

futuribles

MARS

- *Perspectives énergétiques mondiales*
- *La croissance sobre : mythe ou réalité ?*
- *Formes d'énergie et volume d'emploi*
- *Bilan énergétique régional : 1985-2000*

ANALYSE-PRÉVISION-PROSPECTIVE

futuribles

Revue mensuelle de l'Association Internationale Futuribles
55, rue de Varenne, 75007 Paris, France — Tél. 222-63-10

COMITÉ D'ORIENTATION

Ismail S. ABDALLA, Michel ALBERT, Serge ANTOINE, Göran BACKSTRAND, Bernard CAZES, Michel CROZIER, Jacques DURAND, François ECK, Emilio FONTELA, Claude GUILLEMIN, Paul-Marc HENRY, Bertrand de JOUVENEL, Edmond LISLE, Daniel MALKIN, Eléonora MASINI, Henri MENDRAS, Pierre MASSÉ, Aurelio PECCEI, Pierre PIGANIOL, Jean SAINT-GEOURS, Michel SALOMON, Philippe de SEYNES, Georges VEDEL.

DIRECTEUR

Hugues de JOUVENEL

RÉDACTION

Christine de GUEBRIANT, Guy POQUET

DIFFUSION

Francine LEBLANC

ABONNEMENT (un an) : France, 230 FF / Etranger : 250 FF
Envoi par avion sur demande, port en sus.

LE NUMÉRO : 25 F

Les articles signés expriment l'opinion des auteurs et pas nécessairement celle de l'Association Internationale Futuribles. Tous droits de reproduction même partielle, par quelque procédé que ce soit, réservés pour tous pays.

© Association Internationale Futuribles 1981
SIRET : n° 784.314.940.00049 — ISSN 0183 701 X
Commission paritaire n° 56798
Publié avec le concours du CNRS

sofiac paris - Dépôt légal N° 5151 - Mars 1981

Photos : Rapho pp. 12, 32. Gamma pp. 60, 83

Michel Grenon	3	<i>Perspectives énergétiques mondiales</i>
Gérard Maarek	26	<i>Quelques réflexions sur le programme énergie de l'IIASA</i>
Jean-Michel Chasseriaux	33	<i>Energie-PNB : une croissance sobre est-elle possible ?</i>
Geneviève McInès	48	<i>Les économies d'énergie. Analyse comparée des politiques allemande, britannique et française</i>
Jean Haëntjens	65	<i>Energie-Emploi</i>

Forum

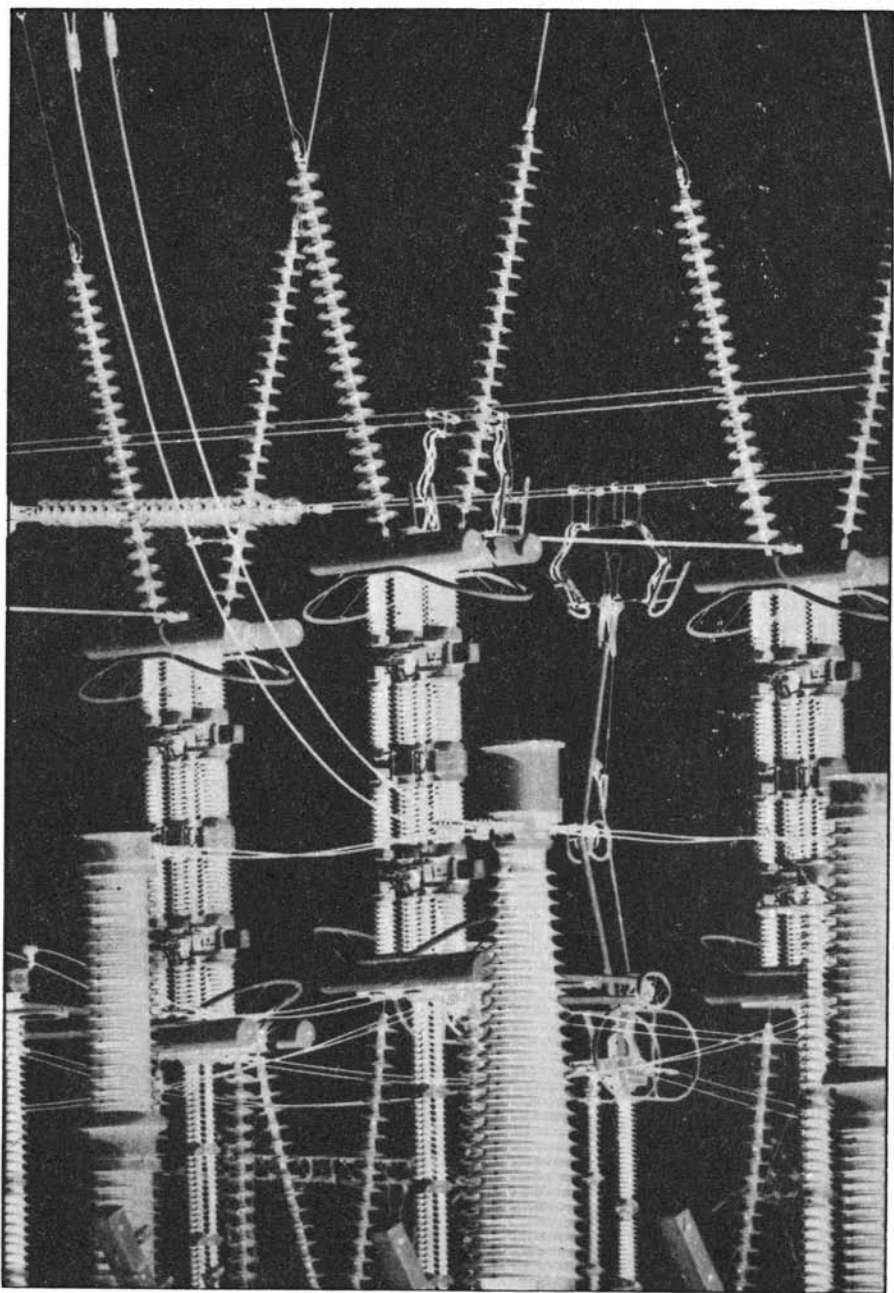
Damien Borot	75	<i>Energie et régions. Production et consommation : perspectives 1985-2000</i>
--------------	----	--

Futur-informations

87	<i>Les nouvelles de la prospective</i>
89	<i>Les actualités prospectives</i>

Bibliographie

95	<i>Analyses critiques</i>
99	<i>Comptes rendus</i>
101	<i>Vient de paraître</i>



Perspectives énergétiques mondiales

Michel Grenon (1)

De juin 1973 à fin 1978, le Programme « Energie » de l'Institut International d'Analyse des Systèmes Appliquée a été le principal programme de cet Institut Est-Ouest orienté vers la problématique — et la méthodologie — des grandes perspectives mondiales à long terme. Sous la direction du Professeur W. Häfele (RFA), ce programme a mobilisé — le mot n'est pas trop fort — plus de 140 chercheurs de 19 pays (dont principalement les chercheurs des 17 pays membres), et coopéré avec de nombreuses institutions. Fin 1978, après cinq ans d'efforts, une première version du rapport a été préparée, et mise en circulation pour revue, critiques et/ou commentaires, parmi la communauté « énergétique », scientifique et économique-politique internationale. Sensiblement remaniée, enrichie encore par ce travail d'amicales suggestions, la version définitive sort ces jours-ci.

Réduire à un petit nombre de pages un volume de plus de 800 pages — lui-même étant un « condensé » de plus de cinq ans de denses travaux — n'est naturellement pas possible. On se contentera donc ici, ayant pu « vivre » ces travaux de l'intérieur, d'en résumer l'esprit, la méthode, et sinon les résultats, du moins quelques unes des conclusions parmi les plus importantes.

(1) Institut International d'Analyse des Systèmes Appliquée (IIASA), Laxenburg. Autriche - L'auteur participe depuis début 1981 aux travaux du Plan Bleu pour la Méditerranée. Il a fait partie des équipes de l'IIASA du 1^{er} janvier 1974 à début 1981, entre autres en tant que membre du « noyau » du programme Energie ; il s'y est principalement consacré aux problèmes des ressources (et à la méthode WELMM, qu'il a proposée et mise au point).

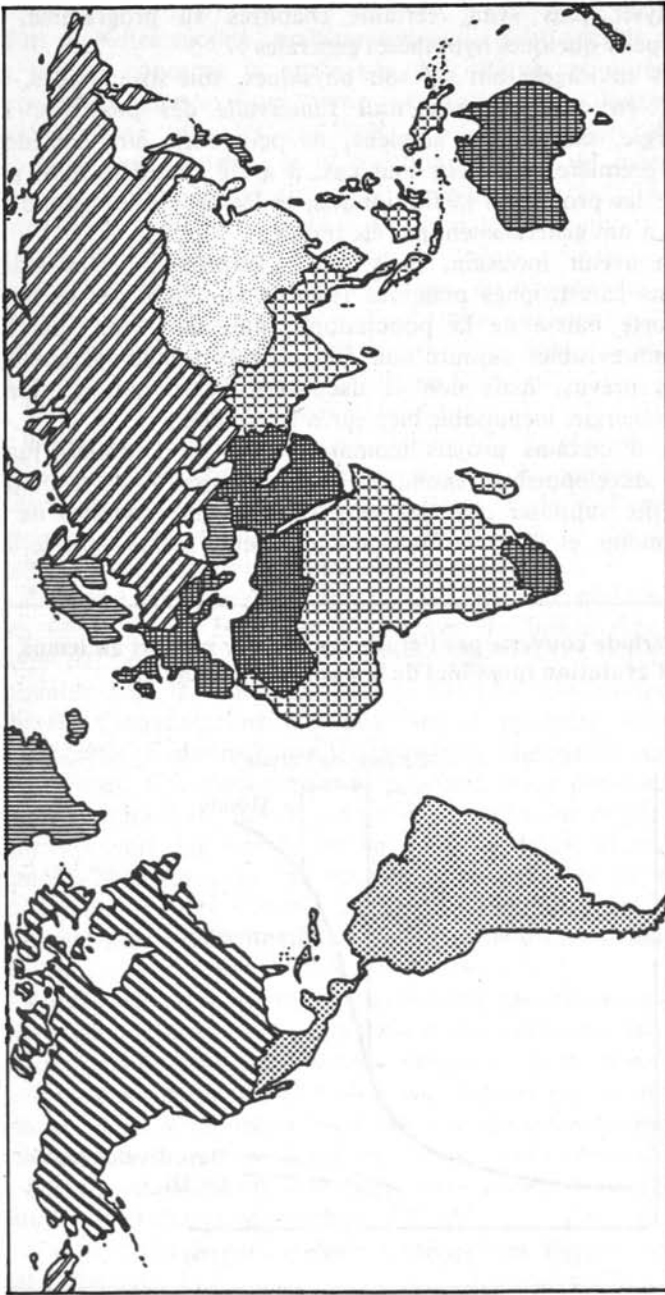
Hypothèses et méthode

Les deux premières années du Programme Energie ont été consacrées à une bonne compréhension des problèmes, surtout eu égard au long terme, et à leur dimension *globale*. Entre autres, certaines « options » possibles — telles que le charbon, et plus encore l'énergie nucléaire ou l'énergie solaire — ont été étudiées dans une optique « extrémiste », c'est-à-dire poussées à leurs limites (certains diront même au delà du raisonnable) pour en saisir tous les aspects, et pouvoir apprécier les conséquences éventuelles de leur développement. Dans le même esprit d'incitation à la réflexion, certaines contraintes — comme les vitesses possibles de pénétration de nouvelles technologies énergétiques sur le marché, ou les aspects systémiques des interactions entre les ressources énergétiques et les autres ressources naturelles, ou la perception publique des risques technologiques, ou enfin les effets possibles de la production d'énergie sur le climat — ont été particulièrement étudiées.

Une originalité de ce projet, si on le compare à d'autres exercices du même type (encore qu'il soit bien sûr à notre avis unique !) est d'avoir recherché, si on peut dire, les difficultés. Plus précisément, il n'a pas visé seulement à améliorer la compréhension du complexe problème énergétique, mais il a souvent essayé d'améliorer, voire d'ouvrir, les méthodes d'approche, fidèle en ceci à l'esprit de l'IIASA. Des concepts nouveaux ont été introduits, ou s'ils l'étaient déjà, ont été amplifiés, sans crainte de mélanger réalisme et « vision » ou vues de l'esprit. De même, la recherche — scientifique — de l'objectivité n'a pas exclu la conscience — avouée — de devoir prendre position (entre autres par le directeur du programme). On notera enfin, tout au long de l'ouvrage, un intéressant effort de clarification, nous allions écrire de justification, de la démarche.

Une fois atteint un certain niveau de compréhension des problèmes, le programme s'est poursuivi par la construction de scénarios, grâce à un ensemble articulé de modèles relativement simples (encore qu'en matière de modélisation le vocable simple ait une acception ambiguë). La construction de scénarios fut en effet considérée comme un bon moyen de synthèse, d'autant plus que ces scénarios furent plus conçus comme des références, que comme des limites. Leur nombre fut limité à deux — un cas « fort » et un cas « faible » — complétés par trois variantes : l'hypothèse d'une conservation très volontariste de l'énergie, surtout de la part des pays développés ; et les deux hypothèses, contradictoires, d'un moratoire nucléaire mondial, ou du nucléaire poussé au contraire au maximum.

Figure 1 — Les sept régions de l'IISAA



- ▧ Région I
- ▨ Région II
- ▩ Région III
- Région IV
- Région V
- ▬ Région VI
- ▭ Région VII

(NA) Amérique du Nord.

(SU/EE) Union Soviétique et Europe de l'Est.

(WE/JANZ) Europe de l'Ouest, Japon, Australie, Nouvelle Zélande, Afrique du Sud, Israël.

(LA) Amérique Latine.

(AF/SEA) Afrique (sauf Afrique du Nord et Afrique du Sud), Asie du Sud et du Sud-Est.

(ME/NAF) Moyen-Orient et Afrique du Nord.

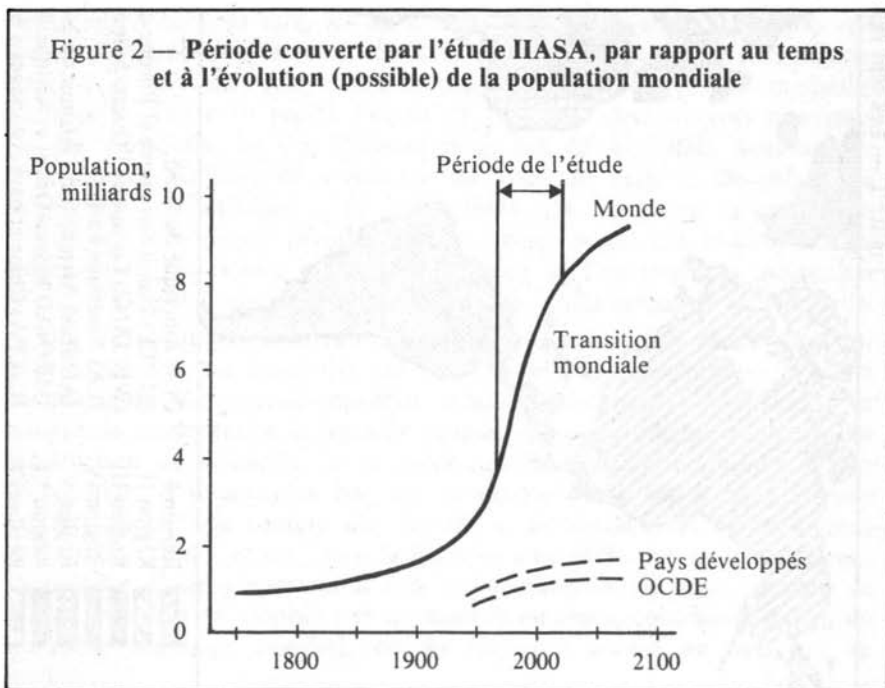
(C/CPA) Chine et pays Asiatiques à économies planifiées.

Avant d'analyser plus avant certains chapitres du programme, il convient d'en rappeler quelques hypothèses générales :

— les contraintes envisagées ont été soit physiques, soit structurelles, de façon à balayer en quelque sorte *tout l'intervalle des possibles*. Le Programme Energie, malgré son ampleur, ne peut donc être considéré que comme une première phase (en tout cas, il a été considéré ainsi par ses participants) : les problèmes institutionnels, et les problèmes politiques ou géopolitiques, n'ont généralement pas été traités ;

— il s'agit d'un avenir incertain, mais sans « surprises » ; c'est-à-dire sans guerres, sans catastrophes majeures (famine mondiale par exemple induisant une forte baisse de la population), mais aussi sans percées technologiques imprévisibles aujourd'hui. Des progrès technologiques ont été envisagés ou prévus, mais non la découverte, entre autres, d'une nouvelle source d'énergie, inépuisable bien sûr... et gratuite ;

— contrairement à certains projets (comme l'étude de Léontief) jugés optimistes sur le développement mondial, il a été décidé — et ce n'était pas facile — de ne supposer que des taux relativement modestes de la croissance économique et de la croissance énergétique, même dans le cas



« fort ». Notre monde, malheureusement, n'est pas un monde égalitaire. En ce qui concerne la croissance énergétique, et après avoir rejeté la « croissance zéro » (jugée trop pessimiste... et dangereuse), il a été supposé dans tous les cas une active conservation de l'énergie, des politiques volontaristes, et le fonctionnement d'un marché international des combustibles, nécessaire pour compenser les inégalités géographiques et de la consommation et de la localisation des ressources ;

— tous les calculs ont été faits à dollars constants. Cela revient à dissocier les problèmes, et les échanges, du phénomène — mondial — de l'inflation (que nous n'avons pas osé traiter sur une aussi longue période). Cette hypothèse, en fait, est consistante avec la première, à savoir « l'ignorance » des problèmes politiques et sociaux.

En ce qui concerne l'espace, et le temps :

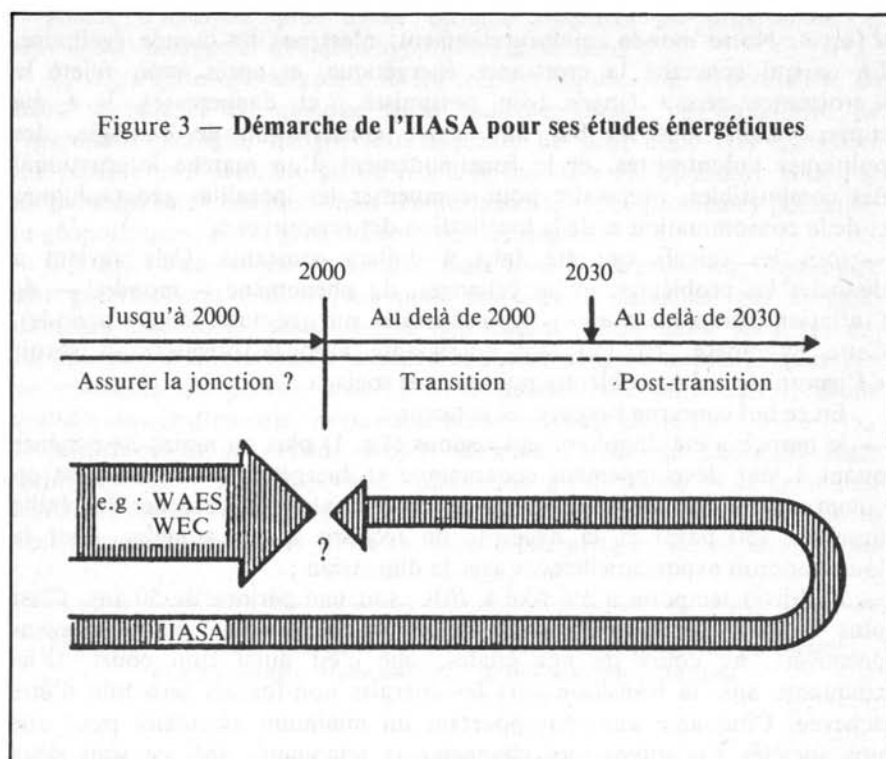
— le monde a été divisé en sept régions (fig. 1) plus ou moins homogènes quant à leur développement économique et énergétique. Ce choix est un compromis — jamais satisfaisant — entre le désir d'approcher la réalité (quelque 150 pays) et la nécessité de recourir à des modèles, dont la lourdeur croît exponentiellement avec la dimension ;

— l'horizon temporel a été fixé à 2030, soit une période de 50 ans. C'est plus lointain que beaucoup d'exercices du même type, et nous avons découvert, au cours de nos études, que c'est aussi trop court. D'ici cinquante ans, la transition vers les énergies non-fossiles sera loin d'être achevée. Cinquante ans sont pourtant un minimum nécessaire pour que nos sociétés s'adaptent aux changements (cinquante ans, ce sont deux générations). Ces cinquante ans, pourtant, nous paraissent fondamentaux dans l'histoire humaine (fig. 2), car ils devraient représenter LA grande transition vers un monde en équilibre, à faible croissance généralisée. L'année 2030 fut à la fois un point d'arrivée, et de départ, ou plutôt de « retour », vers l'année 2000, plus proche de nous, et de ce fait beaucoup plus étudiée (ce qui nous a permis d'intéressantes comparaisons) (fig. 3).

Bornés par ces hypothèses, nous avons développé un ensemble articulé de modèles, et élaboré des scénarios et des variantes. Modèles et scénarios ne sont jamais tout à fait « transparents ». Il est donc bon de rappeler les questions majeures que nous nous sommes posées tout au long de cet exercice, pour y répondre, ou aider à y répondre (même si nos réponses ne furent pas toujours aussi explicites que nous l'aurions souhaité !) :

— quels investissements sont nécessaires pour maîtriser la « transition », selon les diverses options envisagées ?

— à quel point le recours aux combustibles fossiles non-conventionnels peut-il diminuer — ou accroître — ces investissements ?



- quels sont les impacts indirects de ces investissements ?
- y-a-t-il des circonstances où l'économie doit travailler pour l'énergie, plutôt que l'énergie travailler pour l'économie ?
- quels peuvent être les échéanciers, et l'ordre de grandeur des investissements ?
- comment allouer les ressources financières aux diverses régions de l'étude ?
- quel peut être l'impact d'une stratégie énergétique choisie par une région sur les autres régions ?
- les pays en développement pourraient-ils faire face au problème énergétique... et se développer ?
- comment se comparent les diverses alternatives possibles face à ces diverses questions ? Et, dans la mesure où elle s'écartent largement des solutions actuelles, *avons-nous assez de temps*, et pour les mettre au point, et pour les mettre en œuvre aux niveaux nécessaires ?

Quelques contraintes : l'impact climatique

Une attention particulière a été portée à l'étude de certaines contraintes, tant pour mieux les comprendre que pour pouvoir apprécier à quel point elles devaient éventuellement imposer des limites à nos scénarios. Pour certaines, les conclusions furent relativement claires. Pour d'autres, la question reste ouverte.

L'étude des substitutions d'une technologie à une autre, ou d'une ressource énergétique à une autre (comme on l'a vécu successivement pour le bois, le charbon, le pétrole, le gaz naturel et aujourd'hui pour les énergies nouvelles) permet de dégager non des Lois, comme on l'a dit parfois, mais des éléments de réflexion et de prudence. Une technologie ou une ressource nouvelle peut démarrer vite, entre autres sous l'effet d'incitations (financières et/ou législatives) des gouvernements. Pour gagner une part importante du marché, de l'ordre de quelques dizaines de pour cent par exemple, il semble historiquement difficile (pour les économies occidentales en tous cas) d'échapper aux mécanismes de ce marché. On peut, par analogie et réflexion, en déduire des taux annuels ou décennaux limites pour de telles substitutions, indications d'autant plus intéressantes quand elles se recourent avec l'analyse d'autres facteurs, tels que les capacités d'investissement. C'est ainsi que les périodes estimées nécessaires pour qu'une énergie « nouvelle » puisse conquérir quelque cinquante pour cent du marché seraient entre 50 et 100 ans (basées sur les cas historiques du pétrole, du charbon, etc.).

Dans un autre domaine, des indications quantitatives peuvent aussi être obtenues sur les besoins en ressources naturelles (eau, territoire, minerais, etc.) ou en main d'œuvre pour développer certaines ressources énergétiques (selon la méthode WELMM, pour Water, Energy, Land, Materials, and Manpower, proposée par l'auteur). Il faut se garder qu'une solution au problème énergétique ne crée d'autres pénuries, en eau, ou en certains matériaux. L'énergie solaire, par exemple, que d'aucuns disent « gratuite » au niveau de la ressource de base, en fait est particulièrement gourmande en ressources comme le territoire et les matériaux : certaines stratégies solaires pourraient conduire à doubler (ou plus) les capacités de production en ciment, en verre, etc. Rien d'impossible, à priori, mais des contraintes. De même, le pétrole, traditionnellement peu demandeur en main d'œuvre, en deviendrait au contraire très gourmand en se convertissant aux pétroles non-conventionnels : plus de 2 000 personnes (dont beaucoup qualifiées) sont nécessaires pour un complexe de sables asphaltiques produisant 6 millions de tonnes de pétrole par an. L'énergie nucléaire enfin, sans les surgénérateurs,

devrait recourir à des minerais d'uranium de plus en plus pauvres, qu'on a appelés parfois « le charbon jaune » car sa production se heurterait finalement aux mêmes problèmes (y compris en quantités à manipuler) que le charbon traditionnel.

Ces exemples sont destinés à illustrer certaines voies que le Programme Energie a soigneusement explorées, pour identifier et si possible quantifier, des contraintes qui ne deviennent telles que par le fait d'aborder les problèmes à la dimension mondiale, et non plus nationale ou locale. Parmi d'autres questions, sans réponses définitives actuellement et auxquelles le projet a consacré de nombreux efforts (études, modèles de simulation, séminaires, conférences, etc.), il convient de citer tout particulièrement le problème — qu'on devine important, voire très important, sans vraiment pouvoir le prouver — des interactions entre énergie et climat.

Sans parler des influences que des changements (naturels) du climat

La méthode WELMM

La méthode WELMM (pour Water, Energy, Land, Materials, Manpower, ou Eau, Energie, Territoire, Matériaux, Main d'œuvre) a été développée pour mieux saisir les aspects systémiques des ressources naturelles et humaines.

Dans son aspect quantitatif, elle peut être considérée comme une extension à l'ensemble des ressources naturelles de ce qu'on a appelé « l'analyse - ou la comptabilité - énergétique ». Pour ce faire, et s'appuyant sur des Bases de Données informatisées, la Méthode WELMM permet d'estimer les besoins en eau, énergie, territoire, matériaux et main d'œuvre, pour construire et/ou faire fonctionner de grands ensembles énergétiques ou industriels ou encore, pour mesurer les impacts sur les ressources naturelles (et les besoins en main d'œuvre) pour des stratégies énergétiques ou industrielles.

A ce titre, elle a été entre autre utilisée à l'IHASA pour les stratégies de développement des ressources pétrolières non conventionnelles. A mesure qu'on recourt à des ressources de plus en plus diluées (schistes bitumineux, gaz dans les zones de géopression, etc.), l'interaction entre la ressource exploitée et les autres ressources augmente de plus en plus : besoins en eau pour le traitement des matériaux, ou pour la restauration des sites, besoins en énergie d'appoint pour les traitements, vastes étendues perturbées, équipements géants et matériaux spéciaux, etc.

Les études menées à l'IHASA ont montré que, dans un sens, on ne pouvait plus parler d'une ressource isolée, mais qu'on était obligé de considérer un « complexe » de ressources, qu'on pourrait appeler de la « WELMMITE ».

Dans son approche qualitative, la méthode WELMM s'efforce de mieux comprendre les aspects socio-culturels liés à la notion de ressources, à leur exploitation et à leur conservation. Il faut veiller à ne pas créer par exemple une « crise du territoire ou des sols » - ressources de plus en plus rares - en essayant de résoudre la « crise de l'énergie ».

pourraient avoir sur la consommation d'énergie, il y a trois modes par lesquels la production et/ou la consommation d'énergie pourraient (ou peuvent) agir sur le climat (en fait, sur le climat général, ou sur les climats régionaux ou locaux) :

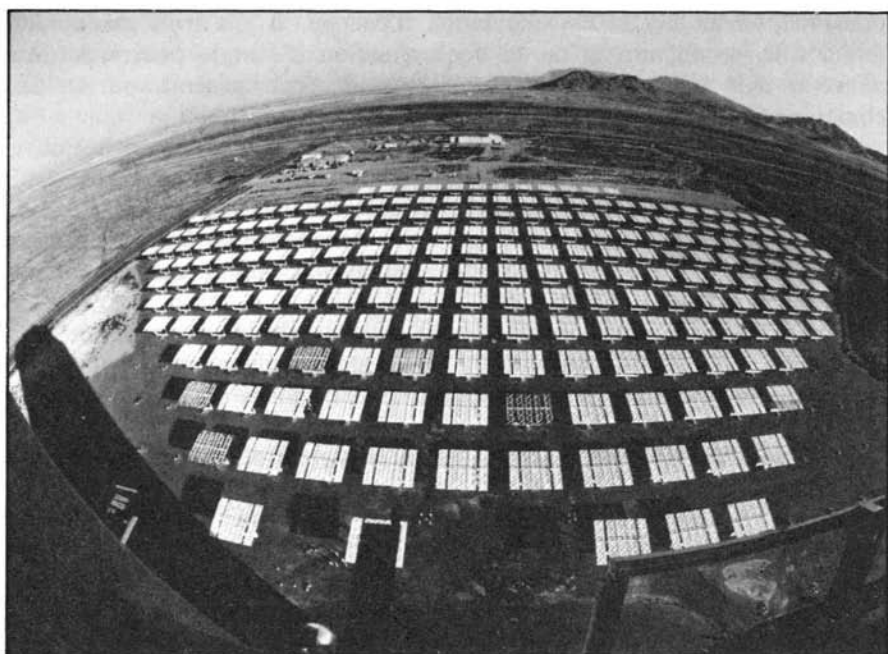
- par les rejets thermiques, puisque toute énergie utilisée se retrouve plus ou moins dans l'atmosphère (et une fraction dans l'hydrosphère) ;
- par l'émission de gaz carbonique, de divers autres gaz (oxyde d'azote, méthane, ammoniac, fréons), dus aux combustibles fossiles, et par l'émission de particules, dues à la combustion, ou à des opérations industrielles (minières entre autres) ;
- par des changements significatifs (à grande échelle) des propriétés de la surface (albedo) : conurbations, déforestation, immenses champs de miroirs (changeant aussi les conditions de « rugosité » du sol pour les vents).

Il résulte des diverses études faites ou analysées par le groupe Energie de l'IIASA que, pour l'instant, il n'y a pas d'évidence — et à fortiori, de preuve — que les activités humaines induisent des changements climatiques à l'échelle globale. Les connaissances — et la compréhension — présentes ne sont pas suffisantes pour permettre de prédire valablement des effets climatiques induits par des activités énergétiques. Tout au plus peut-on faire quelques estimations très grossières. En fait, les moyens d'étude ne sont guère puissants. Les principaux en sont :

- les analogies phénoménologiques. Par exemple, la création d'une île serait équivalente à la puissance d'une centrale thermique. On connaît aussi l'effet de « bulle thermique » des grandes conurbations. Il y a aussi les incendies de forêts, les éruptions volcaniques, etc. ;
- l'analyse historique ou rétrospective ;
- les modèles de simulation, des plus simples aux plus complexes (les plus fréquemment utilisés, mais encore bien insuffisants), qui étudient la sensibilité d'un phénomène — souvent, la circulation générale atmosphérique — à des perturbations.

