent dernières années. 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 20 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 quarante fois plus puissantes qu'il y a cinquante ans.

L'efficacité énergétique

Mais l'essentiel n'est pas là. La véritable révolution tranquille du vingtième siècle est la chute vertigineuse des quantités d'énergie nécessaires à la satisfaction d'un service. L'ampoule à incandescence des années 20 consommait cent fois plus d'électricité que les ampoules fluocompactes d'aujourd'hui pour le même service rendu, les télévisions des années 50, vingt fois plus d'énergie que les télévisions à écrans plats qui sortent sur le marché japonais (fig. 3). Le micro-ordinateur que la firme IBM met aujourd'hui sur le marché, le « PC green » consomme

50 watts en mode actif et 18 watts en mode veille alors que ses concurrents en consomment 200.

Nos logements des années 50 consommaient quatre fois plus d'énergie de chauffage qu'aujourd'hui, nos voitures consomment 25 % d'essence de moins au kilomètre qu'il y a dix ans. Dans l'industrie, la consommation énergétique de la tonne d'acier a chuté de 30 % en moins de vingt ans. A un niveau plus global, les Etats-Unis, par exemple, 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 quinze ans. Ce phénomène tient au transfert de l'industrie lourde vers les industries plus légères pour 1,6 % et à la réduction de la consommation spécifique d'énergie des technologies pour 1,9 %. Ils ne sont pourtant pas réputés pour être les champions des économies d'énergie !



Plus inattendu encore ! La quantité d'énergie nécessaire à la production d'une tonne de blé en Beauce (y compris l'ensemble des intrants) est tombée de 0,1 tep (tonne équivalent pétrole) à 0,08 tep entre 1950 et 1980. On imaginait pourtant la révolution verte française comme reposant d'abord sur la mécanisation, donc sur l'augmentation des consommations énergétiques. En fait, les progrès réalisés sur les semences, sur les engrais et leur contenu en énergie, sur les méthodes de culture, sont tels qu'ils aboutissent à une amélioration de la productivité énergétique globale de la production de blé (fig. 4).

En outre, selon des études récentes dans des secteurs très divers, cette amélioration des performances s'accompagne, contrairement aux idées reçues, d'une diminution des coûts de production. En France par exemple, depuis 1970, la consommation moyenne des réfrigérateurs a chuté de 33 % et leur prix de 21 %, celle des logements neufs a diminué de moitié et leur prix au mètre carré de 15 %. C'est dire l'influence considérable du progrès technique sur les performances physiques et économiques d'usage de l'énergie.

Une France des années 90, équipée des technologies d'avant-guerre, consommerait deux fois et demie plus d'énergie par habitant qu'elle ne le fait aujourd'hui.

ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PAR TONNE DE BLÉ PRODUIT EN BEAUCE DE 1955 À 1986

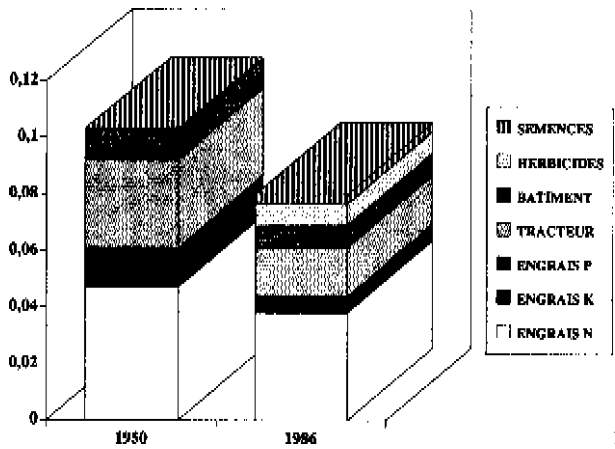


figure 4

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. 5). Chaque pays parcourt une courbe d'apprentissage énergétique analogue à celle de ses aînés, 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 2 000 dollars américains, on constate que la consommation des matériaux de base à fort contenu énergétique n'augmente plus guère. D'où un début de déconnexion entre la croissance économique et la consommation d'énergie.

Les réserves d'économie d'énergie

Pour souligner l'enjeu que représente l'efficacité énergétique dans une politique de développement, on peut aussi la considérer comme une production supplémentaire d'énergie. La question qui se pose alors, est de comparer les stocks d'énergie fossile et ceux d'économie d'énergie accessibles à des coûts économiques déterminés. Depuis longtemps,

INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE ET DÉVELOPPEMENT

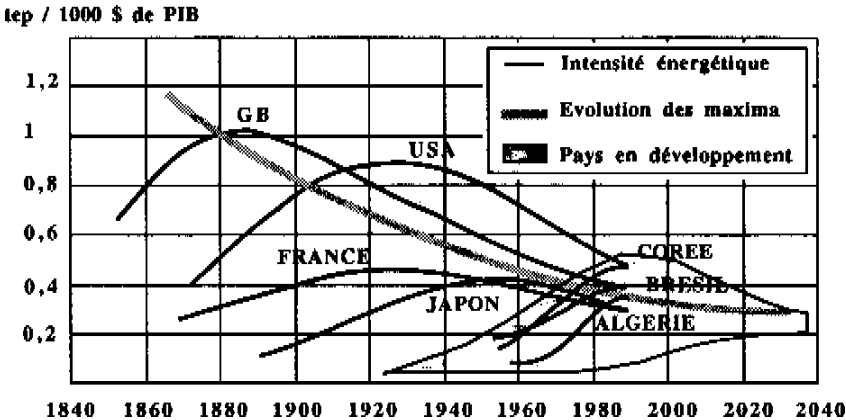


figure 5

déjà, les pétroliers sont familiers de ces questions. Ils raisonnent en termes de « réserves prouvées », c'est-à-dire de ressources mises en évidence et dont on connaît les coûts d'exploitation. C'est ainsi qu'on estime la réserve de pétrole de la mer du Nord à 2 500 millions de tonnes de pétrole, à moins de 20 dollars le baril.

Si l'on applique le même raisonnement aux économies d'énergie réalisées grâce à un investissement, il faut pour déterminer le stock d'économie d'énergie accessible, tenir compte du temps pendant lequel cette mesure va permettre des économies. Pour une maison par exemple, l'isolation des combles va produire des économies d'énergie pendant une cinquantaine d'années. Si l'économie réalisée est d'une tonne d'équivalent pétrole par an, la réserve d'économie d'énergie correspondante peut être estimée à 50 tep.

Par conséquent, l'analogie avec le concept des pétroliers permet de définir « la réserve d'économie d'énergie », engendrée par une mesure d'amélioration de l'efficacité énergétique d'un parc de matériels, comme égale au produit des économies annuelles d'énergie par la durée de vie de cette mesure.

On a pu ainsi montrer que la réserve d'économie d'énergie possible grâce à la réhabilitation thermique des logements des pays de la Communauté européenne atteint 3 000 Mtep (millions de tonnes équivalent pétrole), alors que les réserves prouvées de pétrole de la mer du Nord ne dépassent pas 2 500 Mtep ! En d'autres termes, si l'on n'exploite pas la réserve d'économie d'énergie que constitue la généralisation des mesures d'isolation à l'ensemble du parc de logements anciens en Europe, il faudra découvrir une nouvelle réserve d'énergie comparable à celle du pétrole en mer du Nord.

On peut aisément continuer la comparaison avec les pratiques pétrolières où l'on a l'habitude de chiffrer des coûts d'exploration, des coûts de développement des champs pétroliers et des coûts d'exploitation. Dans l'exemple que nous avons choisi, l'équivalent du coût d'exploration sera le coût du diagnostic thermique du parc à rénover et l'équivalent du coût de développement celui de l'investissement d'isolation de ce parc.

	Réserve	Exploration	Exploitation	Raffinage	Total
	Mtep	\$/baril	\$/baril	\$/baril	\$/baril
Habitat ancien	300	1,7	5,7	0	7,4
Habitat neuf	375	0,13	0,06	0	0,19
NS Cent Grab	375	4	9,6	2	15,6

Le tableau ci-dessus qui compare les réserves d'énergie liées à l'habitat ancien et neuf en France et celle d'un des plus grands gisements de pétrole de la mer du Nord, le « NS Cent Grab Brent », est éloquent. Non seulement les réserves d'économie d'énergie de l'habitat ancien (300 Mtep) ou neuf (375 Mtep) en France sont du même ordre de grandeur que la réserve prouvée du « NS Cent Grab Brent », mais encore les coûts d'accès aux réserves d'économies d'énergie sont nettement plus faibles que ceux du pétrole de la mer du Nord. Pour l'habitat ancien, ils sont du même ordre de grandeur que ceux du pétrole d'Arabie Saoudite, l'un des plus faciles d'accès. Quant à ceux de l'habitat neuf, à moins de 0,2 dollar par baril économisé, ils sont imbattables. A l'évidence, les réserves d'économie d'énergie ne représentent donc un enjeu marginal ni en volume, ni en coûts.

La demande énergétique

Au contraire du scénario du CME qui considère la demande énergétique comme une « boîte noire », NOE s'intéresse aux déterminants qualitatifs et quantitatifs de la demande. Partant de la consommation finale au niveau de l'utilisateur pour remonter à la production, il met naturellement en relief la très grande variété de réponses que les technologies déjà commercialisées apportent aux problèmes d'énergie et d'environnement et souligne l'importance potentielle des énergies locales.

En 2020, la consommation énergétique atteindrait 10 100 Mtep (contre 13 955 pour CME) et 11 500 Mtep en 2060 (contre 21 800 pour CME) dans un monde où de fortes inégalités entre les PIB/hab des pays de l'OCDE et ceux des pays du Sud demeurent mais sont réduites à un facteur 3,1 (au lieu de 5,4 dans CME). La croissance de l'OCDE n'est cependant pas remise en cause. L'évolution des intensités énergétiques

proposée par NOE traduit un certain volontarisme dans l'application d'hypothèses de progrès technique à la productivité énergétique (fig. 6).

