

## SOME ECONOMIC ASPECTS OF THE USE OF NEW ENERGY TECHNOLOGIES

*An economic approach to the problems raised by new energy sources should not only focus on immediate financial viability of isolated cases : long-term impact on national economy should also be considered.*

*The present economic system does not favour technological pluralism and supports certain types of energy and industrialisation which needs great capital and large energy-consuming units.*

*Within such a socio-economic process, new energy sources are generally considered uneconomical ; the conclusions would be different if a study of the long-term cost and advantages was carried out.*

*The author considers governments should sponsor research aimed at developing new energy technologies. A con-*

*sistent energy policy must be based on studies of the demands of individuals and groups. Studying the economic viability of a technology means considering all long-term private and social costs and advantages, on the quantitative and also qualitative levels - effects on the life style, for instance.*

*Following this reasoning, some decentralized applications of solar technology are, already today, economically and socially viable in habitat. They avoid the need to concentrate energy production and are free from the consequences of pollution. Within a few years, solar energy may provide a large part of heating and air-conditioning. Solar plants are also likely to become viable in the near future.*

*New energy sources, and especially solar energy, are of particular interest in developing countries ; they could rapidly improve conditions of life and production.*

de modèle à, un grand nombre de pays actuellement sous-développés.

Ce schéma de référence explicite est la conséquence, à notre avis, d'une triple cause :

— **Le refus de l'alternative technologique**, qui, dans le domaine énergétique, tient notamment au fait que le caractère très capitaliste (caractère « capital using » des technologies) des innovations est trop affirmé et les critères de choix comme l'horizon temporel retenus par le marché trop limités pour que l'éventail des possibles ne se ramène pas à une ou deux technologies susceptibles d'être rentables à court terme : le souci de maximiser le profit monétaire en courte période joint au fait que le système d'appropriation privé permet d'opérer une distorsion voire une dissociation complète entre coûts et avantages privés d'une part, coûts et avantages sociaux de l'autre, conduit le secteur privé à rechercher puis à imposer une technologie dominante, facilement monopolisable au demeurant dont les « effets externes » sont pris en compte par la collectivité ou supportés par certains groupes sans que ceux-ci aient la possibilité de réagir.

— **L'absence d'un pouvoir innovateur étatique**. La stratégie des compagnies privées (pétrolières en particulier) a pu s'imposer face à l'absence de stratégie volontariste cohérente et à long terme des Etats et, bien plus, elle a bénéficié dans de nombreux cas de certains choix faits au niveau étatique en matière de recherche fondamentale ou appliquée, c'est-à-dire « d'économies externes » réalisées grâce à la prise en charge par l'Etat de certains aspects de la mise au point des technologies énergétiques. Cela est particulièrement vrai dans le domaine nucléaire. Là où l'Etat investit en recherche fondamentale, pour des raisons qui ne ressortissent pas nécessairement au seul domaine énergétique (cf. les contraintes militaires), le secteur privé est susceptible par la suite de se faufiler et de rentabiliser pour son propre compte des découvertes faites grâce aux fonds publics. Or, cet argent public dépensé n'est quasiment jamais pris en considération dans les bilans coûts-avantages des technologies énergétiques « civiles » et l'on pénalise de ce fait a priori les technologies nouvelles.

— **La tendance à internaliser les « effets externes » jugés « socialement inacceptables »**. Lorsque les coûts sociaux (coûts privés ou publics supportés par tel ou tel groupe ou par l'ensemble de la collectivité du fait du seul comportement de certains agents privés) deviennent insupportables, ce qui nécessite que certains « seuils de perception » soient franchis, la collectivité représentée par l'Etat s'efforce simplement d'en limiter les inconvénients les plus marquants par une procédure d'internationalisation (exemple : le principe du pollueur-payeur) sans toutefois remettre fondamentalement en cause les filières technologiques retenues. L'objectif est ainsi d'ajouter des techniques d'épuration ou de traitement à des techniques polluantes mais non pas de reconsidérer dans leur globalité les choix initialement retenus. De sorte que le cycle pollution-antipollution ou nuisances-antinuisances permet au secteur privé (ou psrapublic) non seulement de ne pas à avoir à reconsidérer

