

SÉNAT

PREMIERE SESSION ORDINAIRE DE 1977-1978

Annexe au procès-verbal de la séance du 22 novembre 1977.

AVIS

PRÉSENTÉ

au nom de la Commission des Affaires économiques et du Plan (1),
sur le projet de loi de finances pour 1978, ADOPTÉ PAR
L'ASSEMBLÉE NATIONALE.

TOME IV

ENERGIE

Par M. Jean-François PINTAT,

Sénateur.

(1) Cette commission est composée de : MM. Michel Chauty, président ; Robert Laucournet, Bernard Legrand, Joseph Yvon, Marcel Lucotte, vice-présidents ; Francisque Collomb, Marcel Lemaire, Jacques Eberhard, André Barroux, secrétaires ; Octave Bajeux, Charles Beaupetit, Georges Berchet, Auguste Billiemaz, Jean-Marie Bouloux, Amédée Bouquerel, Raymond Bouvier, Jacques Braconnier, Marcel Brégègère, Raymond Brun, Pierre Ceccaldi-Pavard, Fernand Chatelain, Auguste Chupin, Jean Colin, Jacques Coudert, Raymond Courrière, Pierre Croze, Léon David, René Debesson, François Dubanchet, Hector Dubois, Emile Durieux, Gérard Ehlers, Jean Filippi, Pierre Gaudin, Léon-Jean Grégory, Roland Grimaldi, Paul Guillaumot, Rémi Herment, Maxime Javelly, Pierre Jeambrun, Paul Kaus, Pierre Labonde, France Lechenault, Fernand Lefort, Charles-Edmond Lenglet, Léandre Létouart, Paul Malassagne, Pierre Marzin, Daniel Millaud, Paul Mistral, Jacques Moission, Jean Natali, Pierre Noé, Henri Olivier, Louis Orvoen, Bernard Parmentier, Bernard Pellarin, Albert Pen, Pierre Perrin, André Picard, Jean-François Pintat, Richard Pouille, Maurice PrévotEAU, Jean Proriot, Roger Quilliot, Jean-Marie Rausch, Roger Rinchet, Jules Roujon, Maurice Schumann, Michel Sordel, Pierre Tajan, René Traveré, Raoul Vadepiéd, Charles Zwickert.

Voir les numéros :

Assemblée Nationale (5^e législ. . . 3120 et annexes, 3131 (tomes I à III et annexe 23), 3152 (tome V) et in-8° 770.

Sénat : 87, 88 (tomes I, II et III, annexe 18), 90 (tome III) (1977-1978).

Loi de finances. — Recherche - Commissariat à l'énergie atomique (C.E.A.) - Energie nucléaire - Centre national d'études spatiales - Centre national d'exploitation des océans - Bureau de recherche géologique et minière - Plan calcul - Charbon - Pétrole - Gaz.

SOMMAIRE

	Pages.
Introduction	3
I. — Le bilan énergétique français	7
II. — Le rôle des énergies fossiles traditionnelles.	
A. — Le charbon	10
B. — Le pétrole	14
C. — Le gaz naturel	17
D. — L'énergie hydraulique	20
III. — L'énergie nucléaire.	
A. — Production et réserves d'uranium	22
B. — Enrichissement de l'uranium	25
C. — Fabrication des combustibles nucléaires	27
D. — Le programme électronucléaire français	27
E. — La filière à neutrons rapides	28
F. — Le retraitement des combustibles	30
IV. — Energies et techniques nouvelles.	
A. — L'énergie solaire	32
B. — La géothermie	34
C. — La gazéification du charbon	35
D. — La fusion nucléaire	36
V. — L'électricité.	
A. — Evolution de la production	37
B. — Résultats 1976 et perspectives 1977	38
C. — Résultats financiers d'E. D. F.	40
D. — Application du chauffage domestique	41
E. — Nuisances des différents types de centrale	41
VI. — Portée et limites des économies d'énergie.	
A. — Objectif général	46
B. — Moyens et mesures mis en œuvre	47
C. — Premiers résultats obtenus	50
D. — Limites de l'action entreprise	50
Conclusion	53

Mesdames, Messieurs,

Si l'importance du rôle de l'énergie a été révélée à l'opinion publique par le brutal relèvement du prix du pétrole intervenu en 1973 et 1974, de nombreux historiens et économistes n'avaient pas manqué de souligner à juste titre, depuis longtemps déjà, que ce facteur avait profondément influencé l'histoire de l'humanité et permis plus que tout autre élément au XIX^e siècle la naissance de la civilisation industrielle.

Sans remonter, en effet, à la découverte du feu, faut-il rappeler que c'est l'alliance de la machine à vapeur et de la houille qui a provoqué l'essor économique (et politique) du monde occidental ? A cette ère du charbon a succédé celle du pétrole, tandis que l'électricité offrait à l'énergie un vecteur polyvalent permettant de la transporter au loin et de mettre ainsi à la disposition de tous : lumière, force et chaleur. Cette facilité a entraîné un accroissement exponentiel de la consommation énergétique qui, pour l'ensemble du monde, a évolué comme suit depuis 1950 par principaux pays et par catégories de produit, en milliards de tonnes d'équivalent charbon (T.E.C.):

	CHARBON	PETROLE	G A Z naturel	ELECTRI- CITE primaire.	CONSUM- MATION totale. (Milliards de T. E. C.)
1950	En pourcentage.				
Monde	60	26	10	4	2,7
U. S. A.....	40	34	22	4	1,2
U. R. S. S.....	76	20	3	1	0,4
Europe des Neuf.....	70	23	1	6	0,55
1960					
Monde	50	30	14	6	4,5
U. S. A.....	24	39	32	5	1,7
U. R. S. S.....	62	25	10	3	0,66
Europe des Neuf.....	64	28	2	6	0,78
1973					
Monde	29	43	22	6	8
U. S. A.....	19	43	33	5	2,7
U. R. S. S.....	39	32	25	4	1,3
Europe des Neuf.....	23	57	15	5	1,4

Deux constatations principales ressortent de ces chiffres. En premier lieu, un triplement de la consommation en vingt-trois ans seulement ; en second lieu, une profonde modification de la nature des produits consommés puisque la part du charbon a été réduite de moitié tandis que celle des hydrocarbures (liquides et gazeux) doublait. Encore convient-il de noter que cette substitution est plus marquée encore dans les pays développés, et, plus particulièrement, en Europe occidentale, que dans le reste du monde. Pour nous en tenir à notre continent, le bouleversement est radical, le pétrole et les autres hydrocarbures ayant pris pratiquement la place du charbon et ce dernier ne couvrant plus le quart des besoins du marché occidental.

A l'horizon 1985, les extrapolations les plus prudentes conduisent aux évaluations suivantes :

	CHARBON	PETROLE	G A Z	ELECTRI- CITE primaire.	CONSOM- MATION totale.
	(En pourcentage.)				(10 ^e T.E.C.)
Monde	25	40	25	10	14
U. S. A.....	20	40	27	13	4,1
U. R. S. S.....	27	38	27	8	2,5
Europe des Neuf.....	17	49/51	18/23	16/19	2,2

Ces projections qui tiennent compte de l'énergie nucléaire font apparaître :

— *Pour le charbon*, le maintien de sa position au niveau mondial mais son nouveau recul en Europe.

— *Pour le pétrole*, sa participation toujours dominante (mais stabilisée) au bilan énergétique du monde.

— Enfin, *pour l'électricité*, un développement sensible surtout dans les pays développés où les chiffres de 1973 seront multipliés par 2,5 aux U. S. A. et 3 dans la Communauté en liaison avec la mise en œuvre des programmes nucléaires.

Même si ces prévisions ne devaient pas être totalement confirmées, on en retiendra que la consommation des pays en voie de développement va dorénavant s'accroître sensiblement plus vite que celle des nations industrielles, le rythme d'accroissement pouvant être de 6 %, dans le premier cas et de 2,5 à 3 % dans le second,

ces taux conduisent à un triplement des besoins d'énergie d'ici l'an 2000, qui passeraient ainsi de 5,5 milliards de tonnes d'équivalent pétrole à 17 à la fin de ce siècle.

En s'en tenant aux techniques actuelles, de quelles ressources fossiles l'humanité dispose-t-elle face à cette boulimie énergétique ? Là aussi laissons parler les chiffres, c'est-à-dire l'évaluation des réserves connues et probables :

Charbon : 7 675 milliards de tonnes ;

Pétrole (« conventionnel ») : 300 milliards de tonnes (1) ;

Gaz naturel : 53 000 milliards de mètres cubes.

A ces chiffres il conviendrait naturellement d'ajouter, toujours en en restant aux énergies traditionnelles, l'énergie hydraulique qui couvre 5 % des besoins mondiaux et pourra difficilement maintenir ce pourcentage même en supposant que le potentiel utilisable soit mis en œuvre.

Ce rapprochement entre une demande qui va tripler d'ici la fin du siècle et des ressources limitées, même si elles apparaissent encore considérables, ne constitue bien entendu qu'une vue partielle de la situation et, sans vouloir faire dans cette introduction, l'exposé global du problème, nous devons souligner que, précédant de loin la pénurie, est déjà apparue en Occident une situation de dépendance matérielle et financière, les détenteurs de richesses énergétiques n'étant qu'exceptionnellement les principaux consommateurs.

Nous ne donnerons qu'un exemple de cette situation peu enviable de la plupart des pays développés en indiquant que la dépendance énergétique de la Communauté européenne est de :

19 % pour le charbon (et le lignite) ;

97,5 % pour le pétrole ;

3,5 % pour le gaz,

et, au total, de 60 %.

Les nations européennes ont donc à faire face à quatre impératifs :

- ménager leurs ressources propres ;
- économiser les réserves mondiales d'énergie fossile ;
- réduire leurs importations ;
- satisfaire aux besoins énergétiques croissants de leurs peuples.

(1) Dont 100 « trouvés ».

Or, s'il est possible dans le cadre européen d'atteindre les trois premiers objectifs, en acceptant une réduction sensible de notre consommation d'énergie, il faut savoir, n'en déplaise à tous ceux qui n'ont connu généralement aucune privation, que la portée des économies ou, si l'on veut, de la réduction des gaspillages, est très limitée et que *le niveau d'énergie (utile) consommée par tête est intimement lié à la mesure de la production nationale* et, par voie de conséquence, au niveau de vie de la population.

Le recours croissant à l'énergie est donc lié au problème de l'emploi et contribue, en conséquence, à résorber le chômage.