ÉVOLUTION DE L'INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE DU PIB DANS LE SCÉNARIO NOE

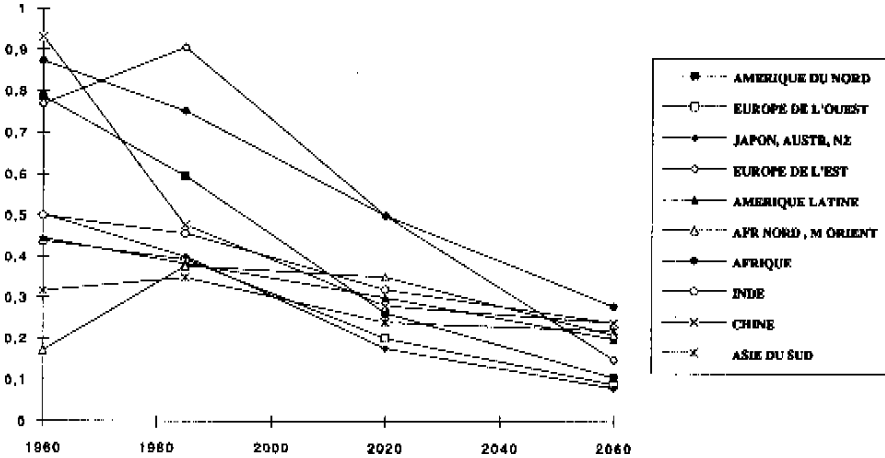


figure 6

Le scénario se caractérise d'abord par un effort considérable et continu d'efficacité énergétique des pays industrialisés, y compris à l'Est. Il se différencie aussi nettement du scénario du CME par l'application au Sud de la courbe « d'apprentissage d'efficacité énergétique » observée dans le Nord et par la volonté affirmée d'accélérer cet apprentissage au travers d'une coopération technologique Nord-Sud et Sud-Sud qui permette de combler partiellement le retard observé aujourd'hui (de cent à quarante ans environ en moyenne) (fig. 7).

Pour le Nord comme pour le Sud, l'efficacité énergétique n'apparaît pas comme antinomique du développement, mais bien au contraire comme une des conditions majeures de ce développement.

Les très importants gains de productivité énergétique des pays du Nord qu'envisage ce scénario, sont justifiés :

- tout d'abord, par le progrès technique qui, comme le montrent les exemples cités plus haut, permet de réduire constamment les consommations d'énergie de chacun des principaux services,

- ensuite, par la saturation du contenu en biens matériels dans le PIB des pays du Nord et le développement de services dont le contenu énergétique est plus faible que pour les biens matériels (information, communication, culture, etc.),
- enfin, par un rééquilibrage partiel des gains de productivité, du travail vers l'efficacité énergétique.

L'impact du progrès technique a été analysé plus haut. En ce qui concerne le contenu du PIB des pays industrialisés, force est de constater sa très rapide évolution depuis vingt ans. En 1970 déjà, les biens matériels représentaient seulement 43 % du PIB total de la France. Il n'en représente plus que 36 % en 1990. A ce rythme, la proportion devrait passer à 30 % en 2020 et à 21 % en 2060.

Cette évolution se fait naturellement sentir dans la répartition des consommations par secteur d'activité économique. Toujours 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, du tertiaire et des transports qui représentent presque 70 % des consommations en 1990 contre un peu moins de 60 % en 1970.

INTENSITÉS ÉNERGÉTIQUES NORD ET SUD SCÉNARIOS NOE ET CME

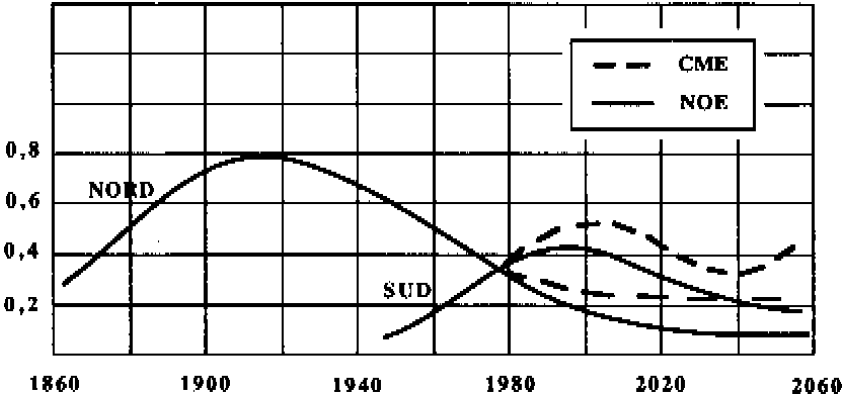


figure 7

Le scénario NOE anticipe une poursuite de cette évolution en projetant une répartition 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.

Concernant le rééquilibrage entre gains de productivité du travail et gains de productivité d'autres facteurs de production, en particulier l'énergie, l'histoire des vingt dernières années est instructive. Pendant cette période, la productivité globale des économies occidentales a augmenté essentiellement grâce à la croissance de la productivité du travail. Ainsi, cette dernière a crû en Europe 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 (avec la projection adoptée par les deux scénarios pour l'évolution de PIB dans les pays du Nord) conduirait, à structure de population active identique, à réduire l'horaire hebdomadaire de travail à vingt heures en 2020 et sept heures en 2060... ou à accepter des niveaux de chômage sans commune mesure avec ceux que nous expérimentons aujourd'hui.

Il n'y a pourtant aucune raison d'imaginer une saturation rapide des gains de productivité économique dans les pays du Nord, gains dûs essentiellement, en cette fin de siècle, à l'incorporation croissante d'intelligence, d'expertise, d'organisation, d'innovation et au rythme de renouvellement des parcs de matériels.

La proposition du scénario NOE implique un redéploiement partiel des capacités d'innovation et d'organisation, aujourd'hui principalement mobilisées pour réduire les besoins de main d'œuvre, vers la réduction des besoins énergétiques. Ce transfert partiel permettrait de contribuer à maintenir la compétitivité des économies, sans entraîner une dégradation systématique de l'emploi.

2. L'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE ET L'ENVIRONNEMENT

Là encore, les deux scénarios obéissent à des logiques différentes.

A/ Scénario du CME

La répartition entre sources énergétiques dans le scénario du CME résulte d'arbitrages entre différentes sources d'énergie commerciales

(charbon, gaz, pétrole, hydraulique et nucléaire). Les autres sources mobilisables (en particulier les renouvelables) se retrouvent classées sous le terme « énergies non commerciales », un ensemble qui 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 prévisible d'équipement hydraulique et nucléaire des différentes régions du monde. L'évolution de la concentration de gaz à effet de serre n'est pas une préoccupation en elle-même ; elle résulte simplement des arbitrages réalisés par souci d'épuisement de réserves. Aucune contrainte d'environnement global n'est envisagée.

La consommation globale d'énergie atteindrait 21 800 Mtep en 2060, trois fois plus qu'en 1985. La tendance la plus nette est l'extension du recours au charbon (de 2 140 Mtep en 1985 à 6 930 Mtep en 2060) et au gaz (de 1 356 Mtep à 3 760 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 2 900 Mtep entre 1985 et 2060. Cette hypothèse implique une dissémination massive de la technologie du nucléaire 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. En conséquence, les émissions annuelles de gaz carbonique devraient passer de 5,8 milliards de tonnes (Gtonnes) en 1985, à 8,6 Gtonnes en 2020 et 11,3 en 2060.

B/ Scénario NOE

La logique qui préside à l'élaboration des projections d'approvisionnement de NOE est fort différente de celle du scénario du CME. Tout d'abord, elle prend en compte de manière explicite et normative les contraintes d'environnement global, qu'il s'agisse des concentrations de gaz carbonique dans l'atmosphère ou du cumul des déchets nucléaires à très longue durée de vie. Ensuite, elle fait grand cas des énergies renouvelables, analysant au plan technique et économique les ressources réellement mobilisables de ces énergies, par filière

d'utilisation, dans chaque région du monde. Ces énergies renouvelables (bois, vent, soleil, petite hydraulique) considérées alors comme des technologies modernes et performantes, prennent une place significative à la fois dans le développement local et dans le bilan global.

Les contraintes d'environnement global

Au contraire du scénario du CME, NOE accepte comme hypothèse fondatrice un retour à un équilibre avec la nature en 2100, équilibre caractérisé par les deux règles suivantes :

– ne pas émettre à partir de cette date plus de CO₂ 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 en effet pas raisonnable, dans l'état actuel de nos connaissances, de laisser la concentration de CO₂ augmenter indéfiniment dans l'atmosphère à seule fin d'éviter l'accumulation de trop grandes quantités de déchets nucléaires à longue durée de vie. L'inverse serait tout aussi peu sensé. D'où cette double condition.

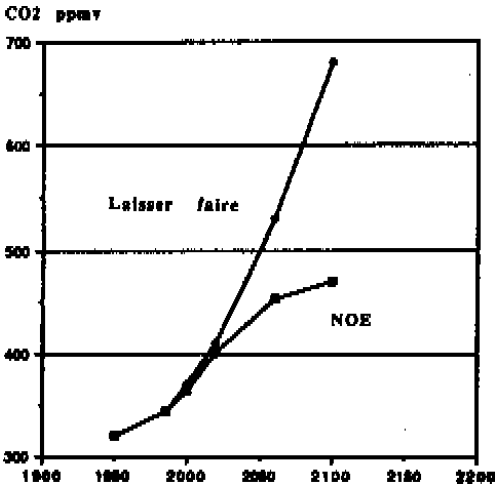
Contrairement au scénario du CME qui implicitement privilégie des stratégies d'adaptation (climat, gestion des déchets), NOE se réfère donc principalement à des stratégies de type préventif.

La cohérence du scénario d'approvisionnement avec les problèmes d'émissions de CO₂ et la prise en compte de l'épuisement des réserves fossiles est assurée grâce à un schéma du type « vases communicants » (fig. 8). La réserve d'énergies fossiles, représentée ici par un réservoir, se vide à un rythme qui dépend de la consommation engendrée par la demande énergétique. Ce réservoir peut être réalimenté par la découverte de nouveaux gisements. Son rythme de vidange dépend donc des rythmes relatifs de consommation et de découverte de nouveaux gisements.

La mesure de prévention contre le réchauffement climatique se traduit par une concentration maximale acceptable de CO₂ dans l'atmosphère ; elle peut être illustrée par un réservoir de carbone que l'on refuse de laisser déborder. Ce réservoir est alimenté par le flux pompé du premier réservoir du fait de la demande énergétique et se vide naturellement sous l'action de l'absorption de CO₂ par les océans. La condition que nous nous sommes imposée dans NOE, est de parvenir à l'équilibre des

Ce scénario se distingue de celui du CME non seulement par les plus faibles niveaux globaux de ponction sur les ressources qu'il envisage, mais aussi par une beaucoup plus forte diversité des approvisionnements, fossiles et renouvelables. Une dizaine de filières contribuent à l'approvisionnement global sans qu'aucune ne dépasse en 2060, 20 % du total alors que pour le CME, le charbon occupe à lui seul plus de 30 %.