Jacques PERCEBOIS

réflexions sur quelques

# ASPECTS ECONOMIQUES

## du recours à des technologies énergétiques nouvelles

### I. - POUR UNE VISION ECONOMIQUE GLOBALE DU RECOURS AUX TECHNOLOGIES ENERGETIQUES NOUVELLES

Une approche économique des problèmes posés par l'émergence et la diffusion des sources nouvelles d'énergie (appliquées notamment à l'habitat) ne doit pas se situer au seul niveau microéconomique, c'est-à-dire au niveau de la seule rentabilité financière immédiate d'une opération individuelle, mais nécessite également que les effets macro-économiques, c'est-à-dire les effets engendrés au niveau de l'ensemble de l'économie nationale, soient expressément introduits. Le problème de la rentabilité économique de technologies nouvelles, énergétiques en particulier, ne saurait en outre être posé dans l'abstrait à un moment donné, sans tenir compte des stratégies favorables ou défavorables des agents économiques qui directement ou indirectement sont à l'origine de décisions qui font que telle solution apparaît comme la plus rentable parce que correspondant le mieux aux intérêts mis en jeu. L'économie n'est pas un champ d'application de forces équivalentes, c'est un lieu de conflits et dans ce sens la stratégie des Etats et celle des compagnies énergétiques privées ou publiques ne sauraient être ignorées.

Le problème de l'émergence des technologies énergétiques nouvelles (comme le solaire (1) qui constituera l'essentiel de notre préoccupation dans cette note) doit en fait être posé comme le problème de la diffusion d'une innovation technologique marginale dans le cadre d'un système économique où l'évaluation technologique faite directement ou indirectement par les mécanismes du marché tend à sécréter systématiquement une innovation dominante et à repousser du même coup, au nom de la rentabilité économique, le pluralisme technologique qui serait vraisemblablement la règle si cette évaluation technologique était faite dans sa globalité et sur un horizon temporel relativement long, sans exclure a priori un certain nombre de coûts que les mécanismes du marché ne peuvent pas prendre en considération. Tout se passe dès lors comme s'il existait un schéma « obligé » de croissance énergétique correspondant d'ailleurs à un schéma de croissance économique lui-même considéré comme inévitable : le « tout charbon », puis le « tout pétrole », suivi du « tout nucléaire », et ce, dans le cadre d'une croissance économique fondée sur une industrialisation par grandes unités grosses consommatrices et gaspilleuses d'énergie. Ce schéma économique-énergétique tend d'ailleurs à être suivi par, ou sert

1) Cf J. Percebois : « l'énergie solaire. Perspectives économiques » CNRS 1975.

ses choix mais il lui fournit même de nouvelles occasions de profit.

Face à un tel processus socio-économique de sélection des innovations technologiques, des sources nouvelles d'énergie (comme le solaire, ou la géothermie, etc...) apparaissent comme non rentables, alors qu'une étude coûts-avantages menée de façon exhaustive et sur un horizon temporel long ferait apparaître qu'il en va tout autrement. Des études précises montreraient au demeurant qu'une technologie nouvelle n'est pas rentable ou non-rentable dans l'absolu mais qu'elle peut être rentable à un certain moment pour certaines applications et le devenir par la suite, via des processus cumulatifs, pour d'autres applications (solaire « rentable » dans l'habitat en t, susceptible d'être « rentable » au niveau des centrales de moyenne puissance en t + n par exemple). Notre approche du problème nous conduit aux trois conclusions suivantes :

