

Commissariat général du Plan

L'économie face à l'écologie

Préface de Bertrand Collomb
Avant-propos de Christian Stoffaës

*Commission "Environnement,
qualité de vie, croissance"*

Préparation du XI^e Plan

Rapport de l'atelier présidé par Christian Stoffaës

Rapporteurs Olivier Godard et Olivier Beaumais

Paris 1993 ÉDITIONS LA DÉCOUVERTE/
LA DOCUMENTATION FRANÇAISE

Énergie : élargir les marges de liberté

par Alain Lipietz et Pierre Radanne

Introduction

Les images contrastées associées à l'énergie

Quatre images très contrastées s'entrechoquent aujourd'hui quand on parle d'énergie.

- *Une image positive, celle de rendre possible le progrès économique.*
L'exploitation des ressources fossiles dans les conditions les plus pénibles ou les climats les plus extrêmes comme la mise au point des techniques de contrôle de l'atome, tous ces efforts ont été endurés à partir de la certitude, partagée à l'époque, que tout point de croissance économique imposait une croissance équivalente des ressources énergétiques.
- *Une image négative de risque et de pollution.*

S'est construite pendant les années soixante-dix une image inverse, toute production d'énergie est alors perçue comme polluante : des marées noires à l'effet de serre, au risque nucléaire, à la crise du bois de feu. La critique écologique découle avant tout de la perception d'une limite à imposer aux activités industrielles mettant en péril des équilibres écologiques majeurs.

- *Une liaison dangereuse entre l'atome civil et militaire.*

Du nucléaire militaire, le nucléaire civil a tiré des procédures dérogatives du droit et un soutien considérable de l'État pendant sa phase de développement. Aujourd'hui, le lien entre l'atome civil et l'atome militaire s'est rompu. La peur de la prolifération des armes nucléaires a rendu très difficile toute exportation de réacteurs nucléaires en dehors des pays déjà équipés.

- *Dernière image, celle de la pénurie.*

Pénurie d'énergie par épuisement des hydrocarbures et pénurie du tiers monde durablement exclu du banquet énergétique. Il n'y a aujourd'hui aucune énergie qui puisse prétendre assurer rapidement et durablement les besoins d'énergie du tiers monde.

Assurément, les prochaines décennies vont modifier ces représentations collectives et en produire d'autres. C'est en tout cas autour de celles-ci que s'articulent les propositions énergétiques. Ainsi, le nucléaire dont la sécurité est mise en doute cherche une nouvelle légitimité par comparaison avec le danger de l'effet de serre que font courir les combustibles fossiles. Dans un contexte aussi difficile, il convient d'identifier des principes de base autour desquels construire les propositions.

Quelques principes de base pour aborder le débat

- *Un principe de modestie.*

S'il faut se préoccuper chaque jour du long terme et du monde que l'on léguera aux générations futures, il faut avoir la modestie de reconnaître que personne ne parle réellement aujourd'hui en leur nom. La crédibilité d'une politique écologique découle donc à la fois de son niveau d'exigence et de son absence d'irréversibilité. Surtout quand il s'agit de développer l'énergie nucléaire elle-même aussi contestée que l'usage des combustibles fossiles. On peut en revanche développer les coopérations internationales pour réduire les risques majeurs comme celui du nucléaire de l'Europe de l'Est.

- *Un principe de minimisation des risques.*

Il faut donc au maximum garder l'avenir ouvert et d'abord minimiser les risques. Certaines solutions : les économies d'énergie, la valorisation des énergies renouvelables ne contribuent pas aux risques globaux ou même contribueront à réduire ces risques. La priorité doit donc leur être donnée pour réduire autant que faire se peut les risques à encourir. Or, les potentiels d'amélioration de l'efficacité de l'usage de l'énergie n'ont cessé de croître depuis vingt ans.

- *Un principe de diversification des risques.*

Il n'y a pas de production d'énergie à partir des combustibles fossiles ou du nucléaire sans risque. Faute de pouvoir en évaluer la portée réelle à long terme et les hiérarchiser entre eux, on équilibrera les risques, ce qui accentuera la marge de manœuvre à terme. Compte tenu de l'ampleur de l'engagement de la France dans le nucléaire, les augmentations éventuelles des capacités de production électrique doivent se faire par les autres solutions, comme le souligne l'Agence internationale de l'énergie dans son rapport sur la France en 1992.

- *Un principe d'économie.*

Il ne peut y avoir de solution généralisable en particulier vers le tiers monde qui ne soit économiquement performante. Cette comparaison économique doit bien évidemment inclure l'ensemble des coûts externes (sociaux, écologiques...).

- *Un principe d'équité.*

Il ne peut y avoir de politique de paix dans le monde qui se fonde sur un développement énergétique aussi inégal. L'augmentation de la consom-

mation d'énergie dans les pays du Sud nécessite des techniques performantes minimisant les importations coûteuses de combustibles. Ces techniques seront pour l'essentiel conçues dans le Nord. Si les techniques de production d'énergie sont trop complexes, facteurs de risques technologiques et de prolifération, trop capitalistiques et trop gourmandes en énergie, il est clair que les pays du Sud resteront privés d'énergie et de développement. La voie vers un développement durable passe par un développement solidaire et des techniques appropriées.