**L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT
CUMUL DU CO₂ DANS L'ATMOSPHÈRE**



CUMUL DES DÉCHETS NUCLÉAIRES

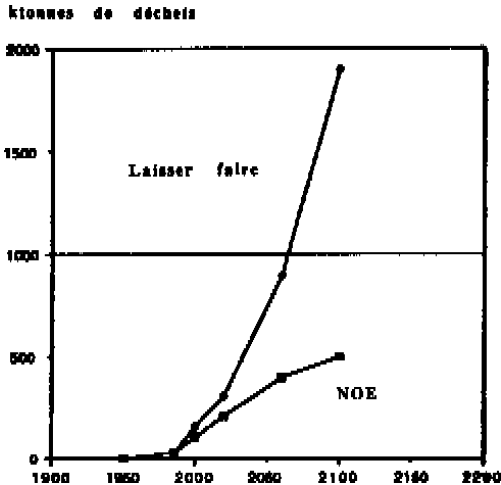


figure 9

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 (parties par million en volume) d'équivalent CO₂, soit 30 % de plus qu'en 1985. De son côté, le scénario du CME envisageait une concentration de 550 ppmv en 2060, concentration qui continuait à augmenter d'année en année après cette date. De même, la quantité de déchets nucléaires se stabilise en fin de période pour le scénario NOE alors qu'elle continuait à augmenter rapidement dans le scénario du CME (fig. 9).

A l'issue de cette comparaison des deux scénarios, il est indispensable de rappeler qu'un scénario prospectif comme NOE n'a pas de rôle prédictif, mais bien plutôt l'ambition d'organiser de façon cohérente un certain nombre d'hypothèses normatives pour en tester l'impact sur le système global ainsi décrit. Mais même si ce parti-pris de faire entrer le futur lointain dans le présent et de cohérence ne donne aucune valeur prédictive au modèle ainsi décrit, une telle image, établie en contrepoint des scénarios plus classiques, permet de mettre en relief de nouveaux paramètres et de nouveaux leviers pour changer les modes de vie et de production qui seraient susceptibles de favoriser l'évolution vers un développement durable.

IV. ÉLÉMENTS POUR UNE STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE

1. L'APPORT DES SCÉNARIOS

Trois éléments déterminants pour une évolution favorable au développement durable distinguent le scénario NOE de celui du CME :

- l'importance accordée à la diversité des solutions locales comme réponse à un problème global, mais aussi à la solidarité spatiale entre les peuples et temporelle entre les générations,
- la recherche continue de « gains de productivité énergétique » dans l'ensemble des pays industrialisés comme en développement et d'une accélération de « l'apprentissage de l'efficacité énergétique » par les pays les moins développés,
- la volonté d'une mise en œuvre accélérée du potentiel des diverses énergies renouvelables.

Ces éléments sont naturellement liés. Ainsi, la recherche de solutions locales favorise 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. On rencontre d'ailleurs le même problème de pénurie d'acteurs dans le domaine de la maîtrise de l'énergie. Quant à la recherche de gains de productivité dans les usages finaux de l'énergie, elle constitue elle aussi un facteur favorable à la pénétration des énergies renouvelables ; elle introduit en effet des éléments de ruptures potentielles des systèmes d'organisation énergétique.

L'exemple le plus clair concerne les réseaux de distribution d'électricité, considérés aujourd'hui comme le modèle unique de développement de l'électrification. Ce modèle parce qu'il impose une structuration organisationnelle et des infrastructures matérielles importantes, ne peut dégager une rentabilité minimale qu'en gérant des flux énergétiques importants. L'amortissement d'une ligne électrique individuelle n'est guère envisageable pour des consommations inférieures à 1 kWh par jour. Il y a donc là antinomie entre les exigences de rentabilité d'un réseau et l'objectif de maîtrise et de réduction de la consommation électrique.

Or, la situation des deux milliards d'hommes actuellement privés d'électricité est justement caractérisée par des besoins d'électricité et des

capacités de financement correspondant à des quantités plus proches de 0,1 kWh par jour que de quelques kWh.

En revanche, dans le cas de l'électricité hors réseau, maîtrise des consommations et production locale d'électricité deviennent profondément complémentaires. Les ruptures technologiques que l'on constate aujourd'hui dans le domaine de l'éclairage (division par cinq de la consommation d'une lampe), de la télévision (division par dix avec les récepteurs à cristaux liquides de consommation inférieure à 10 watts), de la micro-informatique, permettent d'envisager l'accès aux services spécifiques de l'électricité sans réseau. En quelques années, la puissance nécessaire à un équipement de base composé de trois points lumineux, d'un réfrigérateur et d'une télévision est passé de plus de 700 watts à 200 watts. Cette évolution permet désormais de se contenter d'une installation photovoltaïque que de 2 à 3 m² dans un pays ensoleillé. Ceci peut être à l'origine d'un modèle de développement « par pas successifs », en particulier dans les zones à faible densité de population.

Recherche de « gains de productivité » et solidarité entre générations sont également intimement liés puisque l'obtention de ces gains passe non seulement par des progrès technologiques mais aussi par des mesures structurelles d'organisation de l'espace et d'aménagement du territoire qui engagent le très long terme.

Enfin, l'accélération du processus « d'apprentissage énergétique » des pays du Sud et la solidarité internationale entretiennent également des liens étroits. Elles supposent de revisiter les notions de coopération technique, économique et culturelle Nord-Sud, mais aussi Sud-Sud, pour éviter de reproduire les erreurs énergétiques commises par les pays du Nord et adopter directement les technologies les plus efficaces.

A/ Problème global et réponses diversifiées

La nécessité d'une diversité de réponses locales à un problème de nature globale a plusieurs conséquences.

Tout d'abord, l'urgence de la création ou du renforcement de la capacité locale des hommes à prendre des décisions stratégiques compatibles avec le projet global. Il n'existe pas une recette générale mais une grande variété de décisions à prendre dans des contextes

géographiques, climatiques, économiques et sociaux très divers. De ce fait, la mise en place d'une « capacité administrative, technique et militante d'animation », assurée d'un minimum de pérennité autour des problèmes d'efficacité énergétique, s'avère une mesure indispensable. Elle doit être capable de dialoguer avec les autorités administratives chargées de l'organisation de la production d'énergie, de faire contrepoids aux entreprises du secteur, de participer pleinement à la planification énergétique de la région concernée, d'animer des secteurs très divers de la société (entreprises, collectivités locales, pouvoirs publics, usagers) et de les encourager aux mesures d'efficacité énergétique, en les informant, en proposant les réglementations indispensables et les incitations financières les mieux adaptées aux pouvoirs publics.

Ensuite, la nature globale du problème renvoie à une double exigence de cohérence et de solidarité. On doit envisager la création à l'échelle planétaire d'un système capable de prendre en charge d'une part la définition, l'entretien et la diffusion d'indicateurs qui permettent d'enregistrer et de comparer les progrès d'efficacité énergétique réalisés dans chaque région, chaque pays et d'autre part l'affichage de contraintes explicites, négociées et progressives, qui traduisent clairement les objectifs visés et la nature des indispensables solidarités spatiales et temporelles :

– solidarité spatiale pour assurer des bases sérieuses au partage des contraintes entre les différents sous-continent. Il serait par exemple totalement irréaliste d'imposer des contraintes d'efficacité énergétique à des pays en développement – même si elles apparaissent comme totalement justifiées au niveau planétaire – sans assurer les transferts d'information, les transferts techniques et financiers permettant de résoudre la contradiction apparente et provisoire entre les exigences du développement local et celles de l'environnement global ;

– solidarité temporelle pour introduire de manière dynamique le futur dans les décisions présentes. Les notions physiques développées plus haut (fig. 8) permettent d'exprimer clairement la nature et l'ampleur des solidarités que nous devons mettre en place avec les générations futures pour gérer au mieux les réservoirs d'énergie fossiles et de carbone de l'atmosphère.

Ces deux types de solidarité ne sont pas dissociables puisque la notion même de progrès implique une dynamique temporelle.

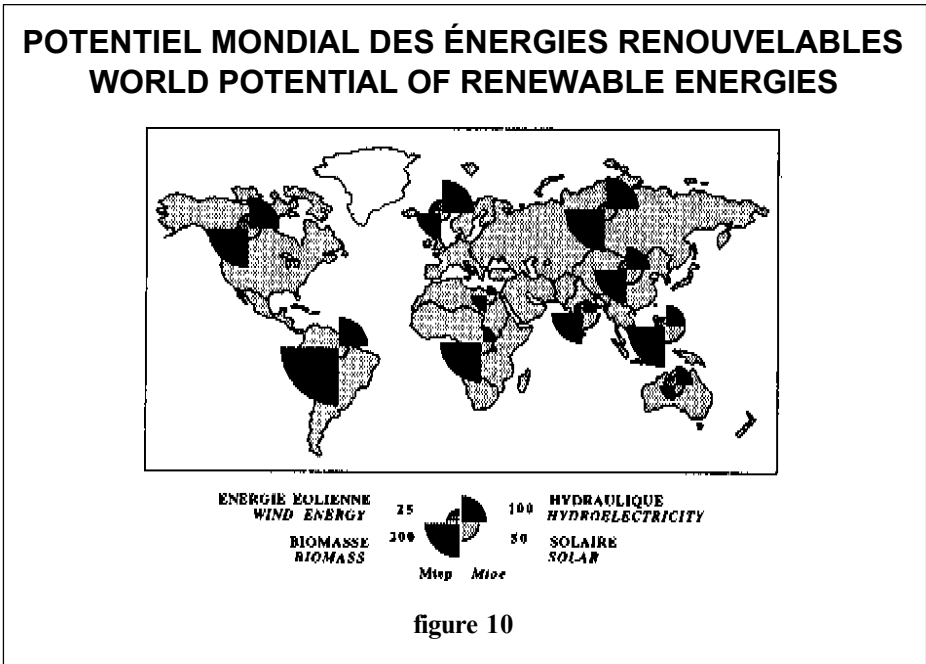
B/ Accélérer la mobilisation du potentiel des énergies renouvelables

Le recours aux énergies renouvelables est l'objet des discours les plus extrêmes. Leurs zélateurs en font parfois la panacée universelle et reproduisent inconsciemment le discours qu'ils contestent chez leurs adversaires, tenants du « tout-nucléaire ». D'autres, se fondant uniquement sur l'analyse des marchés à court terme, ne voient dans les énergies renouvelables qu'un appoint marginal au bilan énergétique dans un avenir prévisible et reportent chaque année plus loin la date d'émergence de ces solutions. Pour rendre la discussion possible et évaluer le potentiel des énergies renouvelables réellement utilisables, il faut 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. A la différence des énergies fossiles, les énergies 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. C'est dire que l'énorme ressource de vent du Groenland ne représente qu'une réserve énergétique pratiquement nulle, vu la très faible population de la région.