1) La technologie solaire est une technologie économiquement rentable et « socialement désirable » dès aujourd'hui pour certaines « applications décentralisées » (cf. l'habitat) à condition de procéder à une analyse coûts-avantages complète. Elle évite notamment de concentrer en quelques points du territoire la production d'énergie pour ensuite la répartir, à coûts croissants, afin de satisfaire des besoins de plus en plus décentralisés, ce qui conduit à compenser en grande partie les « économies d'échelle » obtenues au niveau de la production par les « déséconomies externes » entraînées par la distribution. Si l'on ajoute à cela que les « coûts externes » de pollution sont avec le solaire quasiment nuls alors qu'ils connaissent une courbe croissante dans le cas du pétrole et du nucléaire, on est en droit de conclure au caractère positif de sources nouvelles comme le solaire. La technologie solaire a vocation à répondre en priorité à un grand nombre de besoins spécifiques, caractérisés par une faible puissance unitaire et une forte dispersion spatiale — ce qui est le cas des besoins de chauffage et de ventilation dans l'habitat. Certes les « applications centralisées » du solaire (les centrales) sont également susceptibles de devenir rentables dans un avenir proche dès lors qu'une politique nationale d'investissement en R-D (3) sera suivie en ce domaine (permettant ainsi de comparer le coût des divers matériaux dans le cadre d'une production qui ne serait plus strictement artisanale) et qu'une comptabilisation rigoureuse des coûts et avantages « externes » des diverses sources énergétiques sera menée. On peut à ce propos regretter que la politique énergétique française en la matière semble davantage s'orienter vers la mise au point « d'applications centralisées » rentables de technologies énergétiques nouvelles alors que, dans un premier temps tout au moins, ces nouvelles sources permettraient de répondre très vite et à faible coût à un grand nombre de besoins « décentralisés » (ce qui semble correspondre d'ailleurs à la politique des U.S.A. en la matière).

2) Des efforts de R-D doivent être entrepris dès maintenant pour permettre la constitution d'unités-pilotes susceptibles de prouver combien de telles technologies sont adaptées à nos besoins actuels. Une politique de diversification en matière de financement de la R-D (à l'instar de ce qui se passe aux U.S.A. actuellement) est donc indispensable et l'on

peut penser, à la suite des travaux du groupe NSF/NASA, qu'une fraction importante du chauffage et de la climatisation des habitations sera couverte d'ici quelques années par l'énergie solaire (2).

3) Les énergies nouvelles comme le solaire présentent un intérêt particulier pour les pays en voie de développement : elles sont susceptibles d'améliorer très rapidement et moyennant un coût relativement faible les conditions de vie et de productivité de populations géographiquement dispersées dont un des besoins prioritaires est à l'heure actuelle l'alimentation en eau douce et l'amélioration des conditions sanitaires et d'habitation. De véritables complexes solaires sont par exemple susceptibles d'être édifiés dans ces pays (qui se situent la plupart du temps dans la zone la plus ensoleillée du globe), soit sous la forme de « fermes solaires » ou de « centres artisanaux solaires », soit même sous la forme de « centres touristiques solaires ». De telles options favoriseraient au demeurant l'indépendance économique de ces pays et s'inscriraient fort bien dans le cadre d'une industrialisation auto-entretenu.

## II. - POUR UNE EVALUATION TECHNOLOGIQUE EXHAUSTIVE DES AVANTAGES ET COUTS PRIVES ET SOCIAUX

On peut sans exagérer affirmer que le développement d'une technologie énergétique nouvelle est une fonction directe des efforts de R-D acceptés au départ par la Puissance Publique, dans la mesure où — l'histoire économique des dernières décennies le prouve — le secteur privé ne fait le plus souvent que créer artificiellement ensuite la demande pour les produits dont la production est devenue rentable du fait même de la politique étatique poursuivie « en amont » du processus productif. La mise en œuvre d'une politique de R-D liée à tous les aspects de l'énergie est donc un préalable à un effort de rationalisation des choix et de diversification des solutions retenues.