La place du nucléaire dans le débat international sur l'environnement global

Rappel des données

L'énergie nucléaire assure environ 4,7 % de la consommation mondiale d'énergie commerciale. Le quasi-arrêt actuel des commandes de réacteurs dans le monde va se traduire, compte tenu de la durée des chantiers, par une régression de cette part d'ici 2005. Cette contribution reste marginale à l'échelle du monde et est donc hors de proportion avec les grands enjeux écologiques mondiaux comme l'effet de serre. Par exemple, la valorisation des ressources hydrauliques constitue un enjeu énergétique d'une plus grande ampleur, à la portée des pays du Sud. Réaliser 10 % d'économie d'énergie sur les 90 % de la consommation que représentent les combustibles fossiles, ce qui est réalisable en une décennie, équivaldrait à une contribution double de celle du nucléaire au niveau mondial pour un coût beaucoup plus réduit.

Les incertitudes économiques liées au nucléaire

Les estimations de coût de production du kWh nucléaire varient du simple au double d'un pays à l'autre. Outre des différences techniques et de gestion de chantier facilement identifiables, ces écarts révèlent d'importantes différences d'appréciation des coûts futurs. Si on connaît les coûts de construction et d'exploitation du nucléaire, d'importantes incertitudes portent sur la maintenance des réacteurs, les investissements à réaliser sur ceux-ci en fin de vie, sur l'évolution des exigences de sûreté, le cycle de combustible, le traitement et le stockage des déchets et le démantèlement des réacteurs en fin de vie. EDF a déjà constaté une augmentation de ses dépenses d'exploitation de 5,4 % par an entre 1983 et 1991 pour des réacteurs de 900 MWe et de 6,1 % par an entre 1987 et 1991 pour des réacteurs de 1 300 MWe.

Ainsi le chiffre de 24 centimes le kilowattheure nucléaire doit être pris désormais avec des pincettes. Il repose en effet sur la non-prise en compte d'une très grande part des coûts de recherche supportés dans le passé par le contribuable, une sous-estimation des coûts futurs. La France doit se préparer à cette réévaluation économique. Ces 24 centimes annoncés ne sont qu'une projection pour une construction d'une nouvelle centrale, et ne tiennent pas compte du parc réellement observé actuellement. Le seul défaut générique dû à l'inconel 600 sur les générateurs de vapeur, puis les

couvercles de cuve de réacteur fait déjà sortir de l'épure les chiffres annoncés par l'exploitant. La dépense publique en France pour le nucléaire a représenté plus de 80 % du total de la recherche sur l'énergie consentie par l'État. Aujourd'hui encore, le budget civil du CEA fausse le calcul économique. Les taux bonifiés d'emprunt, la garantie de l'État sur une bonne part de la dette d'EDF, tout cela tient de la subvention déguisée. Une autre subvention importante de l'État est l'absence d'assurance ; la garantie d'EDF ne se monte qu'à une fraction d'une action de type Three Mile Island, et celle de l'État à moins de la moitié du prix d'une tranche nucléaire.

Combien vaut un parc nucléaire ? Cette question à elle seule a provoqué un moratoire sur le nucléaire britannique lors de la privatisation de l'électricité. En ne considérant que les actifs (une production à venir d'électricité), le CEBG faisait l'impasse jusqu'alors sur ses coûts indirects (recherche), sur le démantèlement à venir, sur la filière du combustible et des déchets. Les coûts croissants de maintenance, les passifs possibles (maladies professionnelles, accidents ou incidents, pannes génériques) et aussi l'arrêt des flots d'argent « gratuit » de la part du gouvernement ont entraîné une augmentation vertigineuse du coût comptable du kilowattheure. Ce prix « officiel » est passé de 2,6 pence (24 centimes comme en France) à 6,7 pence lors de ces audits, passant loin derrière le charbon dépollué, et surtout le gaz. Mais le parc français est en moyenne nettement plus « jeune » que celui d'outre-Manche. Il est vrai que les financiers de la « City » se sont fondés dans leurs estimations sur des taux de retour sur investissement de l'ordre de 10 %, soit un taux proche du marché. C'est précisément cette notion d'un taux proche du marché qui définit la notion même de rentabilité. Si EDF ou l'État veut investir à perte ou sans rentabilité interne, cela peut être justifiable, mais n'affirmons plus alors que le nucléaire est « rentable ». Quant aux coûts de démantèlement, l'estimation officielle de 15 % du coût de construction est nettement contestable. Les cas de démantèlement réels, comme celui d'un réacteur au Colorado rapporté par le *Wall Street Journal* du 25 janvier 1993 montrent un coût probablement supérieur au coût de construction. Ce point montre aussi que le système de l'actualisation sous-estime aujourd'hui énormément les coûts situés « au-delà de l'horizon ». Les préoccupations actuelles en faveur de l'écologie correspondent à une demande de comptabilité prenant mieux compte le long terme.