En ce qui concerne les rejets thermiques, il semble qu'à des niveaux de consommation énergétique de l'ordre de 30 à 50 TW an/an (2) envisagés par le projet, il n'y ait pas de raison de penser qu'ils puissent influencer les climats. Les expériences de simulation ont montré qu'il en était différemment en cas de rejets dix fois supérieurs (de l'ordre de 300 TW an/an) et localisés.

(2) Le programme Energie a systématiquement utilisé l'unité TW (thermique)/an par an, grossièrement équivalente au milliard de tonnes d'équivalent charbon (rigoureusement 10^9 tec = 0,93 TW an/an).



Site d'héliostats au Nouveau Mexique

Le problème de loin le plus préoccupant serait le CO_2 (et autres gaz). Selon l'observatoire de Mauna Loa (Hawaï) — et compte tenu d'une uniformisation atmosphérique assez rapide — les concentrations de CO_2 seraient passées de 315 ppmV (parties par millions en volume) en 1958 à 332 ppmV en 1974, la concentration « pré-industrielle » étant supposée égale à 290 ppmV. Selon des calculs divers — mais répétons-le, ce ne sont *pas* des preuves — un doublement de la concentration *pourrait* induire des variations de température de 1,5 à + 3 degrés Kelvin, voire pouvant atteindre 4° K. Les conséquences de ce réchauffement sont imprévisibles, mais *pourraient* inclure la fonte des calottes glaciaires et un relèvement important du niveau des océans.

On estime aujourd'hui qu'il faudra encore cinq à dix ans de recherches actives pour diminuer les marges d'incertitudes en ce domaine. Mais, quoiqu'il en soit, le phénomène est apparu suffisamment préoccupant pour que les responsables du Programme Energie concluent que, s'il serait prématuré de décourager l'emploi des combustibles fossiles (et du charbon entre autres, vers lequel on semble revenir à cause de l'abondance

de ses réserves), il ne serait pas prudent non plus de se lancer irréversiblement vers un accroissement massif de l'utilisation du charbon. A moins d'étudier en parallèle des cycles de traitement du CO₂, ou son rejet direct au fond de la « poubelle » océanique. Sagesse et prudence conseillent de garder une grande flexibilité.

A cette vigilance près, la contrainte climatique n'a donc pas été « quantifiée » dans la construction des scénarios.

Le cas des combustibles liquides

Pour poursuivre dans la ligne des combustibles fossiles, il est intéressant d'analyser plus spécialement le cas des combustibles liquides, et naturellement le cas du pétrole, que nos sociétés industrielles utilisent si largement aujourd'hui, et dont les pays en développement ont tant besoin.

Il y a deux aspects à considérer, entre autres : le problème des ressources pétrolières, et celui du rôle, et de l'utilisation future des combustibles liquides.

En ce qui concerne les ressources mondiales de pétrole, le Programme Energie a dû faire un constat d'ignorance : notre connaissance des ressources mondiales de pétrole (nous ne parlons pas des réserves, connues et estimées avec une assez bonne et prudente précision) est, scientifiquement parlant, très pauvre. Il y a là un paradoxe, voire un défi, vue la place du pétrole dans nos civilisations (3). Notre connaissance — ou mé-connaissance — des ressources mondiales de pétrole est essentiellement basée sur quelques « estimations », d'ailleurs rarement indépendantes, et quasi toutes (sauf l'intéressante étude de la Rand Corporation, en 1978) publiées avec des indications insuffisantes sur la (ou les) méthode(s) utilisée(s), et sans données de base. On se réfère le plus souvent à un « consensus » autour de 300 milliards de tonnes (de pétrole) de ressources ultimes : production cumulée (quelques 45 à 50 milliards de tonnes), réserves prouvées (environ 90 milliards de tonnes) et ressources restant à produire (par recours à des méthodes de production

(3) Défi que l'auteur de cet article, encouragé par la direction de l'IIASA et par de nombreuses organisations internationales (Communautés Européennes, Banque Mondiale, OAPEP, etc.) avait proposé de relever, mais ce projet ne put être lancé, les sociétés pétrolières américaines (qui détiennent une grande majorité des données nécessaires) ayant refusé participation et/ou coopération.

Voir à ce propos l'article de Michel Grenon « Prospective pétrolière mondiale ». - in *Futuribles* n° 22, avril 1979. — pp. 41-53.

améliorée) et/ou à découvrir. Sans parler d'estimations extrêmes « hors-consensus », qui varient de pessimistes évaluations de 200 milliards de tonnes (pratiquement plus rien à découvrir...) à d'optimistes estimations de 800 - 1 000 milliards de tonnes ou plus (nous aurions tout juste égratigné notre capital pétrole). L'imprécision sur le « consensus » est du même ordre de grandeur que les réserves actuellement connues, soit encore quelque trente ans de la consommation présente. Imprécision qui bien sûr, n'a pas facilité la tâche du Programme Energie, réduit à sélectionner des valeurs régionales... raisonnables ou disons, les moins mauvaises possibles.

(Nous ne prétendons pas ici qu'il serait possible, à moins de trouver la lithosphère « plus qu'un gruyère » — c'est-à-dire de forer tous les terrains sédimentaires selon un maillage serré, comme ce fut parfois proposé — de connaître avec précision les ultimes ressources de pétrole, jusqu'à la dernière goutte récupérable. Mais, il y a une marge importante, à diminuer, entre cette situation « idéale » et l'état présent de connaissance trop imparfait : combien *peut-il* y avoir de pétrole... et où ?).

Rappelons que l'ère du pétrole conventionnel pourra être prolongée par les pétroles non-conventionnels, tels que les huiles lourdes, les sables asphaltiques, ou les schistes bitumineux. A l'exclusion de quelques gisements, d'ailleurs fabuleux (huiles de l'Orénoque, sables d'Athabasca ou schistes du Colorado), notre connaissance de ces ressources potentielles mondiales — plus difficiles, et plus coûteuses certes — est encore plus pauvre que pour le pétrole classique.

L'autre aspect important est le rôle des combustibles liquides sur la scène énergétique. Indéniablement faciles à transporter, à stocker, à utiliser, les combustibles liquides ont par le pétrole conquis la première place. Le Programme Energie a généralement admis que ce rôle resterait primordial, hypothèse *lourde* pour l'ensemble des scénarios (4) : « la demande pour les combustibles liquides est quasi-irréductible ». Cette hypothèse a entre autres beaucoup influencé les diverses considérations sur le rôle possible du charbon, souvent matière première des combustibles (liquides) de synthèse (méthanol, kérosène, mais gaz aussi). On peut d'ailleurs signaler que la liquéfaction (ou la gazéification) du charbon fut

(4) L'auteur de cet article ne partage pas sans réserve cette opinion. Il croit que le charbon par exemple pourrait être utilisé tel quel (éventuellement par combustion sur lit fluidisé), et que de nombreuses utilisations *n'exigent* pas les combustibles liquides. De même, la carbochimie pourrait se substituer à la pétrochimie. C'est ici l'occasion de souligner qu'il n'y a pas de doctrine « Programme Energie » (ou de doctrine IIASA). Chaque chercheur a toujours conservé son entière liberté de pensée.

généralement envisagée par méthode allothermique — avec une source énergétique extérieure, telle que le nucléaire — plutôt qu'autothermique, et ce pour diminuer la consommation de charbon, entre autres, à cause des risques liés au CO₂.

Le cas des « combustibles liquides solaires », obtenus à partir de la biomasse, a été également étudié. Leur coût apparaît suffisamment élevé (de l'ordre de 60 dollars 1975 par baril) par rapport aux pétroles non-conventionnels ou aux combustibles liquides synthétiques produits à partir du charbon.

A propos des scénarios

L'étude des contraintes et des ressources, les options charbon, nucléaire ou solaire poussées à l'extrême, les idées nouvelles de « néguentropie » ou d'« endowment », la controverse des énergies douces et des énergies dures, ou les « nouvelles-anciennes technologies », bref tout ce qu'Häfele appelle la « vision » du problème énergétique, et les deux scénarios de base, sont essentiellement complémentaires.

La « vision » cherche à explorer les frontières du possible, les scénarios cherchent à équilibrer les contraintes afin d'identifier les plausibles. C'est ainsi que les potentiels maximums du charbon ou de l'énergie nucléaire ne sont pas atteints dans les scénarios. Mais les scénarios n'auraient pas pu être bâtis sans les contraintes limites fournies par ces études.

La quantification par les scénarios permet de diviser le monde en régions, et de distinguer des secteurs économiques, des types d'énergie, qu'on peut agréger ou désagréger selon les cas ; toujours en recherchant bien sûr la cohérence, mais sans prendre trop à la lettre les résultats numériques.

Du point de vue analytique, il convient de préciser que le groupe Energie a choisi de recourir à un ensemble « articulé » de plusieurs sous-modèles reliés entre eux, plutôt que de développer un « hypermodèle ». L'approche est très itérative, et les liaisons ou les feed-back entre modèles sont le plus souvent « manuels », c'est-à-dire avec ajustement — et jugement — de l'utilisateur (fig. 4).

Un scénario est défini par un ensemble d'hypothèses, entre autres, population (en fait, la même évolution pour les deux scénarios) et taux de croissance économique. Ces valeurs permettent de calculer la demande d'énergie, domestique, industrielle (et agriculture) et pour les transports, c'est-à-dire la demande en énergie secondaire par secteurs et types de combustibles, grâce au modèle MEDEE (développé à Grenoble et

« importé-adapté » à l'IIASA). Un autre modèle, MESSAGE, permet de remonter aux énergies primaires, par les installations énergétiques, compte-tenu des contraintes de disponibilité en ressources énergétiques par catégories de coûts. L'obtention des coûts marginaux permet évidemment divers feed-back. Les allocations des ressources passent par les voies du commerce international. Le modèle IMPACT (importé — et adapté — de l'Institut Énergétique de Sibérie, à Irkoutsk) et la méthode WELMM permettent de calculer les impacts et les coûts (directs et indirects) en main d'œuvre, matériaux, équipements, etc., et les besoins en capitaux. (Un modèle macro-économique permet, à partir des résultats d'IMPACT et de données exogènes, de tester la cohérence).

On remarquera que cet ensemble de modèles, fidèle à l'esprit de l'IIASA, a fait autant appel à des modèles « maison » qu'à des modèles « importés », les liens ayant été très étroits entre autres avec les équipes américaine de Kenneth Hoffman (Brookhaven) ou soviétique du Professeur Makarov (Irkoutsk).

En ce qui concerne la définition proprement dite des scénarios, par un ensemble d'hypothèses cohérentes (choix de paramètres dominants), ces hypothèses n'étant pas d'ailleurs nécessairement préférées, ou estimées les plus probables, on ne peut naturellement échapper à une certaine subjectivité : soit dans le choix des hypothèses, soit encore, à un niveau plus subtil, dans les raisons de ce choix. Mais il fut pensé que l'important était que ce choix ne soit pas déraisonnable, et que les deux scénarios choisis soient suffisamment différents, pour couvrir une grande gamme de possibilités.

Après diverses études (de Nathan Keyfitz par exemple) et de nombreuses discussions, il a été décidé de ne considérer qu'une seule évolution pour la population, le chiffre moyen proche de 8 milliards en 2030 (double de la valeur actuelle) étant en fait représentatif d'une fourchette probable entre 7 et 9 milliards d'individus (fig. 2).

En ce qui concerne l'autre paramètre directeur, la croissance économique, on a choisi des taux relativement modestes — comparés à d'autres études similaires — reflétant la conviction d'un « non-retour aux années exceptionnelles » de l'après-guerre à 1973. Ces taux de croissance ne sont pas constants, mais décroissent progressivement. Leurs valeurs moyennes pour les sept régions sont données dans le tableau I, pour les deux cas du scénario « fort » et du scénario « faible ». A l'échelle globale, le cas « fort » correspond à une multiplication du Produit Mondial par 6,4, et le cas « faible » par 3,6 (en dollars constants 1975).

Le tableau II présente les consommations d'énergie (commerciale) par tête pour les sept régions et pour les années 2000 et 2030 (avec l'année

Figure 4 — Ensemble de modèles du Programme Energie de l'IIASA

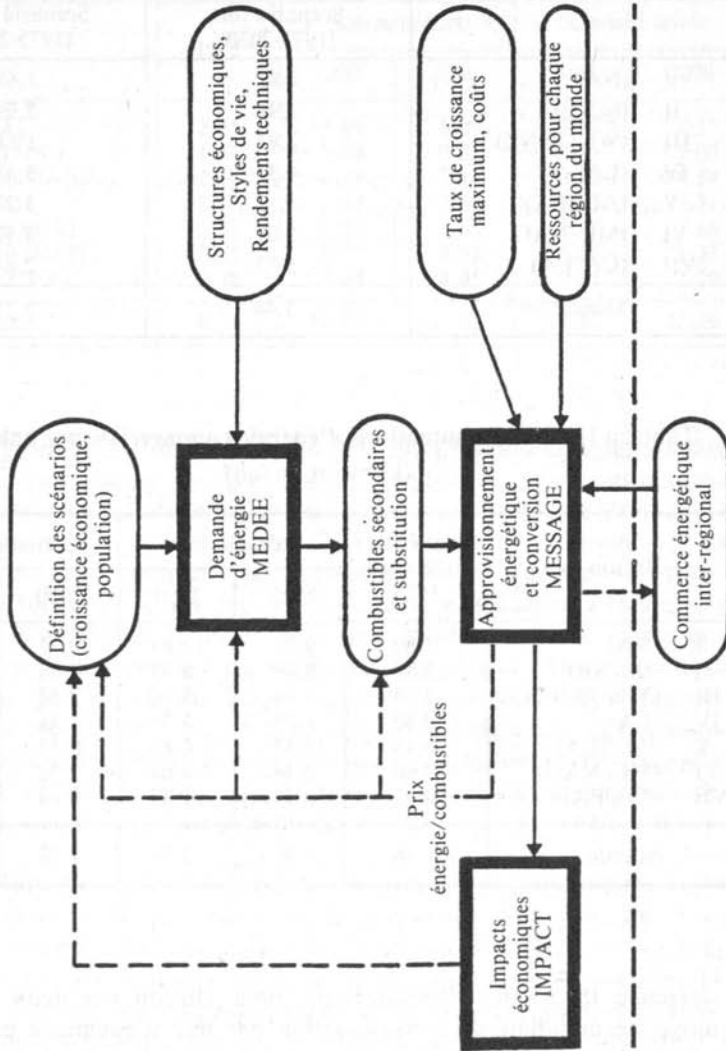


Tableau I — Taux de croissance (moyens) des PNB régionaux
du Programme Energie de l'IIASA
(%/année)

	Scénario fort (1975-2030)	Scénario faible (1975-2030)
I (NA)	2.87	1.68
II (SU/EE)	3.91	2.99
III (WE/JANZ)	2.93	1.88
IV (LA)	4.37	3.48
V (Af/SEA)	4.32	3.27
VI (ME/NAf)	5.09	3.57
VII (C/CPA)	3.77	2.64
Monde	3.44	2.37

Tableau II — Consommations d'énergie commerciale par habitant
(kilowatt an/an)

Région	Année de référence 1975	Scénario fort		Scénario faible	
		2000	2030	2000	2030
I (NA)	7.89	9.25	11.63	7.95	8.37
II (SU/EE)	3.52	5.47	8.57	4.98	6.15
III (WE/JANZ)	2.84	4.46	5.70	3.52	3.90
IV (LA)	0.80	1.75	3.31	1.28	2.08
V (Af/SEA)	0.18	0.42	0.89	0.32	0.53
VI (ME/NAf)	0.80	2.34	4.64	1.76	2.46
VII (C/CPA)	0.43	0.93	1.87	0.64	0.93
Monde	1.46	1.96	2.86	1.58	1.83

de référence 1975 pour comparaison), pour chacun des deux scénarios. La moyenne mondiale de consommation par tête n'augmente pas en fait très fortement, encore que la croissance soit sensible dans certaines régions (en Amérique Latine par exemple), alors qu'elle reste relativement modeste pour les pays industrialisés, à économies de marché ou planifiée (on est bien loin des prévisions d'un Hermann Kahn !)

Tableau III — Consommations d'énergie primaire
pour les sept régions et pour le monde
(Terawatt an/an)

	1975	Scénario fort		Scénario faible	
		2000	2030	2000	2030
I (NA)	2.65	3.89	6.02	3.31	4.37
II (SU/EE)	1.84	3.69	7.33	3.31	5.00
III (WE/JANZ)	2.26	4.29	7.14	3.39	4.54
VI (LA)	0.34	1.34	3.68	0.97	2.31
V (Af/SEA)	0.33	1.43	4.65	1.07	2.66
VI (ME/NAf)	0.13	0.77	2.38	0.56	1.23
VII (C/CPA)	0.46	1.44	4.45	0.98	2.29
Monde	8.21	16.84	35.65	13.59	22.39

Ces augmentations des consommations spécifiques d'énergie, amplifiées par les accroissements de population, conduisent aux consommations régionales et globales d'énergie primaire montrées dans le tableau III. Les chiffres de 35 TW an/an et de 22 TW an/an caractérisent les deux scénarios. Ils correspondent respectivement à un facteur 4,3 pour le scénario « fort » et à un facteur 2,7 pour le scénario « faible », par rapport à la situation de 1975. Bien que pouvant paraître modestes, ils mesurent en fait l'ampleur du problème énergétique. Une variante dite scénario à 16 TW an/an, basée sur une conservation draconienne de l'énergie, a été étudiée, mais n'a pas paru acceptable : le doublement de la consommation globale (c'est-à-dire un approvisionnement énergétique *double* du niveau actuel), compte tenu du doublement parallèle de la population, laisserait inchangé le niveau moyen de consommation d'énergie par tête.

Le tableau IV reprend les mêmes chiffres de consommations globales pour les deux scénarios, mais en les ventilant cette fois par sources d'énergie. On peut voir que, dans les deux cas, le pétrole reste l'énergie dominante en 2000, mais est dépassé en 2030 par le charbon et le nucléaire. Ces substitutions au pétrole, ou plus précisément la volonté de limiter progressivement le rôle du pétrole, ont guidé l'élaboration des scénarios. On peut voir aussi le rôle encore modeste des énergies renouvelables, hydraulique, solaire et autres. On touche là une des conclusions fortes du Programme Energie : l'idée, lentement acquise, qu'il y aura non pas *une* mais *deux transitions énergétiques* (de substitution

Tableau IV — Consommation mondiale d'énergie primaire par source
(Terawatt an/an)

	1975	Scénario fort		Scénario faible	
		2000	2030	2000	2030
Pétrole	3.62	5.89	6.83	4.75	5.02
Gaz	1.51	3.11	5.97	2.53	3.47
Charbon	2.26	4.95	11.98	3.93	6.45
PWR (1)	0.12	1.70	3.21	1.27	1.89
FBR (2)	0.00	0.04	4.88	0.02	3.28
Hydraulique	0.50	0.83	1.46	0.83	1.46
Solaire	0.00	0.10	0.49	0.09	0.30
Autre	0.21	0.22	0.81	0.17	0.52
Total	8.21	16.84	35.65	13.59	22.39

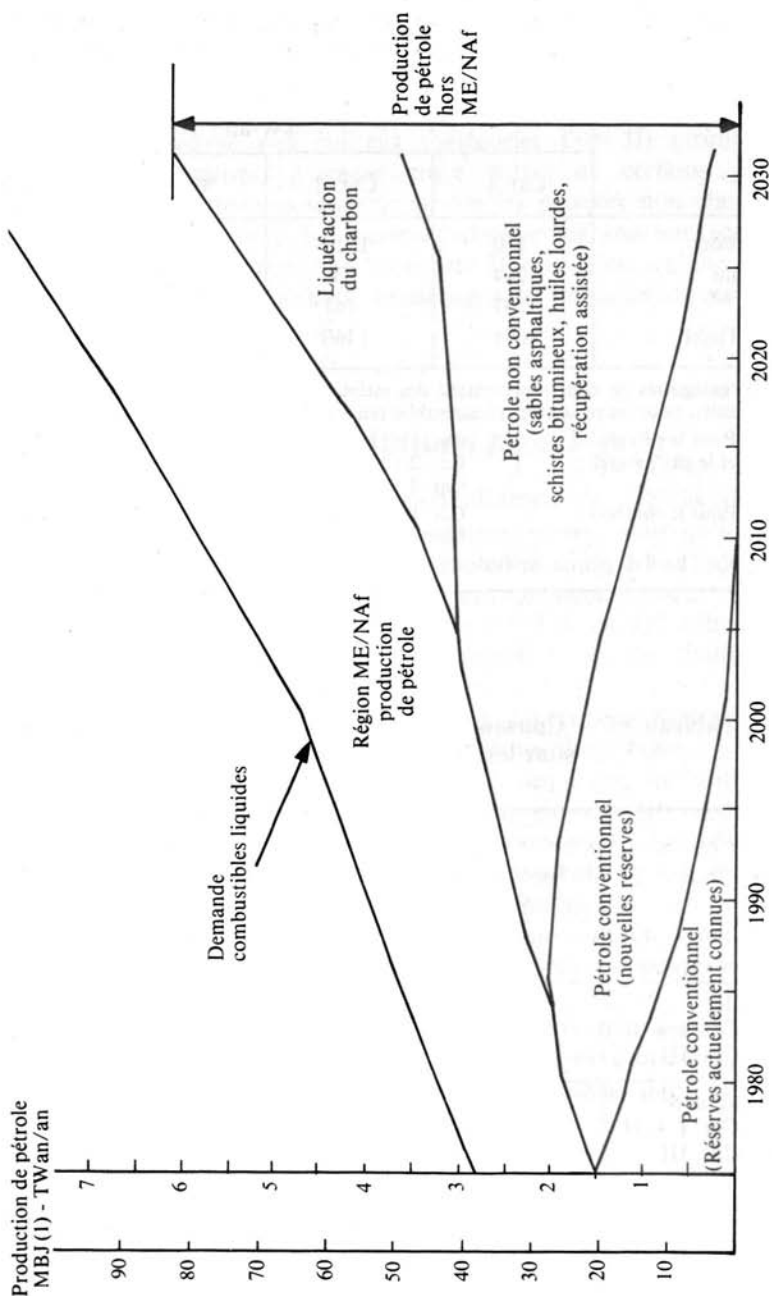
(1) Réacteur à eau pressurisée.
(2) Réacteur surgénérateur.

au pétrole), l'une basée sur le recours aux pétroles non-conventionnels ou aux combustibles liquides de synthèse à partir du charbon, qui aura lieu *avant* 2030, et l'autre basée sur les énergies non-fossiles, nucléaire et solaire, et qui aura lieu *après* 2030, c'est-à-dire après la période étudiée par l'IIASA (ce qui tendrait à démontrer qu'en matière d'énergie 50 ans est une période d'étude trop courte).

La figure 5 illustre, à titre d'exemple, comment sera satisfaite la demande en combustibles liquides, par les économies de marché, dans le cas « fort ». On y trouve le plafonnement de la production de pétrole classique, comme dans les scénarios WAES (Workshop on Alternative Energy Strategies, de Carrol Wilson), ou WEC (World Energy Conference) pour les années 1980-1990 (5), le rôle constant et toujours important de la région Moyen Orient et Afrique du Nord, la pénétration et le rôle importants des pétroles non-conventionnels à partir de 2000, et le rôle croissant, en deuxième moitié de la période, de la liquéfaction du charbon.

(5) Thèse avec laquelle l'auteur n'est pas complètement d'accord, croyant davantage à un plateau qu'à une courbe en cloche.

Figure 5 — Un exemple d'approvisionnement en combustibles liquides (cas fort, économies de marché exclues)



(1) MBJ : Millions de Baril/Jour.

Tableau V — Résumé des estimations des réserves et ressources d'énergie fossiles utilisées par le Programme Energie

	TW-an			
	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Total
Charbon	560	1019	—	1579
Pétrole	264	200	373	837
Gaz	267	141	130	538
Total	1091	1360	503	2954

Les catégories de coût représentent des estimations de coût maximum ou de tranches de coûts, pour les ressources récupérables (en \$ 1975 constants).

Pour le pétrole et le gaz naturel :
 Cat. 1 : 12 \$/boe (1)
 Cat. 2 : 12-20\$/boe
 Cat. 3 : 20-25\$/boe

Pour le charbon :
 Cat. 1 : 25\$/ton
 Cat. 2 : 25—50 \$/ton

(1) boe : baril de pétrole équivalent.

Tableau VI — Consommations cumulées de combustibles fossiles pour les deux scénarios jusqu'en 2030

	Ressources totales disponibles (Tw an)	Consommation totale en pourcentage des quantités disponibles	
		Scénario fort	Scénario faible
Pétrole			
Cat. I + II	464	68 %	57 %
Cat. III	373	1 %	0 %
Gaz naturel			
Cat. I + II	408	49 %	36 %
Cat. III	130	0 %	0 %
Charbon			
Cat. I	560	61 %	40 %
Cat. II	1019	0 %	0 %

Il est intéressant enfin de comparer les estimations utilisées pour les ressources fossiles selon diverses catégories de coûts (de coûts, et non de prix !) (tableau V) et le degré de consommation cumulée de ces ressources (tableau VI) pour les deux scénarios. On peut voir que les pétroles classique et non-classique peu coûteux (catégories I et II) seront bien entamés, mais non-épuisés, à cause entre autres de certains grands producteurs (comme le Moyen Orient), et que les pétroles non classiques chers seront à peine entamés. Les réserves *connues* de charbon seront à peu près à moitié consommées. La catégorie II (qui n'est qu'une partie de la totalité des ressources ultimes, beaucoup plus importantes) ne serait pas entamée.

Le défi énergétique : des solutions possibles

La conclusion principale du Programme Energie de l'IIASA est que le problème énergétique est un problème majeur, certes, mais qu'il a des solutions. Non pas une, mais DES solutions possibles.

Parmi les nombreuses autres conclusions, on peut signaler que :

- un scénario à très bas niveau énergétique (16 TW an/an) supposerait des contraintes politiques et sociales draconiennes, et un changement radical des genres de vie ;
- le scénario faible (22 TW an/an) suppose encore des contraintes et une conservation rigoureuse de l'énergie, mais semble plus réaliste ;
- le scénario fort, tout en se basant sur des taux de croissance économique (et énergétique) pouvant paraître modestes (par rapport au passé entre autres) (6) fait passer le « fardeau » du côté des approvisionnements : moins de contraintes sur les genres de vie, mais des niveaux de production d'énergie plus difficiles à atteindre ;
- la controverse énergies « douces » — énergies « dures » n'est que politique ou « institutionnelle » : les énergies douces ne pourraient pas satisfaire les demandes énergétiques envisagées ;
- les réalités des problèmes politiques, sociaux ou institutionnels (généralement pas pris en compte dans cette étude) rendront sans doute la situation plus difficile encore qu'elle ne fut décrite dans les deux scénarios ;

(6) Quelles que soient les circonstances, la croissance économique serait relativement modeste au cours des 50 prochaines années.

- la société n'a pas encore mis au point de mécanismes pour *tenir compte* des risques technologiques associés à la production d'énergie (non au point de vue physique, mais sociologique, psychologique, etc.) ;
- il faut étudier d'urgence le problème du gaz carbonique, d'autant plus que l'usage des combustibles fossiles restera dominant pendant la période considérée, malgré le recours à des combustibles de plus en plus chers, et de moins en moins conventionnels. Le marché du pétrole restera dominé par quelques contrées exportatrices, et il faut développer un marché international pour le charbon (en même temps que sera progressivement introduite la liquéfaction de ce charbon) ;
- les énergies renouvelables pourront contribuer de façon non-négligeable, mais limitée, à la couverture des besoins énergétiques ;
- les investissements pour l'énergie devront croître sensiblement (investissements cumulés estimés à 29 000 et 48 000 milliards de dollars en 1975 pour les deux scénarios) et se situer à des niveaux de l'ordre de 4 à 5 % par an des PNB (comparables aux dépenses militaires...).

* *

*

Sur une note personnelle, nous voudrions terminer en disant qu'on peut ne pas être d'accord avec toutes les conclusions du projet, ou que certaines de ces conclusions étaient prévisibles. Le « produit », c'est-à-dire le Livre du Programme Energie, reflète aussi un certain pragmatisme, dû à l'évolution du projet, mais aussi à la nature même de l'IIASA, où les équipes (contrairement à la plupart des autres organisations) ne sont pas permanentes, mais sont en continuel « renouvellement ». Mais cet exercice de réflexion intense menée par l'Est et l'Ouest en parfaite compréhension et « amitié » a, je crois, réellement répondu aux vœux des créateurs de l'IIASA. Il a été pour moi, et je pense pour tous ceux qui y ont participé, une expérience professionnelle et humaine exceptionnelle et passionnante. (Que tous ceux qui l'ont permise, entre autres H. Raïffa, R. Levien, G. Gwishiani et bien sûr Wolf Häfele, y soient ici amicalement et chaleureusement remerciés).

L'Institut International d'Analyse Appliquée des Systèmes

Créé en 1972, l'Institut International d'Analyse Appliquée des Systèmes est un organisme original à double titre :

- Sur le plan politique, l'IIASA est le fruit de la détente. Cet Institut multinational, non gouvernemental et autonome, créé sur l'initiative conjointe des USA et de l'URSS est en effet un centre unique où des chercheurs de l'Est et de l'Ouest collaborent sur des questions d'importance internationale.
- Sur le plan scientifique, l'Institut a développé un programme de recherches multidisciplinaires et une méthodologie originale basée sur l'analyse de systèmes. De structure matricielle, ce programme reflète la stratégie des recherches de l'Institut qui s'articulent autour de deux grands thèmes horizontaux - Energie d'une part, Alimentation et Agriculture d'autre part - et quatre thèmes verticaux - Ressources et environnement, Systèmes d'établissements humains, Gestion et technologie, Sciences de la décision.

Lors de la Conférence de l'IIASA qui s'est tenue en mai 1980 à Laxenburg en Autriche, son Directeur, Roger Levien, a rappelé le caractère exceptionnel de cet organisme qui, pour reprendre ses termes, n'est « pas seulement une institution », mais « une idée » - « l'idée que malgré les différences de systèmes économiques, politiques et sociaux, les scientifiques de l'Est et de l'Ouest peuvent travailler ensemble pour aider à résoudre les difficultés auxquelles l'humanité doit faire face. Après huit années d'existence, l'Institut a montré que cette idée « irréaliste » pouvait devenir une réalité. Dans l'avenir, il doit poursuivre ses efforts en collaboration étroite avec les communau-

tés scientifiques, les gouvernements et l'industrie, pour aller aussi loin que possible dans la réalisation de ses objectifs ».

Forum inédit et privilégié, l'IIASA a su, malgré les difficultés multiples auxquelles la détente Est-Ouest est confrontée, préserver son originalité et mériter le soutien actif de ses 17 pays membres. Il est incontestable que l'esprit d'ouverture, de respect mutuel et de coopération anime plus que jamais les responsables de l'IIASA.