Il existe de fait, pour un pays donné, un parallélisme frappant entre ces deux éléments et l'on ne peut donc vouloir à la fois que les facilités offertes aux plus favorisés bénéficient demain au plus grand nombre et prétendre réduire la consommation énergétique. Il est certes probable que les besoins ne croîtront plus dans ce domaine, dans nos pays, au même rythme que précédemment mais on ne pourra éviter au minimum que la demande européenne à satisfaire soit multipliée par 1,5 d'ici à 1985 et par 3 d'ici la fin du siècle, ce qui représente à court terme 1 milliard, et à plus longue échéance 2 milliards de tonnes d'équivalent charbon à découvrir.

Satisfaire cet écart croissant entre production énergétique classique et besoins d'une population de plus en plus nombreuse et exigeante, tel est le défi que l'Europe doit affronter et avec elle l'ensemble du monde.

Tel est aussi le problème qu'ont examiné les 4 500 experts appartenant à 70 nations réunis à Istanbul au cours de journées d'études auxquelles votre rapporteur accompagné de nos collègues, MM. Barroux, Filippi, Létoquart et Malassagne ont participé. L'intérêt suscité par cette réunion aussi bien en Europe que dans le tiers monde donne la mesure de l'enjeu.

Notons enfin que la pression de la demande sur l'offre va entraîner une hausse fatale des produits énergétiques.

Pour nous en tenir au pétrole nous avons appris qu'à la Conférence de Caracas des pays de l'O.P.E.P. un relèvement de 5 % du prix du brut avait été décidé et que certains délégués envisageaient une augmentation de 15 % en 1978 dans l'optique d'un relèvement de 50 %, par rapport au niveau actuel, en 1980.

Nous allons examiner maintenant les différentes solutions qui peuvent être apportées à cette angoissante question en examinant, bien entendu, par priorité, le cas de notre pays mais sans oublier qu'il ne peut y avoir de politique énergétique française hors du cadre de l'Europe et même sans un minimum de consensus mondial.

I. — Le bilan énergétique français.

La production et la consommation d'énergie primaire a évolué comme suit depuis 1970 (en millions de tonnes d'équivalent pétrole).

	1970	1973	1976
<i>Production.</i>			
Charbon et lignite.....	27,1	19,4	17,7
Gaz	6,6	7	6,8
Pétrole	2,3	1,3	1,1
Electricité primaire (hydraulique et nucléaire)	13,7	13,6	13,9
Total	49,7	41,3	39,3
<i>Consommation.</i>			
Charbon et lignite.....	38,1	30,5	31,6
Gaz	9,3	14,9	18,8
Pétrole	87,3	116,4	109,4
Electricité primaire (hydraulique et nucléaire)	13,6	13	14,4
Total	148,3	174,8	174,2

Ces chiffres font apparaître un pourcentage de couverture de nos besoins en sensible décroissance : 33,5 % en 1970, 23,7 % en 1973 et 22,5 % en 1976. Cette situation tient, pour l'essentiel, à la part minime de notre production de pétrole.

La France figure ainsi parmi les pays les plus dépendants du monde. En 1972, en effet, le taux de couverture des besoins énergétiques s'établissait comme suit pour les principaux pays du monde occidental (en pourcentage):

U. S. A.	88
Grande-Bretagne	50,3
R. F. A.	47,8
France	25
Italie	18,9
Japon	13

Depuis cette époque, le taux de dépendance américain a sensiblement plus progressé que ceux des autres pays mais notre position relative est restée sensiblement la même (France 78 %).

Il est intéressant, par ailleurs, de considérer la part qu'occupe, dans notre bilan énergétique, les différents secteurs consommateurs.

Pour le dernier exercice connu, la répartition était la suivante (en 10⁶ T. E. P.):

Sidérurgie	13,5
Industrie	44,7
Agriculture	2,9
Domestique et tertiaire.....	56,8
Transport	33,6
Raffineries	7,9
Consommation des producteurs et transformateurs	15,8
<hr/>	
Total	174,2

Les principaux postes dépensiers sont donc les secteurs domestique et tertiaire: 32,6 %, l'industrie: 25,7 % et les transports: 19,3 %. Mais, pour souligner le poids qui pèse sur notre balance extérieure, il faut préciser, en outre, que la consommation d'hydrocarbures (importés) entre pour plus de 50 % dans le secteur domestique et tertiaire, constitué principalement par le chauffage des locaux, et pour 97 % dans les transports.

De cette analyse sommaire de notre bilan énergétique ressort donc, en premier lieu, la part dominante des hydrocarbures malgré un certain tassement de la progression de leur consommation enregistrée depuis trois ans. Il convient d'observer, d'ailleurs, que cet infléchissement n'affecte que le pétrole et non le gaz dont l'utilisation s'accroît, au contraire, très rapidement depuis quelques années.

Il nous faut préciser en terminant que la dépendance énergétique dont nous avons fait état se traduit *en termes de devises* depuis 1974 par un solde négatif extrêmement lourd puisqu'il est passé de 14,8 milliards de francs en 1972 à 51,5 milliards de francs en 1974 et 61 milliards de francs en 1976.

On mesurera l'importance de ce chiffre en considérant qu'il nous faut environ deux mois et demi d'exportations pour couvrir ce déficit

Physionomie du bilan énergétique à l'horizon 1985.

Le renchérissement du prix du pétrole a conduit le Gouvernement à réviser en baisse les objectifs primitifs en ramenant la consommation totale prévue pour 1985 de 285 à 240 millions de tonnes d'équivalent pétrole.

La physionomie de notre bilan énergétique se présenterait comme suit par comparaison avec les chiffres actuels (en 10⁶ T. E. P.):

	1976	1985
Charbon	31,5	20
Pétrole	109	95
Gaz	19	27
Electricité hydraulique	10,5	14
Electricité nucléaire	4	60
Energies nouvelles	0	3
Total	174	240

En dehors de la substitution partielle de l'électricité nucléaire au pétrole, dont nous parlerons plus loin, ces résultats supposent la réalisation des économies suivantes par secteurs (en 10⁶ T.E.P.):

Industrie	16
Secteur résidentiel et tertiaire.....	20
Transport	7
Consommation énergétique et pertes.....	2
	—
Total	45

Nous serons amenés à développer en particulier ce problème de la portée des économies d'énergie dans la suite de ce rapport.

On notera, cependant, que nous resterons encore dans huit ans fortement tributaires du pétrole, en particulier dans le domaine du transport où les techniques de remplacement n'apparaissent pas, même à moyen terme.

II. — Le rôle des énergies fossiles traditionnelles.

A. — LE CHARBON

1° *Le contexte international.*

Le charbon est, de toutes les ressources fossiles traditionnelles, celle dont les réserves prouvées sont les plus importantes.

En s'en tenant aux mines économiquement exploitables, on estime, en effet, que les quantités disponibles se situent entre 600 et 1 400 milliards de tonnes, chiffres auxquels s'ajouteraient de 3 000 à 5 000 milliards de tonnes de ressources récupérables.

Sur la base de la production actuelle, ces réserves sont de nature à faire face aux besoins du monde pendant cinq à sept siècles au minimum, même si la consommation, telle qu'on en prévoit l'évolution, devait passer de 2 300 millions de tonnes actuellement à 4 milliards de tonnes en 1985 et 6 à 7 milliards de tonnes en l'an 2000.

De plus, les ressources charbonnières sont relativement mieux réparties sur la terre que celles du pétrole, comme le montre le tableau suivant :

Réserves exploitables

(En milliards de tonnes.)

U. R. S. S.	150 à 300
Chine	80 à 300
U. S. A.	130 à 360
Europe occidentale.....	30 à 60
Pologne	20 à 40
Afrique du Sud.....	15 à 30
Australie	25 à 75
Inde	15 à 30

Le charbon apparaît, de plus, comme un bon produit énergétique bien que son pouvoir calorifique soit inférieur d'un tiers à celui du pétrole.

Mais, en dépit de son abondance et de ses qualités intrinsèques, le charbon souffre de plusieurs handicaps qui expliquent son recul spectaculaire au cours des vingt-cinq dernières années face à la montée du pétrole.

C'est, tout d'abord, face aux hydrocarbures, un produit qui nécessite pour son extraction des travaux coûteux et pénibles demandant une main-d'œuvre importante et spécialisée. C'est, de plus, une matière dont l'utilisation exige des installations relativement complexes en raison du volume considérable des déchets à éliminer au niveau du foyer et des fumées envoyées dans l'atmosphère. C'est enfin une substance dont le transport et la manutention ne sont pas aisés.

Ceci explique sans doute que, présentement du moins, 92 % du charbon soient consommés par les pays producteurs — le plus souvert sur place — et que 180 millions de tonnes, seulement, soient ainsi exportées alors que, pour le pétrole, le chiffre correspondant est supérieur à 1,5 milliard de tonnes (soit en capacité énergétique 2,3 milliards de tonnes d'équivalent charbon).

Pour une révision de la place du charbon.

En dépit des inconvénients signalés ci-dessus, une analyse globale des besoins du marché et la nécessité de diversifier les sources énergétiques ont conduit des instances mondiales telles que l'Agence internationale de l'Energie à étudier les possibilités d'un recours accru au charbon et à le considérer comme une *alternative aux défaillances probables du pétrole et au retard déjà sensible de la mise en œuvre de l'énergie nucléaire*. Suivant des calculs de l'Agence, le charbon pourrait assurer, en 1985, les deux tiers de l'approvisionnement des centrales thermiques, ce qui correspondrait à une fourniture d'un milliard de tonnes.

De nombreux rapports présentés récemment par le M. I. T. et la Société B P demandent que, pour tenir compte des retards du nucléaire, soit étudiée la possibilité de porter à un milliard de tonnes le volume du charbon échangé à travers le monde, ce qui supposerait un fort développement des capacités productives, des équipements portuaires et de la flotte appropriée. (De son côté, le rapport présenté à la Conférence mondiale de l'énergie estime que la production de charbon pourrait être multipliée par 4 ou 5 d'ici à l'an 2000 au lieu de 2,5 comme il est actuellement prévu.)

Un tel changement supposerait, bien évidemment, compte tenu de l'inertie des investissements, que des décisions soient prises sans plus attendre qu'il s'agisse d'ouverture de nouveaux gisements, financée par les pays consommateurs chez eux et à l'étranger, ou de passation de contrats d'importation à long terme.

L'exemple le plus saisissant est fourni actuellement par le Japon qui, en dépit de son effort dans le domaine nucléaire, se constitue dès maintenant à l'extérieur un petit « empire charbonnier » et envisage de tripler ou quadrupler ses achats qui atteignent déjà 60 millions de tonnes.