Pour une expertise pluraliste et indépendante

Chacun comprendra que le calcul économique sur les coûts du nucléaire doit faire preuve d'une particulière prudence. On doit à la fois lui appliquer une gestion de « père de famille » et multiplier les analyses indépendantes pour mieux cerner la réalité des coûts. Cela est essentiel puisque le recours au nucléaire repose tout entier sur l'avantage économique que certains lui attribuent en France. Va tout à fait dans ce sens la demande présentée par le député Michel Barnier de la constitution d'une commission d'enquête parlementaire sur les coûts du nucléaire. Seuls des travaux complets de ce genre, sur chaque partie et sur la totalité de la filière, permettront d'objectiver le débat.

Les insuffisances de fonctionnement des organismes internationaux de contrôle

L'affaire Transnuklear a mis en question la crédibilité de l'EURATOM en Europe. L'AIEA (Agence internationale de l'énergie atomique) de Vienne a aussi perdu du crédit après les découvertes faites en Irak, que cette même Agence avait pourtant inspecté régulièrement au titre de la non-prolifération. La gestion française du nucléaire peut être critiquée sur certains points : la sécurité des travailleurs et des populations, la sûreté, le manque d'indépendance des services de radioprotection en France, le secret généralisé dans les entreprises du nucléaire.

Les conséquences de la catastrophe de Tchernobyl doivent être sérieusement analysées. Le journal scientifique *Nature* de septembre 1992 décrit une multiplication des cancers de la thyroïde sur des enfants soumis à l'irradiation en Biélorussie, quatre ans avant la date « normale » des effets stochastiques (cancers, anomalies génétiques). Pourtant, la France continue de refuser les normes internationales de radioprotection et milite même pour leur relèvement. Alors que la chimie doit s'aligner sur des exigences de plus en plus pointues, le refus de tenir compte des données récentes de la technologie et de la médecine marginalise notre pays sur la scène internationale.

Nucléaire et histoire

L'effondrement du bloc soviétique a ajouté une interrogation majeure : le nucléaire est-il compatible avec l'histoire et la démocratie ? L'attente que l'on a du pouvoir politique, c'est qu'il assure la sécurité des populations. De l'Union soviétique à la Bulgarie, il y a eu un manquement grave. Au-delà se pose la question de la liberté de décision de régimes politiques qui désirent accéder au nucléaire civil en camouflant des intentions belliqueuses. La récente guerre du Golfe a freiné pour longtemps toute velléité d'exportation d'industries nucléaires dans cette région. Enfin, se pose aussi d'une façon imprévue la question de l'évolution de systèmes politiques sombrant dans le chaos et dans lesquels les forces opposées rivalisent dans le chantage vis-à-vis des populations civiles. Or, il y a maintenant à l'Est des ingénieurs au revenu en dessous du seuil de pauvreté de la FAO. On est loin de l'image longtemps préservée d'un nucléaire maîtrisé maintenu par des États stables hors de toutes les convoitises. L'histoire récente nous rappelle avec force que l'homme est autant ange que démon. Or, on peut se demander si un risque aussi concentré que celui du nucléaire ne fait pas l'impasse sur cette dure réalité. On ne peut en rester qu'au stade de l'interrogation : est-ce que la sagesse ne serait pas de renoncer à des techniques dangereuses qui ne supporteraient pas les soubresauts de l'histoire ?

L'avenir de l'industrie nucléaire mondiale

Faute de maîtrise des techniques, faute de stabilité politique, faute de ressources financières, la grande majorité des pays renoncent de fait au nucléaire. Dans les pays industrialisés, les opinions publiques ont obtenu

à l'ouest le blocage des programmes nucléaires après l'accident de Three Mile Island dans les pays à structure fédérale la même évolution a été induite à l'Est après l'accident de Tchernobyl. Quatre pays seulement assurent aujourd'hui l'essentiel des commandes : le Japon, la France, la Corée du Sud et Taiwan. La saturation de leurs besoins a induit un ralentissement de leur rythme de commande. Dans les pays de l'Est qui consomment davantage par habitant que les pays de l'Europe de l'Ouest, la priorité est aux économies d'énergie, à l'amélioration de la sécurité des réacteurs existants en attendant leur relève par des solutions moins coûteuses en investissements comme les turbines à gaz à cycle combiné.

Cet arrêt, semble-t-il durable donc, ne peut être enrayé que par un redémarrage des commandes dans les pays dont la première génération de réacteurs arrivera en fin de vie au milieu de la décennie 2000-2010.

Peut-on en effet sortir du nucléaire ? La réponse à cette question est bien évidemment différente pour un pays où le nucléaire n'assure qu'une vingtaine de pour cent de la production électrique comme la Russie ou l'Allemagne et un pays comme la France où il représente 75 % de la production électrique (30 % de l'énergie primaire). On se concentrera maintenant sur la France puisque ce qui sera possible en France le sera ailleurs.

