

# Expertise et exploration du futur : le cas des consommations d'énergie

**Quel que soit le contexte des explorations du futur, l'affichage de niveaux probables de consommation d'énergie peut être lourd de conséquences financière, économique ou politique, car il renforce des partis pris, cautionne des choix, étaye ou désarme des interventions de la puissance publique. La plupart des experts en sont tout à fait conscients. Toutes les précautions d'analyse ne suffisent pourtant pas toujours à éclairer correctement les diverses configurations possibles de la consommation énergétique.**

**par Jean-Marie Martin  
IEPE  
(CNRS-Université de Grenoble)**

**R**isque de défaillance de l'entreprise électrique qui ne programme pas avec une anticipation suffisante ses investissements de production et de transport, risque économique

de l'entreprise gazière contrainte de signer un contrat « take or pay » ou de l'entreprise pétrolière aux prises avec de lourds projets de production offshore : autant de raisons qui incitent les entreprises énergétiques à inclure des prévisions de consommation aussi fiables que possible dans la préparation de leurs choix d'investissement.

Mais les Etats nationaux ne sont pas en reste. Bien avant le premier choc pétrolier (1973), la plupart d'entre eux se sont inquiétés des risques associés à une excessive vulnérabilité de leur approvisionnement ou d'une insuffisante coordination des entreprises énergétiques. A leur tour, ils se sont lancés dans des prévisions périodiques de consommation d'énergie à l'horizon de dix ou quinze ans. Les exercices quadriennaux, puis quinquennaux, du Commissariat général du Plan, en France, en sont une bonne illustration. L'intérêt porté aux consommations d'énergie à long terme ne s'arrête cependant pas aux frontières des Etats nationaux. Très tôt, les entreprises se sont dotées de forums internationaux, tels le Conseil mondial de l'énergie qui, tous les trois ans, publie des perspectives de consommation d'énergie à très long terme (30 ans et plus). Puis des organismes internationaux comme l'Agence internationale de l'énergie ou l'Union européenne ont suivi le mouvement, surtout lorsque ces perspectives sont devenues des enjeux de relations politiques internationales avec les menaces de ruptures des approvisionnements puis de risques majeurs,

technologiques (nucléaire) ou climatiques (effet de serre).

Quel que soit le contexte de ces explorations du futur (1), l'affichage de niveaux probables ou même possibles de consommation peut être lourd de conséquences financière, économique ou politique, car il renforce des partis pris, cautionne des choix, étaye ou désarme des interventions de la puissance publique. La plupart des experts en sont tout à fait conscients. Ils font appel, dans les tâches qui leur sont confiées, aux techniques d'analyse les plus performantes (modèles de simulation, par exemple) et aux sources d'information les plus fiables. Mais toutes ces précautions ne suffisent pas toujours à éclairer correctement les diverses configurations possibles de la consommation d'énergie. Quelques expériences assez variées permettent de discerner les difficultés les plus fréquentes que rencontre l'expertise dans ce domaine.

## **L'expertise au service d'une stratégie d'entreprise**

Les prévisions de consommation d'électricité à moyen (5 ans) et long terme (10 à 15 ans) d'Electricité de

---

(1) Volontairement, nous remplaçons le terme précis de prévision par celui beaucoup plus vague d'exploration du futur afin de prendre en compte tous les cas de figure, comme exposé dans la dernière partie de l'article.

France ont longtemps fait figure de modèle du genre. Dès lors, comment expliquer la prévision, faite au cours de la deuxième moitié des années soixante-dix, d'une consommation de 450 TWh en 1990, alors qu'en réalité elle n'a pas dépassé les 350 ? Certes, le

premier choc pétrolier avait rompu toutes les régularités sur lesquelles s'appuyaient les prévisions antérieures. Il est cependant exclu que les experts de l'entreprise, dont la haute qualification est bien connue, n'aient pas décelé les saturations et les inflexions de tendance à l'œuvre depuis la fin des années soixante. D'autant qu'au même moment, des universitaires infiniment moins bien outillés qu'eux anticipaient des évolutions beaucoup plus proches de ce qui s'est réellement passé (2).