Une politique énergétique cohérente doit dès lors s'appuyer sur une analyse systémique et ne peut qu'aboutir à retenir une combinaison de diverses technologies eu égard aux diverses finalités sociales qu'il convient de rechercher (exemple : indépendance économique dans l'approvisionnement, coûts de pollution faibles, cadre de vie acceptable, etc...).

Il faut d'abord partir des besoins à satisfaire (besoins individuels, besoins de tel ou tel groupe, besoins collectifs) et remonter ensuite par un processus logique aux filières technologiques adéquates voire optimales, et non pas, comme c'est le cas actuellement, partir des filières pour descendre aux applications les plus rentables dans l'immédiat. Ces besoins, il est important de le rappeler, ne sont pas seulement ceux des individus pris isolément, ils sont aussi ceux des divers groupes dont le pouvoir d'expression est souvent faible et ceux du « groupe de groupes » que constitue la Nation. Ce sera donc à la fois le besoin de chauffage, celui d'une architecture acceptable, d'un prix de revient limité, de l'indépendance nationale, du respect de l'environnement, de la sauvegarde du stock de devises, etc... L'économiste ne peut pas ignorer ces besoins du groupe sauf à faire des calculs qui faussent la réalité.

L'évaluation technologique doit comporter au moins trois sous-systèmes interreliés :

— Un sous-système technologique qui consiste à étudier premièrement les choix technologiques qu'ils est matériellement possible de faire en matière de production, transport, stockage et utilisation des diverses formes d'énergie, et deuxièmement, les étapes et délais qu'il faut prévoir pour passer de la recherche fondamentale à l'exploitation commerciale.

— Un sous-système économique qui consiste à étudier l'impact de chaque choix technologique sur les structures économiques existantes, avec bien sûr processus de feed back. Il s'agit par exemple de voir dans quelle mesure les structures économiques existantes tendent à favoriser tel ou tel type de choix technologiques et d'évaluer en retour les incidences micro et macro-économiques de chaque choix potentiel.

L'étude des conditions dites de « rentabilité économique » suppose alors que l'on procède à une évaluation qui :

1) intègre tous les coûts et avantages privés et sociaux dans le temps (de la R-D prise en charge par l'Etat à la pollution prévisible et difficilement quantifiable). Il s'agit en quelque sorte de tracer la « trajectoire sociale » d'une technologie et de faire apparaître dans quel cadre une solution pourra être considérée comme rentable ou non rentable. La rentabilité économique est une notion relative, temporellement et spatialement significative : ce n'est pas une notion déterminable in se. Si l'Etat avait consacré à la R-D dans le solaire le centième des sommes qu'il a consacrées à la R-D dans le nucléaire, le solaire serait depuis longtemps « rentable ».

2) s'efforce de quantifier le qualitatif, même si celui-ci pose des problèmes difficiles d'évaluation. Mieux vaut une mauvaise évaluation que pas d'évaluation du tout (les avantages sociaux d'un chauffage solaire collectif au niveau d'un village doivent nécessairement faire l'objet d'une quantification, tout comme les nuisances engendrées pour la collectivité par un stock de déchets radio-actifs).

L'on voit bien ainsi que le recours à une technologie solaire dans le cadre de l'habitat suppose une reconsidération, non seulement des techniques traditionnelles de chauffage et de climatisation mais également du mode de vie et du cadre de vie qui sont les nôtres.

— Un sous-système socio-politique qui consiste à étudier les relations entre structures politiques et choix technologiques afin de faire apparaître dans quelles conditions des choix retenus peuvent être facilités ou entravés au niveau des divers groupes de pression et des diverses catégories sociales.

On ne peut pas alors ne pas conclure qu'il n'existe aucune source d'énergie susceptible de s'imposer une fois pour toutes sur tous les plans. L'Etat, qui seul est susceptible de provoquer cette évaluation technologique valable, doit donc faire en sorte que l'avenir reste, comme le note F. Hetman, une « réserve de futurs désirables », c'est-à-dire doit viser à maintenir ouvertes un grand nombre d'options alternatives.