La France participe à cet Institut depuis sa création. Elle y est représentée par l'AFDAS - Association Française pour le Développement de l'Analyse de Système - dont le rôle est de favoriser et de stimuler toutes formes de coopération entre la communauté scientifique française et les équipes de Laxenburg.

En maintenant le haut niveau de ses recherches, l'IIASA développe des relations actives avec les organismes scientifiques nationaux et internationaux. Le programme Energie qui a été pendant cinq ans le programme majeur de l'Institut témoigne de la qualité de ces travaux. Mené par le Professeur Häfele, il vient de se terminer et fait l'objet d'un rapport intitulé « Energy in a finite world : a global energy systems analysis » (Ballinger).

D'ores et déjà, la qualité de cette étude considérable par le volume des informations et des données qu'elle a rassemblées et, plus encore, par la complexité des problèmes abordés a été saluée par la communauté scientifique internationale.

André Danzin
Président de l'AFDAS

Quelques réflexions sur le programme énergie de l'IIASA

Gérard Maarek (1)

Les quelques lignes qui suivent s'inscrivent parfaitement dans le prolongement de l'article de M. Grenon relatif aux travaux de l'équipe du professeur Häfele à l'IIASA sur les perspectives énergétiques mondiales.

Au-delà de l'analyse particulièrement étoffée à laquelle s'est livrée M. Grenon, M. Maarek qui a suivi les travaux de l'IIASA avec beaucoup d'attention, ajoute quelques uns des commentaires critiques qu'une réalisation d'une telle ampleur sur un sujet aussi controversé ne peut manquer de susciter.

Ces commentaires portent successivement sur : la philosophie générale de l'approche et les hypothèses retenues ; les modèles utilisés ; les résultats obtenus.

Philosophie générale et hypothèses

Rappelons que l'étude prospective a porté sur deux scénarios de base :

— un scénario dit « fort » (36 terawatts en l'an 2030) ;

— un scénario dit « faible » (22 terawatts en l'an 2030) ;

et trois scénarios alternatifs contrastés :

— un scénario à moratoire nucléaire ;

— un scénario à nucléaire renforcé ;

— un scénario à 16 terawatts à politique d'économie d'énergie draconienne étudié à l'initiative du Dr. Umberto Colombo du Club de

(1) Directeur, conseiller à la direction générale de la SEMA.

Réflexions sur le programme énergie de l'IIASA

Rome, où la croissance de la consommation d'énergie est supposée bloquée dans les pays développés et considérablement ralentie dans les pays en voie de développement.

On peut être regretter ici que ces trois derniers scénarios n'aient pas fait l'objet d'une analyse aussi approfondie que les deux scénarios de base, car ils traduisent bien le type de préoccupations à caractère sociopolitique auxquelles se trouvent confrontés les choix stratégiques en matière de politique énergétique (indépendance énergétique, peur du nucléaire, économie d'énergie et styles de vie).

Bien que selon l'esprit même de toute étude prospective, les scénarios retenus ne représentent que des « éventualités raisonnables », servant de référence à des analyses de cohérence dans le temps et dans l'espace, on ne peut toutefois s'empêcher de commenter l'ensemble des hypothèses chiffrées retenues.

C'est ainsi que l'on peut juger les hypothèses de croissance économique un peu trop pessimistes et en tous cas difficilement acceptables pour les pays en voie de développement (par comparaison avec celles de WAES ou des Nations Unies en 1977).

A-t-on de ce point de vue véritablement épuisé toutes les possibilités en matière d'économie d'énergie susceptibles de dissocier croissance économique et croissance énergétique ?

Préalablement à ces scénarios, l'équipe IIASA s'est fort opportunément livrée à une analyse approfondie d'options énergétiques élémentaires qui ont été poussées jusqu'à leurs derniers retranchements afin d'en expliciter tous les tenants et aboutissants, un peu comme le mathématicien qui, pour bien comprendre l'essence même d'une fonction mathématique, en étudie le comportement aux frontières de son domaine de définition.

Si les filières charbon, nucléaire et solaire ont fait l'objet d'une étude fort intéressante de ce type, il n'en a pas été de même pour la filière gazière et on peut le regretter quand on sait l'importance des réserves mondiales en gaz naturel, et l'aide que ce type de ressource énergétique est susceptible d'apporter du moins sur le moyen terme.

Dans le même ordre d'idée, on sait que l'étude IIASA a admis comme hypothèse de base qu'il n'y aurait pas de bouleversements dans les styles de vie sur un horizon prévisible ; n'aurait-on pas pu là encore étudier quelques hypothèses élémentaires sur de nouveaux modes de vie possibles, fondés sur des économies à énergie très rare et très chère.

Il est vrai que de telles réflexions à caractère psycho-sociopolitique élargissaient considérablement le champ déjà très vaste de l'étude entreprise.

Venons-en maintenant à la philosophie de l'approche qui a servi de

base à l'étude des scénarios.

On peut dire d'une façon générale que cette approche est essentiellement *mondialiste*, ce qui se conçoit bien compte tenu de la nature stratégique du problème et la vocation internationale de l'IIASA. Une telle attitude paraît cependant comporter une dose exagérée d'optimisme quant à l'aptitude des nations à collaborer étroitement face à cette « adversité commune » qu'est la crise de l'énergie. Nulle part en effet n'apparaît la préoccupation d'*indépendance énergétique nationale* et le besoin de diversification des sources d'énergie qu'elle implique. C'est pourtant à partir de telles considérations, au moins en partie, que notre pays investit substantiellement dans le nucléaire ; c'est également la raison pour laquelle l'Europe hésite à s'approvisionner massivement en gaz à partir de l'URSS.

Dans le même ordre d'idée, les contraintes de *balance des paiements* ne sont pas prises en compte. Bien qu'il s'agisse de contraintes de court terme, et que le recyclage de pétrodollars y pourvoie en grande partie, ces contraintes constituent incontestablement un frein puissant au redéploiement économique et notamment énergétique.

Un autre concept clé de l'approche IIASA est la notion de *limite physique*, notamment à propos des ressources naturelles énergétiques sous toutes leurs formes. Or, ce concept « d'ingénieur » est à mani-

puler avec une infinie précaution en économie dont l'histoire peut être regardée comme une longue suite de remises en cause de telles limites grâce à l'innovation technologique.

Ce même concept de limite physique a impliqué dans l'étude IIASA qu'il n'y aura de *système énergétique stable* à terme bien au-delà des 50 ans, que dans la mesure où la ressource naturelle énergétique de base correspondante sera infiniment disponible (l'uranium pour les sur-générateurs et l'énergie solaire).

Or, tel n'a jamais été le cas pour la plupart des matières premières sur le globe sans qu'il y ait eu systématiquement crise pour autant !

En fait, en économie, il n'y a que des situations transitoires, le concept d'équilibre stable permanent ne servant que de support théorique à la compréhension des mécanismes. A titre de comparaison, si l'on se réfère au projet Interfuturs, on constate que le concept de limite physique y est explicitement rejeté.

L'étude IIASA paraît d'autre part s'être beaucoup plus focalisée sur les filières de production d'énergie primaire que sur les possibilités d'évolution de la demande en énergie utile sous toutes leurs formes et notamment sur les économies d'énergie.

Or, au niveau de la demande, des problèmes sérieux peuvent apparaître, notamment avec l'extrême lenteur de la pénétration de l'électricité dans les usages industriels et

domestiques. C'est ainsi qu'en France, on commence à se demander si, de ce point de vue, notre programme nucléaire n'est pas trop ambitieux, surtout compte tenu de la rigidité de fonctionnement des centrales nucléaires (voir les articles récents de Thomas et Weeger dans *Le Monde*).

Enfin, le problème logistique de transport et le problème de marché - du charbon notamment - qu'implique l'ajustement géographique de l'offre à la demande n'ont été que survolés.

Les modèles utilisés

Compte tenu de l'étendue du problème, on ne peut que féliciter l'équipe de l'IIASA d'avoir su éviter le piège du modèle gigantesque, sophistiqué, fonctionnant en « boîte noire ». L'expérience a toujours montré que la précision de tels modèles était illusoire et en tous cas sans commune mesure avec la lourdeur de manipulation et les difficultés d'interprétation des résultats.

Plus habilement, l'équipe s'est orientée vers une modélisation modulaire à fonctionnement interactif souple, où se côtoient simulation et optimisation sur ordinateur d'une part et, sens du jugement de l'opérateur d'autre part.

Celui-ci a en charge l'introduction d'un jeu d'hypothèses numériques sur les variables exogènes d'entrée (essentiellement la croissance du

PNB et la démographie par région), l'examen critique des résultats obtenus à la sortie de chaque module du modèle et le réajustement en conséquence des hypothèses d'entrée et ainsi de suite jusqu'à l'obtention de résultats satisfaisants.

Le modèle se compose de trois modules successifs essentiels :

— un module mécanique de calcul de la demande en énergie utilisable à partir d'hypothèses sur la croissance économique et la démographie : modèle MEDEE ;

— un module d'optimisation du programme de production d'énergie primaire (part respective de chacune des filières énergétiques) susceptible de satisfaire aux meilleures conditions économiques et technologiques à la demande en énergie utilisable : modèle MESSAGE ;

— un module de calcul de l'impact de ce programme énergétique en terme de coûts et plus particulièrement en terme de ressources de type WELMM (Water, Energy, Land, Manpower and Materials) : modèle IMPACT.

Le « *feed-back* » sur les hypothèses d'entrée repose en grande partie sur l'examen des prix de ressources énergétiques primaires obtenus de manière indirecte comme variables duales des contraintes correspondantes dans MESSAGE.

Il faut bien se rendre compte qu'en fait cet ensemble de modules ne constitue pas à proprement parler un modèle économique mais plutôt un modèle de programmation

mathématique de minimisation de coûts sous contraintes. Le bouclage macroéconomique permettant d'établir dans quelle mesure l'économie dans son ensemble est capable de supporter de manière cohérente le prélèvement de ressources - notamment en capital - qu'implique le programme énergétique, n'est encore pas réalisé (modèle MACRO en cours de construction).

Il y a lieu également d'être extrêmement réservé sur les « prix » obtenus comme variables duales de la contrainte de disponibilités de ressources. Si ces prix constituent un bon guide pour orienter les *feedback* des simulations, ils ont, au contraire, une vertu prédictive faible ; les lois de la programmation mathématique nous enseignent en effet que ces « *shadow prices* » sont extrêmement sensibles aux jeux des contraintes retenues et, dans le modèle MESSAGE, les niveaux de ces contraintes sont très incertains.

Les résultats obtenus

Les conclusions de l'étude IIASA expriment un certain optimisme quant à notre aptitude à sortir de cette crise énergétique qui est essentiellement une crise de transition et qui n'est pas la première que le monde ait connue (à la charnière du XIX^e et du XX^e siècle, le passage du bois au charbon ne s'est pas fait sans douleur). Elles n'en invitent pas moins à une prise de conscience de la gravité du pro-

blème et de l'importance des sacrifices à consentir.

Elles permettent également de se convaincre que tôt ou tard le monde devra se passer des sources fossiles pour ses besoins énergétiques et qu'en dépit des réserves disponibles, un retour massif au charbon n'est guère envisageable compte tenu notamment des masses à manipuler et de la pollution de l'atmosphère en dioxyde de carbone.

Cette conviction acquise pour le long terme (au-delà de l'an 2030) n'empêche pas toutefois de s'interroger sur les choix politiques à moyen terme et notamment sur l'importance de l'exploration en matière de gaz et de pétrole et sur le rôle des énergies fossiles chères et polluantes (huiles lourdes, schistes bitumineux, sables asphaltiques). Ces conclusions enfin mettent également en lumière un point, peut être insuffisamment perçu par le commun des mortels, à savoir que la crise énergétique actuelle est beaucoup plus une crise de carburants liquides que d'énergie proprement dite. Avec essentiellement le nucléaire et plus tard le solaire, l'énergie sous forme d'électricité sera abondante, et c'est cette forme d'énergie fractionnable et commodément stockable et transportable que constitue le carburant liquide qui risque de manquer.

Regrettons ici que l'étude de l'utilisation de l'hydrogène comme futur substitut de ces carburants liquides,

notamment sous forme d'hydrures, n'ait pas été suffisamment approfondie.

Au-delà des conclusions fondamentales dégagées, l'étude IIASA a permis de mettre en évidence des résultats annexes particulièrement intéressants.

Par exemple, en matière de consommation d'énergie il existerait un

invariant de 5 W/m^2 de surface urbaine indépendamment du pays concerné, développé ou en voie de développement.

Ainsi, la différence de consommation énergétique par tête qu'implique normalement la différence de niveau de développement ne serait en fait qu'une manifestation indirecte d'une différence de degré d'urbanisation par tête.

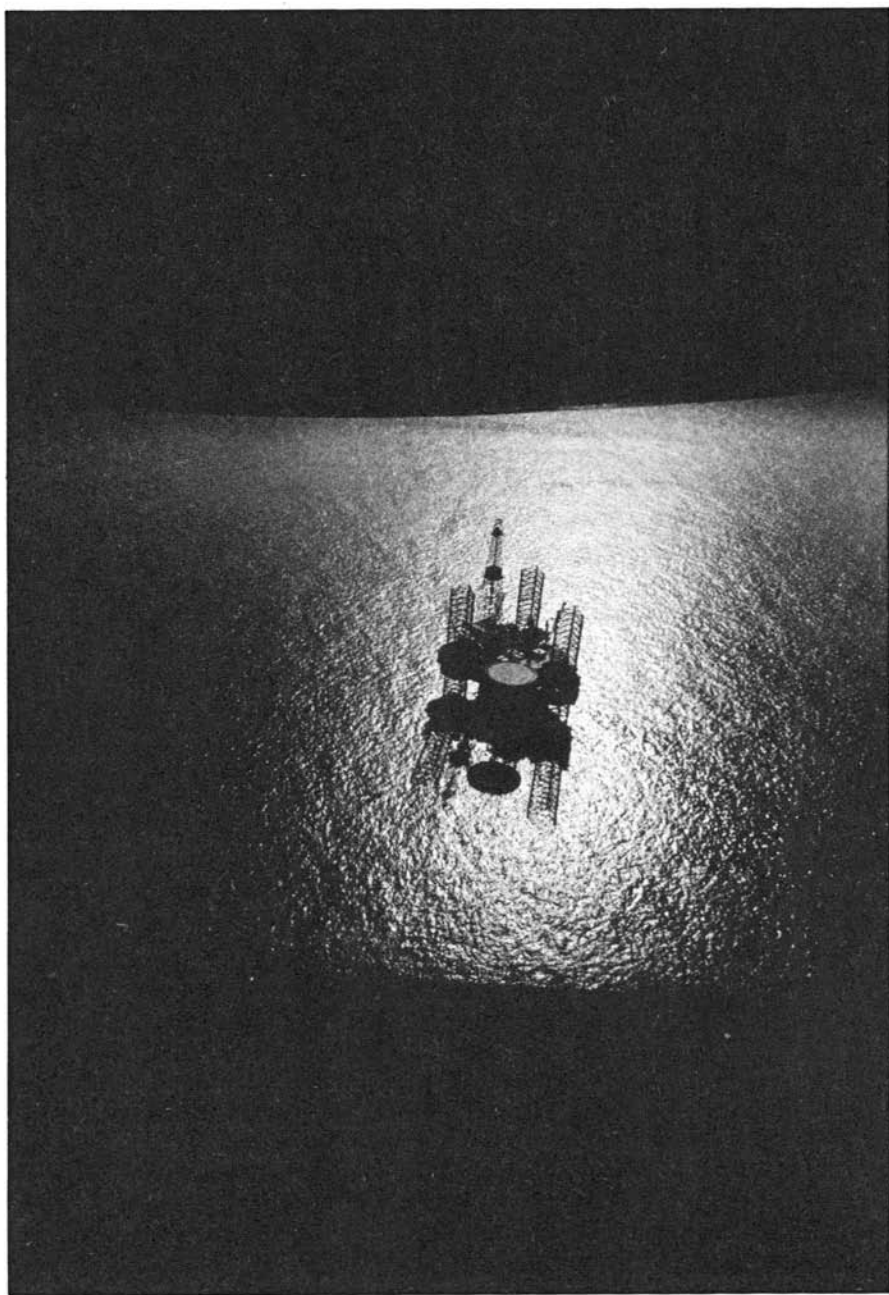
Un document essentiel...

**DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE
AUX
NOUVELLES SOURCES D'ÉNERGIE
VERS UN NOUVEL ORDRE ÉNERGÉTIQUE
INTERNATIONAL**

**Travaux de l'Université de Dijon
sous la direction de Ph. KAHN**

525 pages — Franco 192 F

LITEC, 27, place Dauphine, 75001 Paris
C.C.P. PARIS 65 09 F



Energie-PNB : une croissance sobre est-elle possible ?

Jean-Michel Chassériaux (1)

A l'initiative du Centre d'Etudes et de Prévision du Ministère français de l'Industrie, un groupe de travail comprenant des représentants de l'Agence pour les Économies d'Énergie, du CEA, d'EDF, de GDF et de la SNEA, s'est réuni d'avril à décembre 1979 pour étudier les perspectives d'évolution de la demande d'énergie en France d'ici à l'an 2000.

L'objectif était, dans le cadre d'un scénario socio-économique raisonnable, de déterminer dans quelle mesure il est possible, par des moyens techniques existants ou en cours de développement, de réduire la consommation énergétique, plus particulièrement celle de pétrole, sans pour autant aggraver la récession économique.

L'exercice a abouti à l'élaboration de deux scénarios, un scénario de référence et un scénario « bas profil énergétique technique », que Jean-Michel Chassériaux présente ici.

Depuis le début de la révolution industrielle, la croissance de l'activité économique et celle de la consommation d'énergie ont été étroitement associées aussi bien dans le temps que dans l'espace. Que l'on examine les chroniques d'un pays ou, pour une année donnée, un ensemble de pays, on observe une forte corrélation entre le revenu et la consommation d'énergie par tête. Jusque vers la fin des années 60, il paraissait donc évident que l'accroissement du bien-être matériel ne pouvait passer que par une croissance de la consommation d'énergie.

(1) Conseiller du Centre d'Etudes et de Prévision, Ministère de l'Industrie. Maître Assistant, Université de Paris VII.

La publication, il y a dix ans, du livre du Club de Rome sur « les limites de la croissance » a conduit une première fois à s'interroger sur la nature de ce lien. Une extrapolation quelque peu mécaniste conduisait en effet à montrer qu'une société dont la croissance est fondée sur l'exploitation de ressources non renouvelables (pétrole, matières minérales...) court à la catastrophe. Cette thèse a suscité des oppositions farouches. De nombreux experts ont fait remarquer que la croissance économique reposait de moins en moins sur l'exploitation des ressources naturelles. Grâce au progrès technologique et aux modifications de structure de l'économie, la quantité d'énergie consommée par unité de PNB a régulièrement décliné depuis une vingtaine d'années dans de nombreux pays. Par ailleurs, le volume des réserves récupérables n'est pas une donnée immuable. Il peut croître avec l'augmentation du prix de la ressource et la mise en œuvre de nouvelles méthodes d'exploitation.

Le débat a pris un tour aigu à mesure que les conséquences des deux chocs pétroliers se faisaient plus durement sentir. Le souci de limiter l'ampleur des déséquilibres extérieurs causés par le renchérissement du pétrole a entraîné un ralentissement de l'activité économique dans les pays industrialisés et corrélativement, une baisse relative des investissements et une augmentation du chômage. L'énergie (et plus particulièrement le pétrole) est apparue comme une contrainte majeure, voire même comme une drogue dont l'usage à défaut de pouvoir être proscrit devrait être au moins strictement limité. La dissociation croissance économique — consommation d'énergie est désormais un objectif politique dont l'importance est très largement reconnue. « Au moins jusqu'en 1990, écrivait récemment J. Saint-Geours, la CEE a besoin d'une croissance soutenue pour adapter son économie à l'évolution de la concurrence et des techniques et assurer ainsi l'emploi. Cette croissance ne peut être durable, saine et exempte de tensions que si elle s'accompagne d'une forte diminution relative du recours aux diverses formes d'énergies ».

Le but étant ainsi fixé, deux types de questions se posent :

- peut-on faire confiance au jeu naturel du marché pour l'atteindre ou au contraire est-il souhaitable d'avoir une politique plus volontariste ?
- dans quelle mesure est-il physiquement et économiquement possible de relâcher le lien énergie-croissance ?

En effet, est-il nécessaire d'instituer de nouveaux règlements, des primes aux économies ou des taxes sur l'énergie... ? Si le marché est parfait et si les prix reflètent les coûts sociaux marginaux, il est clair que toute action pour économiser l'énergie se traduit par une désoptimisation de l'économie et donc par une perte pour la société. L'expérience de ces dix dernières années montre cependant que le système économique ne réagit qu'avec retard à une augmentation brutale du prix de l'énergie et

à supposer qu'il ait été optimisé avant cette augmentation, il n'est probablement pas inutile d'agir pour accélérer son adaptation aux nouvelles conditions. D'autre part, il n'est pas sûr que les prix traduisent bien les coûts sociaux. Dans quelle mesure des effets externes tels que la pollution ou le risque de rupture des approvisionnements pour les énergies importées sont-ils pris en compte ? A l'opposé, le prix du pétrole n'est-il pas fixé à un niveau exagérément élevé par l'oligopole des pays producteurs ? S'il en est ainsi, il en résulte une perte pour l'économie mondiale, mais pour un pays importateur isolé et sans moyen d'action sur le marché pétrolier, le prix du pétrole doit être considéré comme une donnée à laquelle il lui faut s'adapter. Il y a donc place pour une politique d'économies d'énergie, mais celle-ci a aussi ses limites qu'il reste encore à estimer.

Si la corrélation entre revenu et consommation d'énergie par tête est très nette, la dispersion des résultats entre pays comparables par ailleurs n'en est pas moins frappante. En 1975, par exemple, le contenu énergétique d'une unité de PNB était deux fois plus élevé en Norvège qu'en Suisse. La marge semble donc assez large. Pour la préciser de nombreuses études ont été effectuées depuis 1973, en particulier en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis. Mais ce thème est devenu peu à peu le champ clos où s'affrontent les présupposés et les désirs des uns et des autres, qu'ils soient d'ordre idéologique (contestation anti-nucléaire), politique (clivage centralisation - décentralisation), social (substitution travail - énergie) ou économique (concurrence entre producteurs d'énergie).

Schématiquement, les recherches effectuées peuvent être classées en deux catégories, selon les hypothèses qui les sous-tendent. Dans la première, la réduction des besoins d'énergie est associée explicitement à l'instauration d'un nouveau modèle de croissance résultant soit d'une adaptation forcée de l'économie à des prix très élevés de l'énergie (étude du CONAES aux Etats-Unis par exemple) soit d'une mutation du système de valeurs des individus et/ou du désir d'adapter les modes de vie à des systèmes énergétiques basés sur les énergies renouvelables (« Soft Energy Path » d'A. Lovins, projets ALTER en France, DEMO au Danemark, scénario Colombo-Bernardini pour les Communautés Européennes...).

Si l'on ne se contente pas de projeter dans l'avenir ses espoirs et ses craintes, caractériser de façon plausible les valeurs et les modes de vie de l'an 2 000 devient une tâche à la fois ardue et hasardeuse qui dépasse largement une recherche sur l'énergie. Pour éviter ce problème, on se place, avec les études de la seconde catégorie, dans le cadre d'un scénario de croissance donné ne remettant pas fondamentalement en cause les modes de vie et l'on joue essentiellement sur des changements technologiques pour économiser l'énergie. Cette voie a été illustrée par

Le rapport du CONAES ; « Energy in Transition 1985-2010 » (1)

Le CONAES (Committee on Nuclear and Alternative Energy Systems) a été mis en place en 1975 par le « National Research Council » des Etats-Unis à la demande de l'administration américaine. Quatre grands sujets d'étude lui ont été confiés :

- la demande d'énergie à l'horizon 2010 en tenant compte d'hypothèses contrastées sur l'évolution des prix de l'énergie, la croissance économique, la démographie... et des possibilités d'économies d'énergie liées au progrès technique et aux modifications des modes de consommation.
- les sources d'énergie et leurs réseaux de distribution.
- les risques et les impacts socio-économiques des différents systèmes de fourniture et d'utilisation de l'énergie.
- les facteurs institutionnels et les politiques énergétiques adaptées aux hypothèses retenues.

Le CONAES retient six scénarios principaux. Dans les cas où la croissance est modérée (2 % par an) et la hausse du prix du pétrole moyenne ou forte (multipliée par 2 ou 4 entre 1975 et 2010), la demande d'énergie primaire en 2010 est du même ordre qu'en 1975. Ce n'est que si la croissance est forte (3 % par an) ou le prix du pétrole stable ou légèrement décroissant (multiplié par 1 ou 0,66 entre 1975 et 2010) que la demande augmente sensiblement.

En conclusion, le CONAES souligne :

- l'importance primordiale des économies d'énergie ;
- le caractère critique du problème des carburants ;
- l'intérêt d'un équilibre entre le charbon et l'énergie nucléaire pour la production d'électricité ;
- la nécessité de conserver l'option des surrégénérateurs ;
- l'urgence des investissements dans la R&D en énergie.

(1) « *Energy in transition 1985-2010* ». — National Academy of Sciences, Washington, D.C. 1979. — W.H. Freeman and Company San Francisco.

Le « DEMO Project » (1)

Le Demo Project (Dynamic Energy Modeling Project) a tenté de définir un scénario à bas profil énergétique pour le Danemark à l'horizon 2030. Centré sur le secteur résidentiel et tertiaire qui représente 50 % de la demande au Danemark, il montre que la satisfaction des besoins matériels de la population peut être assurée en 2030 avec une consommation d'énergie par habitant inférieure de moitié à ce qu'elle était en 1950 et 4 fois plus faible qu'en 1975. La réalisation de cet objectif ambitieux suppose :

- des mesures vigoureuses de conservation de l'énergie au niveau des logements et des équipements ménagers ;
- un accroissement substantiel de la durée de vie des biens d'équipement durables des ménages ;
- une modification dans le système de valeurs et une orientation vers une croissance économique plus faible, plus qualitative et mieux répartie ;
- la mise en valeur systématique des énergies décentralisées et renouvelables.

(1) Nøgaard, Jørgen. Stig. — « *The gentle path of conservation : DEMO Project* ». — Physics Laboratory 3, The Technical University of Denmark, Lyngby, 1979.

les travaux de la Fondation Ford aux Etats-Unis et par G. Leach et S.D. Thomas en Grande-Bretagne. C'est le « technical fix » des anglo-saxons.

Cette approche évite de succomber à la tentation de bâtir des utopies mais, de par son caractère conservateur et technique, elle présente certains inconvénients :

— Les modes de vie ont considérablement changé au cours des trente dernières années. La France qui, au sortir de la guerre était encore très largement une nation agricole (près de 30 % des travailleurs étaient employés dans l'agriculture en 1950), a connu une révolution industrielle brillante. Sans chercher à savoir ce que sera la société de l'an 2 000, il est probable qu'elle ne ressemblera pas à celle de 1980.

— Toujours par souci d'éviter le futurisme, l'évaluation technologique est généralement prudente. On se limite aux techniques existantes ou en cours de développement. Que se passerait-il si l'énergie solaire, en résolvant le problème du stockage intersaisonnier par exemple, connaissait une percée technologique comparable à celle qu'a connue l'énergie nucléaire dans les années 50 ?

— Enfin, l'accent mis sur les changements techniques risque de faire oublier des facteurs psychologiques importants en matière d'énergie tels que l'illusion de confort apportée par un certain gaspillage et à l'opposé la saturation dans l'utilisation des équipements domestiques, qui apparaît à mesure que les individus deviennent possesseurs d'un parc croissant d'appareils.

— Dans une prospective à long terme (50 ans), ces lacunes peuvent se révéler lourdes d'erreurs. Par contre, si l'horizon visé est moins éloigné (l'an 2 000), une approche technique convenablement conduite fournit une bonne combinaison du possible et du probable. Les deux scénarios qui sont présentés ici se rattachent à cette famille. Ils ont été élaborés au sein d'un groupe de travail réunissant des experts de l'administration et des grandes entreprises du secteur énergétique qui s'est réuni d'avril à décembre 1979 (2).

Le modèle MEDEE

Ce modèle permet de prévoir la demande d'énergie finale à moyen et à long terme. Il importe ici de bien distinguer la notion d'énergie finale de celles d'énergie utile et d'énergie primaire.

(2) Ils sont décrits plus en détail dans « Un scénario de croissance sobre en énergie pour la France ». Chassériaux, Chateau et Lapillonne. — *Les dossiers Energie et Matières Premières* n° 21. — Paris, La Documentation Française, 1980.

L'énergie utile est la forme d'énergie que demande un consommateur pour satisfaire un besoin ou réaliser une activité économique. Il lui faut par exemple de la lumière pour s'éclairer, de l'énergie mécanique pour se rendre à son travail... Cette énergie utile est rarement disponible directement et elle doit être obtenue par conversion d'un produit énergétique dans un appareil. La combustion de l'essence dans un moteur par exemple fournit l'énergie mécanique désirée. C'est ce produit énergétique qui représente l'énergie finale. Un même besoin d'énergie utile peut conduire à des demandes finales différentes selon les produits énergétiques et le rendement des appareils utilisés (3). L'énergie primaire est habituellement utilisée pour la présentation des bilans nationaux. C'est la somme de l'énergie finale et de l'énergie qu'il a fallu dépenser pour mettre cette énergie finale à la disposition du consommateur.

— Dans une première étape, MEDEE (4) calcule l'énergie utile (essentiellement de la chaleur) pour les besoins d'énergie qui peuvent être couverts par plusieurs produits énergétiques (combustibles fossiles, électricité, chaleur de réseau, énergie solaire) et l'énergie finale pour les besoins d'énergie correspondant à des usages spécifiques ne pouvant être couverts que par un seul produit énergétique (électricité à usages spécifiques, carburants, coke).

— Dans une deuxième étape, à partir de « taux de pénétration » des différents produits énergétiques pour les usages où ils sont substituables, MEDEE calcule l'énergie finale par secteur et l'on obtient pour l'ensemble de la consommation finale une certaine répartition entre les produits énergétiques : combustibles, carburants, électricité, chaleurs de réseau, chaleur solaire, coke.

— Les taux de pénétration peuvent être déduits des prix relatifs des produits énergétiques grâce à un modèle qui simule les choix des consommateurs, mais ces taux peuvent aussi être introduits de façon exogène. Le modèle de simulation donne alors la structure de prix compatible avec ce partage du marché en l'absence de toute contrainte ou incitation extérieure.

(3) Des incertitudes subsistent encore sur l'estimation de certains rendements permettant de traduire les besoins d'énergie utile en énergie finale.

(4) La méthode MEDEE (modélisation de l'évolution de la demande d'énergie) a été élaborée par l'Institut Economique et Juridique de l'Energie de Grenoble. C'est une méthode d'extrapolation de la demande d'énergie à long terme basée sur une analyse approfondie de ses déterminants socio-économiques et techniques et de leur dynamique. Elle requière tout d'abord la mise au point d'un scénario cohérent de développement économique, social et technologique. L'évolution de la demande est ensuite simulée grâce à des modèles informatisés (modèles MEDEE 2 et MEDEE 3).