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 en lien avec le progrès technique et le développement démographique. On montre ainsi qu'aujourd'hui les potentiels renouvelables réellement mobilisables sont de l'ordre de trois milliards de tep (dont 1 300 sont en fait utilisées) (fig. 10), et qu'elles pourraient atteindre plus de cinq milliards en 2060 et environ huit milliards en 2100. Toutefois, une mobilisation plus importante de ces énergies, même si elle est techniquement envisageable, conduirait à des problèmes graves

de concurrence dans l'usage des sols et donc à une augmentation sensible de leurs coûts.

On peut aussi évaluer les énergies renouvelables en terme de « réserves » comme nous l'avons fait pour les économies d'énergie, de façon à les comparer avec les réserves fossiles. Comme dans le premier cas, on passe du potentiel annuel à la réserve par intégration dans le temps des flux d'énergies renouvelables captés par une installation pendant sa durée de vie. Dans le cas d'un barrage hydroélectrique qui fournit 1 GWh par an et dont l'espérance de vie est d'environ cinquante ans, on pourra considérer que la « réserve d'énergie hydraulique » correspondante est de 50 GWh. Cette évaluation, il faut le souligner, n'est pas exactement équivalente à celle de la « réserve prouvée » d'un gisement d'énergie fossile. En effet, quand la réserve renouvelable est épuisée du fait de l'obsolescence du transformateur d'énergie (le barrage et la turbine associée), la ressource physique n'en est aucunement affectée. Il n'en est évidemment pas de même pour les énergies fossiles dont la ressource s'épuise localement en même temps que la réserve. C'est donc une évaluation plutôt conservatrice que l'on propose ici.



Pour chacune des technologies de transformation des énergies renouvelables, on peut définir un temps de vie moyen des installations, par exemple :

- 20 ans pour les éoliennes hors ou sur réseau, le photovoltaïque hors réseau, la combustion du bois en chaudière et l'eau chaude solaire,
- 30 ans pour les centrales solaires de grande puissance, les usines de valorisation énergétique des déchets organiques,
- 50 ans pour les installations hydroélectriques.

A partir de ces hypothèses et des données de la figure 10, il devient possible de calculer la réserve par région pour chacune des technologies envisagées.

RÉSERVES D'ÉNERGIES RENOUVELABLES ET FOSSILES

Mtep1990	Réserves renouvelables	Réserves pétrole	Réserves Gaz
OCDE	29 980	7 700	13 700
CEI			
Europe centrale	15 380	8 300	40 700
Autres	47 410	79 200	39 600
Total	92 770	95 200	94 000

Ce tableau montre qu'au niveau mondial les « réserves d'énergies renouvelables » (92,7 Gtep – milliards de tep –) sont tout à fait comparables aux « réserves prouvées » de pétrole ou de gaz (respectivement 95,2 et 94 Gtep en 1990). L'enjeu en termes globaux et en termes locaux de la mise en œuvre accélérée de ces énergies pour le développement et l'environnement est donc d'une ampleur considérable.

2. LES PRIORITÉS D'ACTION

A/ Création d'équipes et d'organismes nationaux, régionaux et mondiaux

Sans un minimum d'institutions locales spécifiques capables de prendre en charge les problèmes de maîtrise de l'énergie et d'énergies

renouvelables, les autres réformes proposées resteront lettre morte. Dans la plupart des pays en développement mais aussi dans les pays de l'Est, les compétences techniques et administratives en ces domaines n'existent généralement ni dans le réseau institutionnel ou financier, ni dans les entreprises. La première priorité consiste donc à les développer au niveau local ou régional, en suscitant la création d'un minimum de capacité d'animation capable de prendre en charge la partie technique des procédures.

On envisage la mise en route d'équipes (agence paragonnementale ou administration technique) chargées :

- de définir des programmes locaux prioritaires 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 internationaux⁷, 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 de lutte contre le gaspillage énergétique et l'effet de serre pour élargir l'éventail des moyens les mieux adaptés aux conditions locales,
- de participer à l'évaluation des résultats des diverses procédures mises en place,
- de faire évoluer les procédures à partir d'opérations démonstratives,
- de faire évoluer les critères et les priorités d'action en accumulant de nouvelles expériences,
- d'effectuer les études régionales ou locales préalables à la mise en toute de programmes nouveaux, etc.

Pour y parvenir trois conditions doivent être remplies : la formation d'un personnel capable et motivé, la pérennité des équipes, enfin la délégation d'autorité par l'Etat.

La communauté internationale a une responsabilité évidente dans la création de ces institutions et de ces équipes. En effet, les gains d'efficacité énergétique et la promotion des énergies renouvelables

⁷ Banque Mondiale, Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUF.), Fonds Mondial pour l'Environnement (FEM), Communauté Européenne (CEE), etc.

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 politiques, économiques et d'environnement global.

Il n'est d'autre part pas question que l'on demande à ces équipes et à ces organismes de gagner leur vie en vendant leurs prestations comme des bureaux d'études. Cette logique de marché n'est guère envisageable dans un environnement institutionnel, fiscal et réglementaire qui fait la part trop belle aux producteurs d'énergie. Dans ces conditions, il paraît logique que la communauté internationale prenne en charge partiellement le financement du fonctionnement (y compris les salaires) de ces entités, par exemple sur la base de 50 % négociés avec chaque gouvernement, sous forme d'une dotation révisée tous les trois ans.

Étendue à l'ensemble des pays en développement et aux pays de l'Est en transition, une telle dotation ne représenterait pas une somme considérable par rapport à ce qui est consacré aujourd'hui à l'aide au développement dans le domaine de l'énergie. Sur la base de cinquante personnes pour vingt millions d'habitants, il s'agit d'assurer le financement de dix : mille personnes, soit 500 millions de dollars dont la moitié pour la communauté internationale. Un tel investissement en capacité humaine est de nature à présenter une rentabilité bien supérieure à celle de nombreux projets « matériels » actuellement financés. Une partie d'un fonds comme le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) pourrait y être consacrée.

Un tel dispositif devrait être complété par la mise en place de « centres régionaux de formation et d'études internationales » où les équipes et organismes d'une même région géopolitique confronteraient leurs expériences et élaboreraient des politiques régionales. Ces centres régionaux pourraient être rattachés aux Commissions économiques régionales des Nations unies.

La mise en place de l'ensemble de ces éléments justifie la création d'une « Agence mondiale de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables. » On peut l'envisager non pas comme un monstre bureaucratique consacrant l'essentiel de ses ressources à sa propre survie et à sa reproduction mais comme une agence d'une centaine de personnes chargée principalement :

- de l'aide à la création et à l'organisation des centres régionaux,

- de l'aide à la création des centres nationaux,
 - du montage des programmes de formation,
 - du financement des opérations de démonstration et de prédiffusion,
 - de la diffusion et de la publication des indicateurs qui permettent d'apprécier les résultats obtenus par rapport aux engagements souscrits.
- La mise en place et l'organisation de ces trois échelons – local, régional et mondial – semblent aujourd'hui un élément majeur pour une prise en compte volontariste et pérenne de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables au service du développement durable.

B/ Affichage d'un indicateur de progrès d'efficacité énergétique au côté des indicateurs du développement

Un indicateur, éventuellement des indicateurs, de progrès d'efficacité énergétique devrait 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). L'indicateur « efficacité énergétique du PIB » (l'inverse de l'intensité énergétique) qui globalise de nombreux facteurs, mériterait certainement d'être explicité et décomposé selon les secteurs d'activité économique.

Les programmes d'aide au développement des institutions multilatérales et bilatérales (Banque mondiale, PNUO, PNUE, Banque européenne de reconstruction et de développement, banques régionales, fonds de coopération, etc.) devraient afficher des objectifs chiffrés d'amélioration de ces indicateurs qui peuvent être l'intensité énergétique du PIB ou tout autre indicateur sectoriel plus pertinent, en particulier dans les pays où le PIB ne donne qu'une image très partielle de la réalité des échanges économiques.

La publication de ces indicateurs, locaux régionaux et mondiaux devrait naturellement être confiée aux trois échelons d'organisation institutionnelle définis plus haut.

C/ Suppression des subventions aux énergies fossiles

Bien souvent, des subventions viennent diminuer artificiellement le coût de services à fort contenu énergétique pour différentes catégories

d'utilisateurs. Elles peuvent affecter directement un produit déterminé. C'est le cas par exemple pour l'électricité dans les départements français d'outremer (DOM), fortement subventionnée grâce à un système de péréquation nationale., ce qui conduit naturellement à des gaspillages importants. On constate le même phénomène pour l'électricité dans de nombreux pays en développement, pour la chaleur ou les combustibles fossiles dans les pays de l'Est, etc.

Mais dans bien des cas, c'est la subvention non pas directement à l'énergie mais à un service donné qui entraîne une augmentation des dépenses d'énergie. En France par exemple, les transports routiers ne payent qu'une très faible part de l'investissement et de l'entretien du réseau qu'ils utilisent ou des accidents et encombrements qu'ils provoquent. Dans ces conditions, malgré une tarification relativement élevée des carburants, leurs dépenses énergétiques ne comptent que pour moins de 20 % des coûts totaux et le transport par route reste très compétitif. Ici, la dépense énergétique est d'abord la conséquence indirecte des priorités retenues pour l'organisation des transports. Et seule la prise en compte de l'ensemble des externalités dans le coût réel du transport routier (infrastructures, pollution, accidents...), serait de nature à ralentir son accroissement anarchique et par conséquent ses dépenses énergétiques. On voit bien dans cet exemple la nécessité, pour corriger les trajectoires de développement vers le développement durable, de sortir du seul problème énergétique.

Les deux exemples précédents montrent également que 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.