2) Cf NSF/NASA Solar energy Panel « An assessment of Solar Energy as a National Energy Resource » 1972

3) R-D : Recherche/développement.

### III. - POUR UNE METHODOLOGIE OPERATIONNELLE DU CHOIX DES TECHNOLOGIES ENERGETIQUES NOUVELLES

Toute étude de rentabilité économique (au sens large précédemment défini) d'un investissement en matière de technologies nouvelles appliquées à l'habitat doit comptabiliser non seulement les coûts et avantages marchands mais également les coûts et avantages non marchands qui ressortissent tout autant au domaine de l'économique. Il s'agit par là même de privilégier par divers moyens les éléments susceptibles de correspondre de façon prioritaire aux préférences collectives (approche type « second best » par exemple). Lorsque les déficiences du marché conduisent à des biais systématiques (cas des externalités dont nous avons parlé) ou lorsque l'opposition entre les objectifs d'allocation optimale des ressources et les autres objectifs (indépendance nationale, économie de devises, effets d'entraînement sur la production nationale ou locale, remodelage du tissu urbain, amélioration de la qualité de la vie, sauvegarde de l'environnement, etc...) a un caractère suffisamment affirmé, il est justifié d'apporter aux règles du calcul économique (via des « shadow prices ») des modifications qui permettent de tenir compte de l'ensemble des objectifs du groupe.

Toute évaluation économique sérieuse doit donc associer au prix du marché des « prix fictifs » destinés à prendre en considération soit les « retombées » qualitatives de telle ou telle technologie soit les « déséconomies externes » engendrées pour le groupe par les technologies existantes. Ce n'est pas fausser le calcul que

d'intégrer de tels éléments : c'est le fausser que de ne pas le faire sous le prétexte fallacieux que ces éléments sont difficilement évaluables ou supportés globalement par la collectivité.

Une modalité globale d'appréhension des avantages indirects apportés par des technologies énergétiques nouvelles aux problèmes de l'habitat pourra par exemple être trouvée dans un « coût négatif d'opportunité ». Il s'agit en quelque sorte d'une procédure permettant d'indiquer qu'un arbitrage entre consommation privée et consommation publique au profit de la seconde est introduit, que des techniques nationales sont préférables à des techniques importées ou que telle ou telle solution s'inscrit mieux dans la perspective des choix collectifs ressentis par les groupes et exprimés par l'Etat. Ce coût négatif d'opportunité pourra être exprimé par un coefficient  $\beta$  tel que  $\beta < 1$  (0,8 par exemple) dans la formule du bilan actualisé d'une opération quelconque d'investissement :

$$V = \beta I + \sum_{t=1}^n \frac{s_t - \beta d_t}{(1 + \alpha)^t}$$

avec I : coût d'équipement (réalisé en  $t = 0$ , durée de vie égale à n).

d : dépenses courantes d'exploitation.  
s : évaluation des services rendus aux usagers et à la collectivité.

$\beta$  : coefficient exprimant le coût négatif d'opportunité.

$\alpha$  : taux d'actualisation (choisir le taux national égal à 10% recommandé par le VI<sup>e</sup> Plan).

Il reste que des conditions intrinsèques

de rentabilité économique (même large sensu) ne sont pas toujours suffisantes pour garantir à terme la diffusion d'une innovation technologique ; une rupture est nécessaire dans le schéma d'évolution économique-énergétique que nous connaissons, et celle-ci ne peut venir dans l'état actuel des choses que de la part de l'Etat et/ou de la prise de conscience au niveau de la collectivité de certaines contraintes. La technologie solaire au niveau de l'habitat est de ce fait rentable : encore faut-il accepter de ne pas fausser les calculs et encore faut-il que la stratégie de certains groupes de pression ne s'y oppose pas systématiquement. C'est à la collectivité tout entière qu'il appartient de trancher sur ce plan.