La Communauté européenne, quant à elle, juge que la limitation des achats de pétrole à 500 millions de tonnes doit avoir pour contrepartie une consommation de charbon et de lignite de 550 millions de tonnes en 1985 supposant le maintien de production communautaire à 250 millions de tonnes.

Selon les conclusions de cet organisme, le charbon et le nucléaire constituent, en effet, à l'échéance de 1990, « les seuls éléments déterminants capables de restituer une certaine souplesse à l'approvisionnement en énergie » de l'Europe.

2° Le cas de la France.

La France n'a pas échappé à l'évolution qui a substitué le pétrole au charbon puisque, depuis 1950, la part de celui-ci est tombée de 70 % à moins de 20 %.

Concernant notre pays, cette situation s'explique aussi bien par le bon marché du pétrole que par l'appauvrissement de nos bassins dont les réserves économiquement exploitables ne dépassent pas 500 à 600 millions de tonnes.

Le problème n'est donc pas pour nous de demander à nos gisements un supplément de production mais d'étudier la possibilité de recourir plus largement aux importations.

Si l'on souhaite, en effet, comme il était prévu, renoncer à peu près complètement à utiliser le fuel dans les centrales thermiques, malgré le retard, de l'ordre de 6 000 à 8 000 mégawatts, pris par le programme nucléaire, il serait indispensable de réaliser un *programme réduit de centrales à charbon qui seraient alimentées à hauteur de 12 à 13 millions de tonnes par du charbon importé*. On s'orienterait ainsi vers une production d'électricité basée au moins provisoirement sur le binôme : nucléaire-charbon.

Une telle inflexion de notre programme énergétique supposerait bien entendu un effort de prospection systématique du marché international du charbon et nous notons que les Charbonnages de France se sont déjà engagés dans cette voie en prenant des participations dans des sociétés étrangères telles que la Hawley-Coal-Mining Corporation en Virginie occidentale et la Wambo-Mining Corporation, en Australie.

Il semble, par ailleurs, possible de développer substantiellement nos importations en provenance de pays disposant d'importantes ressources charbonnières telles que la Pologne et l'Afrique du Sud.

Une telle politique n'irait pas, certes, dans le sens d'une plus grande indépendance mais, du moins, la diversification de nos achats énergétiques nous assurerait-elle une meilleure sécurité.

B. — LE PÉTROLE

La place prédominante occupée par le pétrole avec 46 % de la production totale d'énergie en 1974 contre 24 % en 1950, ne s'explique pas seulement par le fait qu'il fut vendu à un prix très attractif jusqu'à la fin de 1973 mais aussi par ses qualités intrinsèques.

C'est, en effet, le produit naturel dont la « densité » énergétique est la plus élevée, dont l'extraction demande le moins de main-d'œuvre et dont le transport est le plus économique et le plus facile. Que l'on réfléchisse, pour s'en persuader, au fait qu'un oléoduc permet d'acheminer par an 10 millions de tonnes de pétrole et qu'il faudrait pour transporter la même quantité d'énergie sous forme de charbon — soit 15 millions de tonnes — environ dix trains de 4 000 tonnes par jour et les installations de chargement et de déchargement correspondantes.

De même, on imagine mal le transport par voie maritime de 3 milliards de tonnes de charbon et les manutentions portuaires qu'entraînerait une telle opération.

Faut-il rappeler, enfin, comme l'a fait le délégué de l'O. P. E. P., à Istanbul — non sans un certain esprit d'à propos — que les gros producteurs de charbon, dont les besoins propres sont énormes, sont peu disposés à faire bénéficier leurs concurrents industriels de fournitures énergétiques aussi massives et qu'il est heureux, notamment pour les nations occidentales, que les principaux détenteurs de pétrole soient des pays faiblement consommateurs d'énergie.

Mais, comme nous l'avons déjà indiqué, les ressources mondiales en pétrole, bien qu'elles apparaissent encore considérables, sont limitées et, selon les conclusions du rapport présenté à Istanbul par M. Desprairies, un problème d'alimentation du marché pourrait se poser dès 1990, si comme il est prévu, la consommation continue à progresser même au rythme réduit de 3,5 % par an (qui conduirait au chiffre de 6.5 milliards de tonnes à la fin du siècle).

Tendances actuelles du marché français.

En 1976, le marché français avait enregistré, avec une consommation de 103,9 millions de tonnes, une légère reprise (+ 8 % par rapport à 1975).

La progression avait été particulièrement forte pour les centrales d'Electricité de France (+ 31 %) en raison de la sécheresse, tandis qu'elle était plus modérée pour le carburant auto (+ 5,5 %) et le gas-oil (+ 8,5 %).

En 1977, les résultats connus pour les neuf premiers mois laissent prévoir une réduction de la consommation de l'ordre de 5 % imputable, pour l'essentiel, à la diminution très sensible des achats d'Electricité de France (— 38,5 %). En effet, une meilleure hydraulité a permis à celle-ci de limiter ses approvisionnements en fuel lourd à 5,9 millions de tonnes au lieu de 9,5 de janvier à septembre 1977.

On a enregistré également une diminution de 3,6 % des achats de fuel domestique et de 0,8 % de fuel industriel.

En revanche, la hausse, faible pour les carburants autos (+ 0,7 %) a été encore sensible pour le gas-oil (+ 5,3 %).

Cette disproportion entre les ventes de produits légers et des substances de bas de gamme ne laisse pas de poser aux raffineurs de sérieux problèmes. Elle nécessiterait la construction d'installations de « craking » qui représentent des frais d'investissements particulièrement lourds difficiles à engager dans la conjoncture financière actuelle.

Les échanges extérieurs.

Pour l'exercice 1975, les importations ont atteint 122 millions de tonnes correspondant à un coût en devises de 55 121 millions de francs. Mais en tenant compte des achats (4 786 millions de francs) et des ventes (7 303 millions de francs) de produits finis, la balance de nos échanges d'hydrocarbures liquides s'est soldée à : — 52,6 milliards de francs.

Pour 1977, le coût des importations — soit 117 millions de tonnes suivant les prévisions actuelles — sera un peu plus élevé que l'an dernier en raison des augmentations de prix du brut mais on observe un accroissement très sensible (+ 25 %) des ventes de produits finis et une réduction également appréciable (— 11 %) des achats de ces matières ; sauf imprévu le chiffre réalisé l'an dernier ne devrait pas être dépassé.

Situation financière de l'industrie française du pétrole.

Suivant une récente étude de la Direction des Carburants, les résultats financiers des six principales sociétés opérant en France : C. F. P. (Total), Elf-Aquitaine, Shell, BP, Esso et Mobil, se traduisent pour la période 1973-1976 par une perte de 7,8 milliards de francs soit 17 F par tonne commercialisée.

Cette situation qui a été masquée par la revalorisation comptable du prix des stocks de brut résulte pour l'essentiel de trois causes :

— un alourdissement du coût des travaux de recherche d'autant plus important que le Gouvernement incite les compagnies à pousser leur prospection sur le territoire métropolitain et dans la mer territoriale ;

— le fait que les compagnies ne sont autorisées à répercuter les hausses du brut qu'insuffisamment et avec retard ;

— la stagnation des ventes à un niveau très inférieur à celui qui était escompté (102 millions de tonnes au lieu de 140 millions de tonnes). Ce dernier élément se traduit notamment par le fait que le potentiel de raffinage existant en France n'est aujourd'hui utilisé qu'à 71 %.

Depuis le début de 1977, la situation s'est encore aggravée, le Gouvernement n'ayant pas autorisé la révision des prix de vente après l'augmentation décidée par l'O. P. E. P. à Dofa le 1^{er} juillet dernier.

Dans cette conjoncture, on peut certes s'étonner de l'existence de rabais consentis par les sociétés mais cette situation paradoxale s'explique si l'on considère l'excès de l'offre de pétrole et de la capacité de transport de celui-ci, compte tenu de la récession économique et des économies d'énergie réalisées.

Ceci dit, l'action de quelques importateurs indépendants portant sur des quantités marginales et pratiquant de tels rabais suffit à perturber le marché.

Votre commission n'ignore pas qu'il est difficile de paraître seulement prendre en considération les difficultés des compagnies pétrolières mais elle estime nécessaire d'établir une distinction entre les grands groupes pétroliers — les majors — qui disposent aux Etats-Unis et au Canada, de gisements de pétrole brut leur

appartenant en propre et les compagnies pétrolières exploitant en France qui se ravitaillent en quasi-totalité auprès des pays de l'O. P. E. P.

Si les premiers peuvent, en effet, réaliser des bénéfices substantiels en alignant le prix du pétrole en provenance de leurs puits sur ceux des fournisseurs arabes il n'en est pas de même pour les sociétés françaises (ou les filiales étrangères) qui subissent de plein fouet les hausses du pétrole du Moyen-Orient, du Nigéria ou du Venezuela.

Quant aux bénéfices apparents résultant de la revalorisation des stocks, ils ne sont qu'illusion puisqu'ils sont automatiquement absorbés par les achats de renouvellement desdits stocks aux nouveaux prix.

Quels que soient les impératifs politiques et économiques pouvant justifier un freinage de la hausse du coût de la vie, il apparaît donc indispensable que soit mise au point une formule de révision tenant compte du prix du pétrole au départ, du cours du dollar U.S. et du coût du raffinage et laissant aux compagnies une marge suffisante pour faire face notamment à leurs dépenses de recherche.

Il apparaît également souhaitable que soit respecté le cadre défini par la loi du 30 mars 1928 qui déterminait les droits et obligations des compagnies pétrolières exerçant en France et réglant la coexistence des sociétés à capitaux français et à capitaux étrangers. Il n'est pas douteux en effet qu'un tel partage du marché (actuellement 53 % pour Total + Elf et 47 % pour les filiales étrangères) dont nous reconnaissons le caractère artificiel mais qui a fait la preuve de son utilité — serait remis en cause si la pratique d'achat direct de brut à l'extérieur par les gros consommateurs venait à se généraliser.

C. — LE GAZ NATUREL

Production et réserves.

Le volume des réserves prouvées de gaz naturel est estimé à 60 000 milliards de mètres cubes alors qu'en 1974 la consommation mondiale n'a pas dépassé 1 239 milliards.

Globalement, la menace de pénurie est donc moins grave que pour le pétrole et on estime que les gisements reconnus pourront faire face aux besoins prévisibles du monde pendant quarante-cinq à cinquante ans.

Compte tenu, toutefois, du volume considérable de leur consommation, certains pays comme les Etats-Unis sont menacés d'ores et déjà d'un épuisement de leur gisement.