La sortie du nucléaire et les grandes échéances énergétiques

La fin de la surcapacité électrique française dans les années qui viennent

À la fin des années soixante-dix et pendant les années quatre-vingt, EDF a commandé un parc de réacteurs nucléaires largement au-delà des besoins de production électrique. Cette surcapacité de l'ordre de 10 réacteurs a été en partie absorbée par des exportations massives (70 TWh). La fin de la surcapacité découle de la fermeture d'anciennes centrales charbon. Dans les années qui viennent va se poser un premier choix qui va consister à soit recommander de nouveaux réacteurs pour poursuivre les exportations et répondre à la croissance de la consommation (elle-même largement sollicitée par la publicité), soit rationaliser le système en réduisant les appels de pointe de consommation et en économisant l'électricité pour éviter de réengager des investissements de production électrique. Ce premier débat est d'ores et déjà engagé avec l'opportunité d'engager en France des actions dites de « Demand-Side Management » associant EDF, l'ADEME et les collectivités locales. En même temps, EDF envisage la commande d'un réacteur nucléaire par an.

Le remplacement à partir de la décennie prochaine des réacteurs nucléaires de la première génération

Le réacteur de Fessenheim, le plus ancien des gros réacteurs de 1 000 MWe, mis en service en 1977, devra être arrêté vers 2007 (si aucun problème grave ne survient). Le réacteur qui selon EDF pourrait le remplacer devra être mis en construction autour de 2000. Le rythme des renouvellements s'accélérera à partir de 2005 jusqu'en 2020. Les commandes de réacteurs se sont succédé à un rythme rapide après le premier choc

pétrolier. C'est simultanément que l'essentiel des réacteurs nucléaires de l'Europe de l'Ouest arrivera en fin de vie. Le débat sera donc européen.

L'effet de serre et la raréfaction des ressources en combustibles fossiles

La consommation effrénée de combustibles fossiles va aboutir à l'épuisement des ressources les moins coûteuses (notamment de pétrole). Il va s'ensuivre pendant le prochain siècle une augmentation des coûts au gré des tensions politiques mondiales. Cette augmentation des coûts privera encore davantage le tiers monde d'énergie (alors que sa population s'accroît rapidement). Les cinquante prochaines années seront cruciales. L'abondance énergétique des uns risque d'avoir pour symétrique le maintien dans la pénurie des autres. Le passage des ressources fossiles vers les ressources renouvelables doit être réussi dans le siècle qui vient. Faute de cela, les tensions s'aggraveront et la pollution de l'atmosphère aboutira à une élévation dramatique des températures mettant en péril les milieux naturels et à une modification des régimes de pluies. Deux milliards d'habitants ne disposeront pas avant très longtemps de réseau électrique interconnecté. L'abaissement progressif des coûts de la production d'électricité photovoltaïque représente pour eux un enjeu majeur.

L'exercice Détente : un scénario de sortie du nucléaire pour la France

L'INESTENE a réalisé un exercice de prospective à vingt ans pour cerner les différentes stratégies énergétiques possibles. Cet exercice à paraître nommé Détente (Diminution des émissions de CO₂ et des autres tensions sur l'environnement induites par les transformations énergétiques) a été réalisé sur un cadrage économique du BIPE avec une croissance économique annuelle de 2,5 %. Cela correspond à un prolongement du rythme des vingt dernières années.

Les enjeux majeurs

• *Économiser l'électricité.*

Sortir du nucléaire, c'est d'abord engager massivement et immédiatement un effort d'économie d'électricité. La première cible visée : le chauffage électrique dans l'habitat, dans le tertiaire et dans l'industrie. L'enjeu : environ 60 TWh. Ce seul gisement d'économie est presque suffisant pour absorber à l'échéance de vingt ans les nouvelles demandes de consommation d'électricité provenant de l'augmentation de l'équipement des ménages, du tertiaire, des transports collectifs... Les autres principaux potentiels d'économie concernent l'éclairage, l'électroménager et les moteurs industriels. Le CÉREN évalue à 14,5 TWh les potentiels d'économie d'électricité dans l'industrie à l'horizon 2010. N'ayant pas encouragé, pour cause de surcapacité de production, les économies d'électricité depuis dix ans, la France dispose donc d'un potentiel important. Ces potentiels permettent d'éviter la croissance prétendue inéluctable de la consommation électrique. Le début d'introduction en France du Demand-Side Management (DSM) ou « maîtrise de la demande d'électricité (MDE) » conclu entre le ministère de l'Énergie, l'EDF et l'ADEME marque un tournant impor-

tant. Réduire les consommations d'électricité en pointe permet à EDF de réaliser d'importantes économies d'investissement ; une partie de celles-ci peut être attribuée au consommateur pour l'inciter à mieux gérer sa consommation.