La seule explication possible réside dans la soumission complète de l'exercice prévisionnel à la stratégie très volontariste de l'entreprise, elle-même issue d'une représentation du futur largement partagée par les cadres et le personnel. Construite à partir du milieu des années soixante, elle présentait une très forte cohérence, gage de son pouvoir de conviction (3) :

- la poursuite d'une vigoureuse consommation d'énergie (de l'ordre de 5 % par an à l'époque) est inexorable car unique moyen de rattraper les niveaux de vie américains qui exigent des consommations 4 à 5 fois plus élevées que celles de la France d'alors ;
- dans cette consommation, la part de l'électricité ne peut que s'élever pour atteindre 42 à 48 % en 2000, ce qui suppose qu'elle envahira les marchés des usages thermiques (d'abord domestique puis industriel) ;

- elle le peut et elle le doit parce qu'elle est l'unique vecteur capable de mobiliser toutes les autres sources d'énergie primaire, parmi lesquelles le nucléaire, non seulement compétitif mais seul à pouvoir prévenir les inévitables pénuries de fossiles.

La représentation est monolithique, mais on imagine sa prégnance sur les

responsables politiques au lendemain des menaces d'embargo et hausses de prix de 1973. Les conditions de sa

traduction en un programme d'investissement sont réunies en 1975, comme l'expose clairement l'un de ses principaux artisans (4). Dès lors, la prévision des consommations n'est plus que l'une des composantes de la stratégie d'entreprise. Elle vise aussi bien à impressionner les concurrents (pétroliers et gaziers mis à mal par les événements), qu'à confirmer les pouvoirs publics dans leurs choix et à capter l'opinion publique.

Les modalités et les résultats d'une telle expertise sont indissociables d'un contexte institutionnel particulier, à savoir une entreprise nationale investie d'une mission de service public, dotée d'un monopole territorial, intégrée verticalement, organisée selon un mode hiérarchique strict, lui-même épaulé par une étroite alliance entre direction et organisation syndicale majoritaire. Hors de l'entreprise, pas d'expertise contradictoire de la part de concurrents inexistantes ou d'une tutelle (ministère de l'Industrie) privée de moyens, sans parler des inévitables solidarités entre membres des grands Corps de l'Etat.

## L'expertise prisonnière des paradigmes dominants

Toutes les prévisions de consommation d'énergie à long terme ne sont pas destinées à préparer les décisions d'investissement d'une entreprise. Des industries ou des groupes d'intérêt peuvent s'y livrer pour justifier auprès des gouvernements et des opinions publiques le lancement de grands programmes de recherche-développement

susceptibles de modifier à long terme la structure des approvisionnements en énergie. C'est ce qu'ont entrepris, à partir du début des années cinquante, surtout aux Etats-Unis, les agences gouvernementales décidées à impulser le développement de l'énergie nucléaire. Ces efforts déboucheront, en 1956, sur la première Conférence des Nations Unies sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques, puis sur le programme « Atom for Peace » (5).

Parmi tous les exercices prévisionnels conduits dans cette perspective, l'un des plus remarquables est, sans aucun doute, celui que l'Atomic Energy Commission avait confié en 1950 à Palmer Putnam (6). Il s'agissait, sur la base d'une prévision de la consommation mondiale d'énergie à l'horizon 2000 et 2050 de dire si le monde aurait ou non

besoin de l'énergie nucléaire. L'étude de Palmer Putnam est d'abord une méticuleuse analyse des tendances de la consommation. Se méfiant à juste titre des extrapolations des évolutions passées - d'autant que la grande crise et la deuxième guerre mondiale les ont quelque peu malmenées - il construit ses perspectives de consommation en combinant des projections démographiques régionalisées et des projections de consommation utile d'énergie qui lui permettent d'inclure une hypothèse d'évolution des rendements d'utilisation de l'énergie. En outre, contrairement aux autres exercices prévisionnels de l'époque, il ne néglige pas les consommations de bois de chauffage,

(2) Institut Economique et Juridique de l'Energie - Alternatives au nucléaire, Grenoble, PUG 1975, 96 p.

(3) Laigroz Jacques - Energie et ressources naturelles. Premier colloque international sur l'aménagement du territoire et les techniques avancées, Paris, DATAR 1968, tome 2, 108 p.

(4) Boiteux Marcel - Haute tension, Paris, Edition Odile Jacob, 1993, 232 p.

(5) Bupp C Irvin and Derian Jean-Claude - Light Water. How the nuclear dream dissolved, New York : Basic Book Inc, 1978, 241 p.

(6) Putnam Palmer - Energy in the future, Princeton, D. Van Nostran Co, 1953, 556 p.

qui peuvent représenter jusqu'à 90 % de la consommation dans certains pays en développement.