Le rapprochement des productions (1975) et des réserves (en milliards de mètres cubes) rend compte de cette situation.

	PRODUCTION 1975.	RESERVES 1975.
1. Etats-Unis	579	6 460
2. U. R. S. S.	289	20 100
3. Pays-Bas	91	1 850
4. Canada	71	1 610
5. Grande-Bretagne	35	810
6. Roumanie	32	190
7. Iran	22	10 610
8. Mexique	22	340
9. Allemagne fédérale	18	310
10. Italie	14	210
11. Venezuela	12	1 200
12. Argentine	7,7	200
13. France	7,3	130
14. Pologne	7,3	120
15. Algérie	5,5	3 270

Le gaz dans l'économie française.

La France vient, au sein de l'Europe des Neuf, au cinquième rang des producteurs de gaz avec 7 milliards de mètres cubes en 1976 contre 96 pour les Pays-Bas ; 37,6 pour la Grande-Bretagne ; 18 pour la République fédérale d'Allemagne et 14,8 pour l'Italie.

Elle a été, en 1976, tributaire pour sa consommation (21,4 milliards de mètres cubes) à 52 % du gaz néerlandais et à 15 % des gaz liquéfiés importés d'Algérie et de Libye ainsi que pour une faible part de fournitures russes.

Utilisation par les différents secteurs.

Sur un total de 173,6 milliards de thermies en 1976 en progression de 8 % sur 1975, la répartition a été la suivante :

Secteur domestique : 31,1 % ;

Secteur commercial : 21,2 % ;

Secteur industriel : 44,8 %.

Au total le gaz naturel a représenté, l'an dernier, 10,8 % de l'énergie primaire consommée.

Le problème des approvisionnements.

La politique d'approvisionnement poursuivie par Gaz de France pose un double problème : celui de la construction de gazoducs, d'acheminement par navire méthanier et d'installations de stockage et celui de la signature de contrats avec les producteurs étrangers.

En ce qui concerne les transports, la France disposait au 31 décembre 1976 d'un réseau de gazoducs de 16 350 kilomètres en progression de 750 kilomètres sur 1975.

Au sujet des stockages, de nouvelles structures sont recherchées en-dehors de celles existant notamment à Beynes et à Gourmay-sur-Aronde.

La politique d'approvisionnement poursuivie par Gaz de France a abouti à la signature de contrats nous garantissant la fourniture pour 1980 de 270 à 280 milliards de thermies et, pour 1985, de 370 milliards de thermies, objectif qui se rapproche de celui fixé par le Conseil central de planification.

Il ne semble malheureusement pas qu'on puisse escompter à court ou moyen terme une augmentation de notre production et la France devra donc faire appel de plus en plus à l'importation, en faisant appel dans ce but aux Pays-Bas, à l'Algérie, à la Libye, à l'U. R. S. S., à l'Iran ainsi qu'aux gisements britanniques et norvégiens de la Mer du Nord.

Faute d'être indépendant, notre pays peut du moins se féliciter d'une diversification de ses ressources qui lui assure une certaine sécurité d'approvisionnement concernant un produit qui couvre dès maintenant 10,8 % de ses besoins en énergie.

Nous devons cependant prendre conscience du fait qu'il existe dans le monde une vive compétition pour obtenir des fournitures de gaz naturel, celles-ci n'étant pas toujours payées en dollars et étant généralement moins coûteuses que les autres. Nous constatons par exemple que les Etats-Unis, traditionnellement de gros consommateurs et qui voient leurs gisements s'épuiser, interviennent de plus en plus activement sur le marché algérien.

La France, bien placée géographiquement entre l'Afrique, le Proche-Orient, la Mer du Nord et l'Europe de l'Est devrait accroître ses achats. L'objectif de 37 millions de T. E. P. pour 1985 (contre 18,5 l'an dernier) est à ce prix. Mais une telle politique exige, on le sait, des installations et un équipement importants (de liquéfaction et de transport) qui une fois réalisés lient mieux que tout engagement producteurs et consommateurs. C'est donc dès aujourd'hui qu'il est nécessaire de s'en préoccuper.

D. — L'ÉNERGIE HYDRAULIQUE

Utilisée dès la plus haute antiquité, l'énergie hydraulique a été encore il y a quelques décennies l'une des principales sources de production d'électricité.

Son intérêt majeur est d'être renouvelable surtout lorsqu'il s'agit d'installations « au fil de l'eau ». En revanche, le coût de construction des barrages est élevé et s'il n'y a pas de pollution proprement dite, la submersion de surfaces parfois importantes se heurte aux réactions de milieux agricoles ou écologistes.

Au plan mondial, le potentiel énergétique hydraulique est considérable et pourrait couvrir environ 40 % des besoins de la planète, mais si l'on s'en tient aux réalisations de dimension industrielle, on peut estimer que 34 à 35 % seulement de ce potentiel peuvent être utilisés, ce qui permettrait tout de même de maintenir la part de l'hydraulique, actuellement de 5 %. Le fait que l'énergie ainsi produite ne puisse l'être qu'en des lieux déterminés par la géographie et souvent éloignés des centres consommateurs constitue en fait le handicap majeur de cette technique.

Sous cette réserve importante, le taux d'équipement actuel des sites possibles est naturellement fort différent suivant les régions. Il est inférieur ou égal à 1 % en Afrique, Amérique du Sud et Asie du Sud-Est ; il atteint 22 % en Amérique du Nord et 34 % en Europe. Notre continent est donc prêt d'avoir atteint le seuil de saturation.

Par contre, l'hydraulique offre d'énormes possibilités énergétiques à de nombreux pays et, notamment, à des nations du tiers monde peu fournies en produits fossiles telles que le Brésil et la plupart des pays d'Amérique latine, les Indes, la Birmanie, etc.

Equipement hydraulique français.

L'effort particulièrement important entrepris en France dès 1925, effort encore intensifié après la Libération, a porté notre puissance hydro-électrique installée à 18 200 mégawatts (dont 17 000 pour E. D. F), correspondant à une production de 60 milliards de kWh en année moyenne (contre 1 milliard en 1910, 4 en 1920 et 30 en 1950). Traduite en millions de tonnes d'équivalent charbon, la production hydraulique, qui couvre environ 7 % de nos besoins actuels, ne paraît pas devoir dépasser de plus de 10 % ce niveau, ce qui ramènera sa part de la consommation énergétique française au-dessous de 6 %. Les aménagements en cours sont Arc-sur-Isère (Savoie), Montezic (Averon) et Ifferheim (Bas-Rhin).

Au titre de la Compagnie nationale du Rhône, la principale opération restant à réaliser est celle de l'équipement du Haut-Rhône où, entre Génissiat et Lyon, cinq sites pourraient être équipés. Une décision positive a été prise par le Gouvernement concernant trois de ces barrages, à savoir Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon totalisant une puissance installée de 265 mégawatts susceptible de fournir 1,2 milliard de kWh par an.

Sur le Bas-Rhône, il reste à terminer le barrage de Vaugris représentant une puissance de 49 mégawatts.

Suivant les conclusions présentées par votre rapporteur dans son étude sur le potentiel hydraulique français, celui-ci devrait faire l'objet d'un nouvel examen compte tenu de la hausse considérable du prix du fuel.

Au regard de cet élément nouveau, il semble, en effet, en première approximation, que sur un potentiel techniquement équipable de 100 milliards de kWh, *la part économiquement exploitable se situerait dans la fourchette de 65 à 72 milliards de kWh, dont 3 à 6 milliards de kWh pour les petites installations.*

Faut-il rappeler enfin qu'une production « indigène » de 4 milliards de kWh nous fait économiser un million de tonnes de fuel par an et, qu'*immédiatement disponible aux heures de pointe*, une centrale hydraulique permet de pallier sans délai une menace de surconsommation.

Reprenant les conclusions de la commission sur l'hydraulique, nous pensons qu'il faut donc :

— compléter le programme de construction de barrages et d'installations de pompage d'E.D.F. et accroître si possible la puissance de certains ouvrages ;

— terminer l'équipement du Haut-Rhône afin d'améliorer le rendement global des installations de la C.N.R. et de régulariser le débit du fleuve :

— faciliter l'intervention des petits producteurs d'électricité en relevant le seuil au-dessus duquel la simple autorisation préfectorale doit être remplacée par une demande de concession.

III. — L'énergie nucléaire.

A. — PRODUCTION ET RÉSERVE D'URANIUM FACE AUX BESOINS FRANÇAIS

1° Production.

La production réalisée par la COGEMA (filiale à 100 % du C. E. A.) et par les sociétés partiellement contrôlées par celle-ci a été la suivante en 1976 :

	Tonnes d'uranium métal.
<i>Métropole :</i>	
COGEMA	1 549
C. F. M. U. (12,8 % COGEMA).....	172
S. M. U. C. (33,33 % COGEMA).....	28
	<hr/>
Total France.....	1 749
	<hr/>
<i>Outre-Mer :</i>	
COMAIR (Niger) (27 % COGEMA).....	1 460
COMUF (Gabon) (15 % COGEMA).....	1 000
	<hr/>
Total Outre-Mer.....	2 460
	<hr/>
Total général.....	4 209

2° Réserves métropolitaines.

Les réserves prouvées et celles que l'on peut considérer comme très probables se décomposent comme suit en fonction de leur coût :

	A MOINS de 390 F/kg.	DE 390 F à 650 F.
	(En tonnes.)	
COGEMA	50 250	30 730
Sociétés privées	10 900	4.150
Total	61.150	34.900

Les divisions minières de la Crouzille (Limousin) et de Vendée ont des réserves prouvées excédant dix ans d'extraction tandis que le bassin du Forez est en voie d'épuisement et sera fermé vers la fin de la décennie.

La relève sera prise par la division minière de l'Hérault dont l'exploitation est en cours de préparation.

3° Besoins prévisibles de la France.

Compte tenu du programme nucléaire défini par le Gouvernement en 1977, les besoins français sont connus avec précision jusqu'en 1985, et moins certains au-delà.

Sur cette base et en tenant compte des besoins nationaux ainsi que des engagements liés à des opérations industrielles effectuées à l'étranger et à des contrats d'exportation, nos besoins sont les suivants, en tonnes d'uranium :

	1977	1980	1983	1985
	(En tonnes.)			
Besoins nationaux	3 300	3 900	7 000	9 400
Contrats étrangers	2 100	3 100	2 500	2 300
	5 600	7 000	9 500	11 700

Il existe donc apparemment un hiatus entre nos besoins et notre production, puisque dès 1977 cette dernière ne suffira pas seule, sinon à nous approvisionner, du moins à nous permettre d'honorer nos contrats.