• *Développer la production électrique à partir des énergies renouvelables.*

Seule l'hydraulique contribue aujourd'hui significativement à la production électrique. Son potentiel additionnel est maintenant réduit. Parmi les autres sources renouvelables, la production d'électricité liée à des réseaux de chaleur bois, la valorisation des déchets fermentescibles issus de l'agriculture, des ordures ménagères, de l'épuration des eaux et d'autres déchets ainsi que la récupération de gaz de décharges constituent les potentiels les plus importants en début de période. Mais les principales contributions énergétiques de la biomasse concernent les besoins de chaleur et non la production d'électricité. Il s'agit donc d'une stratégie indirecte de substitution du chauffage électrique. Dans une réflexion centrée sur l'horizon de remplacement du parc nucléaire en fin de vie des réacteurs actuels, c'est-à-dire à un horizon somme toute assez proche, les énergies renouvelables ne représentent qu'une fraction d'un quart environ de la production mobilisable, y compris l'hydraulique. Viendront progressivement compléter ces sources : l'éolien pour 10 % environ de la production en base et le solaire photovoltaïque. C'est autour de 2020 que l'abaissement des coûts et la mise en place de grosses capacités de production permettront au solaire photovoltaïque de devenir plus compétitif que les énergies actuelles.

• *Produire de l'électricité par un usage performant des combustibles fossiles.*

Deux techniques se développent rapidement. D'une part, la cogénération qui permet de répondre simultanément aux besoins de chaleur (vapeur industrielle, chauffage domestique ou usages tertiaires) et de production d'électricité. Cette association permet de diviser par deux la consommation de combustibles tant les rendements des centrales électriques nucléaires et charbon sont faibles actuellement (de l'ordre de 30 %). D'autre part, les turbines à gaz à cycle combiné qui atteignent maintenant des rendements de 50 %. Ces techniques permettent de produire de l'électricité à des coûts compétitifs, essentiellement à partir du gaz naturel. A noter que Détente ne fait pas appel à des centrales classiques au charbon, que nous ne considérons pas comme une alternative sérieuse au nucléaire. Ces techniques permettent une production électrique très décentralisée. Celles-ci ne dispose pas d'économies d'échelle comme les grandes centrales, mais elles contrebalancent leur petite taille par des rendements élevés et une réduction des frais de distribution d'électricité. Les potentiels de cogénération n'ont pas encore été précisément évalués, c'est-à-dire en prenant en compte une tarification de rachat des producteurs indépendants au coût évité pour EDF. Un premier potentiel évalué par le CÉREN à l'horizon 2005 porte sur 3 TWh (mais dans des conditions économiques défavorables de rachat). Ce premier potentiel pourrait venir relayer des centrales à charbon en bout de course. Un pays comme le Danemark a allié la construction de réseaux de chaleur urbains en une quinzaine d'années (un logement sur deux du pays y est relié) avec la cogénération et l'utilisation d'énergies renouvelables (pailles, biogaz, etc.). Ce système donne une souplesse dans le choix des combustibles, et surtout il fait du Danemark le

pays le moins cher d'Europe pour le courant électrique (80 % du prix TTC d'EDF pour les PME).

Au-delà, c'est toute une refonte du secteur électrique qui se profile avec non seulement une production d'électricité associée à la production de vapeur industrielle, à des récupérations de chaleur sur des fours, à des chauffages urbains mais aussi dans les chauffages collectifs d'immeubles d'habitation ou de bureaux. Les potentiels techniques de la cogénération augmentent en permanence grâce aux technologies de petite cogénération améliorée, de l'électronique de commande, de cycles variables permettant de varier le ratio chaleur/électricité.

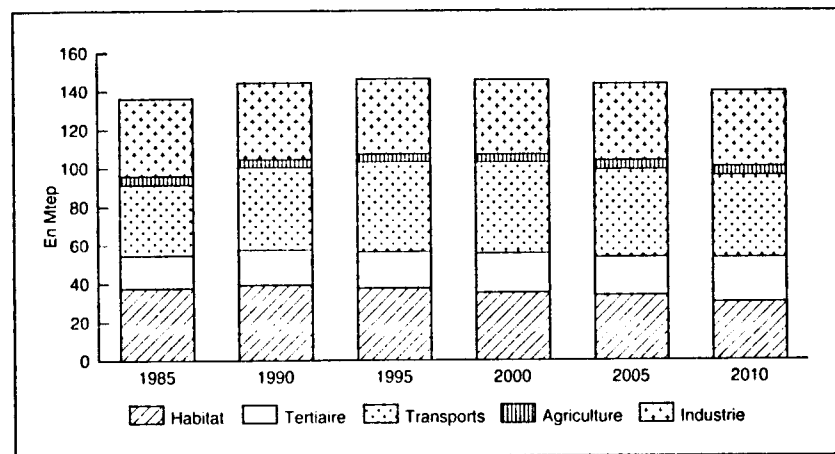
Le seuil de rentabilité de la cogénération, si l'on tient compte des coûts évités à EDF (économies de réseau et de centrales), se compte en dizaines de kilowatts et non plus en centaines de mégawatts. L'avantage le plus important d'une telle évolution est que les compagnies peuvent désormais suivre d'année en année leur courbe de consommation au plus juste. Paradoxalement, c'est l'esprit des travaux de Dessus et Boîteux sur la tarification marginale que notre pays peut ainsi retrouver par cette voie. Cela évite de financer durant cinq ou dix ans la construction d'une grosse centrale dont la production peut s'avérer excédentaire lors de son achèvement. Cet avantage financier, valable aussi pour les énergies renouvelables, donne un avantage important pour le prix de revient du kWh électrique. Néanmoins, les consommations supplémentaires de combustibles fossiles pour la production d'électricité alourdiront les émissions de polluants atmosphériques dus à ce secteur. Atteindre l'objectif de sortir du nucléaire avec maintien du faible niveau d'émission actuel de CO₂ de la France et respect de ses engagements internationaux implique de réduire les émissions, dues à d'autres formes d'énergie. Ce potentiel de réduction des émissions on le trouvera en particulier dans le secteur transport et par l'utilisation importante du bois et de la biomasse en substitution du fioul et de l'électricité dans le chauffage domestique et tertiaire.