L'élaboration des scénarios

Pour construire un scénario, on définit tout d'abord le contexte socio-économique. Puis les grandes hypothèses de croissance économique étant choisies, il reste à quantifier les déterminants techniques de la demande d'énergie finale, c'est-à-dire par exemple la consommation spécifique des appareils électro-ménagers, le taux de recyclage du papier ou encore le degré d'isolation thermique des logements. Pour y parvenir, on estime pour chaque usage énergétique :

- les perspectives d'évolution tendancielle. Elles sont ici décrites dans le scénario dit « de référence » ;
- les potentiels techniques et économiques d'économies d'énergie ;
- le niveau d'économies d'énergie qu'il serait possible d'atteindre, en tenant compte des contraintes institutionnelles, économiques et techniques. Par exemple, on sait construire des maisons totalement autonomes sur le plan énergétique mais à des coûts prohibitifs. Aussi ce potentiel technique ne sera-t-il pas pris en compte. Les hypothèses ainsi dégagées sont décrites dans le scénario « bas profil énergétique technique » (BPET).

La comparaison du scénario de référence et du scénario BPET donne une estimation du « gisement » d'économies d'énergie dans le contexte socio-économique considéré. L'exploitation de ce gisement peut résulter d'une volonté politique et/ou d'une hausse supplémentaire des prix de l'énergie. Les prix jouent en effet un rôle prépondérant en matière d'incitation aux économies. Par ailleurs, les variations des prix relatifs orientent les substitutions entre les différents produits énergétiques. Une réduction notable de la consommation énergétique suppose vraisemblablement à la fois une action réglementaire et une hausse des prix. Cette hausse ne peut manquer à son tour d'avoir des répercussions sur le rythme et le contenu de la croissance. Il y a donc une certaine incohérence à vouloir imaginer des demandes d'énergie différentes dans un même contexte socio-économique. Cependant, il semble que la croissance serait relativement peu affectée si le renchérissement de l'énergie était graduel. Ce résultat et les difficultés qui subsistent, en l'absence d'un modèle énergétique global pour appréhender ces phénomènes, conduisent à admettre un contexte socio-économique commun aux scénarios de référence et BPET.

Le contexte socio-économique

Les points essentiels du scénario socio-économique sont les suivants :

- la croissance du P.I.B. est de 3,6 % de 1975 à 1984 et de 3 % au-delà.

— l'évolution historique de la *structure de l'économie* se poursuit. Les moteurs de la croissance sont l'industrie et les services dont la part dans la valeur ajoutée brute du pays passe respectivement de 35 % et 51,5 % en 1975 à 37,6 % et 53,4 % en l'an 2 000 au détriment de l'agriculture, du bâtiment et des travaux publics.

— la *population* s'accroît modérément passant de 52,5 millions d'habitants en 1975 à 56 millions en l'an 2 000, mais le nombre de ménages (et donc le nombre de résidences principales) augmente beaucoup plus rapidement en raison d'une tendance grandissante à la décohabitation.

— l'*urbanisation* se poursuit bien que la population de la Région Parisienne tende à se stabiliser. Le nombre de logements construits chaque année passe de 400 000 pour la période 1975-1984 à 330 000 entre 1985 et 2000. Ces logements se répartissent également entre immeubles collectifs et maisons individuelles. Les résidences secondaires n'ont pas été prises en compte. La consommation énergétique qui leur est associée a été négligée en raison de leur nombre, de leur faible coefficient d'occupation et pour beaucoup d'entre-elles de leur situation dans des zones climatiques privilégiées.

— l'*équipement des ménages* en biens durables est proche de la saturation sauf pour les lave-vaisselle et les congélateurs. La possibilité d'une introduction massive d'appareils électro-ménagers gros consommateurs d'énergie nouveaux ou encore peu répandus tels que les sèche-linge a été ignorée. Le nombre d'automobiles pour 1 000 habitants, qui était de 270 en 1975, atteint 470 en l'an 2 000.

— en matière de *transports*, on assiste à une augmentation très forte des déplacements urbains liée à l'urbanisation croissante et à l'éloignement des nouveaux logements du centre des villes, mais la part de voiture individuelle décroît malgré la croissance du parc automobile.

— dans le secteur *industriel*, la part des biens d'équipement continue de s'accroître au détriment des biens intermédiaires. La production des grands produits de base est supposée suivre la consommation avec un taux de couverture à peu près constant, à l'exception toutefois de l'acier dont la production se stabilise à 27 millions de tonnes (5), alors que la consommation atteint 34 millions de tonnes à la fin du siècle.

La sidérurgie est, dans le scénario de référence, le seul exemple de délocalisation partielle d'une industrie grosse consommatrice d'énergie. La délocalisation est légèrement plus marquée dans le scénario BPET puisque

(5) Ceci correspond à la capacité actuelle des aciéries à fonte (moins le déclassement de certaines unités) et à la construction de nouvelles usines pour le traitement des ferrailles et des minerais pré-réduits.

l'importation de minerais de fer pré-réduits se développe.

Le verre constitue également un cas à part. La généralisation de la consigne des bouteilles dans le scénario BPET permet d'en réduire fortement la consommation. C'est l'un des rares exemples de réaction des choix énergétiques sur le scénario socio-économique.

Le prix des énergies

Le choix de l'évolution du prix des produits énergétiques se situe à la charnière entre l'élaboration du scénario socio-économique et l'estimation des déterminants techniques de la demande. Les économies d'énergie réalisables ne peuvent en effet s'évaluer indépendamment de toute considération économique. Ce point est d'autant plus important que le langage des tep dissimule des situations très contrastées quant aux coûts (en francs, en devises) des diverses énergies et à leur disponibilité.

Il était difficile à ce niveau d'arrêter des scénarios précis d'évolution des prix à l'horizon 2 000. La réalité aurait sans doute eu tôt fait de les rendre en partie caduques. Cependant, un certain nombre de lignes de force se dégagent nettement :

- le prix du pétrole restera le prix directeur ;
- en termes réels, il sera multiplié par un facteur de l'ordre de 2 à 3 entre 1975 et 2000 ;
- le prix de l'électricité au contraire devrait augmenter plus lentement ou même rester constant.

L'appréciation réaliste des effets d'une modification aussi profonde de la structure des prix se heurte à de sérieuses difficultés. C'est pourquoi il a été jugé préférable, en gardant ces perspectives présentes à l'esprit, mais aussi en tenant compte de contraintes extérieures (incitation des pouvoirs publics en faveur des économies d'énergie, des énergies nouvelles... problèmes techniques posés par une pénétration accrue du charbon...), d'adopter une démarche plus intuitive consistant à estimer directement les parts des divers produits énergétiques sur les marchés où ils sont substituables.

Pour s'assurer du caractère réaliste de ce partage des marchés, il est possible d'utiliser le modèle de simulation économique contenu dans MEDEE pour obtenir la structure de prix correspondante en l'absence de contraintes.

L'exercice conduit à des résultats intéressants. Entre 1975 et 2000, dans le scénario de référence, le prix de l'électricité reste constant tandis que le prix des autres produits énergétiques (gaz, charbon, fuel) augmente de 3,6 % par an. Dans le scénario BPET, c'est le prix de l'électricité qui

croît à ce rythme ; celui des autres produits énergétiques augmente de 4,4 % par an.

Ces évolutions sont cohérentes avec les perspectives initiales. La forte augmentation du prix de l'électricité dans le scénario BPET correspond, comme nous le verrons, à une pénétration de l'électricité légèrement plus faible (en raison en particulier d'hypothèses volontaristes en faveur du chauffage et de l'eau chaude solaire). La seule conclusion que l'on peut en tirer est que la consommation d'électricité semble relativement inélastique à son prix. Elle pourrait cependant être remise en cause par la pénétration croissante de l'électricité dans les marchés concurrentiels.

Enfin, les consommations globales obtenues dans les deux scénarios peuvent être retrouvées à moins de 1 % près grâce à une relation économétrique simple établie sur la période 1953-1973 et reliant la consommation d'énergie au nombre de ménages, au revenu horaire et au prix moyen de l'énergie.

Le contexte énergétique

Les indicateurs caractérisant l'évolution du contexte énergétique peuvent être rangés en deux catégories : la première, purement technique, regroupe les consommations spécifiques d'énergie, la seconde concerne les taux de pénétration des différents produits énergétiques sur les marchés concurrentiels. Pour chacun des deux scénarios considérés, un jeu complet d'indicateurs a été imaginé. Les hypothèses retenues pourront paraître modestes surtout si on les compare à celles adoptées dans d'autres travaux tels ceux de G. Leach pour le Royaume-Uni, mais il faut rappeler que c'est le niveau d'économies effectivement réalisables dans un contexte socio-économique donné qui est pris en compte et non pas le potentiel technique.

Sans entrer dans le détail nous donnerons quelques exemples significatifs.

L'industrie

Dans les industries grosses consommatrices d'énergie, un niveau élevé de recyclage est envisagé pour l'acier, l'aluminium, le verre et le papier. Le recyclage est évidemment plus développé dans le scénario BPET. Par exemple, pour l'acier, la part de la fusion des ferrailles passe de 15 % en 1975 à 30 % en l'an 2 000 dans le scénario de référence (39 % dans le scénario BPET) (6).

(6) Rappelons que la moyenne mondiale était de 32 % en 1974.

Les transports

La consommation moyenne des voitures qui était de 10 litres/100 km en 1975 tombe en 2 000 à 8 litres/100 km dans le scénario de référence et à 7 litres/100 km dans le scénario BPET.

Le secteur résidentiel et tertiaire

La consommation spécifique des équipements ménagers est supposée décroître de 30 % dans le scénario BPET alors qu'elle reste constante dans le scénario de référence. En matière d'isolation, le scénario de référence retient pour les logements neufs une généralisation des normes actuelles du chauffage électrique intégré. Dans le scénario BPET, ces normes sont améliorées de 30 % environ. Pour les logements antérieurs à 1979, les économies de chauffage pourraient être de 20 % par rapport au niveau de 1975 dans le scénario de référence et de 30 % dans le scénario BPET. Ceci représente un effort important d'amélioration de l'habitat ancien.

La demande d'énergie finale

Les demandes d'énergie finale associées aux deux scénarios ont été projetées pour les années 1985, 1990 et 2 000, l'année 1975 étant l'année de référence. Les tableaux 1 et 2 en présentent les points essentiels par secteur et par forme d'énergie finale respectivement. A titre de comparaison, on trouvera également sur le tableau 1 les prévisions effectuées en 1979 par la Commission de l'Energie du VII^e Plan pour les années 1985 et 1990 dans le cadre de son scénario de croissance

	1975	1985		1990			2000		
	Réel	Plan	Réf.	BPET	Plan	Réf.	BPET	Réf.	BPET
Industrie et Agriculture ...	59	71	68	65	80	75	69	93	81
Résidentiel et Tertiaire ...	56	77	76	70	87	82	75	98	80
Transports	32	42	38	38	47	41	40	47	43
Demande finale totale ...	147	190	182	173	214	198	184	238	204

économique modérée (3 % sur la période 1985 - 2 000). Pour l'an 2 000, la Commission estime que les besoins en énergie primaire pourraient se situer à l'intérieur d'une fourchette de 280 à 355 Mtep (soit, en énergie finale, entre 250 et 320 Mtep environ), la limite inférieure correspondant à la croissance modérée. Le Gouvernement a également présenté en avril 1980, un objectif de consommation pour 1990. Il s'établit à 242 Mtep en énergie primaire et à 217-218 Mtep en énergie finale. Il n'est cependant pas directement comparable aux scénarios présentés ici car il suppose une croissance économique de 3,5 % par an jusqu'en 1990.

L'écart entre les projections du scénario de référence et celles de la Commission croît pour atteindre environ 8 % en 1990. Cette différence ne doit pas surprendre car le scénario de référence se caractérise par une hausse beaucoup plus forte du prix du pétrole, 3,6 % par an contre 2,8 %, et un effort important en matière de recyclage et plus généralement d'économies d'énergie. A l'horizon 2 000, la convergence entre la demande finale du scénario de référence et la limite inférieure de la fourchette proposée par la Commission est remarquable : les deux projections ne diffèrent que de 5 %.

La comparaison du scénario BPET et du scénario de référence met en évidence un potentiel d'économies d'énergie de 34 Mtep en l'an 2000 (soit 14 % de la demande finale dans le scénario de référence). Sans être négligeable ce potentiel n'est pas suffisant pour atteindre une croissance nulle de la consommation énergétique à l'horizon considéré. Cependant,

Tableau 2 — Demande d'énergie finale
(en Mtep, par forme d'énergie)

	1975	1985		1990		2000	
	Réel	Réf.	BPET	Réf.	BPET	Réf.	BPET
Combustibles Fossiles (substituables)	69	73	69	73	69	70	63
Electricité	35	59	55	70	61	96	75
Carburants	35	41	40	45	43	52	47
Chaleur	1	2	3	3	4	9	10
Solaire	—	—	—	1	2	6	7
Coke	7	7	6	6	5	5	2
Demande finale totale ...	147	182	173	198	184	238	204

Tableau 3 — Elasticités demande d'énergie finale/PIB

	1960-1968	1968-1973	1975-1985	1985-2000
Référence	1,06	0,91	0,60	0,60
BPET	1,06	0,91	0,46	0,37

comme le montre le tableau 3, l'élasticité consommation énergétique/PIB peut décroître et atteindre des valeurs assez basses dès 1985 : 0,6 dans le scénario de référence et 0,46 dans le scénario BPET. Dans ce dernier cas, la dissociation croissance énergétique — croissance économique qui s'amorce sur la période 1975-1985 s'accroît par la suite. Ce résultat va à l'encontre de l'idée reçue qui veut qu'une fois les économies effectuées, la consommation d'énergie retrouve une évolution comparable à celle de l'économie. Il s'explique probablement par la conjonction de trois phénomènes qui à terme viennent prendre le relais des économies d'énergie :

- la saturation de certains besoins sociaux ;
- la modification profonde des structures de production ;
- et la poursuite de substitutions dans les technologies liées à l'augmentation tendancielle des prix de l'énergie.

En ce qui concerne l'élasticité, l'objectif retenu en 1980 par le Gouvernement (0,65) est très proche du résultat du scénario de référence (0,60). Ce faible écart peut probablement être attribué pour l'essentiel à des hypothèses différentes quant aux prix et aux comportements des consommateurs. En effet, selon la Commission de l'Energie et des Matières Premières du VIII^e Plan, les objectifs du Gouvernement en matière de croissance économique et de consommation d'énergie semblent supposer « une très forte évolution des comportements et un scénario international rose » (soit une hausse de 2 % par an pour le pétrole, 1 % pour le charbon...).

Le secteur résidentiel et tertiaire, dont la croissance avant 1975 était la plus rapide, apparaît le plus sensible aux économies d'énergie puisqu'il accuse en 2000 dans le scénario BPET une baisse de 18 % par rapport au scénario de référence. Cette différence est de 13,5 % pour l'industrie et de 8,5 % pour les transports.

L'analyse des bilans globaux par forme d'énergie fait apparaître dans le scénario de référence un plafonnement de la demande de combustibles fossiles substituables entre 1985 et 1990 au niveau de 73 Mtep légèrement

supérieur à celui de 1975 (soit 69 Mtep), alors que dans le scénario BPET cette demande stagne jusqu'en 1990.

La consommation d'électricité croît dans les deux scénarios, cet accroissement étant plus marqué dans le scénario de référence. Dans celui-ci, la contribution de l'électricité au bilan final passe de 23 % en 1975 à 32 % en 1985 pour atteindre 35 % en 1990 et 40 % en 2 000. Ces chiffres sont très proches de ceux de la Commission de l'Énergie du VII^e Plan : 33 % en 1985 et 35 % en 1990. Dans l'objectif du Gouvernement pour 1990, la pénétration de l'électricité est légèrement supérieure (38 %).

La demande de carburants continue de croître dans les deux scénarios mais cette croissance se ralentit.

La chaleur de réseau pénètre à raison de 9 Mtep en 2 000 dans le scénario de référence et de 10 Mtep dans le scénario BPET. Par chaleur de réseau, on entend principalement la chaleur produite de façon combinée dans les centrales thermoélectriques et accessoirement la chaleur géothermique.

Le solaire contribue au bilan global de façon quasiment négligeable en 1985 quel que soit le scénario ; en revanche sa contribution s'accroît rapidement dans la dernière décennie de ce siècle pour atteindre, en 2 000, respectivement 2,5 % et 3,5 % de la demande finale, dans le scénario de référence et le scénario BPET.



La comparaison des deux scénarios qui ont été résumés ici, montre qu'il n'est pas irréaliste de chercher à dissocier de façon durable croissance énergétique et croissance économique. La société dispose des moyens techniques de modérer sa soif d'énergie sans renoncer à son bien-être matériel. Parallèlement, l'importance des usages substituables et les exemples étrangers suggèrent que la demande peut être orientée de façon à privilégier certaines formes d'énergie.

Cependant, le caractère finalement peu contrasté des deux scénarios et de certaines projections présentées par ailleurs, témoigne des limites de la dissociation énergie-croissance tout comme des substitutions entre produits énergétiques. Ces limites sont d'ordre physique en raison de l'inertie du stock des équipements (il faut au moins 20 ans pour renouveler la moitié du parc de logements par exemple) mais aussi et surtout d'ordre économique : l'énergie n'est pas la seule ressource rare

et la prise en compte des effets externes ne peut conduire à ignorer totalement les lois du marché.

Il y a là sans doute l'un des traits les plus originaux de l'exercice. L'élasticité n'est pas introduite de façon normative. Elle est au contraire un résultat qui peut être atteint si les consommateurs fondent leurs choix sur un calcul économique dans le cadre d'une structure de prix donnée explicitement. Il ne faut pas en conclure que les mesures d'ordre réglementaire n'ont qu'un rôle mineur à jouer. Le propos n'était pas de discuter la place et les moyens d'une politique d'économies d'énergie. Il s'agissait d'explorer, dans un contexte socio-économique soigneusement décrit, ses marges de manœuvre. Le cadre est certes restrictif et ne prétend pas couvrir l'éventail des possibles. L'évolution des valeurs dominantes, les nouvelles relations de l'homme à son travail ne vont-elles pas conduire à relativiser le problème énergétique plus rapidement que l'on ne pense ? A l'opposé, la crise énergétique ne va-t-elle pas modeler les modes de vie ? Ces problèmes demeurent essentiels mais leur discussion ne peut que gagner à disposer d'une base solide.

pour mieux connaître l'énergie



LES DOSSIERS DE L'ÉNERGIE ET DES MATIÈRES PREMIÈRES

Le cycle du combustible nucléaire
(n° 20).

Un scénario de croissance sobre en
énergie pour la France (n° 21).

Énergie, la voie française (n° 22).

Recherche et développement dans
le domaine de l'énergie - Rapport du
Comité consultatif (n° 23).

Ces publications, éditées par le Ministère de l'Industrie, sont en vente à la Documentation Française, en librairie, 29-31 quai Voltaire, 75007 Paris, ou par correspondance : 124 rue Henri-Barbusse, 93308 Aubervilliers Cedex, tél. : 834 92-75.

Les économies d'énergie

Analyse comparée des politiques allemande, britannique et française

Geneviève Mc Innes (1)

Malgré les bilans officiels des politiques d'économies d'énergie de la plupart des pays occidentaux, les résultats effectifs apparaissent plutôt minces.

En analysant les politiques de la France, de la Grande-Bretagne et de la RFA en ce domaine, Geneviève Mc Innes montre que la majeure partie des économies réalisées jusqu'ici doit peu à ces politiques et que, dans l'avenir, des économies seront encore plus difficilement réalisables, dans la mesure où elles supposent une ferme volonté politique de transformer les structures économiques existantes.

Depuis la crise du pétrole en 1973, économiser l'énergie est devenu un objectif officiel de tous les pays occidentaux, au même titre que le plein emploi et la croissance économique. Lors de chaque nouvelle hausse des prix, de chaque nouvelle menace sur l'approvisionnement, on réaffirme avec force la nécessité d'économiser l'énergie, et l'on en profite généralement pour faire un bilan élogieux des économies déjà accomplies. Mais qu'en est-il vraiment en ce domaine, inconnu il y a quelques années encore ?

Les programmes d'économies d'énergie agissent sur quatre facteurs principaux : l'information, la réglementation, les aides aux investissements

(1) Master of Science, Imperial College, Londres.

et les prix de l'énergie. L'effet de ces actions est assez imprévisible, étant donné le caractère décentralisé de l'utilisation de l'énergie. De plus, les économies sont purement relatives, donc statistiquement difficiles à chiffrer.

Un véritable bilan d'une politique d'économies d'énergie, se doit de considérer aussi bien le nombre et la nature des mesures appliquées, qui reflètent la volonté politique et l'approche philosophique du problème, que les résultats quantitatifs et qualitatifs qui donnent une idée de leur efficacité. Il convient aussi de prendre en compte un troisième paramètre, celui de la politique des prix de l'énergie depuis 1973.

L'analyse de la situation de trois pays tels que la France, la Grande-Bretagne et la RFA, proches par leur niveau de développement économique et industriel, ne peut être une comparaison, au sens strict du terme : leurs différences de structure industrielle, de situation énergétique, ou même de climat ne peuvent rendre cette analyse que plus intéressante.

L'évolution de la consommation d'énergie avant 1973

Pendant la dizaine d'années précédant la crise du pétrole, la situation énergétique en France, en Grande-Bretagne et en RFA, a connu une évolution très proche (tableau 1), caractérisée avant tout par un accroissement considérable de la consommation de pétrole, lequel provenait

Tableau 1 — Evolution de la consommation d'énergie entre 1963 et 1973
(1970 = 100, en Mtep)

	1963			1973		
	RFA	F	GB	RFA	F	GB
Consommation totale d'énergie primaire	73	70	87	112	120	105
Importations nettes d'énergie ..	36	165	60	128	133	111
Importations nettes de pétrole .	40	44	54	112	133	111
Consommation du secteur de l'industrie	78	75	77	108	108	101
Consommation du secteur résidentiel et tertiaire	70	97	68	117	102	134
Consommation du secteur des transports	70	83	68	116	115	127

d'importations massives. Cette croissance en besoins énergétiques s'est surtout concentrée dans le secteur résidentiel et tertiaire, ainsi que dans les transports, tandis que la consommation spécifiquement industrielle (quantité d'énergie utilisée pour produire une unité de valeur ajoutée industrielle) diminuait constamment (par exemple une diminution de 40 % en RFA entre 1957 et 1973).

La politique énergétique depuis 1973

Afin de comprendre les politiques d'économies d'énergie suivies en France, en Grande-Bretagne et en RFA, il convient d'abord de les placer dans la perspective des politiques énergétiques générales. Autant l'approche de ces trois pays a été semblable avant 1973, autant leurs chemins ont divergé sous l'impact de la crise de l'énergie, qui a fait ressortir les différences de fond qui existaient de manière latente en matière de structure institutionnelle et économique, et d'approche idéologique.

En RFA, la politique énergétique est considérée comme faisant partie intégrante de la politique économique, en raison de l'importance du commerce international pour l'économie allemande. La RFA est seule à avoir élaboré un programme énergétique de base avant 1973. Deux révisions sont intervenues depuis cette date. La première révision (1974) soulignait l'importance de la diversification des sources d'énergie, en particulier par la promotion du nucléaire. La seconde révision (1978) modifiait les priorités, pour tenir compte des incertitudes créées par le débat sur le rôle de l'énergie nucléaire (dont l'objectif pour 1985 fut ramené de 40 GW à 24 GW) et s'attachait plus particulièrement au développement du charbon et à l'accroissement des économies d'énergie, l'objectif étant 1,5 Mtep d'économies par an (coût : 4,68 milliards de DM).

La politique énergétique française, élaborée en 1974-1975, donnait la priorité à la diversification des sources d'approvisionnement pétrolier, tandis que le nucléaire et les économies d'énergie devaient tous deux « produire » 40 à 45 Mtep en 1985. Pour le nucléaire, cet objectif représente 55 % de la production totale d'électricité (contre 13 % en 1978), soit le pourcentage le plus élevé dans le monde. Contrairement à la situation en RFA, la contribution prévue du nucléaire, ne semble pas en danger. En 1978, l'objectif pour les économies d'énergie pour 1985, a été ramené de 45 à 35 Mtep, en raison de la croissance économique plus faible que prévue, et des résultats décevants de certaines des mesures appliquées jusque-là. A noter qu'en matière de production comme pour la consommation d'énergie, la France est le seul pays considéré dans cette étude qui s'est fixé des objectifs clairs.

Les éléments-clés de la politique énergétique de la Grande-Bretagne sont la souplesse et le pragmatisme. Ce n'est qu'en 1978 que fut clairement définie la politique énergétique officielle. Jusque là, la première priorité était d'accélérer l'exploitation des gisements de la mer du Nord, pour atteindre l'autonomie pétrolière nette, condition qui fut remplie en juin 1980. A l'avenir, la stratégie d'exploitation, ainsi que la période pendant laquelle la Grande-Bretagne serait exportateur net, dépend aussi bien de l'évolution des prix du pétrole, que de la croissance économique britannique ; si celle-ci devait se stabiliser à un taux raisonnable, il est probable que la Grande-Bretagne redeviendrait un importateur dès 1990. Le programme énergétique de 1978 prévoyait une exploitation accrue du charbon, ainsi qu'un programme d'économies d'énergie visant à économiser 11 Mtep en dix ans (coût : 450 millions de £). Le gouvernement conservateur au pouvoir depuis mai 1979, a diminué l'objectif de production de charbon, en raison des délais pour obtenir des autorisations d'exploitation, et il a décidé de construire 10 réacteurs à eau pressurisée (PWR) en quinze ans à partir de 1985, tandis que les crédits du programme d'économies d'énergie ont été considérablement diminués.

Les programmes d'économies d'énergie

L'examen des mesures prises pour économiser l'énergie se prête mieux à l'analyse comparative de la situation dans plusieurs pays que l'étude des résultats, qui est plus utile lorsque l'on considère un seul pays sur plusieurs années. Ce sont les mesures appliquées et non les résultats qui révèlent l'intensité de la volonté politique, ainsi que la nature des idées qui font que certains secteurs de l'économie sont l'objet d'une attention particulière.

Le point fort de la politique d'économies d'énergie en **République Fédérale**, c'est le programme d'amélioration des normes d'isolation de l'habitat existant. Ce programme, qui devrait coûter 4,35 milliards de DM (en subventions et en déductions fiscales) et entraîner des investissements totaux de l'ordre de 20 milliards de DM en cinq ans, n'a été lancé qu'en juillet 1978. Il s'agit d'un programme ambitieux, non seulement par rapport aux mesures prises en France et en Grande-Bretagne (tableau 2), mais aussi par le contraste accentué qu'il forme avec les solutions adoptées par le Gouvernement Fédéral dans le secteur industriel.

En effet, la politique d'économies d'énergie allemande est caractérisée par une répugnance à influencer les mécanismes du marché (au niveau des prix par exemple). C'est le marché lui-même qui doit dicter les

économies d'énergie, à mesure que les coûts des combustibles augmentent : l'intervention de l'Etat doit être minimale, particulièrement dans le secteur industriel. Le choix de cette approche est renforcé par le fait que le gouvernement estime que la proportion élevée (40 %) d'énergie primaire utilisée pour le chauffage domestique, ainsi que le rendement d'utilisation déjà élevé dans l'industrie, montre que c'est dans l'habitat que l'investissement des fonds publics sera rentabilisé au maximum.

Dans le secteur des transports, le gouvernement n'est pas convaincu de la nécessité de limitations de vitesse contraignantes sur les autoroutes (bien que la vitesse soit limitée sur les autres routes) expliquant notamment que l'énergie économisée serait négligeable (200 000 tep par an). Il estime qu'il existe des mesures réglementaires en place qui

	F	RFA	GB
Campagnes d'information	0,23	0,41	0,47
Aides à la rénovation (habitat et tertiaire) ..	0,06	27,94	7,04
Aides aux investissements dans l'industrie ..	3,73	2,25	0,89
Opérations de démonstration	0,89	1,96	0,39
Recherche et développement	4,62	3,20	4,32
Total par tête d'habitant	9,53	35,76	13,02
Total (MF)	513,3	2181,0	710,4

affectent moins la liberté individuelle, tout en causant des économies plus importantes (par exemple la révision des normes de mesure de la consommation des voitures).

Le programme français est d'abord caractérisé par le fait qu'il fut élaboré dès 1974. Ces actions au niveau de l'information et de la réglementation couvrent l'ensemble des secteurs économiques d'une façon plus complète qu'en Grande-Bretagne ou qu'en RFA, où il existe des lacunes pour des raisons d'ordre idéologique ou par manque de volonté politique. Depuis l'introduction de ces premières mesures, les crédits pour les aides aux investissements ont progressé régulièrement, en culminant en 1979 avec 500 millions de FF pour le résidentiel et le tertiaire, et 400 millions de FF pour l'industrie. A noter que dans l'industrie, le

programme français est le seul à prévoir un système de crédit-bail. Toutefois le gouvernement a récemment annoncé l'arrêt des crédits pour les aides aux investissements dans ce secteur.

Bien que la consommation du secteur des transports ne représente qu'un cinquième de la consommation totale, le programme dans ce secteur a pris plus d'importance qu'en Grande-Bretagne ou qu'en RFA, avec un ensemble relativement complet de mesures réglementaires et économiques, ainsi que de vastes opérations d'information.

Le programme britannique d'économies d'énergie de 1978 donnait la priorité au secteur industriel par l'importance des crédits, surtout pour des actions d'information jugées exemplaires par l'Agence Internationale de l'Energie (AIE). Les incitations financières tenaient une place moins importante avec des crédits de 25 millions de livres sur deux ans.

En 1978, les actions dans le résidentiel et le tertiaire ont été renforcées par des mesures réglementaires, ainsi que par un niveau plus élevé d'aides aux investissements (£ 360 millions sur 4 ans).

Afin de réduire les dépenses publiques, le nouveau gouvernement annonça au début de l'année une réduction de l'ordre de 50 % des crédits pour les aides aux investissements aussi bien dans le résidentiel que dans l'industrie, tandis que les crédits pour l'information, sans être réduits, ne suivaient plus l'inflation.

Comme en France, le tournant libéral de la politique économique y est certainement pour quelque chose, mais il y a aussi une autre raison : le gouvernement anglais a décidé de compter sur la hausse des prix de l'énergie (surtout depuis 1979) pour augmenter la rentabilité des investissements.

Le secteur des transports n'a jamais été le point fort du programme d'économies : toutes les mesures prises en Grande-Bretagne ont aussi été appliquées soit en France, soit en RFA.

Les résultats obtenus

La méthode de calcul des économies d'énergie est la même dans chacun des pays étudiés. Elle découle d'une définition assez vague : économiser l'énergie, c'est l'utiliser plus rationnellement, afin de produire le même bien ou service sans modifier l'impact de cette production sur la croissance économique. Elle consiste à se servir de l'élasticité entre la consommation d'énergie et le PIB observée entre 1960 et 1973, pour estimer la consommation théorique entre 1973 et 1979, que l'on compare au chiffre absolu de la consommation. On a ainsi éliminé l'effet des fluctuations économiques. La différence de ces deux chiffres est baptisée économies d'énergie.