Les résultats sont probants. D'un peu plus de 2 milliards de tep (tonnes équivalent pétrole) en 1950, la consommation mondiale d'énergie devrait atteindre 11,3 Gtep en 2000. A trois années de la fin du siècle, on peut estimer qu'elle avoisine 10 Gtep. Certes, la précision du chiffre ne doit pas masquer les phénomènes de compensation entre variables à effets opposés ou entre sous-périodes de temps. Il ne faut cependant pas trop en demander et, au total, le bilan serait plus qu'honorable, si l'exercice s'était arrêté là (7).

Les choses, malheureusement, se gâtent lorsque la prévision descend au niveau des diverses sources d'énergie. S'il décèle bien que les fuels fluides sont en passe de devenir majoritaires dans l'approvisionnement énergétique, Palmer Putnam les attribue à la liquéfaction de la houille jusqu'à épuisement de cette dernière avant la fin du siècle aux Etats-Unis, et en 2025 dans le reste du monde. Ce dernier a donc bien besoin que l'énergie nucléaire prenne le relais sans tarder. Dans cette représentation du futur, les hydrocarbures n'existent quasiment pas. La diminution de leurs réserves sur

le territoire nord-américain ne justifie pas la presbytie de Palmer Putnam qui ne tire aucune conclusion des grandes découvertes du Moyen-Orient ou des premiers succès de l'off-shore qui s'opèrent sous ses yeux.

On ne lui fera pas l'injure d'imaginer que la commande de l'Atomic Energy Commission le contraignait à ignorer la formidable croissance de la consommation mondiale d'hydrocarbures qui se dessinait au début des années cinquante. Plus vraisemblablement, il a été victime du paradigme qui s'imposait alors à l'ensemble des industries de l'énergie (pétrolières incluses) selon lequel les réserves économiques de pétrole étaient très limitées et ne pouvaient dépasser quelques décennies

de consommation (8). Quinze ans plus tard, cette même croyance biaisera profondément l'exercice du Workshop on Alternative Energy Strategies (WAES) qui comprenait pourtant quelques très grandes compagnies pétrolières parmi ses membres (9).

## L'expertise victime de la sagesse conventionnelle des experts

Prévisions stricto sensu ou constructions de scénarios prospectifs, tous les exercices d'exploration du futur supposent que l'avenir s'inscrit en partie dans le prolongement du passé. Divers indicateurs ou ratios qui expriment les relations observées servent alors de pont entre hier et demain. Les valeurs qui leur sont attribuées pèsent lourd dans les résultats des analyses. Les risques d'erreurs sont-ils minimisés par le pluralisme de l'expertise ? Sans doute, mais jusqu'à un certain point seulement, car cette dernière est guettée par un autre danger : le conformisme des experts, le « conventional wisdom » cher aux anglo-saxons. Deux exemples l'illustrent.

L'étonnante régularité des croissances énergétiques dans les pays industrialisés au cours des décennies cinquante et soixante est à l'origine d'observations que certains n'ont pas hésité à transformer en véritables « lois », telles le doublement en dix ans pour l'électricité ou l'élasticité au PIB égale à un pour l'ensemble de la consommation d'énergie. Dès lors, toute formulation d'hypothèses non conformes à ces "lois" ne pouvait être que le produit de l'ignorance ou du sectarisme. En témoigne le rapport demandé par le CEA à R. Lattès et A. Jeanblanc (10) pour démontrer l'inanité de la « vigoureuse politique

d'économies d'énergie » que se proposait d'entreprendre le gouvernement issu des élections de 1981 en France. L'argumentation vaut la peine d'être rappelée. Après avoir distingué les périodes de stabilité des prix et de croissance économique régulière des périodes de crise ou de transition, les auteurs affirment que « l'analyse économique et mathématique démontre que ces deux classes de situations doivent être traitées de manière très différente... et qu'en régime stationnaire, on peut démontrer que l'élasticité entre consommation énergétique et croissance économique est rigoureusement égale à

l'unité ».