• *Économiser l'énergie dans tous les usages en particulier par une mutation profonde des transports.*

Le secteur transport, avec les deux tiers du pétrole consommé et bientôt 40 % des émissions de CO₂ devient l'enjeu majeur.

Ce sont les potentiels les plus difficiles à évaluer. D'une part, la route reste le mode de transport non seulement dominant mais sans aucun mode concurrent pour répondre à un grand nombre de besoins : les liaisons campagne-campagne ou campagne-banlieue, le déplacement des jeunes enfants ou des personnes âgées, la distribution urbaine de marchandises... L'attachement des particuliers à l'automobile individuelle renforce encore le sentiment d'une marge de manœuvre étroite. A l'inverse, l'encombrement rapide des villes et l'augmentation des pollutions liées à l'automobile engendrent la perception d'une rupture de la croissance actuelle des trafics à moyen terme. Pourtant, la voiture constitue un mode de conversion de l'énergie de rendement extrêmement bas. Les potentiels d'économie d'énergie sont nombreux. Le principal repose sur une évolution des critères de choix des véhicules (moins puissants, aux performances adaptées aux conditions réelles d'utilisation essentiellement urbaines). Une limitation de vitesse des voitures à partir de moteurs plus lents et adaptés aux limitations de vitesse constitue un potentiel d'écono-

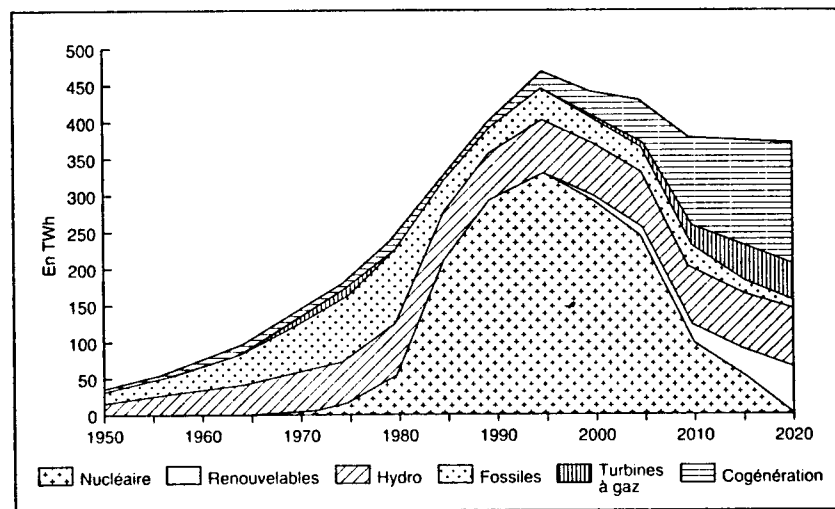
GRAPHIQUE 1. — CONSOMMATION D'ÉNERGIE
SCÉNARIO « DÉTENTE »



Énergie finale (équivalence électricité OCDE : 1 MWh = 0,086 tep).

Source : INESTENE, septembre 1992.

GRAPHIQUE 2. — PRODUCTION ÉLECTRIQUE
SCÉNARIO « DÉTENTE »



Source : INESTENE, septembre 1992.

mie de 4 Mtep. Les autres potentiels sont de quatre ordres : les améliorations de véhicules (l'injection électronique, l'amélioration de l'aérodynamique, l'allègement des camions, l'adaptation continue des rapports de boîtes de vitesse permettent les gains principaux), l'amélioration des comportements de conduite (environ 5 %), la gestion du trafic urbain et les transferts modaux. Ces multiples marges de manœuvre permettent d'envisager une réduction des consommations d'énergie à l'horizon de vingt ans même dans un contexte de croissance tendancielle forte des trafics.

Simultanément, l'explosion de la demande de mobilité des personnes et des échanges de marchandises porte à moyen terme une remise en cause fondamentale de la dérégulation actuelle de l'organisation de l'espace. La meilleure réponse à la croissance des transports serait un meilleur urbanisme rapprochant l'habitat des zones d'activités notamment tertiaires, une relance de l'aménagement du territoire pour répartir l'emploi qui tend plus que jamais à se concentrer et à valoriser les circuits courts d'échanges entre entreprises.