4° Réserves mondiales et marché.

L'évaluation des ressources arrêtée au 1^{er} janvier 1977 et concernant les minerais d'un coût inférieur à 650 F par kilogramme d'uranium contenu se présente comme suit :

REGIONS	RESSOURCES raisonnablement assurées.	RESSOURCES supplémentaires estimées.
Amérique du Nord.....	825 000	1 709 000
Europe occidentale	388 800	90 700
Australie, Nouvelle-Zélande et Japon.....	244 700	42 000
Amérique latine	57 000	94 400
Afrique et Moyen-Orient.....	459 900	204 100
Extrême-Orient	2 400	
Asie méridionale	29 200	23 300
Totaux	2 007 000	2 162 900

Si ces ressources semblent suffisantes à court terme, la situation apparaît moins rassurante quand on considère que les besoins mondiaux vont croître très rapidement pour atteindre 70 000 tonnes en 1980 et près de 130 à 140 000 tonnes en 1985 alors que la production ne dépassait pas 25 000 tonnes en 1975.

L'alimentation des programmes nucléaires risque donc de poser des problèmes à moyen terme, tant en raison de l'insuffisance des capacités productives (déprimées par la longue mévente de l'uranium) que de la difficulté d'avoir accès aux ressources des pays les mieux pourvus, tels que le Canada et l'Australie, vendeurs plus que réticents, les Etats-Unis résolument importateurs, et l'Afrique du Sud dont on connaît les problèmes.

La situation de notre pays est certes relativement privilégiée compte tenu de nos réserves propres et de celles auxquelles nous avons accès en Afrique mais il n'est pas certain que les difficultés de nos voisins ne viennent pas perturber cet état de chose.

Comme nous allons le montrer, *c'est seulement, à plus long terme, en recourant aux surrégénérateurs* que nous pourrions résoudre cette question d'approvisionnement, cette technique permettant de réduire dans des proportions considérables les besoins en uranium.

B. — L'ENRICHISSEMENT DE L'URANIUM

Après la phase minière dont nous venons de parler, vient celle de l'enrichissement dont le but est d'améliorer la capacité énergétique de l'uranium utilisé en augmentant sa teneur en isotope 235 fissile. Ce dernier n'existe, en effet, que dans la proportion de 0,7 % dans le métal « naturel » et, pour obtenir un combustible adéquat, utilisable dans les réacteurs à eau ordinaire que nous construisons, il faut que cette part soit portée à 3,2 %.

Pour des raisons qu'il serait trop long d'exposer ici, la puissance de telles installations se mesure en unités de travail de séparation (U.T.S.). On appréciera cette unité en notant que l'obtention de 75 tonnes d'uranium enrichi (première charge d'une centrale de 1 000 mégawatts) nécessite 222 000 U.T.S. .

Les seules usines d'enrichissement existant actuellement à l'échelle industrielle utilisent le procédé dit de la diffusion gazeuse. Elles se trouvent aux Etats-Unis et en U. R. S. S. Mais la France produit depuis 1967, pour ses besoins militaires, de l'uranium enrichi dans son usine de Pierrelatte, ce qui lui a permis de maîtriser cette technique.

Notre dépendance pour le combustible nucléaire est néanmoins à peu près totale et nous sommes tributaires dans ce domaine des Etats-Unis et de l'U. R. S. S.

Eurodif et l'usine de Tricastin.

C'est pour échapper à cette situation, d'autant plus précaire que nos fournisseurs américains ont décidé de réduire leurs livraisons que notre pays s'est associé à un certain nombre de nations européennes plus l'Iran, dans une société dite Eurodif, pour réaliser dans le Tricastin (Drôme) une usine d'enrichissement.

Selon le planning arrêté, la puissance en service de cette installation entreprise à la fin de 1974 doit passer : 2,3 millions d'U.T.S. en 1979, à 6,1 millions d'U.T.S. en 1980, 8,4 millions d'U.T.S. en 1981 et 10,8 millions d'U.T.S. en 1982.

L'alimentation de l'usine en énergie électrique, qui nécessite à pleine capacité de marche une puissance de 3 000 mégawatts, sera assurée par quatre tranches nucléaires de 930 mégawatts électriques qui seront connectées au réseau.

Compte tenu des modifications apportées à la composition d'Eurodif, la part des différentes nations associées s'établit comme suit (en pourcentages) :

France	42.8
Iran	10
Italie	25
Belgique	11.1
Espagne	11.1

Décision de construire une seconde usine : Coredif.

L'accroissement prévu des besoins en uranium enrichi a conduit en septembre 1976 les partenaires d'Eurodif à créer une nouvelle société, dite Coredif, où la représentation française et iranienne est toutefois plus importante que dans Eurodif.

L'objectif poursuivi est de réaliser une usine dont la capacité d'enrichissement doit passer de 5 millions d'U.T.S. en 1985 à 10 millions d'U.T.S. en 1990.

On pense, dès maintenant, que le développement des besoins en combustible nucléaire exigera à court terme la mise en chantier d'une troisième usine, même si la technique de l'enrichissement par centrifugation choisie par la Grande-Bretagne, les Pays-Bas et l'Allemagne fédérale devient industriellement fiable vers 1983 comme l'espèrent les partenaires de cette « troïka ».

On notera, en terminant ce chapitre, que la réalisation d'une puissante usine d'enrichissement constitue une opération financièrement très lucrative pour notre pays, compte tenu des besoins mondiaux croissants en produits fissiles.

C. — FABRICATION DES COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES

Actuellement, la fabrication des combustibles nucléaires proprement dits, comprenant le conditionnement de l'oxyde d'uranium enrichi, les gaines assemblées en grappes contenant les « pastilles » de cet oxyde et différents équipements annexes, est effectuée par la société Franco-belge de fabrication de combustible (F.B.F.C.) contrôlée à 80 % par Eurofuel (Péchiney, Framatome, Creusot-Loire et Westinghouse).

La capacité de production de F.B.F.C. (aujourd'hui de 500 tonnes d'uranium) atteindra 1 000 tonnes en 1981 et 1 400 tonnes en 1983.

Interviennent également dans la fabrication de ces combustibles de nombreuses entreprises, notamment Cezus, filiale à 100 % d'Ugine-Acier, qui traite le zirconium constituant des gaines, et Tubatome qui fabrique celles-ci.

La France continue donc à mettre en place et à développer les moyens industriels de pointe complémentaires de son programme nucléaire, évitant ainsi de payer son indépendance énergétique d'une dépendance technique et économique qui annulerait les avantages acquis.

D. — LE PROGRAMME ÉLECTRONUCLÉAIRE FRANÇAIS

Au 31 août 1977, le parc nucléaire français en service avait une puissance totale installée de 2 758 mégawatts (MW) non compris les centrales franco-étrangères de Chooz (305 MW) (France : 50 %), de Tihange (870 MW) (France : 50 %) et Vandellós (480 MW) (France 25 %).

A ces équipements, il convient d'ajouter les tranches de 890 MW de Fessenheim 1 et 2 couplées au réseau, la première au début de l'année, et la seconde en octobre.

A la suite de divers incidents, Fessenheim 1 a dû être arrêtée à plusieurs reprises et ne fonctionne pas encore à pleine puissance.

Quant à Bugey 2 (985 MW), elle devrait être couplée au réseau en avril 1978.

Pour ces trois équipements, le retard dans la mise en service est de l'ordre de dix-huit mois.

Cette situation, pour regrettable qu'elle soit, n'est pas surprenante, s'agissant de têtes de série et compte tenu des sécurités supplémentaires exigées par les pouvoirs publics.

Quoi qu'il en soit, la mise en œuvre de ces trois tranches marque le départ du programme qui va nous doter d'un parc de centrales entièrement nouvelles dont la puissance (en exploitation) devrait, en principe, atteindre 17 500 mégawatts en 1980 et 37 800 mégawatts en 1985.

A ceux qui pourraient s'inquiéter de l'importance d'un tel équipement, précisons que les U.S.A. disposent dès aujourd'hui d'une puissance nucléaire supérieure à 50 000 mégawatts dont la production excède celle d'E.D.F.

Faut-il rappeler, enfin, que ces centrales nous permettront, en couvrant la moitié de nos besoins en électricité, d'économiser, en 1985, 45 millions de tonnes de fuel, soit environ l'équivalent de 22 milliards de francs (actuels) de devises étrangères ou près d'un mois d'importations.

On mesure ainsi ce qu'il en coûterait à notre pays de différer de quelques années ce programme, seul capable d'assurer notre indépendance énergétique et politique.

E. — LA FILIÈRE A NEUTRONS RAPIDES

Nous ne pensons pas nécessaire d'exposer de nouveau la technique de cette filière, largement développée à plusieurs reprises dans les avis présentés par notre commission à l'occasion des précédentes discussions budgétaires.

Qu'il nous suffise de rappeler que cette technique dite surrégénératrice permet, contrairement aux réacteurs à eau légère, de brûler non pas seulement une très faible partie de l'uranium naturel, mais la quasi-totalité de celui-ci transformé progressivement en plutonium.

Un tel surrégénérateur qui renaît ainsi de ses cendres consomme donc cinquante fois moins de combustible que le premier. La pénurie menaçante d'uranium, dont nous avons signalé le danger, se trouve ainsi reportée de plusieurs siècles.

Sûreté et fiabilité des surrégénérateurs.

Les deux principales objections faites aux surrégénérateurs concernent l'emploi du plutonium et celui du sodium.

En ce qui concerne le plutonium, la première observation à faire est que son utilisation suppose le retraitement des produits irradiés dans les centrales nucléaires « classiques ». Sans opération de retraitement, il ne peut donc y avoir de surrégénérateur. Cependant, même si l'on est opposé à l'utilisation de ce métal artificiel en raison de sa toxicité et de sa très longue période de vie radioactive, il ne faut pas oublier que tout réacteur nucléaire, fût-il à graphite-gaz ou à eau lourde, génère du plutonium. Il n'y a donc sur ce point entre réacteurs à eau et réacteurs « rapides » qu'une différence quantitative et non qualitative.

La deuxième réserve avancée au sujet du plutonium est le fait qu'en raison de sa masse qui pourrait dépasser la criticité il pourrait faire du surrégénérateur une bombe atomique.