Il faut par ailleurs souligner la difficulté d'adoption de telles mesures aussi bien dans les pays industrialisés que dans les pays en développement. Elles risquent en effet, tout au moins de manière transitoire, d'engendrer des déséquilibres sociaux importants. On est là dans une situation analogue à celle d'une taxation des produits agricoles de base dont le renchérissement brutal peut se révéler insupportable aux

catégories les plus défavorisées des populations. La réponse par le marché n'est jamais suffisante et des mesures d'accompagnement social sont indispensables pour assurer la transition vers une vérité des prix.

D/ Réorientation de l'effort de recherche et d'investissement public

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 d'énergies fossiles et fissiles. Il en va de même pour les commandes des services publics et des collectivités locales. Leur effort d'investissement et de fonctionnement porte essentiellement sur les technologies de mise à disposition aux usagers des différents produits énergétiques, sans se préoccuper de la rationalité des usages qu'ils en font.⁸

Dans les deux cas, un effort majeur de rééquilibrage s'avère indispensable, non seulement au niveau financier mais aussi au niveau organisationnel et culturel. On connaît en effet le caractère structurant et médiatique des grands programmes technologiques et, par contraste, la difficulté qui existe pour animer des programmes constitués d'une myriade d'actions de recherche ou d'investissement à caractère diffusant. Aujourd'hui, les investissements de production énergétique concentrée (extraction du pétrole, construction de centrales électriques et de réseaux, etc.) sont à la charge de compagnies puissantes, souvent nationales, qui gèrent la trésorerie de ces opérations (avec des emprunts nationaux ou internationaux). Dans le cas des énergies locales et décentralisées, l'investissement repose bien souvent sur des collectivités locales, voire sur des individus. Il convient donc de mettre en place des mécanismes de financement et d'information nouveaux qui permettent l'accès des individus à ces sources d'énergie ou d'économie d'énergie décentralisée. A défaut, le problème du financement initial favorisera

⁸ Cette caractéristique n'est pas spécifique à l'énergie. Dans le domaine de l'eau par exemple, une commune investit et subventionne bien souvent la mise à disposition de l'eau domestique depuis la captation des sources, leur traitement et la construction d'un réseau, investit et subventionne également un réseau de collecte et de traitement des eaux usées, mais n'a généralement aucune action sur l'usage rationnel de l'eau (économies d'eau, réductions des fuites, etc.).

inévitablement les solutions centralisées, même si elles coûtent en fait plus cher, tant à l'individu qu'à la collectivité. Un important effort d'innovation institutionnelle et financière s'impose, en particulier dans les pays en développement où l'économie marchande, non dominante, ne dégage qu'une faible circulation monétaire.

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. L'important effet de levier que le développement de l'un de ces deux domaines exerce sur l'autre, justifie cette simultanéité.

E/ Réglementation et fiscalité, des outils complémentaires au service de l'efficacité énergétique

Contrairement à une idée répandue, réglementation et fiscalité ne constituent pas des mesures antinomiques. Certes, la première relève d'une logique planificatrice et la seconde d'une logique libérale, mais elles se révèlent 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 aboutir à des contre-performances et stériliser l'innovation technologique, alors que les taxations auraient agi de façon à la fois plus supportable et plus efficace. Mais encore faut-il que ces taxes portent sur des éléments sensibles des comptes des entreprises. Si l'énergie ne représente qu'un faible pourcentage des dépenses de l'entreprise, une taxation même lourde de l'énergie n'aura qu'un impact relativement faible sur le producteur alors qu'elle pèsera très fortement sur le consommateur du produit fabriqué par cette entreprise.

Par contre, dans l'habitat par exemple, les réglementations thermiques ont prouvé leur grande efficacité alors qu'une taxation sur l'énergie touchant essentiellement l'utilisateur final, mais non directement le promoteur immobilier, risquerait d'être beaucoup moins efficace dans le renouvellement des modes de construction. La démonstration serait identique pour le transport automobile individuel.

L'importance de plus en plus grande que prendront 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. Bien évidemment, poussé trop loin et sans discernement, ce type de raisonnement pourrait conduire à la mise en place, sous prétexte d'efficacité énergétique, d'une société de type policier.

Il est par conséquent important de considérer ces mesures comme des parties d'un système de régulation et d'incitation complet et non comme des outils plus ou moins exclusifs les uns des autres.

En particulier, chacune de ces mesures possède une influence différente sur le rééquilibrage potentiel des gains de productivité du travail et de l'énergie selon les secteurs de l'activité économique auxquels elle s'applique. D'où des situations contrastées en fonction de la répartition initiale des coûts de ces deux facteurs. Par exemple, tout en maintenant à sa valeur actuelle un gain annuel de productivité de l'ensemble des facteurs de production, on peut échanger un gain de 1 % par an de productivité énergétique contre un ralentissement de 0,43 % du gain de la productivité du travail dans la sidérurgie, de 0,17 % dans les transports routiers de marchandises mais de 0,025 % seulement dans l'industrie informatique.

Ces chiffres montrent la très grande diversité des situations et les limites au rééquilibrage des gains de productivité sur l'emploi. Autant une taxe de valeur importante sur l'énergie dans la sidérurgie peut avoir une influence non négligeable sans perte de compétitivité, à la fois sur l'efficacité énergétique du secteur et sur le maintien de l'emploi, autant la même mesure aura peu d'influence sur l'emploi dans l'industrie informatique.

F/ Quelle fiscalité ?

Les débats récents se sont focalisés sur l'instauration pour les combustibles fossiles d'une « taxe dissuasive » de l'ordre de 300 à 500 francs par tonne de carbone émis dans l'atmosphère. La principale vertu d'une taxe élevée serait bien de créer un signal prix minimum, stable à moyen et long terme, des énergies auxquelles elle s'applique. Chacun reconnaît qu'il est difficile d'imaginer une politique continue et fructueuse d'efficacité énergétique si les prix des énergies de référence

fluctuent constamment dans de larges proportions. Cependant cette mesure présente un certain nombre d'inconvénients.

– Elle entraînerait, si elle se révèle efficace, la réduction des volumes et donc probablement des prix des énergies fossiles sur le marché international. Les pays producteurs pourraient alors se plaindre d'une diminution de la rente minière au profit des pays consommateurs, puisque la taxe, pour maintenir les prix stables à la consommation, compenserait en partie la chute des cours.

– L'ampleur des taxes proposées imposerait un vaste redéploiement fiscal. Sans lui, le prélèvement obligatoire supplémentaire serait mal supporté. La réforme fiscale est d'ailleurs souvent présentée comme l'occasion de favoriser le redéploiement des gains de productivité du travail vers l'énergie par détaxation de l'emploi. On a vu plus haut que l'hétérogénéité des situations dans la répartition emploi/énergie des différentes branches d'activité risque de rendre l'opération difficile. Cet avantage théorique pourrait donc se heurter dans la pratique aux difficultés inhérentes à toute réforme importante de la fiscalité.

– Certains défenseurs de ces taxes dissuasives proposent, pour éviter d'alourdir la pression fiscale globale, leur neutralisation complète. On renoncerait alors explicitement à dégager des ressources supplémentaires pour les transferts Nord-Sud et Nord-ex-Comecon. A recettes fiscales constantes, il n'y a en effet aucune raison a priori pour que les Etats augmentent leur dotation budgétaire afin de financer les transferts de technologies économes en émissions vers les pays du Sud ou de l'Est.

– L'augmentation des prix de certains produits énergétiques pourrait provoquer des effets pervers et conduire à offrir des dérogations aux branches industrielles fortes consommatrices. On prévoit déjà des exonérations qui viendraient réduire la portée de la mesure. C'est le cas pour des secteurs comme la sidérurgie où justement, comme nous l'avons montré plus haut, la taxe pourrait avoir un effet positif sur le maintien de l'emploi. On envisage également des dérogations pour les consommateurs les plus démunis dont les consommations énergétiques de base (chauffage, éclairage, etc.) représentent déjà environ 15 % des dépenses et pourraient grimper à 25 %.

– La référence unique au « signal prix » pourrait masquer la nécessité éventuelle de lutter contre de nouvelles sources d'émission jusque-là

négligées (par exemple, le méthane). Pour y faire face, il faudrait envisager une nouvelle extension de l'assiette de taxation.

Comme le « tout-nucléaire » ou le « tout-pétrole », le « tout-taxe » n'est pas une option réaliste. Pour en éviter les inconvénients, il existe une option différente de taxation. Il s'agit de l'instauration, dès aujourd'hui, d'une taxe de faible valeur (de l'ordre de 1 à 2 dollars par baril soit 40 à 80 francs la tep) affectée à des mesures spécifiques de réduction des émissions. Elle vise à favoriser l'accès des acteurs économiques aux capacités d'expertise et aux technologies les plus efficaces par un financement incitatif approprié, au Nord comme au Sud, dans les secteurs où les enjeux sont les plus importants.

Destinée avant tout au financement de mesures de prévention et de solidarité, en particulier dans le domaine de l'efficacité énergétique, cette taxe doit rester de valeur modérée (inférieure à 50 francs la tep). Elle pourrait être prélevée sur l'ensemble des consommations finales d'énergie (au sens des bilans énergétiques). Elle présente de nombreux avantages.

Elle marque bien la priorité qu'accordent les pouvoirs publics à une politique d'efficacité énergétique au service de l'environnement global, en dégagant des ressources financières nouvelles à affecter à des secteurs clés et à des actions de transfert vis-à-vis des pays en développement du Sud et de l'Est.

Elle évite les risques d'un basculement de l'offre énergétique et le choix de substitutions porteuses de nouveaux risques.

Elle ne présuppose pas de redéploiement fiscal, certes souvent souhaitable mais freiné par des difficultés d'élaboration.

Elle permet par contre, en ciblant des actions incitatives, d'associer équité et efficacité contre les émissions (par exemple : incitations à la réhabilitation thermique des logements sociaux).

Elle entre en concordance avec un effort de réglementation, efficace dans certains secteurs économiques. Le produit de la taxe peut en effet financer les mesures d'accompagnement indispensables à la mise en place de nouvelles réglementations.

Son produit peut être partiellement affecté à une lutte éventuelle contre de nouvelles sources de gaz à effet de serre, sans remise en cause de la fiscalité.

Il reste qu'une telle mesure ne peut atteindre sa pleine efficacité que si le prix des énergies reste de façon durable à des valeurs raisonnablement élevées (par exemple 1 000 ou 1 200 F la tonne, soit 25 à 30 \$ le baril pour le pétrole).