A partir de ces remarques, on peut estimer un potentiel d'économie d'énergie de pétrole de l'ordre de 14 Mtep pour le transport des passagers. Cette estimation correspond à un scénario de croissance du trafic passagers de 42 % entre 1990 et 2010. La consommation d'énergie entre scénarios extrêmes étant de 35 Mtep en scénario tendanciel et de 19 Mtep avec mobilisation des potentiels d'économie d'énergie et de transfert modal. Dans ce dernier cas, la part du trafic automobile ne passerait pourtant que de 76 % à 67 %. Il s'agit là de potentiels considérables mais ils ne sont atteignables qu'avec une évolution importante des comportements d'achat des véhicules et de choix quotidiens des modes de déplacement. La même approche appliquée au transport des marchandises met en évidence un potentiel d'économie d'énergie de 5 Mtep pour une croissance du trafic en tonnes/km de 34 % entre 1990 et 2010. La consommation d'énergie variant entre 22 et 17 Mtep en 2010

- *Les potentiels d'économie dans l'habitat.*

On l'a vu, une sortie du nucléaire engendre une augmentation des émissions de CO₂ par la production d'électricité. A noter cependant que la production fossile actuelle ne rend que plus nécessaire de développer les économies d'énergie et la valorisation des énergies renouvelables dans les autres usages pour réduire à la fois la pression sur les ressources fossiles et réduire les pollutions.

Les économies réalisées depuis 1973 ont permis des gains très importants pour les systèmes de chauffage. Il en a résulté une stabilisation autour de 35 Mtep (bois compris) de la consommation alors que le niveau de confort s'est nettement amélioré. L'amélioration du parc bâti est lente compte tenu du rythme de renouvellement des logements. La réglementation thermique adoptée en 1989 permet de diviser par deux les besoins de chauffage d'un logement neuf par rapport à ceux construits avant 1975. La consommation 2010 pourrait être de 20 Mtep au lieu de 36 avec une augmentation de 15 % du nombre de logements.

- *La valorisation du bois.*

C'est l'habitat qui représente les principaux débouchés du bois. Les possibilités sont considérables. D'une part, la ressource actuelle pourrait être doublée d'ici quinze ans, essentiellement par l'amélioration indispensable

de l'entretien de la forêt privée et, d'autre part, les rendements de combustion peuvent être presque doublés grâce aux progrès technologiques récents (contrôle de débit d'air, ralenti de nuit, automatisation du chargement des grosses installations...). Faute d'un effort de structuration des acteurs de la filière bois et de politique commerciale, la France se trouve dans un contexte aberrant de sous-valorisation d'une ressource bon marché et contribuant à fixer des emplois dans les régions de moyenne montagne et de bocage. Enfin, la ressource peut tripler si l'on inclut des cultures énergétiques sèches (taillis) et humides (feuilles ou algues à méthaniser). Attention cependant que les filières ne se stabiliseront que sur la base de petits réseaux de chaleur ou de chaudières collectives, une formule qui permet d'optimiser la ressource, l'exploitation et l'économie d'un tel système. Faute de structuration, la biomasse pourrait rester dans les limbes.

- *Les économies d'énergie dans l'industrie.*

Les potentiels restent importants. Ils découlent de l'amélioration des procédés et du remplacement progressif de sites industriels anciens. Le CÉREN a évalué le potentiel à 10,4 Mtep. La consommation d'énergie dans l'industrie était de 53 Mtep en 1990. Elle devrait être stabilisée avec une croissance de la production industrielle de 2,9 % de croissance par an.

- *Le comportement des consommateurs.*

La principale ressource d'économie d'énergie est d'ordre culturel. Les habitudes quotidiennes de consommation, les comportements d'achat de véhicules ont un rôle déterminant. Face à d'éventuelles crises énergétiques comme peuvent en produire les tensions autour des approvisionnements pétroliers ou un accident nucléaire majeur, les comportements peuvent évoluer rapidement. Ainsi, un désengagement du nucléaire peut être encore accéléré si une priorité lui est accordée ou non.

Les modalités d'un désengagement du nucléaire

- *Le cycle du combustible.*

Cette partie est nettement à dissocier du reste du parc de réacteurs. La France est le seul pays dans le monde à avoir tenté la construction d'une industrie du nucléaire avec bouclage complet du cycle. Celui-ci reposait sur un retraitement des combustibles irradiés, l'extraction de ceux-ci du plutonium nécessaire à alimenter un parc de surgénérateurs du type Superphénix. D'ores et déjà on peut conclure à un échec : le surgénérateur est très loin de la rentabilité, la quantité de plutonium absorbable est hors de proportion avec les quantités libérées annuellement par le retraitement. Celui-ci aboutit donc à extraire une matière dangereuse dont on ne sait que faire. D'où la nécessité de renoncer le plus vite possible au surgénérateur et au retraitement des combustibles.

- *La fin de vie du parc de réacteurs.*

Entre 2005 et 2020 la France va avoir à démanteler une cinquantaine de réacteurs nucléaires dont le coût (15 % selon EDF, 100 % selon des exploitants allemands ou américains) va se rajouter aux investissements de renouvellement du parc. Le renforcement prévisible des normes (actuellement deux fois moins contraignantes que pour les travailleurs allemands) augmentera encore ces sommes.