Cette objection ne tient aucun compte des conditions nécessaires à la réalisation d'une explosion atomique qui suppose la réunion pendant un temps appréciable d'une quantité de matière fissile d'un haut degré de pureté et sous réserve d'une accélération appropriée du flux neutronique. Aucune de ces conditions ne sont réalisées dans les réacteurs « rapides » où le plutonium se trouve intimement mélangé, et dans une proportion relativement faible, à l'uranium naturel ou appauvri. Dans ces conditions, une réaction nucléaire incontrôlée spontanée et générale n'est pas seulement improbable mais impossible. Aussi impossible que le fait pour un mur salpêtré de devenir une bombe ou pour une bouteille d'hydrogène de se transformer en arme thermonucléaire.

La troisième objection relative à l'utilisation du sodium est à la fois plus sérieuse et moins déterminante puisqu'elle ne met pas en cause la radioactivité mais la vive affinité du sodium pour l'eau. Sans entrer dans le détail de la structure du réacteur, il faut tout de même préciser que le sodium dans lequel baigne le cœur radioactif, et réchauffé par celui-ci, n'est pas au contact de l'eau mais cède sa chaleur à un second circuit (dit secondaire) qui transmet à son tour ses calories à la vapeur utilisée dans les turbines.

De plus, par mesure de sécurité, les échangeurs sodium-eau sont situés dans une enceinte spéciale bétonnée différente de celle où se trouve le cœur du réacteur.

Enfin, si le risque d'un contact direct eau-sodium ne peut être totalement exclu, la moindre fuite se traduit par l'apparition de traces de soude dans l'eau et elle est ainsi aussitôt détectée. C'est précisément un tel incident qui a entraîné, il y a un an, l'arrêt provisoire du réacteur Phénix qui avait produit sans aucun problème 2 milliards de kilowatts/heure de 1974 à 1976.

Le réacteur de Creys-Malville.

Premier prototype industriel dont la création a été largement approuvée par le Parlement puisqu'elle a nécessité le vote d'une loi, le réacteur de Creys-Malville construit par la Société franco-italo-allemande Nersa a fait l'objet, en mai dernier, d'un décret déclarant cet ouvrage d'utilité publique.

La construction de ce réacteur d'une puissance de 1 200 mégawatts qui fera largement appel à l'expérience acquise grâce à Phénix, devrait être achevée en 1981, la mise en service à pleine puissance n'intervenant pas en principe avant 1983.

La France peut se féliciter d'avoir atteint dans cette technique de pointe une avance sensible sur tous les pays occidentaux y compris les Etats-Unis. Il serait donc tout à fait regrettable qu'une telle situation qui fait honneur à nos chercheurs et à nos techniciens puisse être compromise alors qu'aucune caractéristique fondamentale ne différencie, comme nous l'avons dit, ce type de réacteur des autres installations nucléaires.

On s'explique difficilement les réticences de certains secteurs de l'opinion publique alors qu'une large majorité a constamment soutenu la réalisation du supersonique Concorde, autre prouesse technique certes, mais d'une utilité et d'une rentabilité beaucoup moins évidentes.

F. — LE RETRAITEMENT DES COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES IRRADIÉS

Bien que cette question ait été largement développée l'an dernier par notre collègue M. Chauty, il nous est apparu nécessaire d'y revenir en raison de la position prise par le Président Carter. Celui-ci voit en effet dans cette opération un risque supplémen-

taire de diffusion de l'arme nucléaire en ce qu'elle a notamment pour résultat d'isoler une certaine quantité de plutonium. On sait, en effet, qu'en régime d'équilibre, soit après quatre ans de fonctionnement, le retraitement du combustible, déchargé d'un réacteur de 1 000 mégawatts fournit par an environ 26 tonnes d'uranium appauvri (0,88 % d'uranium 235) et 260 kilogrammes de plutonium (dont 180 kilogrammes fissile). Il y a donc à la fois récupération d'une partie de l'uranium chargé dans les réacteurs à eau légère et isolement d'un métal fissile destiné par nous à être brûlé dans les surrégénérateurs mais qui peut aussi fournir la matière première d'une bombe A. La position américaine apparaît cependant difficilement défendable et nous avons noté qu'à Istanbul, le représentant des Etats-Unis, qui a d'ailleurs mollement défendu la thèse de son président, n'a été suivi par personne.

En premier lieu, en effet, le *retraitement apparaît indispensable au titre même de la sécurité et de la salubrité* puisqu'il a pour résultat d'isoler et de stabiliser les produits et déchets radio-actifs en les traitant et en les stockant de manière appropriée. A titre d'illustration, le conditionnement des produits de fission de longue période permettra de neutraliser leurs effets sur l'environnement et de réduire leur volume cumulé à 3 000 mètres cubes environ en l'an 2000 pour l'ensemble des réacteurs nucléaires français (1,5 mètre cube par an par tranche de 1 000 mégawatts).

On voit mal, en revanche, comment les Américains pourraient conserver indéfiniment en piscine des gaines de produits irradiés qui risquent de contaminer le milieu ambiant et vont rapidement représenter des volumes et des tonnages considérables.

Nous avons dit de plus que le retraitement est la condition première de la mise en œuvre des surrégénérateurs sans lesquels les réserves mondiales d'uranium seraient sans doute épuisées d'ici vingt-cinq ans.

Enfin, répétons une fois de plus que le plutonium qui se forme dans les combustibles irradiés n'est pas produit par le retraitement mais simplement isolé par celui-ci et qu'une nation disposant d'un équipement technique suffisant pourra donc toujours en obtenir à partir de « piles » à uranium naturel et sans chercher à produire de l'électricité, comme nous l'avons fait d'ailleurs nous-mêmes.

Il apparaît donc vain et à terme très dangereux sous prétexte d'éviter la production de plutonium de renoncer au retraitement

de combustibles nucléaires irradiés, condition indispensable de la mise en œuvre d'une technique qui, nous l'avons montré, est seule capable d'apporter au monde l'apport massif d'énergie dont il a besoin.

IV. — Energies et techniques énergétiques nouvelles.

A la suite de la crise du pétrole et afin de développer les énergies non encore exploitées industriellement, le Gouvernement a nommé auprès du délégué général à l'énergie un délégué aux énergies nouvelles, l'objectif défini étant de produire en 1985 de 2 à 5 millions de tonnes d'équivalent pétrole représentant 1 à 2 % de nos besoins de cette époque.

Nous nous bornerons à examiner ici quelques-unes de ces énergies et techniques : les énergies solaire et géothermique, la gazéification du charbon et la fusion nucléaire.

A. — L'ÉNERGIE SOLAIRE

De toutes les énergies nouvelles, l'énergie solaire est de loin la plus populaire en raison de sa pureté et de son potentiel à la fois énorme et inépuisable. Le rayonnement solaire direct, par exemple, est susceptible de fournir, par jour et par mètre carré de panneau capteur, suivant les saisons, l'équivalent de 3,8 à 5,9 kilowatt-heures à Montpellier et 1,6 à 4,4 kilowatt-heures à Paris.

Cette énergie peut être utilisée sous deux formes : production de chaleur (chauffage des immeubles ou eau chaude) ou fourniture d'électricité.

1 *Conversion directe en chaleur.*

Cette première application est de loin, aujourd'hui, la plus répandue et la plus intéressante d'autant que les usages thermiques domestiques, qui représentent en France de 18 à 19 % de la consommation totale d'énergie, utilisent surtout du fuel.

Les inconvénients de cette conversion directe en chaleur sont cependant non négligeables.

En premier lieu, l'apport thermique varie en fonction inverse des besoins (maximum en été et à midi : périodes les moins froides, minimum en hiver et durant la nuit), d'où la nécessité d'un stockage d'eau chaude. En second lieu, l'énergie produite ne peut être utilisée que sur place. En troisième lieu, les panneaux solaires sont encombrants, relativement inesthétiques et coûteux (7 500 à 12 500 F pour un collecteur de 46,5 mètres carrés nécessaire au chauffage d'une maison moyenne (130 mètres carrés)).

Enfin, il apparaît, en pratique, qu'un chauffage d'appoint reste indispensable, ce qui vient grever sensiblement le coût de l'installation.

A titre d'exemple, le surcoût par rapport à une installation classique de chauffage est évalué à 40 000 F (hors taxes) environ pour un pavillon de 105 mètres carrés implanté en Corse à 900 mètres d'altitude, soit 55 000 F au lieu de 15 000 F.

Au point de vue industriel, la chaleur solaire connaît un usage intéressant mais limité, pour réaliser certaines opérations de fusion en l'absence de tout corps étranger. Tel est le cas du four d'Odeillo, situé près de Font-Romeu dans les Pyrénées-Orientales.

2. Production d'électricité.

Celle-ci peut évidemment être obtenue par le relais thermique mais on s'intéresse surtout aujourd'hui aux cellules photo-voltaïques qui convertissent directement le rayonnement solaire en électricité. On peut, en effet, obtenir ainsi une puissance de 1 kilowatt par 25 mètres carrés de surface de cellules solaires.

Une telle solution, bien que coûteuse, trouve une application valable pour des installations isolées et principalement dans des pays de fort ensoleillement, dépourvus de réseau électrique coordonné.

A titre d'exemple, citons :

- l'alimentation d'un réseau de télévision éducative desservant vingt-cinq villages au Niger ;
- le balisage lumineux de l'aéroport de Médine (Arabie) ;
- le fonctionnement de réémetteurs de télévision et de relais hertziens en montagne ou dans les îles ;

— des installations de pompage à fonctionnement intermittent avec bassin de stockage (en Egypte, Tunisie et Nigeria).

Pour les usages courants, les capteurs solaires restent cependant trop onéreux et leur prix devra être abaissé au moins d'un facteur cinq pour être économiquement compétitif. De plus, même si ce résultat est atteint, les applications solaires resteront très probablement limitées à certaines utilisations et à des pays jouissant d'un bon ensoleillement.

Pour notre pays, il ne faut donc pas attendre de l'énergie solaire mieux qu'un appoint et en aucun cas une production thermique ou électrique massive de nature à faire fonctionner une usine ou éclairer une agglomération.

Précisons néanmoins qu'on prévoit qu'en 1980, 10 à 12 000 logements pourraient utiliser l'énergie solaire (pour le chauffage ou l'eau chaude sanitaire) et que 30,5 millions de francs ont été dépensés par l'Etat pour promouvoir ces installations.

B. — LA GÉOTHERMIE

En raison de l'accroissement de la température qui est en moyenne de 1° par 33 mètres de profondeur, mais peut être nettement plus grand ou plus faible, il existe à 2 000 mètres environ sous la terre, des nappes d'eau chaude. Il en est ainsi par exemple du bassin de Dogger, qui s'étend du Nord-Est au Sud-Est du bassin parisien et dont la température est de 70°.