Et de conclure que la relation entre les deux variables « n'était pas, comme on l'a dit trop souvent, historique mais mathématique, économique » (p. 63). Appliqué à la France, ce raisonnement rend parfaitement irréalistes les objectifs de 206 Mtep (2,5 % de croissance économique) et de 232 Mtep (5 %) en 1990. La consommation effective sera de 214,9 Mtep (dont 12,4 d'usages non énergétiques) pour une croissance annuelle moyenne du PIB de 2,4 %. Les emprunts au langage mathématique (démontrer, rigoureusement égal...) et l'opposition entre mathématique-économique et historique ne sont pas fortuits. D'un côté, la science et sa rigueur, de l'autre, l'histoire et ses approximations. Précisément, le recours à l'histoire longue révèle que les relatives stabilités des décennies cinquante et soixante, dans les pays industrialisés, ne sont pas la règle mais l'exception dans un mouvement séculaire de diminution de l'intensité éner-

(7) Martin Jean-Marie - Les prévisions passées : quelques leçons pour l'avenir, in Ayoub Antoine - Energie : coopération internationale ou crise, Québec, Les Presses de l'Université Laval, 1979, 272 p.

(8) President's Materials Policy Commission, plus connu sous le nom de son rapporteur M. Paley, 1952.

(9) WAES - Global prospects 1985-2000, New-York, Mc Graw-Hill, 1977, 291p.

(10) Lattès R. et Jeanblanc A. - Croissance économique, besoins d'énergie et économies d'énergie, Revue Générale du Nucléaire, 1982, Janvier-Février, n° 1.

gétique de l'activité économique sous le double effet d'un « allègement » de la structure du PIB et de progrès techniques poussant à l'efficacité énergétique. Cette seconde composante de la tendance peut cependant être freinée, voire interrompue, par de fortes baisses des prix de l'énergie, ce qui a précisément été le cas avec la mise en service des gisements pétroliers du Moyen-Orient, véritable exception géologique et probable parenthèse dans l'histoire énergétique (11).

Il aura fallu plus de dix ans pour faire évoluer dans ce sens la « conventional wisdom » de la grande majorité des experts et les rallier à des révisions de perspectives énergétiques à la baisse, en tenant compte, non seulement d'une moindre croissance des économies industrialisées, mais de changements technologiques devenus irréversibles, même après les baisses de prix de l'énergie au milieu des années quatre vingt.

Ce faisant, n'est-on pas allé trop loin ? N'assiste-t-on pas depuis quelques années à la formation d'une « conventional wisdom » inverse

de la première, qui aboutirait à minimiser les consommations d'énergie attendues dans le monde à horizon 2020, 2030 et au-delà ? La question mérite d'être posée au vu des résultats des exercices de prospective du Conseil mondial de l'énergie (12).

Même les scénarios tendanciels retiennent en effet des hypothèses de diminution des intensités énergétiques de l'activité économique, qui se situent nettement en deçà des taux observés depuis quelques années dans nombre de régions du monde. Les élévations d'efficacité des pays industrialisés ne sont généralisables, ni aux anciens pays socialistes en voie de transition, ni aux pays en développement qui n'ont

**Les élévations d'efficacité des pays industrialisés ne sont généralisables, ni aux anciens pays socialistes en voie de transition, ni aux pays en développement qui n'ont pas la capacité de mettre en œuvre les techniques les plus récentes dans tous les usages de l'énergie**

pas la capacité de mettre en œuvre les techniques les plus récentes dans

tous les usages de l'énergie.

Pourquoi alors de tels choix ? Une hypothèse vient à l'esprit.

Les responsables des industries de l'énergie craignent, par dessus tout, une sévèrisation des normes nationales et la mise en place de réglementations mondiales destinées à la sauvegarde de l'environnement. Consciemment ou inconsciemment, ils sont tentés de minimiser des niveaux futurs de consommation d'énergie qui ne pourraient que renforcer la détermination des défenseurs de l'environnement (13). D'où des hypothèses de diffusion des techniques efficaces d'utilisation de l'énergie particulièrement optimistes dans un contexte de ressources abondantes.

gient, par dessus tout, une sévèrisation des normes nationales et la mise en place de réglementations mondiales destinées à la sauvegarde de l'environnement. Consciemment ou inconsciemment, ils sont tentés de minimiser des niveaux futurs de consommation d'énergie qui ne pourraient que renforcer la détermination des défenseurs de l'environnement (13). D'où des hypothèses de diffusion des techniques efficaces d'utilisation de l'énergie particulièrement optimistes dans un contexte de ressources abondantes.

## Lire les éléments de continuité et de rupture

**Consciemment ou inconsciemment, les responsables des industries de l'énergie sont tentés de minimiser des niveaux futurs de consommation d'énergie qui ne pourraient que renforcer la détermination des défenseurs de l'environnement**

**sur les tendances passées**

« La plupart des événements qui

sont appelés à se produire ont déjà pris racine dans un passé lointain » (14).