• *Bilan général d'une sortie du nucléaire.*

Celle-ci s'avère possible en totalité d'ici 2010-2015 dans les conditions suivantes.

— *Avec une stabilité des consommations d'électricité et une réduction des consommations d'énergie fossiles.*

Cet objectif peut être ainsi atteint au rythme actuel de la croissance économique. Cette évolution découle d'une légère amplification des efforts d'économie d'énergie engagés depuis 1973. Entre cette date et 1991, la consommation d'énergie primaire par habitant n'a augmenté que de 15 % alors que la croissance économique a été de 53 % durant cette période

— *Sans surcoût.*

Les coûts de développement de nouvelles filières de production électrique que peuvent être contrebalancés par les gains financiers provenant des économies d'énergie, d'électricité et la réduction de la place des transports routiers. Il n'est pas suffisant de comparer les coûts de production d'électricité entre sources, il faut aussi prendre en compte les gains réalisables sur les gaspillages.

— *Sans augmentation des émissions polluantes.*

Il est possible de maintenir en 2010 le niveau des émissions de CO₂ en dessous du niveau d'émission de 1990. Rappelons que le niveau français est actuellement très bas compte tenu... du nucléaire et de l'assez grande sobriété en énergie du pays.

— *Le développement des ressources renouvelables.*

D'ici 2010, les énergies renouvelables peuvent dépasser 25 % des besoins français en énergie (contre une dizaine de pour cent aujourd'hui). Les enjeux écologiques et Nord-Sud nécessitent de franchir ce cap au-delà de l'échéance du renouvellement des réacteurs nucléaires par le décollage du photovoltaïque et une valorisation importante de la biomasse.

Propositions pour le débat à venir sur l'énergie

Dans les dix ans qui viennent : rationaliser la consommation

Il y a peu de décisions à prendre côté offre. Les investissements lourds ne seront à engager qu'à partir de 2005. Deux attitudes sont possibles : l'attente et la préparation de la phase suivante à travers une rationalisation de la consommation. Notre hypothèse est que l'intérêt de tous va dans le sens du développement des économies d'électricité à travers l'adoption de la « maîtrise de la demande d'électricité », c'est-à-dire l'intéressement des consommateurs et d'EDF à la réalisation des économies. Réduire voire éviter le recours au nucléaire au-delà de la première génération de réacteurs sera bien évidemment facilité par une demande maîtrisée. De plus, réaliser des économies d'électricité rentables en particulier sur les consommations de pointe (chauffage électrique en particulier) va dans le sens d'une meilleure gestion du service public (réduction de son endettement, moindre nombre de centrales à commander).

Diversifier les sources d'énergie

Au-delà des divergences d'opinion sur l'opportunité du recours ou non au nucléaire doit prévaloir un souci de prudence. La production énergétique implique de très fortes pollutions et des risques majeurs. Personne ne peut honnêtement hiérarchiser ces risques. La conduite la plus sage consiste à laisser ouverte pour la France le plus d'options possibles. Cette préoccupation de l'intérêt public doit amener à rééquilibrer la politique énergétique en valorisant les ressources renouvelables, en développant la production en cogénération dès lors qu'associer production de chaleur et d'électricité permet une valorisation optimale du combustible avec des coûts moindres.

Reconnaître que l'avenir est ouvert

L'exercice Détente qui précède a au moins le mérite de mettre en évidence la pluralité des avenir énergétiques possibles. La politique énergétique doit être appréhendée dans sa globalité. Les marges de manœuvre existantes dans la production électrique, la politique de maîtrise de l'énergie ou les choix en matière de transport permettent d'engager une transition et de faire face aux enjeux majeurs. Les moyens techniques existent (d'autres pays autour de nous vivent bien sans nucléaire) et les moyens financiers existent dès lors que l'effort d'économie d'énergie est massif.

Mais ces avenir n'existeront pas sans l'engagement de chacun. La marge de manœuvre dépend donc de la qualité du débat démocratique qui existera entre les élus et dans la société sur ces questions.

Préparer les choix futurs en comparant des scénarios correspondant à chacune des logiques émises dans le corps social

Les choix collectifs qui seront présentés par le gouvernement doivent disposer du soutien le plus vaste possible dans l'opinion. L'effet de serre, le renchérissement des hydrocarbures par épuisement progressif des ressources, les risques du nucléaire sont trop lourds de conséquences pour que qui ce soit impose d'autorité une solution quelconque. D'abord, les choix doivent être explicitement formulés et leurs impacts décrits (mobilisation de ressources énergétiques, coût, délais de mise en œuvre, conséquences sur l'environnement). Au terme d'une comparaison pluraliste et d'un débat dans le corps social, les décisions pourront être prises par les responsables politiques. En Allemagne, une proposition de ce type a été formulée par les compagnies électriques elles-mêmes. Dans une lettre adressée au chancelier Kohl, VEBA et RWE (qui exploitent 12 des 22 réacteurs nucléaires allemands) proposent de conditionner un nouvel engagement dans l'industrie nucléaire à un vote d'au moins des deux tiers du Bundestag.