Les inconvénients de cette méthode sont nombreux, et augmentent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la période de référence (1960-1973). Par exemple dans le cas des équipements ménagers, qui ont connu une forte croissance dans les années soixante, il semble qu'un phénomène de saturation se soit fait sentir à partir de 1970. Il y a donc un risque de surestimation des économies, car ce ralentissement est gommé par dix ans de forte croissance. Dans le secteur industriel il y aurait plutôt un risque de sous-estimation. En effet, le mauvais climat économique depuis 1973 a affecté la disponibilité de capitaux pour effectuer des investissements de modernisation et d'innovation technique, bénéfiques à une utilisation plus efficace de l'énergie.

En RFA, les économies d'énergie se sont fait sentir dès 1975, mais depuis ont eu tendance à se stabiliser, avec un ralentissement marqué en 1976. Dans le secteur résidentiel et tertiaire, l'écart entre la consommation théorique et la consommation réelle n'est véritablement significatif qu'en 1975. Dans le secteur des transports, les économies se font sentir dès 1974, mais le bilan est moins positif si l'on utilise la période de référence 1965-1973, ce qui porte à croire qu'une partie de ces économies résultent d'un phénomène de saturation qui a commencé avant 1973 : la baisse de la consommation spécifique ne reflète pas une véritable économie, mais la continuation d'une évolution tendancielle antérieure à la crise du pétrole.

La consommation spécifique industrielle a diminué en moyenne de 2,6 % par an entre 1973 et 1977. Après élimination des fluctuations climatiques et des différences de structuration industrielle par rapport à la période de référence, ce chiffre n'est plus que de 1,2 %. Etant donné que la consommation spécifique diminuait déjà de 1,3 % avant 1973, on peut conclure qu'il n'y a pas eu d'économies dans le secteur de l'industrie.

Selon l'Agence Française pour les Economies d'Energie, la différence entre la consommation totale théorique et la consommation totale réelle, a évolué de la façon suivante :

	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Total (en Mtep)	5	12	13	14,5	15,5	18

Ces chiffres montrent que si les économies d'énergie se sont fait sentir dès 1975, leur taux de croissance s'est progressivement ralenti entre

1975 et 1978, mais il demeure néanmoins supérieur à celui de la RFA. Afin de confirmer ce bilan positif, il convient d'analyser l'évolution sectorielle de la consommation.

La consommation spécifique du secteur résidentiel et tertiaire a suivi une évolution très semblable à celle de la consommation totale. Mais le fait marquant, c'est l'importante substitution du pétrole par l'électricité : la consommation spécifique d'électricité a augmenté de 6 % par an entre 1973 et 1978, contre 4,9 % entre 1960 et 1973, et des chiffres allemands correspondants de 5,7 % et 2,24 %.

Le secteur des transports est le seul qui ait connu une progression régulière des économies d'énergie depuis 1973. Dans l'industrie, la consommation spécifique a diminué en moyenne de 3,1 % par an depuis 1973. Après les corrections climatiques et la prise en compte de l'effet de restructuration industrielle (particulièrement marquée en France), ce chiffre n'est plus que de 2,3 % contre 2,4 % entre 1965 et 1973. Comme en RFA, on peut donc conclure qu'il n'y a pas eu d'économies dans l'industrie.

L'évaluation des résultats en **Grande-Bretagne** est encore plus aléatoire qu'en France ou qu'en RFA. Si l'absence d'objectifs n'est que le résultat de l'approche pragmatique et flexible de la politique énergétique anglaise, le manque de données et d'informations officielles sur l'évolution des économies est plus inquiétant. Aucun bilan sectoriel n'a été établi, le Ministère de l'Énergie s'étant borné à un chiffre global de 12 à 13 Mtep économisés par an, en reconnaissant qu'il ne s'agit là que d'une estimation.

Selon les chiffres de l'AIE, la consommation spécifique réelle du secteur résidentiel et tertiaire n'a été inférieure que de 4 % à la consommation théorique entre 1973 et 1977. Dans le secteur des transports, la situation de la Grande-Bretagne est proche de celle de la RFA, avec des économies marquées dès 1975, mais une remontée de la consommation depuis cette date. Dans le secteur industriel, les économies les plus importantes ont été réalisées dans les deux ans après 1973, mais depuis la consommation a continué à évoluer comme si la crise du pétrole n'avait jamais eu lieu.

Le bilan d'ensemble des programmes d'économies d'énergie

Malgré la difficulté d'établir des relations de cause à effet entre les différents éléments d'une politique d'économies et les résultats quantitatifs, un examen qualitatif de la situation dans ces trois pays souligne la

prépondérance de « l'effet-prix » dans l'évolution de la consommation d'énergie.

En RFA par exemple, où le programme d'économies est tout récent (1978), tout porte à croire que les résultats décevants, en particulier dans l'industrie et dans les transports, sont dûs à l'évolution des prix réels de l'énergie qui avaient en 1978 retrouvé leur niveau de 1974 (voir figure 1). S'il est vrai que par périodes (par exemple des derniers mois), la seule évolution des prix de l'énergie peut suffire à stimuler des actions vers les économies et les substitutions, le bilan médiocre de ces dernières années a été accompagné non seulement par la stabilisation des prix pétroliers mondiaux mais aussi par l'appréciation du DM. D'ailleurs la RFA est le seul pays qui ait vu augmenter son taux de dépendance extérieure en produits énergétiques (de 57 % de la consommation primaire totale en 1973 à 61 % en 1979). Une commission rattachée au Bundestag a proposé récemment un nouvel ensemble de mesures limitées mais plus volontaristes, que le principal parti d'opposition a considéré comme visant à établir un « Etat totalitaire d'économies d'énergie ».

Dans le secteur résidentiel, il est encore trop tôt pour évaluer l'impact du programme ambitieux, mais les pouvoirs publics allemands ont connu une première déception : bien que 2,5 millions de ménages aient pris part à l'opération, la plupart ont utilisé les aides aux investissements pour installer du double vitrage. Le même phénomène s'est produit en Grande-Bretagne où 150 millions de livres des 200 millions investis chaque année dans l'habitat sont consacrés au double vitrage qui est bien moins efficace et rentable que l'isolation des combles ou des chaudières.

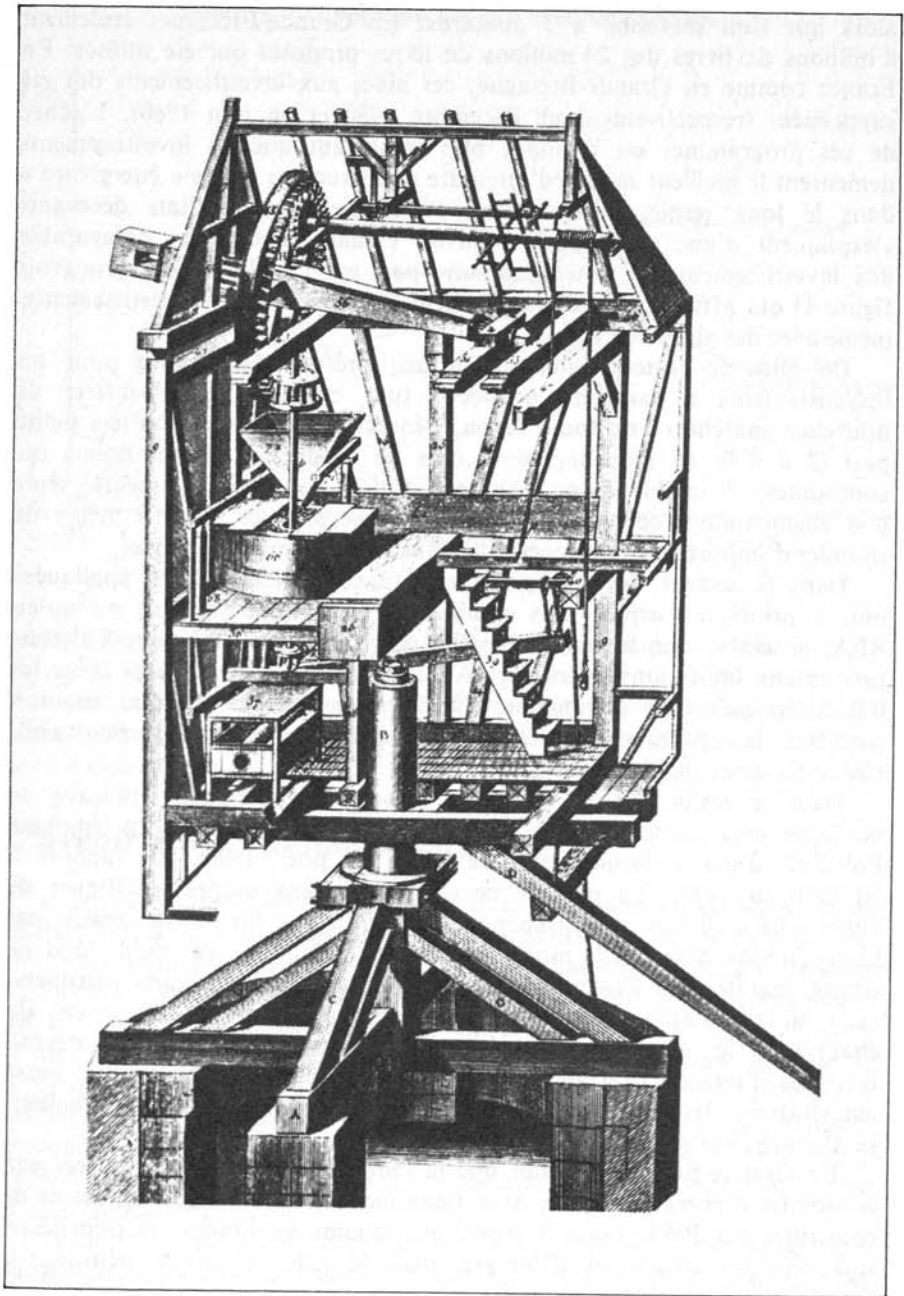
Seules la France et la Grande-Bretagne ont proposé des programmes intensifs d'aide aux investissements dans l'industrie. En France, ces aides devaient stimuler un total de six milliards de FF par an d'investissements,

La Commission des Communautés Européennes a chargé en 1978 un « Groupe des Sages » d'étudier les moyens d'atteindre, à long terme, les objectifs économiques, sociaux et environnementaux de la Communauté, en limitant au maximum ses besoins en énergie primaire.

Après avoir examiné les mesures qui permettraient de réduire la relation entre croissance économique et consommation énergétique, ce groupe concluait que les économies d'énergie pourraient atteindre d'ici l'an 2000 :

- entre 20 et 35 % dans le secteur des transports ;
 - entre 15 et 35 % dans l'industrie et l'agriculture ;
 - jusqu'à 50 % dans les secteurs domestiques et tertiaires ;
- à condition que l'exploitation du potentiel technologique disponible soit amorcée dès maintenant... NDLR.

(Voir « Le potentiel technologique d'économie d'énergie », in revue *Futuribles* n° 30 - Janvier 1980).



alors que l'on plafonne à 3 milliards. En Grande-Bretagne, seulement 8 millions de livres des 25 millions de livres proposés ont été utilisés. En France comme en Grande-Bretagne, ces aides aux investissements ont été supprimées (respectivement en décembre 1980 et en juin 1980). L'échec de ces programmes est d'autant plus inquiétant que les investissements demeurent le meilleur moyen d'atteindre une structure moins « énergivore » dans le long terme, surtout dans l'industrie. Ces résultats décevants s'expliquent d'une part par le mauvais climat économique, défavorable aux investissements en général, d'autre part par l'évolution des prix (voir figure 1) qui affaiblissait continuellement la rentabilité des investissements, même avec des aides de l'Etat.

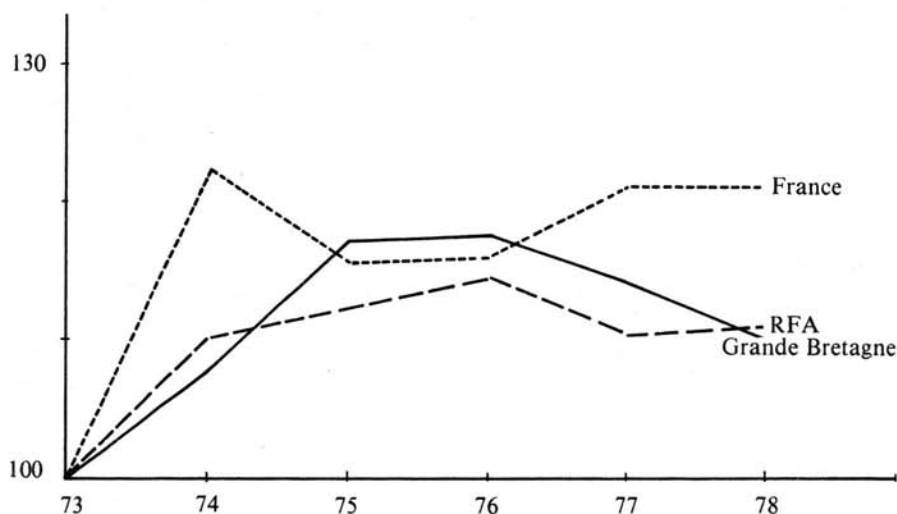
De plus, le secteur industriel a une préférence marquée pour les investissements à caractère productif (par exemple pour pénétrer de nouveaux marchés) ; de toute façon, l'énergie ne représente qu'une petite part (2 à 4 % en moyenne) des coûts de production. Etant donné ces contraintes, il semble qu'en l'absence d'aides aux investissements, seule une augmentation considérable des coûts énergétiques serait à même de stimuler d'importants investissements dans les économies d'énergie.

Dans le secteur des transports en France, si les mesures appliquées ont, a priori, un aspect plus complet qu'en Grande-Bretagne ou qu'en RFA, il semble que la majeure partie des économies sont dues à l'effet-prix et aux limitations de vitesse. Avec la campagne Anti-Gaspi (avec les 0,02 Mtep qu'on lui attribue) et l'absence de mesures de fond visant à modifier la consommation à long terme, les économies pourraient plafonner assez rapidement.

Dans le résidentiel, la politique d'économies d'énergie française se conjugue avec une promotion massive de l'électricité, comme en témoigne l'objectif d'une consommation de 140 TWh pour 1990 (par rapport à 50 TWh en 1978). La part de ce chiffre due aux usages spécifiques de l'électricité (éclairage, électroménager) pourrait être limitée facilement par l'introduction d'appareils moins gourmands. D'autant plus qu'il s'agit de consommations où l'électricité ne remplace pas des produits pétroliers, mais où elle s'ajoute à d'autres dépenses énergétiques. Dans le cas du chauffage, le mauvais rendement énergétique de l'électricité devrait favoriser l'introduction de moyens de production de chaleur à basse température, très nombreux et très intéressants (réseaux de chaleur, géothermie, biomasse...)

En Grande-Bretagne, le fait que la réduction des crédits consacrés aux économies d'énergie coïncide avec l'annonce faite par le gouvernement de construire dix PWR porte à croire que comme en France, la priorité ne sera plus les économies d'énergie, mais la substitution du pétrole par

Figure 1 — Evolution des prix réels de l'énergie



l'électricité, même au détriment de l'efficacité énergétique. Ce changement de cap a été d'autant plus aisé que le programme pour les économies avait un caractère assez ouvert et flexible, et que la Grande-Bretagne dispose d'une relative abondance de ressources énergétiques, au moins dans le court terme.

L'avenir des économies d'énergie

Il ressort de cette analyse qu'aussi bien en France qu'en RFA, et en Grande-Bretagne, la majeure partie des économies réalisées jusqu'à présent ont été accomplies avant 1976, donc avant que les programmes d'économies aient pu prendre effet. Ils sont dus à un réflexe économique qui a réduit les gaspillages les plus criants par de petits investissements ou des modifications de comportement dans les mois suivant le choc de la crise du pétrole. A l'avenir, les économies seront plus difficiles à réaliser et elles nécessiteront une politique volontariste visant à transformer profondément les structures économiques et institutionnelles, habituées à résoudre leurs problèmes énergétiques au niveau de la production et non de l'utilisation de l'énergie.

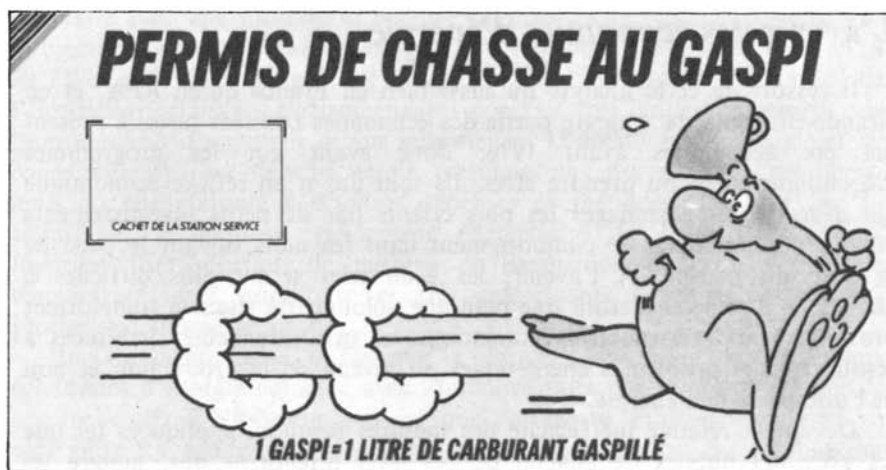
Devant la relative inefficacité des mesures jusqu'ici appliquées (et que les pouvoirs publics de chacun de ces pays n'ignorent pas, malgré les

bilans officiels élogieux), on peut se demander quelle sera l'évolution future de ces politiques d'économies. De nombreuses études ont été réalisées en France (projet Alter, et plus récemment le rapport du Commissariat Général du Plan), en Grande-Bretagne (l'étude de Leach), en RFA (groupe Oko) montrent que la pratique généralisée de technologies connues et rentables dès maintenant, pourrait économiser à l'horizon 2000 :

- 15 à 40 % des besoins énergétiques primaires de l'industrie ;
- 20 à 35 % dans les transports ;
- jusqu'à 50 % dans le résidentiel et le tertiaire.

Ceci, à condition que soit appliquée une politique volontariste d'économies (qui ne revêtirait pas forcément l'aspect « choix de société » qu'on leur attribue souvent).

Ce qui entrave la mise en route d'une telle politique, c'est qu'elle nécessiterait le bouleversement d'un ordre de priorités bien établi. Il ne s'agirait plus de planifier la politique énergétique avec quelques grands interlocuteurs-producteurs, mais de négocier publiquement des compromis avec les représentants d'un grand nombre d'entreprises et d'usagers. L'objectif lui aussi serait d'une nature différente : il ne prendrait plus la forme d'un quota de production imposé par une planification à long terme (5 à 7 ans pour le nucléaire), mais celle d'un processus progressif et flexible, plus difficile à maîtriser dans le contexte actuel : c'est une crise d'organisation plus qu'une crise de l'énergie. Les avantages d'une telle stratégie sont pourtant bien connus, et vont de la réduction de la dépendance extérieure et l'amélioration de la balance commerciale à la relance de l'économie et aux créations d'emplois.



Énergie-Emploi

Jean Haëntjens (1)

Si l'énergie est une variable déterminante de la croissance économique et du volume d'emploi, cela ne signifie pas nécessairement que la hausse des prix du pétrole entraîne systématiquement le chômage. La création d'emplois et les économies d'énergie constituent un double objectif dont la combinaison est séduisante... et éventuellement réalisable.

Jean Haëntjens s'intéresse ici à l'impact macro-économique des différentes politiques énergétiques, en s'efforçant d'analyser les interdépendances réciproques entre la consommation d'énergie (en volume et en nature), la production industrielle et l'emploi. Il recommande finalement l'adoption d'une politique volontariste, prenant appui autant sur le désir que sur la nécessité.

Créer des emplois en économisant l'énergie est une solution tellement séduisante qu'elle a donné lieu à deux types de réactions opposées : le rêve et la méfiance.

L'étude que nous avons menée en France en 1979 pour le Ministère du Travail (2), prolongée par d'autres études pour le COMES (3), a cherché à situer, entre ces deux extrêmes, ce que l'on pouvait raisonnablement attendre d'une politique « énergie-emploi ».

Nous en avons retiré quatre conclusions :

- les méthodologies d'évaluation du phénomène « énergie-emploi » sont approximatives ;

(1) Jean Haëntjens anime le Bureau d'Études ARENE, qui mène conjointement des études économiques et les réalisations techniques, dans le domaine de l'énergie.

(2) AGORA - ARENE. - *Énergie Emploi*. - Ministère du Travail, décembre 1979.

(3) ARENE. - *Création d'entreprises et d'emplois par les énergies renouvelables*. - COMES, Octobre 1980.

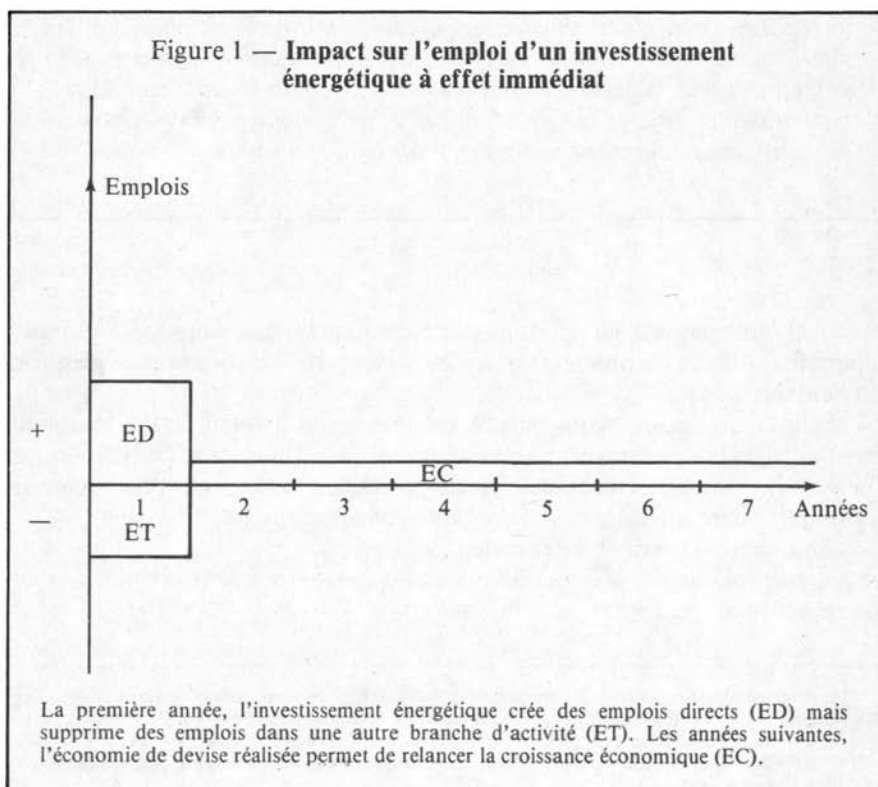
- une politique concertée « énergie-emploi » aurait des résultats significatifs ;
- le succès d'une telle politique est d'abord une affaire de conviction ;
- le choix d'une telle politique porte en germe une autre façon de penser les politiques industrielles.

Une méthodologie approximative

Les premières études sur l'impact macroéconomique de différentes politiques énergétiques ont été menées aux USA, dans le contexte du débat nucléaire-solaire.

La méthodologie des études a fortement souffert de cette motivation passionnelle, et l'on trouve, des deux côtés, trois types d'erreurs :

— Le « raisonnement de la brouette » est l'erreur la plus grossière, et se résume ainsi : moins une filière énergétique est rentable, plus elle



nécessite d'investissements, donc plus elle crée d'emplois. C'est ainsi qu'on a démontré qu'un programme solaire créerait 300 000 emplois en Californie, ou plusieurs centaines de milliers, en France.

— Les hypothèses techniques faisant fi de toutes les contraintes industrielles sont fréquentes. Ainsi, le programme C.A.R.E., réalisé par le très sérieux Congrès Américain, envisageait-il d'économiser 1 milliard de Tep en 1990 (4).

— Lorsque les études sont plus sérieuses, ce qui est le cas depuis 1978, l'appréciation exacte des effets induits est assez complexe, car elle cumule trois effets principaux :

- Le premier est l'emploi direct (ED) impliqué dans la production et le fonctionnement d'un investissement. L'effet sera d'autant plus positif que la qualité et la répartition géographique des emplois créés correspondent à la demande nationale.
- Cet investissement, réduisant les importations de pétrole, améliore la balance extérieure, et permet, toutes choses égales par ailleurs, une relance de la croissance, donc de l'emploi. Ce deuxième effet, appelé ici EC (Effet Croissance) sera d'autant plus important, que le prix du pétrole progressera.
- L'investissement est réalisé au détriment d'une autre dépense qui aurait été soit un investissement (cas d'une industrie), soit une consommation (cas d'un ménage). Il peut également diminuer l'activité d'autres secteurs énergétiques (raffinerie, distribution). C'est l'effet transfert, ou ET.

Ces effets sont très inégalement pris en compte dans les simulations réalisées (5).

La répartition, au sein du Tableau d'Échanges Industriels (TEI), de l'emploi direct incorporé dans un investissement économisant l'énergie, a été traitée avec un luxe de détails. Le Betchel Institute a publié des tables donnant la répartition en emplois et en valeurs de deux cent filières. Tous les grands modèles, comme B.N.L. (Brookhaven National Laboratory) ou D.R.I. (Data Resources Incorporated), se sont dotés de

(4) Joint Committee Congress of the United States. - *Employment Impact of the Solar Transition*. - avril 1979.

(5) Schatcher, M. - *The Job Creation potential of Solar and Conservation*. - A critical evaluation. - US Department of Energy, Washington, 1979.

Institute for Local Self Reliance. - *Planning for energy self reliance. A case study of the district of Columbia*. - 1977.

Environmentalists For Full Employment. *Energy, Jobs and the Economy*. - Boston, Alyson, Sept. 1979.

Cf. aussi - *Jobs and Energy*. - 1977.

D.O.E. (Department of Energy). - *Macro Economic Implications of Installing 2.2 million residential solar units*. - Avril 1979.

sous-modèles énergétiques. La précision du calcul dépasse, ici, très largement celle des prévisions technologiques.

Cette apparente sophistication camoufle souvent le « flou » des hypothèses essentielles concernant :

- les transferts entre investissements économisant l'énergie, investissements productifs, et consommation des ménages ;
- le recyclage des pétrodollars.

Ces hypothèses sont décisives lorsque l'on sait que l'investissement énergétique représente aux USA 25 % de l'investissement productif, et qu'un phénomène de « capital shortage », prédit depuis plusieurs années (6), se traduit aujourd'hui par une hausse importante des taux d'intérêt.

Au total, le contexte « passionnel » des études « énergie-emploi », et la complexité des hypothèses (techniques, macroéconomiques) ont abouti à une méfiance légitime des décideurs vis-à-vis de ce type de raisonnement.

Une politique « énergie-emploi » aurait des effets significatifs

En l'absence de méthodologie fine, l'on peut prendre comme base les indications des modèles ayant évalué l'impact macroéconomique d'un choc pétrolier (7).

Aux prix pétroliers de décembre 1979 (30 \$ le baril, soit environ 1 000 F par Tep) (8), l'on pouvait retenir les ordres de grandeur suivants :

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• 1 % de hausse du prix du pétrole
= + 1 milliard de F de déficit extérieur
= - 1 à 2 milliards de F de PIB
(- 0.05 à 0.1 %) | <ul style="list-style-type: none">• 1 million de Tep économisé
= - 1 milliard de F de déficit extérieur
= + 1 à 2 milliards de PIB supplémentaire |
|---|---|

Cette traduction mécanique résume des effets de portées différentes (court et moyen terme) et peut être rectifiée par différentes hypothèses (effets monétaires, « retour » des pétro-dollars...), mais elle reflète la

(6) Freeman, C. - Note pour le "Workshop on technical development and employment". - Paris, 1978.

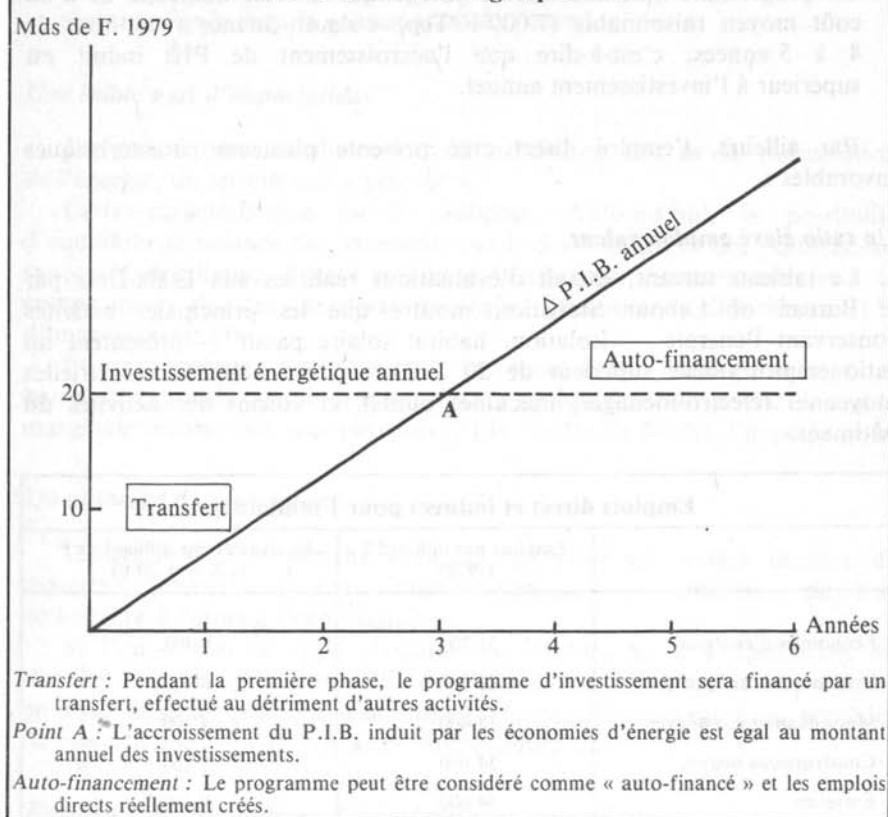
(7) U.S. Department of Energy. - *Survey on the research into Energy Economy Interaction*, Avril 1979, 2 tomes.

Les conséquences d'un pétrole plus cher. - *Economie et Statistiques* n° 115, Octobre 1979.

Cinq scénarios pour 1985-1990. - *Futuribles* n° 29 Décembre 1979

(8) Le raisonnement vaut à fortiori en 1981, où le Tep est à 1500 F.

Figure 2 — Effets simplifiés d'un programme d'investissement énergétique continu



relativement bonne convergence des travaux réalisés en France ou à l'étranger.

En admettant que chaque milliard de francs de PIB supplémentaire accroît les ressources publiques d'environ 500 millions de F (9), (impôts, charges sociales, réduction des indemnités de chômage), il résulte, fin 1979 que :

- Une subvention de 1 000 F/Tep économisée, (soit 1 milliard de F par million de Tep) est amortie entre 1 et 2 ans, pour les investissements à effet immédiat.