En étudiant ce dernier, on cherche à découvrir les tendances lourdes qui pèseront sur l'avenir et limiteront le nombre de futurs possibles. Mais on doit aussi y chercher et y trouver les fissures, les failles, annonciatrices de ruptures, de bifurcations, de changements de cap. Ces fondements de toute exploration du futur n'ont pas changé, mais le type d'exercice communément praticable a bien évolué. Hors perspective de courte période (moins de 5 ans) ou analyses très spécifiques (évolution des diagrammes de charge d'une catégorie de consommateurs d'électricité), on ne se livre plus à des prévisions au

sens strict d'une appréciation, assortie d'un certain degré de confiance (probabilité), de l'évolution d'une grandeur à un horizon donné, obtenue le plus souvent par la projection d'évolutions passées, selon certaines hypothèses d'extrapolation. Les perspectives de consommation d'énergie à long terme sont exprimées sous forme de scénarios issus des tendances passées mais reflétant les principales directions engendrées par d'éventuelles bifurcations technologiques, économiques ou politiques.

Dans ce cadre, l'expertise requise est avant tout une capacité de lecture des tendances susceptibles d'influencer l'évolution des consommations d'énergie sur l'horizon temporel choisi. Devront y être identifiés et évalués les éléments qui concourent à une croissance dans le prolongement du passé parce qu'ils reflètent la relative inertie des comportements démographiques, des choix technologiques anciens, des infrastructures (urbanisme et transport, par exemple), des parcs d'équipement à longue durée de vie (logements, entre autres). Mais, devront aussi y être recherchés ceux qui annoncent de nouvelles trajectoires en réponse aux tensions engendrées par des pénuries de ressources, des fins annoncées de cycle de vie d'un produit ou d'un procédé, des saturations ou des dommages à l'environnement jugés insupportables (comme, par exemple, l'usage urbain de la voiture individuelle).

L'appréciation des incidences possibles des uns et des autres sur un horizon donné n'est pas chose aisée, mais il y a pire. Ces éléments ne sont pas indépendants entre eux. Des normes environ-

(11) Martin Jean-Marie - L'intensité énergétique de l'activité économique dans les pays industrialisés : les évolutions de très longue période livrent-elles des enseignements utiles ? Economie et Société-Cahiers de l'ISMEA, 1988, Série Economie de l'Energie, p 9-27.

(12) World Energy Council - IIASA - Global energy perspectives to 2050 and beyond - Report 1995, 106 p.

(13) Martin Jean-Marie - Les perspectives énergétiques mondiales, Futuribles n° 189- Juillet-Août 1994, p 29-45.

(14) Godet Michel - Les scénarios : us et abus (p. 78) in Lesourne Jacques et Stoffaes Christian - La prospective stratégique d'entreprise. Concepts et étude de cas, Paris, Intersections, 1996, 276 p.

nementales plus sévères contraignent les constructeurs à des améliorations du moteur thermique, qui repoussent la compétitivité du véhicule hybride ou électrique (pile à combustible). Toutes les interactions ne peuvent évidemment pas être prises en compte. L'art de l'expertise consiste à sélectionner celles qui seront les plus décisives pour les consommations d'énergie du futur. Deux évolutions, au moins, rendent la tâche de plus en plus ardue : la variété technologique croissante qui exige la perception de nombreuses interdépendances technologiques et industriel-

les (qui aurait imaginé, il y a vingt ans, l'ampleur des « cross fertilization » entre l'aéronautique et la construction électro-mécanique, concrétisées par la turbine à gaz en cycles combinés !) ; la mondialisation de l'économie, qui ne permet plus de concentrer l'attention sur quelques grands pays industrialisés, alors que les dynamiques de consommation sont de plus en plus le fait des pays en développement.

Les qualités requises de l'expertise se déduisent des exigences actuelles d'une exploration du futur à long terme. L'indépendance à l'égard de

tout projet technologique ou industriel particulier est une condition nécessaire mais pas suffisante. Il faut lui ajouter une curiosité et un pluralisme des experts qui garantissent que la prégnance des paradigmes technologiques du moment n'écartera pas du champ d'étude le fait porteur d'avenir le plus significatif. Pour aller dans cette direction, les investigations ne devront pas hésiter à s'aventurer dans l'environnement institutionnel des entreprises, clé fréquente des sélections technologiques. ●