Compte-tenu de ces divers éléments, on pourrait proposer la stratégie suivante en ce qui concerne l'ensemble réglementation-taxation :

- donner la priorité à l'instauration d'une taxe sur les consommations finales d'énergie ainsi qu'à son affectation à des programmes d'efficacité énergétique au Nord et au Sud, en particulier à la constitution locale au Sud et à l'Est des moyens humains d'expertise et de programmation ;
- développer en concertation avec les acteurs économiques et sociaux un système de réglementations, de normes ou d'engagements (labels) dans les secteurs où leur efficacité a fait ses preuves et les accompagner des mesures incitatives indispensables ;
- chercher les conditions d'établissement d'un « ordre énergétique mondial » fondé sur la négociation, où interviendraient à la fois les pays producteurs et les pays consommateurs, qu'ils soient riches ou pauvres.

La recherche d'une augmentation du prix suppose une redistribution de la rente minière. Il s'agit de la répartir équitablement en tenant compte de la nécessité de développement des pays pauvres et des intérêts des pays producteurs comme des pays consommateurs.

G/ Prise en compte du temps et de la solidarité entre générations dans les choix d'investissement

La nécessité d'intégrer dans les choix d'investissement les contraintes simultanées que constituent le caractère épuisable des énergies fossiles et la prévention de l'effet de serre (ou le cumul de déchets nucléaires jugés dangereux) est bien illustrée par le diagramme de la figure 8 : « l'effet de serre, une affaire de vases communicants ». Il montre en effet qu'on peut et qu'on doit traiter symétriquement, d'un point de vue économique, la vidange et le remplissage des deux réservoirs que constituent les énergies fossiles et l'atmosphère. Cette symétrie a plusieurs conséquences.

La première d'entre elles consiste à rendre directement applicables aux problèmes d'environnement global, les méthodes d'arbitrage qui sont développées pour intégrer dans les choix d'investissement le caractère

épuisable des ressources, puisque le réservoir atmosphérique est « fini ». Aujourd'hui, la plupart des économistes reconnaissent que 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 offre l'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 non renouvelables, pour prendre néanmoins en compte l'épuisement à terme de la ressource, on a recours à la notion de « coût d'usage ». Il vient s'ajouter au coût d'extraction de la ressource envisagée et exprime la rareté croissante de la ressource. Il augmente dans le temps, au moins au rythme du taux d'actualisation, 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, ou toutes autres méthodes proposées pour les énergies fossiles⁹, doit pouvoir s'appliquer au caractère saturable du réservoir de carbone que représente l'atmosphère, considérée alors comme une ressource épuisable. C'est dire qu'on peut lui attribuer un coût d'usage, comme « poubelle » pour le carbone. Cette valeur, croissante dans le temps, 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 à terme sera définie par le coût de référence des énergies de remplacement qui ne provoqueraient ni émissions de carbone, ni déchets nucléaires, c'est-à-dire les énergies renouvelables.

Cela signifie que le prix des énergies renouvelables fixe le coût directeur de l'énergie à long terme.

Ce coût directeur à long terme permet de calculer les coûts maximaux d'élimination ou de prévention des émissions de carbone. Le coût maximum admissible est donné par la différence entre le coût directeur et le coût de l'énergie fossile responsable de l'émission. Par exemple, si on évalue un coût à long terme des carburants de substitution issus de la

⁹ La notion d'actualisation fait en effet l'objet de nombreuses controverses qui portent à la fois sur la fixation d'un taux unique ou multiple et sur la valeur de ce taux. D'autres méthodes sont proposées en particulier à partir de la notion de valeur d'option.

biomasse à 50 dollars le baril, le coût des mesures de protection contre les émissions de carbone ne pourra pas dépasser la différence entre ces 50 dollars et le prix du pétrole, à l'époque de son utilisation, par exemple 20 dollars. Si la mesure de prévention coûte plus que 30 dollars (50 \$ – 20 \$), la substitution par le carburant vert s'impose économiquement.

L'importance des énergies renouvelables se trouve ainsi bien mise en perspective. 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. La loi de croissance du coût d'usage de l'atmosphère dépend alors 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.

A noter enfin que le coût des énergies renouvelables, à technologie donnée., évolue avec les quantités mobilisées. La publication très récente (juin 1993) des coûts de référence de l'énergie électrique en France en offre une excellente illustration. Pour la première fois, on y trouve le coût de référence de l'électricité éolienne à côté des énergies fossiles et du nucléaire. Il se révèle, à 28 centimes/kWh, tout à fait comparable aux coûts minimaux des technologies fossiles. Mais ce coût n'est évidemment valable que pour un « bon site » et ne peut être extrapolé pour des installations de très grande capacité. Si l'on se posait la question d'une substitution massive de l'électricité fossile ou fissile en France par de l'éolien, on buterait très vite sur le problème du choix de bons sites et des concurrences d'usage des sols. Le coût de référence en subirait fatalement les conséquences. De façon plus générale, pourrait-on dire, de même que les énergies fossiles sont épuisables dans le temps, les énergies renouvelables, par définition inépuisables dans le temps, le sont dans l'espace.

A l'évidence, les coûts des énergies renouvelables à long terme dépendent fortement des scénarios de demande énergétique. Dans un scénario comme celui du CME où la demande énergétique atteint 21 milliards de tep en 2060, le recours massif aux énergies renouvelables, indispensable pour respecter la contrainte sur le taux de remplissage du réservoir atmosphérique, contribuerait à faire grimper en

flèche les coûts de ces énergies. Il entraînerait en effet des concurrences considérables d'usage des sols.

C'est beaucoup moins le cas dans le scénario NOE où la consommation globale est deux fois moins forte en 2060. Néanmoins, étant donné du rendement des différentes filières de transformation des énergies renouvelables (fig. 11), 8 millions de km² de forêts ou de plantations seraient mobilisés pour des usages énergétiques, soit 20 % environ des surfaces forestières actuelles. Quant aux installations solaires, elles occuperaient 100 000 km² de surfaces arides, de l'ordre de 1 % de ces territoires.

RENDEMENTS ET PRODUCTIVITÉ DE QUELQUES FILIERES D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

La terre reçoit de 900 à 1500 tep de soleil par hectare et par an selon les régions (de 1 000 à 1 800 kWh/m²/an).

On donne ci-dessous les ordres de grandeur des rendements énergétiques de conversion et/ou les productivités à l'hectare ou au m².

Forêts	0,1 à 0,5 %	1-5 tep/ha
Plantations énergétiques	0,3 à 0,6 %	3,5-5 tep/ha
Solaire thermique Basse température	30 % à 40 %	450-700 kWh/m ²
Electricité Photovoltaïque	10 à 12 %	100-150 kWh/m ² 200-300 tep/ha
Electricité solaire Thermodynamique	12 à 16 %	120-150 tep/ha
Barrages hydrauliques	–	100-500 tep/ha
Serre ponçon	–	(100)
Tignes	–	(500)
Champs d'éoliennes	–	100-150 tep/ha

figure 11

On le voit, le coût engendré par la surconsommation d'énergie, prévue dans le scénario du CME par rapport à celle de NOE, se double d'un surcoût unitaire qui affecte le coût directeur des énergies renouvelables. Autrement dit, on consomme plus d'énergie et à des prix unitaires plus élevés. Cela montre bien que l'efficacité énergétique n'est pas seulement un moyen de gagner du temps, mais aussi une condition essentielle de viabilité d'un approvisionnement en énergies renouvelables à long terme. Paradoxalement, la montée des prix directeurs des énergies renouvelables permet dans le scénario NOE de rendre « économiques » des mesures de captation ou d'élimination du carbone qui ne seraient pas justifiables dans les projections du CME.

Pour éviter une évolution vers un avenir très consommateur d'énergie avec les conséquences que nous venons de décrire, les différents décideurs doivent disposer d'éléments d'anticipation à long terme.

La taxe que nous avons proposée (50 francs par tep) peut être considérée comme la première étape d'un renforcement progressif et continu des prix énergétiques, pour atteindre le prix directeur des énergies renouvelables d'un scénario économe en énergie vers 2 040. Avec un taux d'actualisation de 8 % (taux actuel en France) appliqué à cette valeur de 50 francs que l'on considérera comme le coût d'usage initial en 1990, on obtient en 2 040 un coût d'usage de 1 000 francs et un prix total de l'énergie de l'ordre de 1 700 francs la tep contre 700 aujourd'hui.

Une telle anticipation des coûts à long terme, fondée sur une augmentation progressive du prix de l'énergie négociée avec l'ensemble des pays producteurs et consommateurs, constituerait un signal important pour le choix des infrastructures lourdes.

H/ Stratégie de mise en œuvre des énergies renouvelables

L'accélération de la mise en œuvre des différentes énergies renouvelables au service du développement et de l'environnement, suppose trois conditions.

Tout d'abord, la prise de conscience par les pouvoirs publics locaux et régionaux de l'importance des ressources locales réellement mobilisables de ces énergies, filière par filière, pour leur développement économique et social. La méconnaissance complète des enjeux, aussi

bien au Nord qu'au Sud, représente un obstacle majeur à leur développement. Il est donc 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.

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

Enfin, rengagement d'un programme international d'accélération progressive de mise en œuvre des énergies renouvelables. Aujourd'hui, le taux d'équipement annuel de capacités renouvelables dans le monde avoisine les 17 % du total des équipements énergétiques. Il s'agit non seulement de maintenir un tel taux dans l'avenir mais aussi, si l'on désire un recours plus complet aux potentiels réellement mobilisables, d'augmenter progressivement le pourcentage d'équipements en énergies renouvelables dans les investissements nouveaux. Atteindre un objectif de 30 % en 2 020 permettrait de doter d'équipement, à cet horizon, 75 % des ressources potentielles raisonnablement mobilisables¹⁰. La mise en œuvre d'une telle stratégie suppose la création d'un fonds pour financer le surcoût initial d'investissement nécessaire à l'installation de ces capacités (surcoût remboursé ultérieurement par les économies réalisées sur les combustibles). Ce surcoût a été estimé à une valeur de 10 à 15 % ; il pourrait être pris en charge par un fonds de roulement international dont une part importante devrait être spécifiquement affectée au financement initial des capacités énergétiques décentralisées.

¹⁰ B, Devin et B. Dessus, Mobiliser les énergies renouvelables : combien, comment, à quel coût, avec quel impact ? In La revue de l'énergie, n° 435, 1991.