(9) Impôts, charges sociales, réduction des indemnités de chômage.

- Une subvention de 2 000 F/Tep est amortie entre 2 et 4 ans, pour la collectivité nationale.
- Un programme d'investissement énergétique à effet immédiat et d'un coût moyen raisonnable (7 000 F/Tep) « s'auto-finance » au bout de 4 à 5 années, c'est-à-dire que l'accroissement de PIB induit est supérieur à l'investissement annuel.

Par ailleurs, l'emploi direct créé présente plusieurs caractéristiques favorables :

Un ratio élevé emploi/valeur

Le tableau suivant, extrait d'évaluations réalisées aux Etats-Unis par le Bureau of Labour Statistics, montre que les principales activités conservant l'énergie — isolation, habitat solaire passif — présentent un ratio emploi/valeur supérieur de 20 à 30 % à des activités industrielles moyennes (électro-ménager, machines outils), et voisins des activités du bâtiment.

Emplois direct et indirect pour 1 milliard \$		
	Emplois par milliard \$ (1978)	Equivalent par milliard de F (1 \$ = 4,20 F)
Economies d'énergies	35 700	8 500
Systèmes solaires actifs	29 000	6 900
Maisons solaires passives	38 400	9 100
Constructions neuves	34 600	8 200
Entretien	34 600	8 200
Raffinerie de pétrole	16 400	3 900
Electro ménager	28 700	6 800
Machines outils	30 400	7 200

Source : Bureau of Labour Statistics.

Une localisation décentralisée

En ce qui concerne les économies d'énergie dans l'habitat, la moitié environ de la valeur ajoutée, correspondant à 60-65 % de l'emploi, représente l'installation et est donc produite sur les lieux d'utilisation.

Pour les systèmes solaires, la part de la clientèle rurale sera encore

plus importante. Enfin, l'exploitation de la biomasse concerne essentiellement le milieu rural.

Au total, l'on peut estimer entre 25 et 30 % la part rurale des emplois impliqués dans la conservation de l'énergie.

Une faible part d'importations

La part importante du coût de l'installation fait de la conservation de l'énergie, un secteur très « protégé ».

Cette caractéristique est à souligner. Aujourd'hui, la possibilité d'équilibrer la balance des paiements par le développement des exportations rencontre des limites dues à la fois à la situation internationale, et à la composition de ces exportations (qui incorporent elles-mêmes 1/3 d'importations) (9).

En conséquence, les investissements économisant l'énergie auront un autre effet positif par le seul fait qu'ils se substitueront à une demande marginale incorporant une part élevée (de l'ordre de 50 %) d'importations.

Un potentiel d'exportations

L'ouverture d'un marché national est, pour un certain nombre de matériels (capteurs solaires, micro-centrales), une condition de leur compétitivité future à l'exportation.

Si l'on admet la règle classique du doublement à l'exportation du marché national, plusieurs milliards d'exportations pourraient être trouvés en 1990 dans les produits économisant l'énergie (composants ou procédés de construction, systèmes solaires, micro-centrales...).

Esquisse d'un programme d'investissements énergétiques

L'examen du potentiel national — ou gisement — d'économies d'énergie exploitable d'ici 1990, a permis de proposer comme base d'étude, un programme d'investissements supplémentaire caractérisé comme suit, en francs 1979 :

Investissement annuel	22 milliards de francs
Énergie économisée en 1990	40 millions de Tep
Investissement moyen/Tep	5 500 F/Tep

(10) Les conséquences d'un pétrole plus cher - *Economie et Statistiques* - op. cit.

Les investissements concerneraient principalement cinq branches d'activités, et leurs consommations intermédiaires :

Bâtiment second œuvre (1)	42 %
Verre, chimie	18 %
Constructions électriques, automatis- mes	18 %
Constructions mécaniques	15 %
Travaux publics et divers	7 %
	<hr/>
	100 %

(1) Hors consommation intermédiaire

120 000 emplois pourraient être concernés par la production des investissements et 20 000 à 30 000 par le fonctionnement, c'est-à-dire essentiellement l'exploitation de la biomasse.

L'on peut considérer qu'en 1985 ces emplois seraient effectivement « créés » car l'accroissement de PIB induit par la réduction de la facture pétrolière serait supérieur au montant annuel des investissements. Le programme serait alors « auto-financé ».

A l'horizon 1990, l'emploi induit (effet croissance) pourrait doubler ou tripler ce chiffre.

Une politique « énergie-emploi » est d'abord une affaire de conviction

Si les indications citées plus haut laissent penser qu'une politique « énergie-emploi » est une carte intéressante à jouer, elles ne pèsent pas lourd face à d'autres considérations.

Le critère majeur qui a, jusqu'ici, dominé la politique énergétique, était la recherche du « KWh le moins cher » actualisé sur 20 ans. Et, par rapport à ce critère, une frange importante des gisements d'économie d'énergie et d'énergies de substitution, est éliminée, ou considérée comme trop coûteuse pour devoir bénéficier d'incitations.

Alvin Toffler dirait sans doute que le « Kilowatt/heure le moins cher » est un critère de « deuxième vague ». Il se justifiait lorsqu'il s'agissait de serrer les coûts de production, reproduire la « force de travail au moindre coût ».

Aujourd'hui, où une faible part de l'énergie consommée est réellement

Investissements et économies d'énergie pour la période 1980-1990

	Résidentiel tertiaire		Industrie		Agriculture		TOTAL	
	M. Tep	Mds F.	M. Tep	Mds F.	M. Tep	Mds F.	M. Tep	Mds F.
	Isolation, surisolation	12,5	80	2	4			14,5
Régulation, automatisme	4	24	2	11,5			6,5	35,5
Pompes à chaleur	2	14	2	6			4	20
Electricité, construction électrique	2	9	1,5	6	0,5	4	4	19
Chaudronnerie, construction mécanique, chaleur force	0,4	1	5,5	19	4	16	10	36
Systèmes solaires (1)	1	15	€	€	0,3	1	1,3	16
Construction de réseaux de distribution de chaleur	2	15					2	15
TOTAL	24	158	13,5	46,5	4,8	21	42,3	226

(1) Y compris part des systèmes dans habitat climatique.
Source : AGORA - ARENE. Energie et emploi (op. cit.)

vitale, ce critère est-il vraiment justifié ? L'énergie est un bien de consommation comme un autre (d'ailleurs, la baisse de son prix entraînerait immédiatement une augmentation de la consommation en volume).

Fait plus grave, l'actualisation sur 20 ans ne correspond pas à la réalité de nos préoccupations. Actualiser revient à rechercher le *stock* maximal de richesse, accumulé pendant la période considérée.

Or, le problème de la décennie est un problème de *flux* : flux de chômeurs, et flux d'énergie. Et l'on a vu que, sur ce point, les filières coûteuses à effet rapide étaient supérieures aux filières économiques à forte inertie.

Un autre raisonnement, frère du premier, veut que « si les économies d'énergie sont rentables, elles se feront ». C'est ainsi que les subventions aux industriels pour les économies d'énergie, ont été récemment réduites.

A la question : « jusqu'où faut-il aller ? », aucun calcul ne peut aujourd'hui répondre précisément. Tout au plus, sent-on que la « barre » maximale (15 000 - 20 000 F par Tep) se situe très au-delà de l'investissement moyen actuellement engagé.

De plus, certains investissements, comme l'habitat solaire, échappent à cet étalonnage. Ils ne se substituent pas seulement à une chaudière, mais à d'autres équipements de confort (cheminée, cuisine équipée, ou chaîne HI.FI).

Il y a assurément du pari de Pascal dans le choix d'une politique « énergie-emploi ». Et pour parier, il faut être, déjà, un peu convaincu.

En l'occurrence, le manque de conviction produit deux effets :

- il limite, d'abord, les budgets consacrés aux politiques « d'économie d'énergie » (la subvention est restée, depuis 1977, au même niveau de 400 francs par Tep économisée) ;
- il limite, ensuite, l'efficacité des actions engagées.

Le phénomène est surtout vrai pour les énergies de substitution, dont le développement implique souvent de bousculer quelques règles établies.

Un exemple : les mécanismes d'aide à la création d'entreprises privilégient les entreprises industrielles, alors qu'aujourd'hui, le problème majeur de l'industrie solaire est de créer des réseaux de distribution et d'installation. D'autres cas, nombreux, montrent que ces activités nouvelles, et fragiles (voir le schéma page 70), se heurtent à des obstacles de toutes sortes (Direction Départementale de l'Équipement pour l'architecture solaire, Agences de bassin pour les pompes à chaleur...). Ces obstacles ne pourront être franchis que par une conviction très forte des administrations centrales.

Une autre façon de penser les politiques industrielles

La vraie question est de passer d'une direction fonctionnelle (l'énergie d'un côté, l'emploi de l'autre), à une direction par objectif, l'objectif étant ici de gérer aux mieux les flux d'énergie et d'emplois, durant la décennie.

Si ce problème, désormais classique, d'organisation, est plus difficile à appliquer à la gestion publique, c'est qu'il ouvre sur une gamme beaucoup plus large de considérations.

Toutes les études de marché montrent qu'en ce domaine de nombreuses motivations — indépendance, attirance technologique, peur du lendemain, bien être... — font passer le calcul de rentabilité au second rang.

En un mot, le thème des énergies économes et solaires est « porteur ». Il est même, sans doute, un des seuls aujourd'hui à réunir un aussi large

Contenu énergétique d'un emploi	
	Tep/Emploi/An (1975)
Dans l'activité	
• sidérurgie	58
• chimie	30
• matériaux de construction	27
• verre	23
• papier carton	20
• I.A.A.	9
• constructions mécaniques et électriques	3.5
• textile cuir	3.4
• B.T.P.	1
• moyenne industrie	5.9
• moyenne tertiaire (hors transports)	1.6
• moyenne agriculture	1.5
• moyenne générale	3.5
Dans la chaîne	
• automobile	4 - 5
• B.T.P.	3 - 4
Dans la fonction	
• automobile	15
• transports ferroviaires personnes	4
• transports routiers (150 km)	7
• transports ferroviaires marchandises	5
• transports routiers compte d'autrui	10

Source : d'après CEREN, Comptes de la Nation, Travaux AGORA sur le contenu en emploi des demandes de transport.

consensus. Ce n'est pas à négliger, à l'heure où l'on cherche désespérément des forces capables de secouer la lassitude de l'Occident, et où l'on redécouvre que rien ne peut se faire sans la « dynamique des peuples ».

Le contexte actuel de pénurie relative fait oublier que, dans nos économies avancées, peu de consommations sont indispensables, et qu'il vaut toujours mieux consommer des capteurs solaires, même s'ils sont peu rentables, que tant de gadgets totalement inutiles.

Il apparaît aussi que le raisonnement « énergie-emploi » déborde le seul secteur de la production d'énergie. L'idée a été exprimée par Ambroise Roux, en ces termes : « Demain, le ratio énergie par emploi créé, devra devenir essentiel » (c'était en 1979).

Cette déclaration, prise à la lettre, impliquerait quelques changements radicaux dans notre politique industrielle, si l'on considère les différents ratios établis par emploi, activité, chaîne d'activité, et fonction (c'est-à-dire en incluant les dépenses énergétiques de fonctionnement d'un produit fabriqué) (voir tableau page 72).

Ces considérations font entrevoir que les politiques industrielles, jusqu'ici centrées sur des objectifs simples — la compétitivité, la production du nécessaire — seront sans doute conduites, dans les années qui viennent, à intégrer des paramètres plus complexes, comme la recherche de l'indépendance ou celle de dynamiques sociales et technologiques.

*
* *

En somme, une politique « énergie-emploi » se situe au carrefour de trois logiques :

- Une logique industrielle qui commence timidement à se détourner de son attirance pour les macrostructures, et les raisonnements au coût minimum.
- Une logique économique-politique, qui devine, sans trop savoir jusqu'où aller, qu'« énergie-emploi » est un « bon cheval ».
- Un courant d'aspirations, incontestablement demandeur d'« énergie de substitution » à la fois comme produit de consommation et activité de production.

Tout se passe, aujourd'hui, comme si ces logiques ne s'étaient pas encore rencontrées.

A l'échelle des régions, des regroupements se sont, sans bruit, accomplis. Le Comité d'Études et de Liaison des Intérêts Bretons (CELIB), réunit régulièrement industriels, inventeurs, associations, élus, et monte des opérations (comme le thonier à voile d'Étel). Dans le Sud-

Ouest, Rhône-Alpes, des « réseaux » se constituent, avec souvent, l'appui direct des instances régionales.

L'administration centrale, qui a souvent favorisé, par le financement de recherches et d'expérimentations, les dynamiques régionales, semble moins pressée de les transformer en une politique offensive du type japonais.

Prudence ? L'histoire, sans doute, fera un tri sévère parmi le foisonnement d'initiatives lancées dans ce domaine. Et il aurait assurément été peu efficace de vouloir généraliser, trop tôt, des filières technologiques insuffisamment éprouvées.

Il nous semble, aujourd'hui, pour avoir enquêté, et vu travailler une bonne centaine d'entreprises spécialisées dans la conservation de l'énergie, que les bases existent et qu'« énergie-emploi » mérite un second souffle.

Bibliographie complémentaire

- Aujac, H. et de Rouville, J. - *La France sans Pétrole*. Paris, Calmann Levy, 1979.
- Courbis, R. - « Vers le pluralisme des prévisions ». - *Le Monde*, 19 juin 1979.
- Elias P. - *L'industrie solaire en France*. - C.S.T.B., 1980.
- Gabet, Honoré, Houssin. - « Les répercussions mécaniques des hausses de prix de l'énergie. » - *Economie et Statistique* N° 56 - 1974.
- INSEE - Service des programmes. - *Résultats d'une variante pure sur le prix du pétrole*. - 25.4.1979.
- INSEE - Service de la conjoncture. - *Et si le prix du pétrole doublait*. - 29.5.1979.
- U.S Department of Energy. - *Sector Employment Implications of Alternative Energy Scenarios*. - 1978.
- U.S Department of Energy. - *Macro economic effects of Supply Interruptions*. - Mars, 1979, 2 vol.
- Vignon, J. - « Le rationnement d'énergie, le déficit extérieur et les particuliers ». - *Economie et Statistique*, n° 63

Energie et régions

Production et consommation : Perspectives 1985-2000

Damien Borot (1)

Au niveau national, disposer d'énergie en quantité suffisante et d'un approvisionnement régulier en matières premières est une des conditions vitales de la croissance économique ; une priorité essentielle du Gouvernement Français pour les cinq années du VIII^e Plan est donc de réduire notre dépendance et de limiter les éléments de vulnérabilité qui en découlent.

Dans ce contexte, prévoir l'évolution des consommations d'énergie des régions, mieux connaître les capacités de production, inventorier les ressources exploitables devient, plus qu'auparavant, une étape nécessaire à la compréhension et l'orientation du développement régional.

En s'attachant à ces questions, cette étude, qui a été conduite par le SESAME pour la Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale apporte des éclairages à long terme sur le problème, encore assez peu étudié en tant que tel, de l'énergie et des régions.

La France d'aujourd'hui se trouve engagée dans une période de transformation profonde à la fois des besoins de consommation d'énergie et du système d'approvisionnement et de production de l'énergie. Cette transformation se traduit par une réévaluation de la croissance des besoins d'énergie et un effort sans précédent de développement de la production nationale pour diminuer notre dépendance vis-à-vis du pétrole. Au niveau régional, les répercussions de ce redéploiement sont importantes et différentes pour chaque région.

L'approche choisie dans cette étude (2) a été celle de scénarios socio-économiques régionalisés contrastés. Ce faisant, les résultats perdent une partie de leur valeur prédictive, mais la démarche adoptée permet l'introduction d'inflexions dans les modes de vie ou les tendances de localisation des équipements et des activités, qu'un modèle économétrique tendanciel ou travaillant par analogie avec la situation d'autre pays n'aurait pu prendre en compte.

Elle ne permet cependant pas de traiter la rétroaction des choix énergétiques sur les variables économiques comme pourrait le faire un modèle macroéconomique et énergétique global. Mais aucun modèle de ce type ne semble encore disponible en France.

(1) Chargé de Mission au SESAME (Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale).

(2) Bonaïti, J.P. Bourgeois, B. Girod, J. — « Energie et régions : production et consommation, perspectives 1985 et 2000 ». Collection *Travaux et Recherches de Prospective*, n° 79. — Paris, La Documentation Française, 1980. — 246 p.

Nous avons donc été conduits, dans chaque scénario, à associer explicitement l'évolution des besoins d'énergie et du système de production à un modèle de croissance particulier. Les scénarios socio-économiques ont été élaborés par le SESAME (3). La cohérence globale de chaque scénario est le résultat d'hypothèses posées, à un moment donné, comme vraisemblables et à partir desquelles les coefficients et paramètres utilisés dans le modèle de simulation (4) ont été déterminés.

Il ne s'agissait donc pas tant, dans cette analyse, de faire des prévisions à finalité opérationnelle, ni de couvrir toute l'étendue des futurs possibles, mais de décrire avec précision plusieurs configurations contrastées de la demande d'énergie et des modes d'approvisionnement par grandes régions en 1985 et 2000.

Deux questions directrices sont à la base de cette réflexion :

- Quelle pourrait être l'évolution des consommations d'énergie et leur répartition spatiale ?
- Quelle pourrait être, dans le moyen et le long terme, la contribution des différentes régions à leur approvisionnement et à celui du pays ?

Les trois scénarios

La démarche suivie est une démarche de prospective, fondée sur l'utilisation de scénarios contrastés.

Le premier scénario correspond à une France totalement ouverte aux échanges internationaux financiers et commerciaux (et notamment pour les matières premières énergétiques). Il suppose vers 1985 une « sortie de crise » et une forte reprise de la croissance ; il ne prend en compte aucune considération d'aménagement du territoire.

Le deuxième scénario exprime une logique de développement soutenant certains secteurs stratégiques au niveau national et s'efforçant de limiter les effets les plus nocifs de la tendance à la polarisation des activités dans les zones privilégiées.

Le troisième scénario est un scénario très volontariste de « nouvelle croissance », réduite par rapport aux deux autres scénarios et orientée vers une certaine autonomie économique et énergétique du pays et des régions, dans un environnement international en crise durable.

Les aspects quantitatifs essentiels de ces trois scénarios sont résumés dans les tableaux ci-après.

Ces caractéristiques quantitatives, conjuguées avec les descriptions qualitatives de chaque scénario, ont servi de base à la détermination des coefficients et des paramètres utilisés dans

Taux de croissance entre 1975 et 2000			
	2000 - I	2000 - II	2000 - III
Taux de croissance de la production	4,5 (1)	4,5 (2)	3
Taux de croissance de l'emploi	0,25	0,55	0,95
Taux de croissance de la productivité	4,6	4,0	3,2

(1) 3 % entre 1975 et 1985 : 5,5 % entre 1985 et 2000
(2) 3 % entre 1975 et 1980 : 5 % entre 1980 et 2000

(3) *L'emploi ou l'obsession du futur*. - SESAME. Collection Scénarios pour l'avenir, Futuribles 1979. — 161p.

(4) Le modèle utilisé est le modèle MEDEE, construit par l'Institut Economique et Juridique de l'Energie.

Valeurs ajoutées en 1975 et dans les trois scénarios de 2000								
Milliards de F. 1975	1975		2000					
			I		II		III	
Biens intermédiaires	122,0	9,3 %	315	8,0 %	353	9,0 %	290	10,6 %
Biens d'équipement	118,2	9,0 %	354	9,0 %	417	10,6 %	389	14,2 %
Biens de consommation	71,6	5,5 %	169	4,3 %	190	4,8 %	155	5,7 %
I. A. A.	62,4	4,8 %	189	4,8 %	201	5,1 %	118	4,3 %
Total industrie	374,2	28,6 %	1 027	26,1 %	1 161	29,5 %	952	34,8 %
Agriculture	71,3	5,6 %	200	5,1 %	168	4,3 %	110	4,0 %
B. T. P.	110,0	8,4 %	260	6,6 %	283	7,2 %	233	8,5 %
Energie et divers	56,5	4,3 %	191	4,9 %	208	5,3 %	110	4,0 %
Services	696,2	53,1 %	2 252	57,3 %	2 110	53,7 %	1 335	48,7 %
TOTAL	1 310	100,0 %	3 930	100,0 %	3 930	100,0 %	2 740	100,0 %

le modèle de simulation. Il faut cependant signaler que l'ensemble de ces prévisions ne sont pas le résultat de vastes études économétriques ; elles ne constituent ni un plan de développement, ni une série d'objectifs qu'il serait souhaitable de réaliser. Ce ne sont que des traductions spatialisées d'hypothèses sur trois avenir possibles.

Le découpage géographique qui a été retenu est un découpage en 9 zones (« grandes régions ») présentant une certaine homogénéité de structure économique.

Des hypothèses ont été faites quant à la répartition spatiale des activités. Elles se traduisent dans le premier scénario par une polarisation renforcée des activités à travers une certaine spécialisation des fonctions de chaque région ; le troisième scénario vise une homogénéisation des situations dans les régions, tant en ce qui concerne la population que

Population (milliers) des régions en 1975, 1985 et 2000						
	1975	1985 Scénario 1	1985 Scénario 2	2000 Scénario 1	2000 Scénario 2	2000 Scénario 3
Région parisienne	9 864	10 520	10 310	11 600	11 020	10 560
Bassin Parisien	9 642	10 220	10 150	11 140	10 970	10 570
Nord	3 914	3 970	4 040	4 060	4 230	4 250
Est	4 908	5 030	5 140	5 220	5 510	5 380
Ouest	6 890	6 920	7 140	6 960	7 540	8 020
Sud-Ouest	4 818	4 930	4 970	5 100	5 220	5 630
Massif Central	2 069	2 050	2 070	2 030	2 080	2 320
Rhône-Alpes	4 781	5 170	5 060	5 800	5 510	5 280
Méditerranée	5 770	5 900	5 830	6 090	5 920	5 990
TOTAL	52 656	54 710	54 710	58 000	58 000	58 000



l'emploi ; le deuxième scénario se place en position intermédiaire et se caractérise par une polarisation desserrée de la région parisienne au profit de l'Ouest et du Sud-Ouest et des vieilles régions industrielles.

Une question délicate a été d'associer des hypothèses énergétiques aux scénarios socio-économiques de base. Le choix de ces hypothèses contient nécessairement une part d'arbitraire, les probabilités de réalisation de chacune ne sont pas égales ; cela ne remet cependant pas en cause la cohérence interne de chacun des scénarios.

Dans le premier scénario, le secteur énergétique est placé exactement au même niveau que les autres secteurs : sa production (l'énergie transformée) est un produit que l'on importe chaque fois que son coût d'importation est inférieur au coût de production national. Le pétrole, dont on suppose que le prix n'augmente pas trop vite, continue de tenir une place importante dans l'approvisionnement énergétique de la France. Le développement du programme électro-nucléaire et des économies d'énergie ne fait pas l'objet de priorité particulière. Ce scénario suppose, à l'évidence, une absence de bouleversements politiques mondiaux et une stabilisation du prix du pétrole.

Dans le deuxième scénario, le programme électronucléaire est développé pour limiter la

dépendance vis-à-vis du pétrole dont le prix augmente fortement. On peut admettre en revanche quelques possibilités de décrochement de l'évolution des prix de l'énergie nationale (essentiellement de l'électricité) par rapport à ceux de l'énergie importée, de façon à faciliter, dans un contexte concurrentiel, la pénétration de l'électricité.

Le troisième scénario envisage une rupture dans les habitudes de consommation énergétique et dans les techniques de production énergétique. L'accent est mis sur le développement de toutes les ressources nationales et locales. La cohérence de ce scénario suppose une forte anticipation sur l'augmentation du prix des énergies sur le marché mondial. La recherche d'une certaine autarcie a pour contrepartie la fermeture relative des frontières des pays recevant traditionnellement nos exportations.

Nous examinerons successivement les deux volets des bilans énergétiques : la demande d'énergie puis l'approvisionnement.

La demande d'énergie des régions

On voit apparaître dans cette étude les liaisons complexes qui existent entre le niveau d'activité économique et la consommation d'énergie. Au-delà du taux de croissance économique, qui est bien entendu déterminant, c'est le taux de croissance de la production industrielle du pays et des différentes régions qui s'avère un indicateur important de l'évolution de la demande d'énergie. L'industrie, dont la part dans la consommation d'énergie avait fortement décliné depuis 1958, se stabilise jusqu'en 1985 et redevient à la fin du siècle, surtout dans les scénarios de relance nationale et de nouvelle croissance, le secteur de loin le plus consommateur. L'évolution inverse est constatée en ce qui concerne les consommations des secteurs résidentiels et tertiaires. En raison d'une certaine saturation des consommations des ménages, la croissance de la population n'entre que pour une faible part dans l'augmentation de la consommation totale d'une région.

Les utilisations finales de l'énergie (Equivalence de l'électricité à la production)								
Mtep 1 TWh = 0,222 Mtep	Réalizations			Prévisions				
	1958	1968	1975	1985		2000		
				I	II	I	II	III
Industrie	33	49	55	65	73	123	138	99
Résidentiel-Tertiaire	20	39	55	76	71	103	93	76
Agriculture	1	2	3	3	3	7	6	4
Transports	13	21	32	44	39	67	55	38
Total utilisations finales	67	111	145	188	186	300	292	217

Il semblerait ainsi qu'à long terme, le secteur industriel peut redevenir le secteur déterminant à un double titre. D'abord parce que sa part dans la consommation totale d'énergie tend à devenir prépondérante ; ensuite parce que ce secteur est plus sensible au taux de la croissance économique que les secteurs résidentiel et tertiaire. Ceci signifie que, pour les années à venir, la répartition spatiale des différentes branches de l'industrie sur

Evolution des utilisations finales de l'énergie pour les neuf régions (Equivalence de l'électricité à la consommation)						
Mtep 1 TWh = 0,086 Mtep	1975	1985		2000		
		I	II	I	II	III
Région Parisienne	100	135	120	190	160	125
Bassin Parisien	100	130	120	210	190	140
Nord	100	120	120	190	190	135
Est	100	120	125	185	195	145
Ouest	100	130	130	190	190	165
Sud-Ouest	100	120	125	175	185	175
Massif Central	100	140	135	180	180	160
Rhône-Alpes	100	130	120	210	180	130
Méditerranée	100	120	115	180	160	145
TOTAL	100	125	120	195	180	140

le territoire pourrait exercer une influence déterminante sur l'évolution des consommations (5).

Une deuxième conclusion ressortant de cette étude est que, sans mécanisme correctif, une polarisation industrielle qui se renforcerait, se traduirait par une forte polarisation énergétique dans les régions les plus industrialisées. Ce sont généralement ces régions qui avaient bénéficié de l'existence de gisements d'énergie primaire ; ce sont également ces régions qui concentrent la plus grande partie des équipements de production d'énergie électrique.

En revanche, pour les régions de l'Ouest, du Sud-Ouest et du Massif Central, les chemins d'évolution de la consommation sont très proches quel que soit le scénario, alors que les contrastes sont très accentués pour les autres régions : ceci traduit les effets, qui dans un cas se compensent et dans l'autre cas s'amplifient, d'un développement industriel de certaines régions d'une part et de mesures d'économies d'énergie d'autre part.

L'approvisionnement en énergie

Le parti pris de cette étude a été de distinguer deux catégories dans l'approvisionnement en énergie d'une région. La première regroupe ce qui a été appelé « ressources locales » (6). Il s'agit des ressources primaires de la région, conventionnelles ou nouvelles, dont la production est liée à l'existence d'un gisement localisé sur le territoire, ainsi que de ressources résultant de meilleures adéquations ponctuelles ressources — usages (amélioration des rendements d'utilisation, récupération des rejets thermiques, utilisation de pompes à chaleur).

La deuxième catégorie comprend d'une part les énergies importées, d'autre part l'énergie produite dans les centrales raccordées à un réseau et dont l'implantation n'est pas déterminée

(5) En 2000, la consommation d'énergie de l'industrie par franc de valeur ajoutée varierait dans un rapport de 1 en Région Parisienne à 7 dans l'Est ; la consommation du secteur résidentiel et tertiaire par habitant ne varierait que dans un rapport de 1 en région Sud-Est à 1,3 en Région Parisienne.

(6) Gisements nationaux de charbon, lignite, gaz et pétrole, électricité locale (hydroélectricité, production combinée chaleur-force), énergies nouvelles, pompes à chaleur, récupération d'énergie...

par l'origine de l'énergie primaire (centrales thermiques classique et nucléaire, pétrole, gaz et charbon importés).

La raison de ce découpage est de cerner aussi précisément que possible la part de la consommation de chaque grande région qui peut être assurée par ses propres ressources. La valorisation d'une partie de ces « ressources locales » dépend essentiellement d'initiatives locales et régionales, alors que les orientations concernant les « énergies nationales ou importées » restent principalement du domaine des grandes entreprises nationales.

Trois conclusions ressortent principalement de cette partie de l'étude.

La place des énergies locales reste limitée

Globalement, l'approvisionnement qui provient des énergies locales varie entre 8 % et 23 % de la consommation en 2000, selon les scénarios : il peut donc atteindre un niveau appréciable sans toutefois remettre en cause la nécessité de recourir à l'énergie importée et de développer l'électricité thermique.

Place des énergies locales et régionales (Equivalence de l'électricité à la consommation)					
	1975	1985	2000-I	2000-II	2000-III
Energie locale Consommation finale	23 %	16 %	8 %	11 %	23 %
dont part des					
- énergies fossiles	18 %	9 %	3 %	3,5 %	5 %
- électricité locale	5 %	5 %	3 %	3,5 %	7 %
- énergies nouvelles	—	2 %	2 %	4 %	11 %

Le développement des énergies nouvelles et des productions locales d'électricité parvient juste à équilibrer la réduction de la production des gisements nationaux d'énergie fossile (comptée comme énergie locale). Cependant, la répartition des énergies dans les régions est, en 2000 (troisième scénario), plus homogène qu'en 1975 où les trois quarts des énergies locales (pour l'essentiel fossiles) étaient produites dans seulement trois régions.

Cette meilleure répartition est due au développement de l'électricité locale et des énergies nouvelles. Pour 2000 III, scénario où les énergies locales et régionales jouent le rôle le plus significatif, le taux d'indépendance des régions s'échelonne de 10 à 36 %. L'ensemble des régions se répartit entre ces deux extrêmes de la manière suivante :

- de 10 à 20 % : Nord, Région Parisienne, Ouest, Bassin Parisien.
- de 20 à 30 % : Massif Central, Méditerranée, Sud Ouest
- de 30 à 36 % : Rhône-Alpes et Est (en raison des ressources hydrauliques et charbonnières).

Energies nouvelles : chaque région dispose d'un atout

Ces énergies sont en effet, dans leur ensemble, assez bien réparties sur le territoire (7).