L'idée est venue tout naturellement d'utiliser cette eau chaude pour le chauffage domestique et, à l'initiative du Bureau de recherche géologique et minière (B.R.G.M.), deux groupes d'habitation implantés, l'un près de Melun, l'autre à Creil, bénéficient de cette technique.

L'installation géothermique comprend sommairement deux puits, l'un d'extraction, l'autre de réinjection, formant ce qu'on appelle un doublet, et un échangeur de chaleur entre l'eau géothermique et celle destinée aux usages domestiques. La pollution de l'eau souterraine — fortement chargée en sels minéraux — interdit, en effet, son rejet dans l'environnement qui se traduirait de plus par un épuisement rapide des bassins souterrains.

Il faut cependant noter que *la géothermie n'est pas une source énergétique inépuisable* puisque selon les études du B. R. G. M., la durée d'utilisation d'une nappe chaude ne peut excéder environ un siècle.

De plus, la géothermie nécessite la concordance de deux facteurs essentiels : l'existence d'une zone habitée relativement importante et la présence au-dessous de cette région d'une nappe d'eau suffisamment chaude et accessible (forable) sans frais excessifs.

Par ailleurs, pour ne pas épuiser trop rapidement le gisement aquifère et ne pas en abaisser trop vite la température, il est apparu indispensable de recourir à un chauffage d'appoint complété par des pompes à chaleur.

C'est du moins le système mis en œuvre à Creil où, aux 2 000 logements déjà chauffés par géothermie vont bientôt s'ajouter 2000 autres (1). Le surcoût de cette installation, estimé à 20 millions de francs, devrait être compensé par une économie de combustible de 3 500 tonnes de fuel par an. Le recensement des sites favorables n'est pas encore achevé mais dès maintenant plusieurs régions ont été identifiées : en Alsace, dans les Landes, le Béarn, en Limagne et dans l'Aisne.

C. — LA GAZÉIFICATION DU CHARBON

La difficulté d'exploiter certains gisements profonds a incité à rechercher le moyen d'utiliser ceux-ci, notamment en provoquant la combustion et en recueillant le gaz produit qui peut ensuite être transformé en méthanol.

Cette technique expérimentée actuellement par la Société Inieux en liaison avec les charbonniers belges et allemands suppose l'existence de couches de houille relativement homogènes et suffisamment épaisses. Il ressort malheureusement d'une étude préalable que les gisements français du Nord et du Pas-de-Calais seraient trop fragmentés et minces pour l'utilisation de ce procédé. Mais, outre que ces conclusions peuvent être revues, il est possible que d'autres bassins tels que ceux découverts dans le Jura, dans l'Allier et dans l'Indre se révèlent plus intéressants et puissent ainsi nous fournir un appoint énergétique non négligeable.

(1) Au total, il est prévu d'équiper, à moyen terme, 20 000 logements dans la région parisienne et dans le Sud-Ouest.

D. — LA FUSION NUCLÉAIRE

Alors que l'énergie nucléaire classique utilise la fission du noyau atomique, la fusion, origine de l'énergie solaire et réalisée dans la bombe H. tire, au contraire, son énergie de la réunion de deux noyaux, soit de deutérium (réaction D. D.), soit de deutérium (1) et de tritium (1) (réaction D. T.).

Compte tenu de la charge électrique de même signe (+) de ces deux éléments, leur réunion nécessite une énergie considérable pour vaincre leur répulsion.

La technique utilisée vise donc à réaliser simultanément un confinement suffisant de la matière, en faisant appel aux forces magnétiques, et une agitation de noyaux, propre à favoriser leur rencontre, obtenue par une température très élevée, soit 50 millions de degrés pour la réaction D. T. et 100 millions pour la réaction D. D. Cette élévation de température est engendrée par des décharges électriques de très haute intensité (plusieurs millions d'ampères).

La réunion de telles conditions n'a pu être encore réalisée même en laboratoire — où l'on n'a pas encore dépassé douze millions de degrés — mais les spécialistes pensent que la « faisabilité » du procédé, non encore démontrée à ce jour, le sera d'ici quinze ans au plus et que son application industrielle interviendra vers 2020.

Des recherches de caractère encore fondamental sont poursuivies activement dans ce sens en U.R.S.S., aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne et en France.

Au niveau européen, l'accord récent conclu pour la réalisation d'un puissant anneau magnétique (J.E.T.) va doter notre continent des moyens qui lui ont jusqu'à présent manqué.

Quoi qu'il en soit, la fusion nucléaire mérite une attention toute particulière car elle apporterait une *solution définitive aux problèmes énergétiques de l'humanité.*

(1) Isotopes de l'hydrogène

Ses possibilités apparaissent, en effet, pratiquement infinies si l'on considère que l'eau des mers contient 52 000 milliards de tonnes de deutérium (isotope 2 de l'hydrogène) — à raison de 34 grammes par mètre cube — et que chaque tonne de cette substance peut produire au moins 65,9 milliards de kilowattheures.

Les délais nécessaires à la réalisation de la fusion « commerciale » et les incertitudes subsistant concernant sa possibilité de mise en œuvre n'autorisent cependant en aucun cas que l'on renonce aux techniques énergétiques connues, comme certains ont pu le prétendre, pour écarter notamment la mise en service des surrégénérateurs.

V. — L'électricité.

A. — EVOLUTION DE LA PRODUCTION

Si l'utilisation du pétrole a joué un rôle déterminant dans le développement de la production énergétique, la part de celle-ci consommée sous forme d'électricité n'a cessé de croître en raison de la facilité et de la rapidité du transport de cette énergie et de sa polyvalence. N'est-elle pas, en effet, le seul moyen d'obtenir à la fois force mécanique, lumière et chaleur en tous points du territoire.

La production électrique française est ainsi passée de 12,3 milliards de kilowattheures en 1926, à 23 milliards en 1946, 54 milliards en 1956 et 194,6 milliards en 1976, soit un taux de multiplication par quinze en cinquante ans.

Fait plus symptomatique encore, la part de l'électricité dans notre bilan énergétique s'accroît très rapidement. Elle est, en effet, passée de 11,8 % en 1950 à 17,9 % en 1960, 22,3 % en 1973 et 25,7 % en 1976 ; et le taux de 35 % devrait être atteint en 1985, avec une consommation de plus de 350 milliards de kilowattheures.

Dans le même temps, une modification profonde est intervenue dans les sources productives de courant, l'hydraulique restant stationnaire depuis 1966 tandis que l'apport du thermique était multiplié par près de trois en dix ans.

En ce qui concerne l'usage du courant, la part relative de la clientèle industrielle, bien que restant largement dominante, a sensiblement régressé et ne représente plus aujourd'hui que 67 % contre 84 % en 1926.

Enfin, si l'on examine la position de la France au plan mondial, on constate que notre pays se situe en assez médiocre position après la plupart des pays développés et à l'avant-dernier rang des pays du Marché commun avec 3 440 kilowattheures par habitant, loin derrière les Etats-Unis : 9 800 kilowattheures, l'Allemagne fédérale : 4 690 kilowattheures et la Grande-Bretagne : 4 510 kilowattheures.

A titre d'exemple, le tableau suivant rend compte du taux d'équipement des abonnés français, allemands, belges et italiens en appareils électroménagers en 1975.

Evolution de l'équipement électroménager des foyers dans quelques pays européens (1963-1975).

	Nombre d'appareils pour 100 clients								ACCROISSEMENT ANNUEL moyen.			
	1963				1975							
	France	Italie	Belgique	R.F.A.	France	Italie	Belgique	R.F.A.	France	Italie	Belgique	R.F.A.
	(En pourcentage.)											
Réfrigérateur	44	37	33	59	83	92	86	92	11	16	17	8
Télévision	34	31	38	42	78	86	62	105	7	9	6	8
Machine à laver	34	14	33	41	63	70	91	86	5	14	9	6
Chauffe-eau	11	13	6	19	22	39	22	46	6	10	11	8
Cuisinière	5	5	10	47	7	1	21	68	3	11	7	3

B. — RÉSULTATS DE L'ANNÉE 1976 ET PERSPECTIVES POUR 1977

Après la stagnation exceptionnelle constatée en 1975, la consommation a marqué une vive reprise en 1976, année au cours de laquelle elle a atteint, pertes comprises, 196,4 milliards de kilowattheures contre 180,7 en 1975, soit une progression générale de 8,7 % ; mais beaucoup plus forte dans le secteur domestique : 13 %.

En raison d'une hydraulicité très défavorable, il a été nécessaire de faire appel de façon massive à la production thermique qui est ainsi passée de 118,6 à 146,2 milliards de kilowattheures.

Ce résultat a été obtenu, compte tenu d'une réduction également notable du « nucléaire », par un accroissement sensible de la consommation de fuel : 15,5 millions de tonnes contre 11,7 millions de tonnes en 1975 et plus importante encore de combustibles minéraux solides (16,1 millions de tonnes de charbon, 5 millions de tonnes de bas produits et 1,6 million de tonne de lignite) cet emploi croissant de la houille reflétant notamment le souci d'E. D. F. de diversifier nos approvisionnements et de limiter nos sorties de devises.

En 1977, une hydraulicité beaucoup plus favorable a totalement changé la physionomie de la production comme le montre le tableau suivant portant sur les huit premiers mois de l'année (en milliards de kilowattheures) :

	1976	1977
Hydraulique	27,6	53,8
Thermique classique	83,1	65,1
Thermique nucléaire	(1) 10,8	(1) 10,2
Total	121,6	129

(1) Y compris la part belge de Chooz (50%) mais non compris celle de la France dans Fihanges (50%) et Vandellós (25%).

La consommation escomptée pour l'année entière devrait donc atteindre 208 milliards de kWh (pertes comprises), soit une progression de 6,9 % sur 1976 pour une puissance installée qui s'élevait au 1^{er} juillet dernier à 53 800 mégawatts (dont 35 400 pour le thermique).

La bonne hydraulicité déjà signalée a permis à Electricité de France de réduire très sensiblement sa consommation de fuel qui, du 1^{er} janvier au 1^{er} septembre 1977, est tombée de 9,2 à 5,3 millions de tonnes. En revanche, Electricité de France a poursuivi son effort « charbonnier » en portant sa consommation à 9 millions de tonnes de combustible solide contre 8 millions de tonnes au cours des huit premiers mois de 1976.

Pour l'année en cours, E. D. F. prévoit une consommation de 14,2 MT de charbon et de 10 MT de fuel.

C. — RÉSULTATS FINANCIERS ET INVESTISSEMENTS D'ÉLECTRICITÉ DE FRANCE

Les prévisions établies par Electricité de France, pour 1977, se traduisent par 34,8 milliards de francs de recettes et 34,7 milliards de francs de charges. Ainsi, la situation de l'entreprise apparaît-elle saine, les modifications tarifaires intervenues reflétant bien la vérité des coûts.