V. LIMITES DE « L'ENTRÉE ÉNERGÉTIQUE »

Les scénarios purement énergétiques, même quand ils sont clairement reliés aux problèmes d'environnement et de développement, ont pour inconvénient de masquer en partie le fait que l'énergie n'est souvent qu'un acteur de second ordre dans le jeu du développement. Si l'énergie baigne en effet l'ensemble des secteurs du développement humain dont elle est une condition indispensable, elle intervient comme 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 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 vingt 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 des chances de perdurer.

Or, comme nous l'avons vu plus haut, ce sont les dépenses énergétiques engendrées par les secteurs de l'habitat et des services – largement prisonniers de ces infrastructures lourdes – qui prennent une part de plus en plus grande dans les bilans énergétiques des pays développés.

Il est donc impératif de ne pas se tromper de cible en ne pensant qu'à l'activité productrice et d'afficher de façon prioritaire, dès maintenant, des stratégies à long terme dans ces secteurs à grande inertie.

Les réglementations thermiques du bâtiment fournissent un bon cas de figure. La réglementation thermique de 1989 sur le logement neuf en France permet de réduire de 25 % les dépenses énergétiques d'un logement par rapport à la situation antérieure. Si elle est appliquée pendant les quinze années à venir, elle permettra de réduire de 0,3 tep

par an (pendant une cinquantaine d'années) la consommation de 4,5 millions de logements et d'économiser un stock d'énergie fossile de 67 millions de tep, soit un tiers de la consommation annuelle d'énergie de la France.

Cet exemple souligne combien il est nécessaire de remettre à l'honneur la capacité de planification publique à long terme des différents échelons de décision. L'affichage prospectif d'un prix croissant de l'énergie, même s'il n'est pas déterminant dans de nombreux secteurs, représente un élément d'accompagnement non négligeable.

D'autre part, il est bien évident que les représentations sociales ont une influence majeure sur les comportements sociaux et, par voie de conséquence, sur les modes de vie et de consommation énergétique.

Le sujet dépasse nettement le cadre de notre propos. On peut simplement donner l'exemple de la mobilité des hommes et des biens qui se trouve au cœur du débat sur la modernité. On constate une contradiction entre la mobilité assimilée à la liberté individuelle et à la circulation des biens indispensable au fonctionnement même du marché, et la mobilité, source de blocages majeurs aussi bien au niveau des pollutions que des pertes de temps et des accidents.

Il y a là en fait deux débats, l'un sur la mobilité elle-même, dont la maîtrise passe par des décisions stratégiques d'aménagement du territoire (urbanisation, espace rural en partie autosuffisant etc), l'autre sur les moyens mis en œuvre pour satisfaire les besoins de mobilité.

Mais, même à mobilité potentielle donnée, l'élargissement d'une route et le choix d'investissement d'une infrastructure ferroviaire nouvelle ne soulèvent pas les mêmes difficultés de décision. Dans le premier cas, on agit par petits pas dans la continuité, en améliorant tronçon par tronçon une route ou un chemin, voire un sentier existant. Dans le second, il faut s'engager d'un seul coup dans un schéma de discontinuité qui engage l'avenir pour un grand nombre d'années. On conçoit bien qu'à rentabilité globale égale, la décision d'élargissement de la route est beaucoup plus facile à prendre que celle de la voie ferrée, car elle n'exige pas de rupture, mais une longue série de microdécisions.

Enfin, l'adoption d'un mode de transport par les usagers dépendra, au-delà de considérations économiques, de toute une série de représentations, de confort, de sécurité, etc. On est bien loin des considérations énergétiques.

Cela nous renvoie à la nature et à la structure de l'appareil de décision dans les différents secteurs et à leur adaptation à la prise de décision engageant l'avenir. Les institutions ont en effet des logiques propres puissantes qui peuvent entrer en contradiction avec les options du long terme. Le sujet est beaucoup trop vaste pour être abordé ici. Signalons cependant la nécessité d'harmoniser les institutions avec les logiques qu'on veut leur voir adopter. Ceci 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.

Il existe pour notre propos un cas particulier qui mérite qu'on s'y arrête un instant, c'est celui des entreprises énergétiques où se mêlent souvent la notion de service public et la logique d'entreprise. Ces entreprises se caractérisent par la production et la commercialisation d'un bien essentiellement volatile, l'énergie, surtout s'il s'agit de vecteurs comme la chaleur ou l'électricité. La pérennité de ce type d'entreprise repose en grande partie sur l'acquisition de parts de marché, « l'idéal » étant évidemment la distribution monopolistique par réseau à un client captif. Dans ce cas, si le producteur d'énergie 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 lui fournit. L'optimum collectif ne peut donc être atteint dans une pure logique de marché, d'autant que le producteur-distributeur apparaît bien souvent comme la seule force organisée face à un marché atomisé.

La régulation par des instances extérieures est alors essentielle, d'abord pour éviter de laisser s'installer des logiques de monopole non justifiées et potentiellement non performantes à long terme¹¹. Ensuite, pour créer les conditions qui permettront de rapprocher le plus possible 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

¹¹ C'est le cas par exemple pour les maisons individuelles équipées d'un chauffage électrique alors que la réglementation thermique reste muette sur l'obligation d'équipement d'un conduit de cheminée. C'est en fait imposer un mode de chauffage pour la durée de vie de la maison, alors que les modes de production de chauffage peuvent évoluer beaucoup plus vite

incitations réglementaires, les conditions favorables à la rencontre entre l'intérêt des compagnies d'électricité et celui de la collectivité. Elle encourage la compagnie à optimiser, non pas le coût de l'électricité, mais celui du service final rendu à l'utilisateur.

Les quelques éléments développés ci-dessus visent uniquement à mettre en évidence les nombreuses limites qu'introduit le seul regard énergétique sur des situations complexes et multiformes. Bien d'autres exemples pourraient être donnés pour illustrer l'aspect partiel des conclusions qu'on peut tirer des différents exercices d'anticipation que nous avons présentés. Il n'en demeure pas moins que l'analyse à laquelle nous nous sommes livrés, ouvre quelques pistes de réflexion pour l'action que nous allons résumer en guise de conclusion.

VI. EN GUISE DE CONCLUSION

L'analyse de scénarios énergétiques contrastés montre qu'il existe un champ de solutions énergétiques pour un développement durable à long terme. Par rapport aux projections les plus classiques, les solutions proposées ici par le scénario NOE se caractérisent à la fois par une tentative de rééquilibrage des développements des pays riches et des pays pauvres et par une limitation des concentrations des gaz à effet de serre et du stock des déchets nucléaires à très longue durée de vie.

Le scénario correspondant s'articule autour de trois principes majeurs :

- la recherche systématique de solutions diversifiées à une contrainte globale, contrastant par là même avec les projections fondées sur des solutions technologiques futuristes et globalisantes,
- l'importance accordée à la recherche de gains de productivité énergétique aussi bien dans les pays riches que dans les pays pauvres et en développement, gains dont on estime qu'ils peuvent et doivent se poursuivre à moyen et long terme,
- la priorité accordée au développement des énergies renouvelables susceptibles d'apporter des réponses satisfaisantes et diversifiées aux problèmes de développement et d'environnement dans le contexte d'une situation économe en énergie.

La mise en œuvre de ce type de solution ne suppose ni rupture scientifique et technique majeure, ni remise en cause drastique 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.

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. Plus que de percées techniques spectaculaires et inattendues, c'est de volonté qu'il est question, volonté de solidarité culturelle, sociale, économique et technique, aussi bien à l'intérieur de nos propres sociétés qu'avec celles des pays pauvres.

Benjamin Dessus
le 16 juin 1993

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- José Goldemberg et al. *Energy for a Sustainable World*, Eastern Wiley, 1988.
- B. Dessus, F. Pharabod, Jérémie et Noé, deux scénarios énergétiques à long terme. In *La revue de l'énergie*, n° 421, juin 1990.
- Conseil Mondial de l'Energie, *Horizons Energétiques Mondiaux 2000-2020*, Technip, Paris, 1989.
- Jean-Marie Martin, *L'intensité énergétique dans les pays industrialisés*. In *Eco Socio*, n° 4, 1988.
- B. Dessus, *Les réserves d'économie d'énergie*. In *La revue de l'énergie*, 1991.
- B. Dessus, B. Devin, F. Pharabod, *Le potentiel mondial des énergies renouvelables*, in *La Houille blanche*, n° 1, 1992.
- B. Devin et B. Dessus, *Mobiliser les énergies renouvelables : combien, comment, à quel coût, avec quel impact ?* In *La revue de l'énergie* n° 435, 1991.

**DOSSIERS DEJA PARUS
DANS LA COLLECTION
DOSSIERS POUR UN DEBAT**

1. **Pour des agricultures paysannes**, par Bertrand Delpuch (*un argumentaire en faveur des agricultures paysannes et une réflexion sur leurs conditions de développement*) FPH, mars 1989, 106 p. (existe également obtenu en portugais).
2. **Désétatisation et décollectivisation du secteur agricole dans les pays socialistes de l'Est et du Sud**, dossier coordonné par Laurent Raguin (*restitution d'interviews et de synthèses sur une dizaine de cas, allant du Cambodge au Pérou en passant par la Hongrie, la Tanzanie, etc.*) FPH, nov. 1989, 172 p. (existe également en espagnol et en portugais)
3. **Inventions, innovations, transferts : des chercheurs mènent l'enquête**, dossier coordonné par Monique Peyrière (du camembert moulé à la louche à l'invention de la 2 CV, l'histoire d'innovations techniques singulières, racontées par des historiens, des économistes, des sociologues) FPH, mai 1989, 150 p.
4. **Agricultures paysannes au Brésil : enquête sur un enjeu national**, coordonné par Philippe Adant et Iara Altafin (*réflexions sur l'avenir de la petite agriculture dans un pays où la réforme agraire ne se fait toujours pas*) FPH, juin 1991, 163 p.
5. **Coopérants, volontaires et avatars du modèle missionnaire**, dossier coordonné par François Greslon, avec des textes de Pierre de Zutter, Bertrand Hervieu, Pierre-Yves Guihéneuf, Jacques Leclerc du Sablon sur le thème : *pourquoi, à quoi et comment a-t-on coopéré, avec quel rôle et quel statut ?* FPH, juin 1991, 71 p.
6. **Les chemins de la paix : dix défis pour passer de la guerre à la paix et à la démocratie en Ethiopie. L'apport de l'expérience d'autres pays** (*mémoire de la conférence de Paris pour la paix en Ethiopie à la FPH en juil. 1991*). CCFD/FPH, déc. 1991, 150 p.
7. **The paths to peace**, même dossier que le précédent, en anglais, 137 p. (existe également en amharique)
8. **La décollectivisation dans tous ses Etats : la recherche d'autres voies de développement de l'agriculture dans les pays d'Europe Centrale et Orientale**, dossier coordonné par Cécile Moreau (*mémoire des journées organisées en Pologne par la FPH, la Fondation Batory et Solidarité Rurale*)

sur la reconstruction des agricultures des pays de l'Est) FPH, déc. 1991, 85 p. (existe également en polonais et en brésilien).