L'énergie solaire, la récupération énergétique des déchets urbains, l'utilisation des

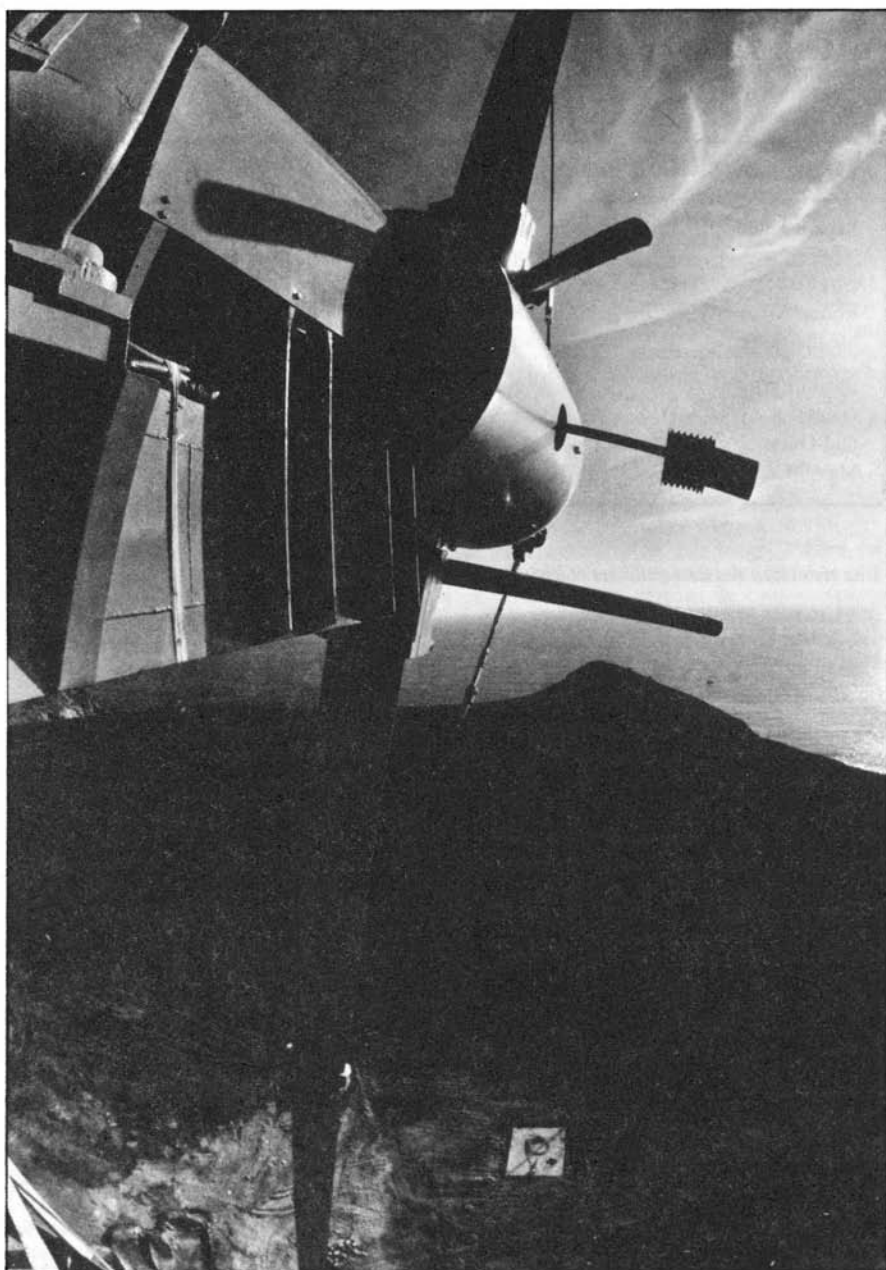
(7) Voir aussi la *France des énergies nouvelles*. - DATAR - COMES, 1980.

Apport des énergies locales et régionales répartition par régions (Equivalence de l'électricité à la consommation)					
Région	1975	1985-II	2000-I	2000-II	2000-III
Région Parisienne	—	4 %	4 %	7 %	9 %
Bassin Parisien	5 %	7 %	8 %	12 %	15 %
Nord	16 %	4 %	2 %	4 %	5 %
Est	25 %	29 %	33 %	30 %	23 %
Ouest	—	2 %	4 %	6 %	8 %
Sud-Ouest	35 %	32 %	16 %	11 %	12 %
Massif Central	2 %	1 %	3 %	3 %	3 %
Rhône-Alpes	9 %	11 %	15 %	13 %	12 %
Méditerranée	8 %	10 %	15 %	14 %	13 %
France	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Energies nouvelles — Structures régionales					
Région	1975	1985-II	2000-I	2000-II	2000-III
Région Parisienne	—	27 %	15 %	14 %	12 %
Bassin Parisien	—	27 %	29 %	27 %	27 %
Nord	—	5 %	6 %	8 %	7 %
Est	—	2 %	10 %	10 %	10 %
Ouest	—	10 %	13 %	13 %	14 %
Sud-Ouest	—	5 %	9 %	9 %	10 %
Massif Central	—	2 %	3 %	4 %	4 %
Rhône-Alpes	—	7 %	6 %	7 %	7 %
Méditerranée	—	5 %	9 %	8 %	9 %
FRANCE (Mtep)	—	3,2	4,0	9,7	18,8

pompes à chaleur ont une répartition régionale assez homogène. Les régions agricoles et forestières ont une vocation particulière dans la valorisation de l'énergie verte. Les régions urbaines et industrielles ont des potentialités en rejets thermiques industriels et en production combinée de chaleur et d'électricité. La géothermie, compte tenu de la localisation des gisements et des agglomérations, ne joue un rôle significatif qu'en région parisienne, le bassin parisien, l'Est et le Sud Ouest.

Le relevé de la part de chaque énergie nouvelle dans chaque région fait ressortir la



Centrale éolienne française : Ouessant

Futuribles Mars 1981

prépondérance du solaire ou de la biomasse, puisque l'une ou l'autre de ces sources d'énergie, et même généralement l'une et l'autre, arrivent en tête des contributions en énergies nouvelles.

Région	1 ^{re} Énergie nouvelle	2 ^e Énergie nouvelle
Région Parisienne	Solaire	Pompes à chaleur
Nord	Solaire	Rejets thermiques ou biomasse
Est	Solaire	Biomasse
Rhône-Alpes	Solaire	Biomasse
Méditerranée	Solaire	Rejets thermiques
Bassin Parisien	Biomasse	Solaire
Ouest	Biomasse	Solaire
Sud-Ouest	Biomasse	Solaire
Massif Central	Biomasse	Solaire

Une réduction des déséquilibres électriques régionaux après 1985

Les excédents et déficits figurent dans le tableau suivant sous forme de ratios rapportés à la demande finale de la France.

Pourcentage d'excédent ou de déficit régionaux d'électricité par rapport à la demande totale de la France					
	1975	1985-II	2000-I	2000-II	2000-III
Région Parisienne	- 1,3 %	- 9,5 %	- 10,7 %	- 7,6 %	- 5,2 %
Bassin Parisien	- 2,8 %	+ 9,3 %	+ 8,7 %	+ 9,0 %	+ 6,0 %
Nord	+ 0,7 %	- 1,5 %	- 4,2 %	- 6,0 %	- 1,1 %
Est	+ 0,3 %	- 3,4 %	- 2,2 %	- 2,6 %	- 3,8 %
Ouest	- 3,9 %	- 4,1 %	+ 4,5 %	+ 3,4 %	+ 0,3 %
Sud-Ouest	+ 2,9 %	+ 0,6 %	+ 2,5 %	+ 1,5 %	- 1,1 %
Massif Central	- 0,7 %	- 1,3 %	- 1,5 %	- 1,6 %	- 1,7 %
Rhône-Alpes	+ 3,3 %	+ 13,8 %	+ 4,6 %	+ 5,2 %	+ 11,3 %
Méditerranée	+ 1,6 %	- 3,9 %	- 1,9 %	- 1,3 %	- 5,0 %
FRANCE (TWh)	176	328	532	621	413

Ce tableau conduit notamment à faire deux observations :

— Pour 1985, si l'on tient compte du fait que le Bassin Parisien et la Région Parisienne ne constituent en fait qu'une seule région, il apparaît une seule région excédentaire, Rhône Alpes, alors que trois régions sont significativement déficitaires : Ouest, Est et Méditerranée.

— Pour 2000 I et 2000 II, il s'opère une réduction des déséquilibres comparativement à 1985 II ou à 2000 III, Rhône-Alpes demeurant toujours excédentaire tandis que le Nord devient sensiblement déficitaire.

Les bilans en énergie primaire

Nous avons examiné jusqu'à maintenant les structures de demande et d'offre en énergie finale (c'est-à-dire livrée au consommateur). Il est intéressant de déterminer une structure d'offre d'énergie qui soit compatible avec ces résultats. Pour obtenir un bilan en énergie primaire, il faut évaluer les pertes du secteur énergétique et répartir les combustibles, l'électricité et la chaleur de réseau entre les différentes sources d'énergie primaire : charbon, fuel, hydraulique, nucléaire, énergies nouvelles. Cet exercice comporte une certaine part d'arbitraire et déborde largement le thème « énergie et régions ». De plus les résultats ne peuvent être examinés qu'au seul niveau national. Comment imputer régionalement, en effet, les pertes de transformation de l'énergie primaire en énergie finale ? (8).

Nous nous bornerons à deux observations :

En ce qui concerne la consommation totale d'énergie primaire en 2000, la Commission de l'Energie du VII^e Plan a construit deux scénarios, l'un de croissance soutenu (4,5 % par an sur la période 1977-2000) qui aboutit à une consommation de 360 Mtep, l'autre de croissance modérée (3,5 % par an sur 1977-2000) qui aboutit à une consommation de 300 Mtep. Avec des hypothèses identiques de taux de croissance, les niveaux de consommation énergétiques des scénarios 2000 II et 2000 III sont un peu plus bas (326 Mtep pour 2000 II, 238 Mtep pour 2000 III), les écarts portant surtout sur le scénario de croissance modérée. En terme d'élasticité (9), sur la période 1975-2000, les scénarios 2000 II et 2000 III supposent une valeur un peu diminuée (respectivement 0,62 et 0,5) par rapport aux scénarios du Plan (0,69 pour scénario de croissance soutenue, 0,77 pour celui de croissance modérée).

L'approvisionnement en énergie importée quant à lui, représente une proportion de la consommation totale assez semblable quels que soient les scénarios de cette étude ; malgré des niveaux de consommation différents en valeur absolue, le taux de dépendance énergétique du pays à l'égard de l'étranger s'établit dans les scénarios II et III à un niveau comparable voisin de 58-60 %. On mesure bien là, l'inertie très forte de tout système énergétique et la difficulté, pour un pays comme la France disposant de relativement peu de ressources propres, à réduire la contrainte d'approvisionnement extérieur.

*
* *

Les problèmes de l'énergie, on vient de le voir, présentent des aspects spécifiques dans chacune des régions françaises. Le poids des facteurs naturels (gisements de combustibles, ressources hydrauliques..., mais aussi facilité de communications...) a certainement été important dans le modelage de la carte énergétique et de la carte économique du pays. L'énergie, en effet, n'est pas neutre vis-à-vis de l'aménagement du territoire. Doit-on (peut-on) cependant définir des politiques régionales de l'énergie ? Une réponse précise ne semble pas encore évidente. Il faut en effet rester dans le cadre d'une double contrainte :

(8) Devrait-on par exemple affecter les pertes de raffinage ou les pertes de chaleur des centrales thermiques aux régions où les installations sont implantées, ou bien aux régions consommant l'énergie finale ?

(9) Elasticité : $\frac{\text{Taux de croissance de la consommation d'énergie.}}{\text{Taux de croissance du PIB.}}$

- la politique énergétique est définie avant tout en fonction d'objectifs qui lui sont propres ;
- la part du coût de l'énergie consommée dans la valeur de la production des entreprises est encore relativement faible dans la plupart des cas.

Mais, dans ces limites, l'aménagement du territoire peut faire prévaloir deux objectifs qui portent sur :

- le développement de l'offre d'énergie dans les régions,
- la localisation des activités liées à l'énergie.

A ce titre, certains axes de la politique énergétique nationale présentent des aspects favorables à l'aménagement du territoire : l'extension des réseaux de transport de l'énergie (produits pétroliers, gaz, électricité et peut être un jour charbon) et le développement des capacités de production nationale d'énergie en sont deux exemples. Il y a là une possibilité de réduction des disparités régionales, par une meilleure répartition des ressources sur le territoire et une amélioration de l'offre d'énergie dans les régions. Les énergies locales y contribueront, dans les limites des quantités effectivement disponibles à un coût raisonnable. Les quantités relativement faibles d'énergie utilisable ainsi que les contraintes et le coût du transport imposent de rapprocher les lieux d'utilisation des lieux de production de l'énergie. Le développement de ces énergies s'inscrit donc tout à fait dans l'inflexion donnée à la politique d'aménagement du territoire pour qu'elle s'attache, plus que par le passé, à valoriser les atouts régionaux à partir d'initiatives locales. La connaissance et le recensement de ces atouts est une étape nécessaire. La méthode d'analyse et de prévision des productions et des consommations régionales d'énergie qui a été développée dans cette étude pourrait contribuer à améliorer cette connaissance.

Contribution sur les problèmes énergétiques, à paraître prochainement dans la revue *Futuribles* :

Hélène Lajambe : Scénarios énergétiques pour le Québec.

Alain Dupas et Maurice Claverie : Bilan et perspectives de l'énergie solaire (juin 1981).

Energie et régions : la contribution des énergies locales au bilan énergétique mondial.

futur-informations

Mars 1981

Bulletin d'information sur les principales activités des centres de prospective et sur les idées et faits porteurs d'avenir, réalisé par le service d'information de l'Association Internationale Futuribles (55, rue de Varenne, 75007 Paris, tél. 222-63-10).

Les nouvelles de la prospective

Modélisation et simulation

L'Association pour la promotion des techniques de Modélisation et de Simulation dans l'Entreprise (AMSE) organise à Lyon, du 7 au 11 septembre 1981, une première conférence internationale sur le thème « Applications de la modélisation et de la simulation ».

(AMSE, 16, avenue de Grange-Blanche, 6916 Tassin-la-Demi-lune).

Différences en question

Le Tavistock Institute of Human Relations organise à Leicester (Grande-Bretagne) du 13 au 18 juillet 1981 une conférence sur le thème « Destructive differences ? Sex, Age and Culture as Management Issues ».

(Tavistock Institute of Human Relations, 120 Belsize Lane. London NW3 5BA).

Informatique et sciences sociales

« L'impact de l'informatique sur les recherches en sciences sociales : banque de données et développements technologiques », tel est le thème d'une conférence internationale organisée du 14 au 18 septembre 1981 à Grenoble par l'IASSIST et l'IFDO. Cette conférence est la première manifestation internationale organisée en France ayant pour objet les banques de données en sciences sociales.

(IASSIST-IFDO, CERAT, B.P. 34. 38401 Saint-Martin d'Hères).

Explorer les changements dans l'environnement des affaires 1980-2000

Un rapport du « Center for Futures Research » présente sous forme de scénarios alternatifs une gamme de changements possibles dans 35

domaines de la société, qui sont susceptibles de survenir d'ici l'an 2000. Il s'agit des changements les plus probables, mais aussi d'événements plus aléatoires dont la réalisation pourrait cependant avoir un impact sur l'environnement des affaires, ainsi que les implications de ces changements sur le « Business » américain. Plusieurs scénarios sont esquissés, et des indicateurs sont développés pour aider les planificateurs à élaborer d'autres scénarios.

(Center for Futures Research. Graduate School of Business Administration. University of Southern California. Los Angeles, California 90007).

Risques nouveaux

Le MURS (Mouvement Universel de la Responsabilité Scientifique) organise un cycle de cours publics portant sur « les risques nouveaux ». Les prochaines séances auront lieu le 1^{er} avril 1981 : « Risque pétrolier : menaces, réponses » par Raymond Levy, vice-président d'Elf-Erap et le 28 avril 1981 : « Risque, responsabilité et décision » par Pierre Piganiol, physicien, conseiller scientifique. Ces cours auront lieu à 18 h dans l'amphithéâtre Descartes de la Sorbonne.

(MURS : 173, bd Saint-Germain, 75006 Paris).

Les manipulations génétiques

L'Institut d'Anthropologie Juridique organise un colloque sur les « Manipulations Génétiques » qui

se tiendra du 31 mars au 4 avril 1981. Cette réunion, placée sous la présidence du Doyen Jean Carbonnier, Professeur honoraire à la Faculté de Droit de Paris II, servira de travail préparatoire à l'audition parlementaire du Conseil de l'Europe, prévue cette année sur le même sujet.

Les communications présenteront les aspects biologiques, sociaux, éthiques et juridiques ; ce colloque doit permettre à l'opinion publique de mieux distinguer les dangers réels des périls imaginaires : une telle prise de conscience faciliterait grandement le développement d'un large consensus, étape nécessaire vers l'élaboration de règles garantissant à la fois la sécurité des Hommes et un progrès matériel qui est à la portée de la main.

(Colloque Limoges 1981, 13, rue Théodore-de-Banville, 87000 Limoges).

Biennale du film sur l'environnement

La Fondation Européenne de la Culture organise une Première Biennale Européenne du Film sur l'Environnement qui aura lieu à la Chartreuse de Villeneuve-lez-Avignon (Gard, France) du 23 au 29 mars 1981. Parallèlement à la projection des films, divers forums sont prévus sur le milieu urbain, l'habitat et les activités agricoles et industrielles.

(Institut pour une Politique Européenne de l'Environnement, 55, rue de Varenne, 75007 Paris. Téléphone : 222.12.34).

Développement Culturel, Modes de Vie et projets de Société

Les actes du colloque, organisé par l'Association Internationale Futuribles en coopération avec le Conseil de l'Europe en octobre dernier, sur « Développement Culturel, Modes de Vie et Projets de Société », seront disponibles à partir du 15 mars.

Ce rapport livre une synthèse des débats qui portaient notamment sur : « les tendances générales du

changement en Europe », « les formes d'activités : travail/non travail », « l'évolution des rôles masculins et féminins », « la crise de l'État-Protecteur et les formes nouvelles de solidarité, d'entraide et de régulation sociale », « l'avenir des institutions publiques », « culture et formation », « l'évolution des valeurs et l'émergence d'une nouvelle culture ».

(Prix : 200 FF TTC, membres adhérents et autres (100 FF TTC, membres actifs) Gratuit, membres associés et participants).

Actualités prospectives : idées et faits porteurs d'avenir

La lumière qui parle

Un fil de verre, tenu comme un cheveu d'enfant, véhiculera sous peu vos entretiens téléphoniques transformés en rayons de lumière. En effet, de nouvelles fibres optiques permettent aujourd'hui de transmettre les ondes lumineuses - à la fréquence infiniment plus élevée que celle des ondes magnétiques - sur des distances de plus en plus longues.

Certaines expériences d'utilisation du système optique sont déjà en cours au Québec et au Japon :

— le Québec l'utilise dans les tronçons téléphoniques à fort débit, et prévoit de l'étendre jusque dans les foyers dès 1984. La grande capacité de la fibre optique lui permettra de

transmettre en outre d'autres ondes alimentant plusieurs chaînes de radio FM, divers canaux de télévision, et permettant également de relier le téléviseur à un réseau d'ordinateurs...

— le Japon s'est jusqu'à maintenant davantage intéressé aux aspects audio-visuels de la transmission optique en reliant 150 maisons d'une ville nouvelle à une douzaine de canaux de télévision et à un canal vidéo bi-directionnel (chaque foyer dispose d'une caméra lui permettant d'émettre et pas uniquement de recevoir). Dans l'esprit des installateurs, ce système devrait aider les familles japonaises à vaincre leur isolement - dû aux progrès

récents en matière de logement qui ont séparé les familles autrefois entassées les unes sur les autres - en leur permettant de se voir facilement. D'autre part, les progrès prévisibles en matière de réseau optique laissent entrevoir des possibilités quasiment illimitées de développement en matière de communications, en permettant à tous l'accès à un nombre considérable d'informations.

Enfin, d'après les recherches actuelles, le système optique sera bientôt économiquement avantageux. Et il sera à la portée de tous car la silice, matière de base de la fibre optique, est l'un des matériaux les plus abondants du globe. Ce qui intéressera notamment les pays qui doivent aujourd'hui importer à prix élevé le cuivre entrant dans la fabrication des câbles.

(Québec Science, février 1981).

Charbon : horizon 2000

Le charbon revient à l'honneur : l'étude « WOCOL » (« World Coal Study ») réalisée par le MIT constate que les réserves mondiales de charbon sont suffisantes pour permettre un important développement de la consommation jusqu'au cœur du XXI^e siècle, et même au-delà.

Cependant, les experts réunis par le MIT estiment que le charbon est surtout appelé à jouer un rôle de « passerelle » vers l'avenir d'ici au commencement du XXI^e siècle, période à laquelle des sources d'énergie renouvelables devraient

apporter une contribution notable.

Toutefois, seules des décisions très rapides peuvent encore permettre aux infrastructures nécessaires d'être disponibles à la fin de cette décennie, époque à laquelle le besoin s'en fera le plus cruellement sentir. L'utilisation accrue du charbon posera un problème d'approvisionnement car, si 80 pays disposent de gisements, 4 pays seulement se partagent 90 % des réserves connues (l'URSS : 45 % ; les Etats-Unis : 24 % ; la Chine : 13 % et l'Australie : 6 %).

Pour leur part, les experts de la C.E.E. considèrent que le développement de la production de charbon constitue, pour la C.E.E., l'une des meilleures réponses à la hausse du prix du pétrole. La production des « neuf » a considérablement diminué depuis deux décennies, passant de 435 millions de tonnes en 1960, à 315 millions de tonnes en 1970, pour descendre enfin à un minimum de 238 millions de tonnes en 1978. Cependant la production s'est redressée en 1980 (247,2 millions de tonnes), essentiellement grâce à l'augmentation de la production du Royaume-Uni, principal producteur de la Communauté. Et la C.E.E. s'est donnée pour objectif de revenir en 1990 à une production de 270 millions de tonnes (soit le niveau de 1973).

Conjointement avec l'augmentation de la production communautaire, l'année 1980 a été marquée par une hausse de 14,5 millions de tonnes

des importations en provenance de pays tiers. Celles-ci ont atteint le chiffre record de 74 millions de tonnes, et ont assuré le quart des besoins de la Communauté.

La France, de son côté, hésite entre l'importation de charbon - économiquement avantageuse pour elle - et le développement de la production nationale. Aussi les Charbonnages de France ont-ils adopté une stratégie à deux volets :

— garantir la sécurité de ses approvisionnements en contrôlant directement une partie des ressources situées hors C.E.E. ;

— exploiter au maximum les gisements nationaux les plus rentables (houillères du Centre et du Midi, houillères de Lorraine qui devraient produire au moins 12 millions de tonnes à l'horizon 2000 ; tout en abandonnant les gisements moins rentables comme ceux du Nord.

(Eurofocus, Le Monde)

L'aide et la dette

Il avait été décidé, il y a quelques années, que le transfert des ressources pour l'aide au Tiers-Monde devrait atteindre 1 % du produit brut annuel de chacun des pays « développés ». Cette bonne résolution, qui n'a jamais été mise en application, est aujourd'hui renvoyée aux calendes. Les Etats-Unis, qui consacraient 0,2 % de leur PNB à cette aide, ont clairement annoncé leur volonté de la réduire et les Etats européens semblent décidés à leur emboîter le pas...

D'un autre côté, le montant global de l'endettement du tiers-monde atteindra en 1981 la somme effrayante de 500 milliards de dollars (500 milliards de dollars c'est également la somme qui sera consacrée cette année aux dépenses d'armement dans le monde entier). La progression vertigineuse de cet endettement, près de 50 % en trois ans, a pour conséquence le gonflement du service de la dette qui sera voisin cette année de 75 milliards de dollars, soit le montant global de l'endettement d'il y a seulement une dizaine d'années.

En 1981, ce sont environ 25 milliards de dollars qui seront accordés au tiers-monde au titre de l'aide publique, ce qui représente exactement un tiers de la somme que ces pays devront consacrer au remboursement des intérêts !

Ces chiffres, qui ne semblent être pris en compte ni par les banques qui se préoccupent surtout de recycler les pétrodollars, ni par les États « développés » qui en ces temps de crise se sont repliés frileusement sur eux-mêmes, révèlent une situation catastrophique.

A quand l'explosion ?

(Jeune Afrique, 18 février 1981).

Reboisement

Des chercheurs de l'École Nationale des Sciences Forestières du Honduras et de l'Administration d'Outre Mer du Royaume-Uni, expérimentent actuellement une culture qui permettra la reconstitution

rapide des forêts de conifères sur les sols pauvres dans les pays tropicaux. C'est un champignon, le mycorhyze, qui installé sur les racines du pin, l'aide à puiser les substances nutritives dans le sol.

Le bois est encore dans de nombreux pays du tiers-monde, la principale source d'énergie domestique et des études montrent qu'il le restera vraisemblablement jusqu'à la fin du siècle pour l'Afrique.

Or, des coupes intensives ont provoqué un déboisement catastrophique, pour des populations qui perdaient avec le bois de chauffage leur seule source d'énergie.

Ce champignon nourricier en accélérant le reboisement permettra un passage en douceur à des sources d'énergie plus « modernes ».

(Jeune Afrique, 11 février 1981).

Le coût d'une vie

Quel seuil fixer au coût de la vie humaine ? C'est à cette question brutale et aux problèmes d'éthique et de morale qu'elle implique que la France et les autres Etats occidentaux vont se trouver confrontés dans un futur proche.

Devant la formidable croissance du coût des soins médicaux et l'augmentation très importante du nombre des personnes âgées, des décisions vont s'imposer, en un mot il faudra « choisir », choisir celles que l'on fera vivre et celles que l'on laissera mourir. Totalement occulté à l'heure actuelle par les nombreux

débats sur le financement des caisses de retraite et la politique sociale, ce problème dramatique se pose pourtant déjà aux Etats-Unis et en Europe, où des solutions plus ou moins officieuses sont mises en application. En Grande-Bretagne où il a été décidé que l'on ne traiterait plus par hémodialyse les personnes de plus de 65 ans, mais aussi en Suède où les transplantations d'organes les plus coûteuses ne sont plus pratiquées sur les personnes âgées de plus de 65 ans...

Ne vous indignez pas. En 2050, d'après une série de projections réalisées par Futuribles, la population française aura subi un vieillissement important. Les projections basées sur des hypothèses de fécondité de 1,5 1,8 et 2,2 impliquent toutes les trois un vieillissement, une « France ridée ». Aux Etats-Unis on estime que les plus de 65 ans pourraient représenter près de 20 % de la population totale dans 75 ans. Or ce sont les « anciens » qui sont les plus grands consommateurs de soins médicaux et surtout des plus onéreux d'entre eux. Ce fait, combiné au phénomène du vieillissement et de l'augmentation de la longévité, va provoquer une progression fulgurante des dépenses de santé et d'hygiène. Ces dépenses qui représentaient 5,4 % de la consommation des ménages en 1950, 14 % en 1975, devraient atteindre 20 % en 1985 d'après l'INSEE et pourraient absorber la totalité du produit

national français dès l'an 2 000 (1). Même constatation aux Etats-Unis où l'on ajoute que la progression actuelle (doublement tous les cinq ans) se poursuivra probablement.

A l'heure où les politiciens promettent des réductions d'impôts, les citoyens accepteront-ils cette croissance sans fin des dépenses de santé ?

Il est paradoxal de constater qu'à une époque où nous avons de plus en plus de moyens pour sauver une vie humaine, l'alternative qui semble s'imposer s'inscrit en termes négatifs : euthanasie d'État (avec quels garde-fou ?) ou « guerre des âges ». Une troisième voie n'est-elle pas à chercher du côté du contrôle des technologies trop sophistiquées, de la limitation des traitements dont le coût se chiffre en centaines de milliers de francs ?

Aucune société ne pouvant supporter les coûts croissants de ses dépenses de santé, il est urgent de se demander s'il faut exploiter systématiquement les succès et les percées de la science, alors même que ceux-ci nous conduisent à des conflits majeurs. Pourquoi ne pas entreprendre dès aujourd'hui une réflexion sur les buts de la recherche médicale ?

(1) Paul Etienne BARAL.- « L'extension indéfinie des dépenses de santé ».- in *Futuribles*, N° 19, janvier 1979.

Micro-ordinateurs

D'après une dernière étude d'International Data Corporation (IDC) publiée dans la série Euro-

péenne « Eurocast », le marché Européen des micro-ordinateurs devrait connaître un taux de croissance moyen de 53 % de 1979 à 1983. Cette croissance se traduira par un parc installé de 1 200 000 machines en 1983. 78 000 micro-ordinateurs seront livrés en 1979 et ces livraisons atteindront le chiffre de 420 000 en 1983.

Le secteur gestion se développera à un taux de croissance annuel moyen de 60 % avec 750 000 unités installées à la fin 1983 dont 30 % en Allemagne de l'Ouest, 25 % en Grande-Bretagne, 13 % en France seulement.

Le secteur Education devrait connaître un taux de croissance annuel moyen de 68 %. Ce chiffre doit cependant être analysé par rapport au montant faible des livraisons en 1979 6 000 micro-ordinateurs.

Le secteur scientifique avec un taux de croissance annuel moyen de 36 % représentera 250 000 unités installées fin 1983 dont Allemagne de l'Ouest 27 %, France 18 %, Grande Bretagne 16 %.

Le secteur « Hobby » devrait comparativement se développer plus lentement avec un taux de croissance de 35 % et atteindre 103 400 micro-ordinateurs installés fin 1983, dont Allemagne de l'Ouest 32 %, Grande Bretagne 22 %, France 14 %.

(Rapport disponible au prix 1980 : 9 360 F H.T.)
(IDC France, 39, avenue des Champs-Élysées, 75008 Paris).

Réunions Futuribles

18 mars : Table-ronde avec Aurelio Peccei sur « **les perspectives du développement mondial** », à partir de son dernier ouvrage « 100 pages pour l'avenir ».

Avec la participation de : MM. Mahdi Elmandjra (Professeur, Université Mohamed V, Rabat), Federico Mayor (Directeur à la Direction Générale de l'UNESCO), Louis Sabourin (Directeur du Centre de Développement de l'OCDE), Rainer Steckan (Directeur du Bureau Européen de la Banque Mondiale).

(17 h 30, au siège de Futuribles : 55, rue de Varenne, 75007 Paris).

20 mars : Conférence-débat sur « **les enjeux socio-économiques majeurs de la France à l'horizon 2000** », animée par Hugues de Jouvenel dans le cadre de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Melun.

2 avril : « **Energie et région** ». Table-ronde introduite par MM. Michel Morin (chargé de Mission à la DATAR) et Damien Borot (Chargé de Mission au SESAME/DATAR). Avec la participation de MM. Jean-Pierre Bonaïti et Jacques Girod (Institut Economique et Juridique de l'Energie) et de M. Jean-Michel Chasseriaux (Ministère de l'Industrie).

(17 h 30, au siège de Futuribles).

23 avril (10 h - 18 h) : Séminaire, organisé en coopération avec le Centre d'Action pour la Productivité dans l'Assurance sur « **les perspectives socio-démographiques en France, leurs conséquences sur le plan de l'épargne et des systèmes de retraite** », avec la participation de MM. Babeau (CREDOC), Calot (INED), Paillat (INED), Ramoff (Ministère de la Santé), Rosa (Université de Nanterre), Strauss Kahn, Madame Sullerot.