### DEVELOPPEMENT ET DIFFUSION DES RECHERCHES

Par delà ces actions de recherche scientifique et technique, un effort important sera consacré d'une part à la diffusion des connaissances (méthodes d'ingénierie, atlas de données climatiques, de données techniques et économiques, conseils et méthodes pour la conception architecturale et d'autre part au développement des recherches architecturales et urbaines. En outre, au fur et à mesure de leur aboutissement, on se préoccupera de l'application dans l'habitat des recherches fondamentales conduites notamment par le CNRS sur la production d'électricité (thermodynamique ou photovoltaïque) et son stockage.

Jacques PERCEBOIS

Maitre de Conférences - Agrégé  
Université de Grenoble II

#### TRADE ECONOMY, SELF-SUFFICIENT ECONOMY AND DEVELOPMENT

*In a primitive type of economy, the life produced without human aide. Human settlements are maintained as long as resources, are available in the area of their territory.*

*In an autonomous economy, people exploit a territory and obtain through their work the necessary subsistence. There*

*is a lasting relation between man and his habitat. A group of people share a territory with the plants and the animals they make use of to satisfy their needs.. There is a balance between the productive capacity of the territory and the needs of the people. To be able to survive, they care for the land and try to make use of waste.*

*This type of economy tends to disap-*

*pear when transport becomes easier. In a trade economy, specialisation and monoculture appear. Self-sufficiency is progressively abandoned when distribution networks of goods, water or energy are developed.*

*In a trade economy, the concept of solidarity between human groups and the land disappears, as well as the idea that the land must be preserved for the future.*

Jean KEILLING

## ECONOMIE D'ECHANGE ECONOMIE DE SUBSISTANCE

Le problème de la couverture des besoins physiologiques de l'être vivant met évidemment en cause l'implantation et l'aménagement de l'habitat.

Il convient de distinguer d'abord entre ce que l'homme utilise sans l'avoir produit et ce qu'il utilise après être intervenu dans son élaboration. A la limite, cela revient à distinguer entre ce qui, en milieu naturel, est disponible sans effort de production ou d'aménagement (économie de cueillette) et ce qui, en milieu différent du milieu naturel primitif, disons en milieu « aménagé » est fonction de l'initiative et du travail de l'homme.

Arrêtons-nous un instant sur l'aspect le plus primitif de ce problème : l'économie de cueillette : l'homme utilise, pour sa respiration, l'atmosphère, bien, en prin-

cipe, disponible pour tous, prélevé indistinctement par tous. Il n'y a de limite à la satisfaction du besoin qu'en milieu aménagé où l'atmosphère est confinée ou polluée.

Il n'y a pas de « marché de l'air » et, à cet égard, tous les poumons sont assurés de l'égalité des chances, en milieu naturel non aménagé.

Il en est de même pour l'eau qui circule ou qui stagne dans la mesure où, comme l'air, il n'y a ni raréfaction, ni pollution, ni obstacle à son prélèvement pour les satisfactions des besoins « hydriques » des individus.

Il n'en est pas de même pour ce qui concerne les aliments végétaux ou animaux qu'il est obligatoire, en milieu primi-

tif, de cueillir ou de chasser. L'homme récolte, dans ce cas, un aliment qu'il a vu croître et se développer, mais à la production duquel il n'a apporté aucun effort.

Dans une telle circonstance, les effectifs qui peuvent survivre, voire se multiplier, sont à la mesure des biens naturellement élaborés sans intervention humaine et, souvent, s'ils sont rares ou saisonnièrement disponibles à un endroit donné, il s'ensuit un nomadisme par lequel une faible population « cueille » des produits d'une immense surface : les établissements humains de cette catégorie sont relativement précaires et, parfois, nomades. Le sol est relativement abondant et, partant, méprisé et son rôle méconnu. On assiste au transfert des consommateurs par leurs propres moyens vers les lieux