9. Politiques agricoles dans les pays industrialisés, éléments de comparaison et de réflexion, Christophe Roman (*comparaison des politiques de la France et de plusieurs pays de l'OCDE, rôle de l'Etat, rapports avec le reste de l'économie*) FPH, déc. 1991, 71 p.

10. Agriculture en difficulté : problèmes économiques et sociaux des paysans en France ; état des lieux (Synthèse réalisée par Francis Thomas à partir du travail de la Confédération Paysanne et des associations «SOS Agriculteurs en difficulté») FPH/Conf. paysanne, déc. 1991. 56 p.

11. Une voie d'insertion méconnue : la création de son propre emploi, Maria Nowak, A. -L. Federici, Anne Le Bissonnais, Rafik Missaoui (*un débat sur la création de leur emploi par les chômeurs et les exclus ; lacunes des mesures publiques et suggestions*) FPH/ADIE, juin 1992, 67 p.

12. Le paysan, l'expert et la nature, Pierre de Zutter (*sept fables et récits sur l'écologie et le développement dans les pays andins*) FPH, septembre 1992, 103 p.

13. Monsieur Li, Chico, Antoine et les autres ; récits vraisemblables d'aventures cliniques, Jean-Pierre Boyer (*sur la relation soignant-soigné, l'alcoolisme, la santé mentale...*) FPH/ALPSYSOM, nov. 1992, 129 p.

14. Soleil du Sud : une expérience d'échanges des savoirs en énergie solaire et en aviculture au Pérou : réflexions sur le développement, Christine Bénard, Dominique Gobin (*capitalisation de l'expérience d'un projet original*) FPH/Runamaqui, sept. 1992, 190 p.

15. La réhabilitation des quartiers dégradés : leçons de l'expérience internationale (*déclaration de Caracas et textes de Pierre Calame et de Jean-Marie Delarue, délégué ministériel à la Ville*) FPH/DIV, novembre 1992, 38 p.

16. Les Cambodgiens face à eux-mêmes ? Contributions à la construction de la paix au Cambodge, coordonné par Christian Lechervy et Richard Pétris, (*pour mieux comprendre, à la veille des élections au Cambodge, les enjeux du processus démocratique*) FPH/Association des amis d'une Ecole de la Paix à Grenoble, février 1993, 175 p.

17. Le capital au risque de la solidarité : une épargne collective pour la création d'entreprises employant des jeunes et des chômeurs de longue durée, coordonné par Michel Boel, Pascal Percq, Bertrand Verfaillie et Régis Verley (*enquêtes de journalistes et d'étudiants à l'Ecole Supérieure de Journalisme de Lille sur les « actionneurs », les créateurs d'entreprise et les experts bénévoles de l'association Autonomie et Solidarité*); FPH/Autonomie et Solidarité/ESJL, septembre 1993, 135 p.

18. Oriens : la mémoire et la paix ; réflexions de voyage en Inde, en Chine et au Japon. Edith Piat-Sigg et Bernard W. Sigg (*le carnet de bord d'un psychanalyste et d'une ethno-linguiste sur la rencontre des cultures, les langues, la mémoire et la paix*), FPH, sept. 1993, 32 p.

19. Penser l'avenir de la planète : agir dans la complexité, Pierre Calame (*une analyse des systèmes bio-socio-techniques et un ensemble de propositions d'action*), FPH, septembre 1993, 41 p. (également disponible en anglais).

20. Stratégies énergétiques pour un développement durable, Benjamin Dessus (*une vision prospective alternative et des propositions originales pour une maîtrise des énergies non renouvelables et une meilleure exploitation des énergies non polluantes*), FPH, septembre 1993, 55 p. (également disponible en anglais).

21. La conversion des industries d'armement, ou comment réaliser la prophétie de l'épée et de la charrue, Richard Petris (une analyse de la situation et des perspectives des industries d'armement dans plusieurs régions du monde, et des propositions pour une reconversion de ces industries en vue de la construction de la paix) FPH/Les amis d'une école de la Paix à Grenoble, septembre 1993, 82 p. (également disponible en anglais).

22. L'argent, la puissance et l'amour : réflexions sur quelques valeurs occidentales, François Fourquet (où l'on voit que tout ne se réduit pas à l'échange marchand dans les sociétés contemporaines et que les valeurs du don et de l'amour y ont plus que jamais un rôle déterminant), FPH, sept. 1993, 107 p. (également disponible en anglais).

23. Regards sur l'avenir de la planète (à propos de rencontres dans sept régions du monde en vue de la convention préparatoire aux Etats Généraux de la Planète), FPH, septembre 1993, 100 p. env. (traduction en anglais prochainement disponible).

Dossiers pour un débat
bon de commande
(à détacher)

Vous pouvez commander à Interfaces (adresse au verso) tous les dossiers cités dans la liste ci-avant. Participation aux frais pour chaque dossier : 35 Francs français, frais de port compris

Titre du dossier	Nombre d'exemplaires demandés
<i>1. agricultures paysannes</i>	
<i>2. désétatisation</i>	
<i>3. inventions</i>	
<i>4. agr. Paysannes Brésil</i>	
<i>5. coopérants, volontaires</i>	
<i>6. Chemins de la paix</i>	
<i>7. idem en anglais</i>	
<i>8. décollectivisation</i>	
<i>9. pol. agr. Pays industrialisés</i>	
<i>10. agricultures en difficulté</i>	
<i>11. voie d'insertion</i>	
<i>12. paysan, expert, nature</i>	
<i>13. Monsieur LI. Chico...</i>	
<i>14. soleil du Sud</i>	
<i>15. réhabilitation quartiers</i>	
<i>16. Cambodgiens face à eux-m</i>	
<i>17. capital au risque</i>	
<i>18. orient, mémoire et paix</i>	
<i>19. penser avenir planète</i>	

<i>19 bis. idem en anglais</i>	
<i>20. stratégies énergétiques</i>	
<i>20 bis. idem en anglais</i>	
<i>21. conversion ind. d'armement</i>	
<i>21 bis. idem en anglais</i>	
<i>22. l'argent, la puissance...</i>	
<i>22 bis. idem en anglais</i>	
<i>23. regards sur avenir planète</i>	
<i>23 bis. idem en anglais</i>	
<i>24. marchés financiers</i>	
<i>24 bis. idem en anglais</i>	
<i>25. des paysans qui ont osé</i>	
<i>26. autour de J. -Louis Chieq</i>	
<i>27. Partenaires de paix</i>	

<i>Total des exemplaires demandés :</i>	
---	--

Ces documents sont à adresser à :

NOM :

Adresse postale complète :

.....

.....

.....

Ci-joint un chèque de : Francs français (Nombre total de dossiers demandés multiplié par 35 F. Les chèques sont à libeller au nom de : *Editions Descartes et Cie*)

**Ce bon de commande est à retourner à :
Interfaces, c/o Editions Descartes & Cie
4, place du Marché Sainte-Catherine
75004 PARIS (France)**

Des outils complémentaires

É

*changes d'expériences
et de réflexions utiles à l'action*

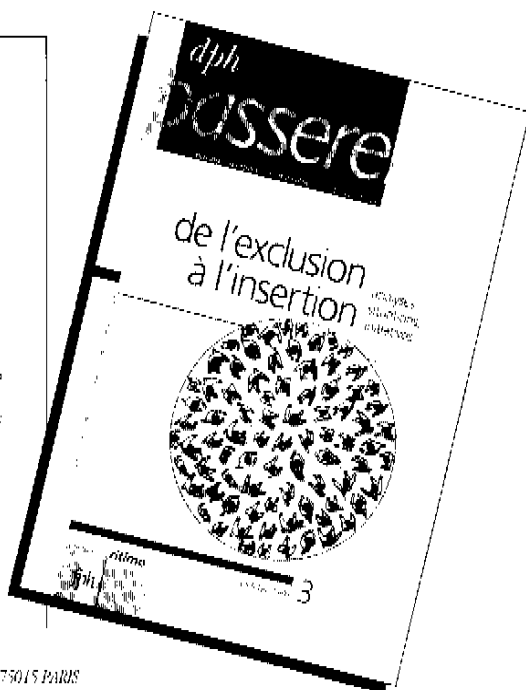
Dernières parutions

- N° 14 - RITIMO - Des crédits pour les plus pauvres :
concilier solidarité et efficacité économique
- N° 1 - Proléger et valoriser les ressources naturelles
- N° 2 - Construire la paix
- N° 3 - De l'exclusion à l'insertion

Prix au numéro : 30 F



Renseignements - Diffusion
RITIMO - 14 Rue de Nanteuil - 75015 PARIS
Tél. 1 45 31 18 08



L

Le développement tel qu'il est

4 NUMÉROS PAR AN

Parutions 93

- N° 25 avril : *Pousse pousse boeing*
- N° 26 juillet : *Culture de guerre, culture de paix*
- N° 27 octobre : *Consommer autrement*
- N° 28 décembre : *L'état surtout et sur tout*

Prix au numéro :

60 F/France - 65 F/Étranger

Abonnement :

220 F/France - 240 F/Étranger



Renseignements - Diffusion
CIEDEL • 30 Rue Sainte-Hélène - 69002 LYON
Tél. 78 37 83 24

fph

bureau exécutif
38, rue Saint Sabin
F 75011 Paris
téléphone
1/43 57 44 22
télécopie
1/43 57 06 63
e-mail
paris@fph.arstom.fr

siège social
et bureau en Suisse
Chemin de Longeraie 9
CH 1066 Lausanne
téléphone
21/23 24 31
télécopie
21/23 57 00

Photo Thierry Lacour

Composition PAO couverture KF2

Graphisme Vincent Collin