5 mai (à confirmer) : Table-ronde sur « **les perspectives de développement du Brésil** ».

(17 h 30, au siège de Futuribles)

8 mai (à confirmer) : « **Le potentiel de développement des énergies locales** ». Journée d'étude organisée en coopération avec l'Association des Ruralistes de France à Caen.

Pour tous renseignements et inscriptions :

Futuribles, 55, rue de Varenne, 75007 Paris. Téléphone : 222.63.10.

Analyses critiques

GRAPIN, Jacqueline. — *Radioscopie des Etats-Unis : de la chute de Saïgon à la prise de Kaboul.* — Paris, Calmann-Levy, 1980. - 353 pages.

Cet ouvrage, manifestement destiné à un public français, est rempli de faits, de commentaires et d'explications qui, pour un lecteur américain sont évidents. Là n'est donc pas l'intérêt principal du livre. Pour le lecteur américain avisé, ce qui compte vraiment c'est cette perspective essentiellement européenne et même très française qui nous permet d'obtenir une image de nous-mêmes et de nos rapports avec les autres, bien différente de celle à laquelle nous sommes habitués. Cette Amérique « grand enfant » et « narcissiste » à laquelle Jacqueline Grapin fait allusion, a d'elle-même une image très précise, renvoyée par le miroir de sa propre presse, de ses dirigeants et de la vision culturelle qui lui est propre. Tout le monde sait bien que l'image que nous voyons dans le miroir n'est pas conforme à celle que les autres reçoivent. Jacqueline Grapin nous offre donc l'unique expérience de nous percevoir, ne serait-ce que pour un instant, à travers le regard de « l'autre ».

D'un œil lucide, parfois sévère mais non dépourvu de chaleur, Jacqueline Grapin dresse le bilan des Etats-Unis au terme d'une décennie houleuse, pleine de contradictions, de tiraillements, de frictions et montre que l'Amérique en crise de croissance doit essayer de faire le point quant à sa situation par rapport à elle-même et par rapport au reste du monde. Lire ce livre, c'est revivre en condensé les débats entre « faucons » et « colombes » sur la validité des accords de SALT II, sur le projet MX, sur les bombardiers B1 ; c'est écouter d'une oreille la rhétorique orgueilleuse qui affirme une fois de plus : « nous sommes quand même toujours les plus forts » et entendre de « l'autre » que la question ne se pose même plus, que la parité (sinon l'infériorité) est une réalité dans nos relations avec l'URSS ; c'est revivre l'indignation de l'Américain moyen quand il paie un dollar vingt cinq à la pompe pour quatre litres d'essence et se faire rappeler par « l'autre » que les Etats-Unis « ...en principe le pays le moins dépendant en énergie de tout l'Occident

puisqu'ils possèdent sur leur territoire des ressources naturelles que les autres n'ont pas... [continuent] à préserver celles-ci et à augmenter leurs importations de pétrole pendant que leurs partenaires se [voient] contraints de réduire les leurs, » (p. 57) ; c'est revivre la campagne électorale de Jimmy Carter, ce « cultivateur de cacahuètes », se rappeler ses promesses : « je ne vous mentirai jamais... » et voir cet homme plein de droiture et de bonnes intentions, tiré à hue et à dia, assailli, meurtri par des situations qui évoluent trop vite dans un monde de plus en plus complexe et interdépendant ; c'est enfin contempler notre nouveau président, « l'acteur », poussé par une vague conservatrice dont l'ampleur était inattendue et se faire rappeler par « l'autre » qu'aux Etats-Unis « ...les grands talents et les grandes passions s'écartent en général du pouvoir, afin de poursuivre la richesse ; et il arrive souvent qu'on ne se charge de diriger la fortune de l'Etat que quand on se sent peu capable de conduire ses propres affaires » (p. 66). Et l'on pourrait continuer ainsi pendant longtemps. Les exemples abondent !

L'avantage de ce livre, c'est qu'il nous donne, selon l'une ou l'autre des deux métaphores, une audition « stéréophonique » ou une vision des choses « binoculaire » : les deux yeux perçoivent des images différentes du même objet - c'est le cerveau qui fait la synthèse.

Le vaste panorama de la vie intérieure des Etats-Unis, la deuxième partie du livre, qui décrit les tensions constantes entre les idéaux de liberté et d'égalité et leurs conséquences sociales dans le domaine de l'éducation (*busing*), des mœurs (pornographie juvénile), des problèmes urbains (drogue, crime...), et qui montre les contradictions apparentes du système de libre entreprise et du « Welfare State », dont Chrysler est le symbole le plus marquant, ne nous est que trop familier. Par contre, la troisième partie qui traite des trois défis qui font face aux Etats-Unis : celui de l'Union Soviétique, du tiers-monde et de l'Asie, nous offre un point de vue nouveau sur certaines de ces questions. Par exemple, l'hypothèse d'une « *connivence tacite* » entre les Etats-Unis et l'URSS quand il s'agit de « détenir ensemble le monopole du contrôle de la paix et de la guerre mondiale » (p. 181) n'est certainement pas, chez nous, offerte à la consommation publique. Non plus celle, plus rassurante, de la flexibilité des options américaines, plus particulièrement dans le domaine économique, quand il faut faire face au système soviétique impérialiste et militaire. Le défi que la pauvreté du tiers-monde présente pour les Etats-Unis est aussi une question sur laquelle le lecteur attentif devrait se pencher, dans ce pays qui tend de plus en plus à l'isolationnisme et où l'ignorance de l'homme de la rue, ne serait-ce qu'en matière de géographie mondiale, laisse parfois rêveur. Ce narcissisme étroit défie

l'imagination quand on pense aux récents débats du Sénat, à propos de la confirmation de William P. Clark comme député secrétaire des affaires étrangères ! Cette « ignorance crasse » du monde au-delà de nos frontières, ne fait que confirmer la nécessité, pour les Etats-Unis, de s'ouvrir au monde extérieur. Quant à l'Asie, Dieu merci, on commence à connaître ! Si la Chine reste encore un point d'interrogation, la dure réalité de l'abondance et de la qualité des exportations nippones se fait sentir de jour en jour dans le domaine économique et la possibilité du Japon comme partenaire plus actif dans le système international de sécurité devient de plus en plus souhaitable du point de vue politique.

C'est la quatrième partie du livre, « Vers un nouveau nationalisme », qui pour nous est la plus passionnante. Jacqueline Grapin retrace les mouvements historiques d'oscillation entre « le repli et l'aventure », « l'isolationnisme et l'expansionnisme » (p. 257). Serions-nous au seuil, comme le suggère l'auteur, d'un moment unique de l'histoire de ce pays où le processus dialectique finirait par aboutir à une nouvelle synthèse : le Nationalisme Mondial !

Aujourd'hui, les otages Iraniens sont de retour et l'Amérique, exaspérée par ses déboires constants à l'étranger et en quête de rares satisfactions, leur a fait, dans un sursaut de patriotisme extraordinaire, une réception exaltée (une pilule assez amère pour les vétérans du Vietnam !). Ronald Reagan est à la Maison Blanche, et ses préoccupations majeures sont de crever l'abcès de la crise économique, d'équilibrer le budget, d'augmenter la défense et d'affermir sa position vis-à-vis des Soviétiques. Ce que l'avenir nous réserve, nul ne le sait. Ce qui est certain c'est que, quoiqu'il arrive, nous espérons que Jacqueline Grapin voudra bien nous faire bénéficier de son talent et de son expertise dans un prochain ouvrage qui nous donnera lui aussi l'avantage de nous percevoir, une fois de plus, à travers le regard de « l'autre ».

Michèle Geslin Small.

Northland College, Wisconsin. USA.

MAILLARDET, Thierry. VIEILLARD, Jean-Michel. — *L'indépendance énergétique de la maison.* — Paris, Ed. Eyrolles, 1980. - 185 p.

« L'indépendance énergétique de la maison ». Un titre qui attire immédiatement l'attention. L'ouvrage justifie-t-il cet intérêt ?

Le besoin impérieux, par-delà les préoccupations nationales ou internationales, de réduire notre dépense personnelle d'énergie, a suscité récemment de nombreuses publications.

On pourrait les classer sommairement en deux catégories :

D'une part, des comptes rendus d'expériences, œuvres d'inventeurs ou de prosélytes, acceptant des contraintes de mode de vie et rendant délicate la transposition dans les dix millions de maisons individuelles recensées en France.

D'autre part, des essais de vulgarisation, pêchant bien souvent par manque d'exactitude, ou plutôt dont l'enthousiasme novateur laisse pour compte les modalités techniques de réalisation.

Il manquait un ouvrage qui soit à la fois un document de base, et une source de références.

C'est ce que nous trouvons, avec « L'indépendance énergétique de la maison ».

Ses auteurs exercent leur activité professionnelle dans le domaine de l'aide au développement rural. Ils ont vite compris qu'un des critères de ce développement était la maîtrise de la contrainte énergétique, sous ses aspects techniques et économiques.

Leur activité leur a permis d'assortir leur compétence de la connaissance de nombreuses réalisations pratiques.

Ils ont su faire le tri entre ce qui était utile et ce qui ne l'était pas, et surtout, entre ce qui était fiable et ce qui ne l'était pas.

Nous nous trouvons en présence d'un document rigoureux, qui évite cependant tout hermétisme. Il n'est pas une notion technique à laquelle il soit fait allusion, sans qu'elle ne nous ait été, au préalable, expliquée.

Le contenu ?

Il est d'abord procédé à l'étude de l'environnement de l'habitat (site, conditions météorologiques). C'est en effet elle qui permettra de juger quelles ressources énergétiques sont disponibles. Nous apprenons comment connaître l'ensoleillement, le débit d'un cours d'eau...

Puis sont exposés, de façon exhaustive, mais encore une fois compréhensible pour le profane, les différents modes de production de l'énergie, et également de stockage ; on manque généralement d'informations sur ce dernier point.

Enfin, une troisième partie nous renseigne sur les besoins en énergie de l'habitat. On ignore, par exemple, souvent sa consommation d'eau chaude. Les éléments d'appréciation que l'on trouvera dans ce domaine, permettront de juger utilement de l'intérêt d'un chauffe-eau solaire. Il en est de même pour le chauffage, les appareils ménagers...

Mais l'ouvrage vaut également autant par ses annexes pratiques, que par le contenu didactique que nous avons évoqué :

En effet, ces annexes regroupent, outre une masse d'informations généralement éparées, un recensement extrêmement précis, et très à jour

(fin 1980), de tous les fabricants de matériels, classés par catégorie : capteurs solaires, éoliennes, micro-centrales hydrauliques, chaudières selon les combustibles utilisés, bois, paille...

Cette liste, comportant adresses et téléphones, est très exacte - nous avons vérifié - et permet de savoir qui contacter pour passer à la mise en œuvre pratique des conclusions que l'on ne manquera pas de tirer des possibilités d'utilisation de ressources énergétiques.

La possession de cet ouvrage est donc indispensable à qui s'intéresse, à titre personnel ou professionnel, à la diminution des dépenses d'énergie dans l'habitat.

A travers une présentation rigoureuse, il réussit une double performance :

- il rappelle brièvement les grandes notions techniques auxquelles il fait référence, et contient tous les détails nécessaires,
- il s'adresse à la fois au propriétaire de maison individuelle et au professionnel qui le consultera fréquemment.

Patrick de Beaurepaire.

Comptes rendus

• Berg, Eugène. — *Non alignement et nouvel ordre mondial*. — Paris, Puf, 1980. - 182p.

Après quelques années de coexistence dite « pacifique », le monde semble à nouveau sombrer dans l'ère des conflits. Les relations internationales se figent dans le cycle infernal des rivalités et les deux supergrands ne démissionnent pas de leur domination du monde. Pourtant, depuis maintenant vingt-six ans, un groupe de pays, tous en voie de développement, a assez d'aplomb pour leur remettre en cause cet état de fait : ils appartiennent tous au mouvement des non-alignés, ils militent en faveur de la dépoliarisation du monde, de la paix universelle et de l'instauration d'un nouvel ordre économique international. Voilà donc un livre qui dans une optique universitaire, par son analyse approfondie, offre de nouvelles perspectives à l'étude des relations internationales.

On a souvent reproché au mouvement des pays non-alignés -et c'est surtout le fait de l'Occident- le manque de rigueur dans l'affirmation de ses principes, la non-application de ceux-ci et les trop nombreuses divergences intervenant entre ses membres (qu'y a-t-il de commun en effet entre l'Egypte de Sadate et Cuba de Fidel Castro ?).

La définition des critères d'appartenance au mouvement est en fait assez floue pour en permettre une interprétation élargie aux pays membres. Etant données les divergences tant idéologiques, géo-politiques ou économiques survenant entre eux, le Mouvement, s'il veut persister, se doit de leur laisser une marge de manœuvre telle qu'ils puissent s'écarter de la stricte application de ces critères sans pour autant remettre en cause l'existence du non-alignement. Ceci explique la résolution prise lors de la conférence de Lusaka, en 1970, de

faire de l'instauration d'un nouvel ordre économique international la priorité première du Mouvement. Le nouveau partage économique du monde devrait permettre aux non-alignés un développement économique plus harmonieux et moins dépendant, les dégageant des multiples contraintes pesant sur eux, sources de leurs divergences. Qui plus est, la persistance du Mouvement malgré de tels désaccords, est déjà le signe indéniable de sa maturité sinon de sa réussite. Et l'auteur de renvoyer la balle aux deux grands : Moscou et Washington, malgré des moyens de pression dont ne disposent pas les non-alignés, n'ont pas été beaucoup plus brillants pour maintenir la cohésion au sein de leurs blocs respectifs.

Il n'empêche que les non-alignés doivent rester dans les limites du raisonnable : que la Havane, au nom de « l'alliance naturelle » avec le camp socialiste, obtienne la présidence du Mouvement en 1979 a déjà paru suspicieux ; mais que le Vietnam, malgré une intégration totale au bloc soviétique, reste membre du Mouvement, voilà qui risque de devenir inacceptable pour un groupe de pays dont le principe fondateur est la non-appartenance à aucun des deux blocs.

Malgré ses nombreux conflits internes, dans la mesure où il a conduit à une effective dépoliarisation des relations internationales, le Mouvement des non-alignés a remporté une première victoire. Et si l'on admet qu'il n'est pas de paix universelle sans universalisation des relations internationales, voilà qui pourrait rassurer nos esprits craintifs.

Ceci étant dit, ne cherchons pas de prise de position dans ce manuel universitaire, il n'y en a pas. Eugène Berg a pris le parti d'une présentation objective du non-alignement, il l'étudie en tant que réalité significative de la scène internationale, et tente de dépassionner le débat, sur lequel trop d'avis contraires se sont acharnés.

Jean de Miscault

- Sewell, John and the staff of the Overseas Development Council. — *The United States and World Development : Agenda 1980*. — September 1980, Praeger Publishers, Washington. - 256p.

Les hommes politiques aussi bien que le public des Etats-Unis et d'autres pays industrialisés doivent prendre conscience du fait que la coopération avec les pays en voie de développement pendant les années 80 est extrêmement importante s'ils veulent résoudre leurs propres problèmes de croissance lente, de chômage et d'inflation.

Les problèmes économiques et sociaux examinés dans *Agenda 1980* du point de vue : commerce, production, politique monétaire, investissements, énergie, nourriture, santé, emploi, et migrations internationales, illustrent le fait que bien des problèmes initialement conçus comme étant le fait des pays pauvres du monde se sont transformés en un défi qui se pose aux pays riches aussi bien qu'aux pays pauvres.

Pour retrouver une croissance équilibrée et la maintenir, pour éliminer les aspects les plus rebutants de la pauvreté d'ici la fin de ce siècle, les pays développés ainsi que les pays en voie de développement devront se mettre d'accord sur un certain nombre de priorités et d'actions en commun, et devront améliorer leurs relations houleuses qui mettent en péril le bien-être des peuples du monde.

L'Agenda 1980 montre pourquoi les Etats-Unis ont besoin d'une politique de coopération dans le développement beaucoup plus étendue et en montre les directions principales, reconnaissant que le besoin le plus urgent de tous les pays est d'éviter la détérioration croissante de la situation économique globale. Cet ouvrage propose un programme d'action à court terme qui va dans la ligne des besoins à long terme des pays développés et des pays en voie de développement, mais qui est réalisable, même dans l'environnement économique et politique actuel.

Michèle Geslin Small.

- Howe, James W. Tarrant, James J. — *An Alternative Road to the Post-Petroleum Era : North South Coopération*. — Washington, July 1980, Praeger Publishers. - 80 p.

Dans un monde qui est de plus en plus interdépendant, l'indépendance de l'énergie sera de plus en plus difficile - si ce n'est impossible - à atteindre pour les pays industrialisés (dont beaucoup dépendent de l'importation du pétrole encore plus que les Etats-Unis). En même temps la consommation d'énergie du tiers-monde va probablement doubler dans les

deux décennies à venir. Ce faisant, les pays en voie de développement doivent faire une « double transition » : d'abord vers une utilisation plus importante du pétrole, ensuite vers des sources d'énergie alternatives.

Beaucoup de ces pays se demandent s'ils peuvent passer directement des carburants traditionnels tels que le bois, à ceux qui succéderont au pétrole.

Dans cette étude, les auteurs examinent les caractéristiques énergétiques des pays en voie de développement et leurs options. Ils recommandent la participation des pays développés pour résoudre les problèmes de l'énergie du tiers-monde (investissements dans les sources d'énergie conventionnelles aussi bien que dans celles qui sont renouvelables, recrudescence d'investissements dans les technologies appropriées aux contextes des pays du tiers-monde et assistance à ces pays dans leurs efforts pour obtenir l'information qui concerne leur usage de l'énergie et leur propre potentiel).

Les auteurs pensent qu'il est dans l'intérêt politique et économique de chaque nation, d'adopter une stratégie pour l'énergie qui soit sûre, stable et au coût le moins élevé, et que tous les pays - développés et en voie de développement - ont un intérêt commun à trouver assez d'énergie pour tous afin d'effectuer la transition à l'ère qui suivra celle du pétrole.

M.G.S.

- Nye, Joseph S. et al. — *Energy And Security*. — Ballinger Publishing Company, December 1980. - 489 p.

Un groupe de spécialistes sur l'énergie et la politique étrangère de l'université de Harvard avec comme co-éditeur Mr. Joseph S. Nye (auparavant au ministère des affaires étrangères) se penche sur la question du pétrole. Ce livre pousse le problème au-delà des considérations purement économiques et pratiques, jusqu'au niveau de la sécurité nationale des Etats-Unis. De nos jours disent-ils, deux cinquièmes du pétrole consommé par le monde libre sont vulnérables au terrorisme, aux accidents, à la guerre et à l'extorsion. Ce livre blâme les dirigeants de l'Ouest pour avoir manqué de prendre en main ce qu'ils appellent « une menace constante et sévère à la paix mondiale ». N.B. Une étude semblable va être bientôt publiée par un groupe de spécialistes de l'université de Georgetown sous la direction de Charles K. Ebinger.

M.G.S.

- Gross, Bertram. — *Friendly Fascism : the New Face of Power in America*. — M. Evans Publishing Co., 1980. - 46 p.

D'après Gross, les Etats-Unis pourraient succomber à une forme croissante et subtile de fascisme, mais d'un fascisme uniquement américain. Ce « Fascisme avec un sourire » proviendra probablement du pouvoir établi, sans qu'il soit nécessairement de l'extrême droite ou de l'extrême gauche. Gross pense que ce fascisme sympathique peut être évité, si la population se rend compte du danger et agit pour promouvoir la vraie démocratie. Dans la dernière section du livre, il offre quelques suggestions quant à la façon d'arriver à une vraie démocratie.

- Castarède, Jean. Sur, Jean. — *La Communiculture*. — Paris, Ed. Stock, Monde Ouvert, 1980. - 296 p.

La Communiculture n'est pas une nouvelle théorie de la culture : c'est plutôt un signe des temps puisque « ce qui mérite d'être appelé culture est ce qui permet aux hommes de mieux communiquer », et que « toutes les formes de culture sont civilisatrices ».

Jean Castarède et Jean Sur donnent ici un témoignage de la culture vécue à travers le passé (les expériences personnelles ou historiques) grâce au présent (les démarches et les politiques culturelles de la France aujourd'hui) et par les espérances de demain : la « mémoire du futur ou le goût du monde à venir » qui laissent deviner la naissance de cette communiculture.

La révolution culturelle se fait, de manière irréversible, mystérieux travail de l'esprit plus que de la rationalité, qui montrera l'absurdité de l'opposition Affectif contre Rationnel, qui poussera chacun à communiquer et à s'engager personnellement, qui témoignera de

l'importance de l'individualité contre l'individualisme, et qui, expression de la communication, fera trouver en soi la générosité d'une parole brisant la complicité du silence institutionnel.

Simplicité, spontanéité et expression par la communication engendreront alors une nouvelle culture de liberté et de création...

- **Scott, Bruce R. Mc Cormick, Janice.** — « *La planification française : l'expérience des années 70 et les perspectives pour les années 80* ». — in *Chroniques d'actualité de la SEDEIS*, Tome XXIV n° 4, 15 février 1981. - pp. 138-152.

Les auteurs, respectivement Professeur d'administration des entreprises et Research Fellow à la Harvard Business School, portent un regard critique sur la planification en France. Après avoir analysé l'histoire de cette planification au cours des années 50-60, ils estiment qu'au cours des années 70, les planificateurs ont dû affronter 3 défis :

- substituer une perspective mondiale à une perspective franco-française ;
- trouver une méthodologie appropriée aux chocs extérieurs et aux ruptures des années 70 et 80 ;
- trouver le moyen d'analyser un avenir où les perspectives en matière de croissance, d'emploi et d'élévation du niveau de vie sont sombres.

Pour les deux auteurs américains, si les planificateurs français ont largement surmonté le premier de ces défis et réalisé quelques progrès vis-à-vis du second, ils ont échoué face au troisième. Toujours selon eux, deux changements sont nécessaires pour que la planification redevienne un outil d'aide à la décision : l'un est politique, l'autre organisationnel et à cet égard, le problème de fond est plus politique que technique : il ne se résoudrait que si le gouvernement décidait qu'une « bonne pédagogie » des réalités économiques est politiquement avantagieuse.

- **Lewis, Arthur W.** — *L'ordre économique international, fondements et évolution.* — Paris, Ed. Economica, 1980. - 72 p.

L'auteur, prix Nobel de sciences économiques en 1979, reprend ici tout en les développant deux conférences données par lui en 1977 à l'Université de Princeton. Ce faisant, il se livre à la genèse de l'ordre économique actuel et analyse les modalités de sa création, ainsi que les transformations qu'il a connues. Quatre axes structurent cette analyse des rapports entre le tiers-monde et les pays industrialisés :

- la division du monde entre exportateurs de produits de base et exportateurs d'articles manufacturés ;
- l'existence de termes factoriels de l'échange défavorables à la production du tiers-monde ;
- la sujétion du tiers-monde à l'égard des pays nantis en matière de financement ;
- l'état de dépendance du tiers-monde vis-à-vis des pays industrialisés pour assurer sa croissance.

L'auteur privilégie une démarche historique et analytique, ne faisant qu'évoquer en « post-scriptum » la thérapeutique qu'il juge souhaitable.

- **Ministère de l'Industrie.** — *Energie, la voie française.* — Paris, la Documentation Française, 1980. - 175 p.

Présentation détaillée de la politique énergétique menée par les pouvoirs publics français, avec de nombreuses projections à l'horizon 1985 ou 1990. La limitation de la dépendance vis-à-vis du pétrole, une croissance sobre, des investissements pour la production d'énergie et pour le redéploiement énergétique dans l'industrie constituent les trois axes d'une politique qui représentent jusqu'en 1990 un investissement de 70 à 80 milliards de francs par an.

Vient de paraître

(extrait du bulletin mensuel de bibliographie prospective
réalisé par l'Association Internationale Futuribles)

- AL-CHALABI, Fadhil J. — *OPEC and the International Oil Industry: A Changing Structure*. — Oxford University Press — 1981.
- ARROYO, Gonzalo, sous la dir. de. — *Les firmes transnationales et l'agriculture en Amérique latine*. — Interventions du Colloque international organisé par le Groupe de recherches sociologiques (Université de Paris X — Nanterre), du 12 au 15 avril 1976. — Paris, Ed. Anthropos, 1981. — 256p.
- BEZOLD, Clément. — *The Future of Pharmaceuticals, the Changing Environment for New Drugs*. Pref. Alvin TOFFLER. — Washington D.C., Ed. Wiley Sons (A Wiley Medical Publication), 1981 — 142 p.
- CAMPBELL, Angus. — *The Sense of Well-Being in America: Recent Patterns and Trends*. — N Y, Mc Graw-Hill, Oct. 1980. — 263 p.
- DUBART, Jean-Charles. — *Energies: le grand tournant*. — Paris, Editions Sociales, 1981. — 232 p.
- From Dependency to Development: Strategies to Overcome Underdevelopment and Inequality*. — Edited by Heraldo Munoz. Boulder Co: Westview, Déc. 1980.- 300 p.
- GARRIC, Daniel. — *Les Dossiers du futur*. — Paris, Ed. Olivier Orban, 1981. — 472 p.
- GOSELIN, Gabriel. — *L'Afrique désenchantée. T.II: Théorie et politique du développement*. — Paris, Ed. Anthropos, 1981. — 351 p.
- LAGADEC, Patrick. — *Le Risque technologique majeur*. — Paris, Pergamon Press France, Coll. Futuribles, 1981. — 700 p.
- OCDE. — *Sciences sociales et décisions aux Etats-Unis. Etudes de cas*. — OCDE, Coll. Etudes du Centre de développement, série Documents. — 436 p.
- ODELL, Peter R.; ROSING, Kenneth E. — *The Future of Oil: A Simulation Study of the Inter-Relationship of Resources, Reserves and Use, 1980-2080*. — Londres, Ed. Kogan Page — 1981.
- PECCEI, Aurelio. — *100 pages pour l'avenir*. — Paris, Economica, 1981. — 175 p.
- RUTTER, Laurence. — *The Essential Community: Local Government in the Year 2000*. — Washington D.C. International City Management Association, Déc. 1980. — 163 p.
- SAINT-GEOURS, Jean. — *L'impératif de coopération nord-sud, la synergie des mondes*. — Paris, Dunod, 1981. — 124 p.
- SALOMON, Michel. — *L'avenir de la vie*. — Préf. d'Edgar Morin. — Paris, Ed. Seghers, Coll. Les visages de l'avenir, 1981. — 432 p.
- VAUGHAN, Michalina et alii. — *Social change in France*. — New York, Saint Martin's Press, April 1980. — 224 p.
- VIANES, André. — *La raison économique d'Etat*. — Presses Universitaires de Lyon, Coll. Sciences des systèmes, 1981. — 464 p.

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner à Futuribles, 55, rue de Varenne, 75007 Paris

NOM PRÉNOM.....

ORGANISATION (ou PROFESSION).....

ADRESSE.....

..... TÉLÉPHONE.....

Vous prie d'enregistrer abonnement(s) à la revue FUTURIBLES
au prix unitaire annuel de :
France : F.F. 230,—, Etranger : F.F. 250,—
à partir du : 1^{er} janvier 19 *
1^{er} juillet 19 *

- Tarif bienfaiteur : F.F. 500,— ou plus.
- Envoi par avion sur demande : port en sus.

RÈGLEMENT (*raier les mentions inutiles*) :

- ci-joint par chèque bancaire ou postal libellé à l'ordre de FUTURIBLES ;
- par virement bancaire (Crédit Lyonnais X 424, 205, bd Saint-Germain, 75007 Paris, compte n° 6171 Y) ou postal (PARIS 18 856-35 J) ;
- sur envoi d'une facture.

DATE.....

SIGNATURE :

* Cocher la case correspondante.

P.S. — Des conditions spéciales sont réservées aux membres de l'Association Internationale Futuribles (renseignements sur demande).

Association Internationale Futuribles

Fondateur : Bertrand de Jouvenel ; Président : Philippe de Seynes ;
Délégué Général et Secrétaire Général : Hugues de Jouvenel

Objectifs

- Agir comme centre de documentation pour les études sur l'avenir à moyen et long terme : inventaire et évaluation des recherches, collecte et analyse des données, élaboration d'études comparatives et de rapports de synthèse.
- Identifier — avant qu'ils ne deviennent brûlants — les problèmes-clefs de demain : études et recherches sur les différentes évolutions possibles et sur les actions à entreprendre pour éviter les dangers prévisibles, saisir les opportunités qui se dégagent et s'adapter aux transformations irréversibles.
- Assurer une confrontation permanente entre les différentes équipes de recherche et les centres de décision, et faciliter l'échange entre personnes de disciplines, d'idéologies et de pays différents qui — par les faits qu'ils relatent, les idées et les opinions qu'ils avancent — peuvent aider à la compréhension du monde contemporain et aux défis du futur.
- Diffuser les résultats de ces réflexions et de ces recherches par l'édition de livres, revues, bulletins...

Fonction vigie

- **Bibliographie prospective.** Bulletin mensuel d'analyse bibliographique sur les principales études prospectives réalisées dans le monde.
- **Actualités prospective.** Bulletin mensuel sur les idées et les faits porteurs d'avenir.
- **Synthèse et évaluation de la recherche.** Recension, et évaluation des travaux de prospective, réalisées par thème ou par pays sur contrat.

Etudes et Recherche

- **L'avenir de l'Etat protecteur et les formes alternatives de protection et de régulation sociale.**
- **Les innovations technologiques et sociales : leurs impacts sur la création de nouveaux emplois.**
- **Prospective des besoins et des approvisionnements de l'Europe en matières minérales et végétales :** approvisionnement, économies de matières premières, stratégies de négociation.
- **Evolution des modes de vie :** au travers notamment d'enquêtes, de monographies familiales et de travaux de synthèse.
- **La prospective au service de l'action :** nécessité et opérationnalité de la prospective, évaluation des méthodes...

Rencontres

L'Association Internationale Futuribles organise régulièrement des **tables-rondes, séminaires et conférences internationales** dont le programme est disponible au secrétariat.

Edition

- Une **revue mensuelle** d'analyse, prévision, prospective : Futuribles 2000.
- Trois **bulletins périodiques** d'information : Actualités prospective, Bibliographie prospective, Futuribles newsletter.
- Des **livres** en anglais et en français.

Renseignements, adhésion, abonnement :

55, rue de Varenne. F-75007 Paris. France. Téléphone (1) 222.63.10 +

Michel Grenon	3	<i>Perspectives énergétiques mondiales</i>
Gérard Maarek	26	<i>Quelques réflexions sur le programme énergie de l'IIASA</i>
Jean-Michel Chasseriaux	33	<i>Energie-PNB : une croissance sobre est-elle possible ?</i>
Geneviève McInès	48	<i>Les économies d'énergie. Analyse comparée des politiques allemande, britannique et française</i>
Jean Haëntjens	65	<i>Energie-Emploi</i>

Forum

Damien Borot	75	<i>Energie et régions. Production et consommation : perspectives 1985-2000</i>
--------------	----	--

Futur-informations

87	<i>Les nouvelles de la prospective</i>
89	<i>Les actualités prospectives</i>

Bibliographie

95	<i>Analyses critiques</i>
99	<i>Comptes rendus</i>
101	<i>Vient de paraître</i>