Les investissements hors taxes s'élèvent à 12,6 milliards de francs et doivent atteindre 15,6 milliards de francs en 1978. Sur ces sommes, les dépenses consacrées à l'équipement nucléaire représentent, respectivement, 6 milliards et 7,8 milliards de francs (avec un supplément possible de 150 millions de francs).

Ces investissements ont dû être financés, en 1977, à concurrence de 48 % par l'emprunt sur le marché financier, le F. D. E. S. n'intervenant que pour 1 milliard de francs.

On notera, à ce propos, que les installations de production mises en service en 1976 ont entraîné un accroissement de la puissance installée de 2 088 mégawatts inférieur de 500 mégawatts à la progression de la demande.

Enfin, les aménagements en cours ou décidés correspondent à une puissance nette totale de 25 017 mégawatts, dont 88 % en nucléaire, 6 % en hydraulique et 6 % en thermique classique.

Equipements supplémentaires à prévoir.

Electricité de France estime, en premier lieu, que, pour éviter toute rupture de fourniture électrique de 1979 à 1982, elle devra disposer de deux turbines à gaz de 80 mégawatts à lancer cette année et de quatre autres turbines de même puissance à mettre en chantier en 1978.

En second lieu et pour tenir compte du retard de l'équipement, nucléaire évalué officiellement à 4 000 mégawatts, mais qui pourrait, à notre avis, être nettement supérieur à ce chiffre (1) l'établissement aura besoin de trois centrales à charbon de 600 mégawatts auxquelles s'ajoutera la centrale de Carling des Houillères de France et un apport d'électricité (1 000 mégawatts) acheminé par câble de Grande-Bretagne.

(1) On parle de 7 à 8 000 mégawatts.

D. — APPLICATION DE L'ÉLECTRICITÉ AU CHAUFFAGE DOMESTIQUE

Au début de la présente décennie, le Gouvernement s'est préoccupé de préparer progressivement la substitution de l'électricité nucléaire au pétrole. C'est dans la ligne de cette politique que la formule du chauffage électrique intégré a fait l'objet avant la guerre du Kippour d'une large publicité de la part d'E.D.F. Cette technique a connu tout récemment un développement très rapide, puisque le nombre de logements ainsi équipés annuellement est passé de 7 400 en 1970, à 61 000 en 1974, 103 000 en 1975 et 155 000 en 1976.

Cet engouement s'explique en grande partie par le coût relativement bas de l'installation, ne comportant notamment ni cuve de stockage, ni chaudière, ni tuyaux, mais aussi par sa simplicité, sa fiabilité et sa propreté.

Soucieux d'économiser l'énergie, le Gouvernement s'est préoccupé, en priorité, de ce problème, d'autant que le chauffage des locaux représente de 25 à 28 % de nos besoins.

Après avoir longuement examiné cette question et décidé dans un premier temps d'interdire à E.D.F. toute publicité pour ce mode de chauffage, il a finalement décidé, par arrêté du 20 octobre dernier, de soumettre à une avance remboursable de 2 500 francs pour les immeubles collectifs et de 3 500 francs pour les logements individuels, les personnes s'équipant en chauffage électrique intégré.

Pour justifier une telle position, le Gouvernement avance trois arguments : en premier lieu, il constate, ce qui est indiscutable, que la transformation du fuel en chaleur en passant par le relais électrique, est une fois et demi plus coûteuse en fuel, donc en devises, que l'utilisation directe de la chaleur produite par le combustible.

En second lieu, il observe que l'avance (qui sera donc remboursée) ne comble même pas la différence de coût d'installation dont bénéficie le chauffage électrique.

Mais, avant d'en terminer sur ce point, il nous semble nécessaire de préciser l'incidence et la portée du freinage imposé à l'utilisation du chauffage électrique (en milliards de kilowatts-heure).

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Besoins :									
Sans limitation du chauffage.....	6	9	11	13	15	18	20	23	26
Avec limitation...	id.	id.	id.	12	14	16	17	19	11

On constate, ainsi, que les mesures gouvernementales seront sans incidences jusqu'en 1980 et se traduiront, en 1985, par une économie de 5 milliards de kilowattheures (en partie compensée par une dépense de fuel) représentant moins de 2 % de la consommation d'électricité de l'époque. Il suffirait donc pour remédier à cette demande supplémentaire de courant de construire, par exemple, deux centrales à charbon de 600 mégawatts à mettre en service en 1983 et 1985.

Faut-il ajouter, par ailleurs, que ces calculs ne tiennent pas compte de l'équipement toujours libre des usagers en appareils de chauffage volants qui échappent à tout contrôle.

Quant au coût du chauffage électrique intégré, au sujet duquel on a produit récemment les résultats d'une enquête privée, nous pouvons soumettre à l'appréciation de nos collègues les conclusions d'un rapport établi par l'Agence pour les économies d'énergie selon laquelle le coût actualisé sur vingt-cinq ans des différents modes de chauffage se présente comme suit pour une maison individuelle de 280 mètres carrés :

	FUEL	GAZ	ELECTRICITE
	En francs		
Coût d'installation	27 500	17 500	10 500
Dépenses annuelles	3 690	3 520	4 120
Coût global actualisé	60 490	49 450	47 900

Ces chiffres montrent que, dans ce cas particulier du moins, le chauffage électrique apparait nettement moins coûteux.

Mais, quoi qu'il en soit, votre commission déplore encore une fois que le souci de réaliser des économies qui se révèlent marginales, et à incidence limitée dans le temps, ait conduit le Gouvernement à freiner une technique qui va incontestablement dans le sens du progrès et nous rendra d'ici à sept ans plus indépendants de l'étranger.

Il offre, enfin, à l'E.D.F. un moyen de financer son programme nucléaire.

Votre commission a déjà été conduite à aborder ce problème lors de l'examen de la loi sur les économies d'énergie. Comme elle l'avait fait alors, elle conteste la position prise par le Gouvernement.

Elle rappelle, en effet, tout d'abord, que la part des hydrocarbures et du charbon importé ne concourt en année moyenne qu'à 50 % au plus à la production d'électricité et que ce taux est appelé à diminuer rapidement. Elle observe, en outre, que le coût du fuel lourd n° 2 utilisé dans les centrales est de 20 % moins élevé que le fuel domestique (en 1976 : 67 dollars par tonne au lieu de 110).

Aussi, l'électricité apparait-elle, dès maintenant, comme le seul moyen d'utiliser au mieux les sources énergétiques nationales (hydraulique, charbon et uranium) et cet aspect positif ne fera que s'accroître à mesure que le nucléaire viendra relayer le fuel.

Votre commission ne comprend pas dans ces conditions que soit, en fait, privilégié un équipement qui incitera un grand nombre de Français à consommer du fuel — ou du gaz — pour leur chauffage pendant quelque quinze à vingt ans pour amortir les frais engagés, c'est-à-dire bien au-delà du moment où l'électricité sera devenue à 100 % nationale.

Faut-il souligner de plus et encore une fois que le pourcentage d'utilisation de l'électricité en France est l'un des plus bas du monde occidental et même que dans certains pays ; notre objectif de taux de pénétration électrique de 35 % est d'ores et déjà notablement dépassé.

E. — NUISANCES DES DIFFÉRENTS TYPES DE CENTRALES ÉLECTRIQUES

Il nous est apparu intéressant d'établir par un tableau chiffré une comparaison des nuisances engendrées par les différents types de centrale sous forme de rejets de matières pouvant être considérées comme dangereuses pour l'environnement ou simplement de chaleur susceptible de nuire à l'équilibre biologique du milieu aquatique.

Dans cette comparaison se référant à une centrale de 1 000 mégawatts figure également la consommation annuelle de combustible et l'oxygène (de l'air) nécessaire à cette combustion :

SOURCE ÉNERGETIQUE	CHARBON	FUEL	GAZ	URANIUM enrichi à 3,2 %.
Consommation annuelle de combustible.	2,52 millions de tonnes.	1,52 millions de tonnes.	1,33 millions de tonnes (1,7 milliard de mètres cubes).	27,2 tonnes.
Oxygène utilisé an	6,5 millions de tonnes.	4,8 millions de tonnes.	4,6 millions de tonnes.	0
Rejet de CO ₂ an	7,8 millions de tonnes.	4,7 millions de tonnes.	3,2 millions de tonnes.	0
Rejet de SO ₂ an	39 800 tonnes.	91 000 tonnes.	2 650 tonnes.	0
Rejet de NO ₂ an	9 450 tonnes.	6 400 tonnes.	21 000 tonnes.	0
Poussières avec dépoussiéreurs	6 000 tonnes.	1 650 tonnes.	0	0
Poussières sans dépoussiéreurs	383 000 tonnes.	4 700 tonnes.	340 tonnes.	0
Déchets	Cendres de foyer : 69 000 tonnes. Cendres volantes : 377 000 tonnes.	Moins de 8 mètres cubes.	0	Déchets de haute activité : 13,5 mètres cubes. Déchets de moyenne et faible activité : 493 mètres cubes.
Rejets thermiques à la source froide	42 mètres cubes par seconde à + 7,5°.	Id.	Id.	45 mètres cubes/seconde à + 10,5°.

(1) Millions de tonnes.

Lorsqu'on connaît les dégâts que peuvent causer à plus ou moins long terme le gaz carbonique, notamment par son action sur le climat, et le gaz sulfureux éminemment toxique et qui se transforme partiellement en acide sulfurique, on voit que les centrales dites « classiques » sont loin d'être sans inconvénient pour la nature et pour l'homme.

Si donc les réacteurs nucléaires sont effectivement seuls à produire des déchets radio-actifs, au moins faut-il observer que ceux-ci ne sont qu'en quantité minime rejetés dans l'atmosphère, ce type de centrale fonctionnant en circuit fermé.

On notera enfin qu'il faut pour alimenter annuellement une centrale de 1 000 mégawatts :

- à charbon : 66 minéraliers de 35 000 tonnes ou 23 000 wagons de 100 tonnes ;
- au fuel : 3 pétroliers géants de 500 000 tonnes ;
- au gaz : 20 navires méthaniers de 125 000 mètres cubes ;
- à l'uranium : quelques camions.

VI. — Portée et limites des économies d'énergie.

A. — OBJECTIF GÉNÉRAL DES MESURES D'ÉCONOMIE ARRÊTÉES

L'utilisation rationnelle de l'énergie constitue l'un des axes essentiels de la politique énergétique redéfinie par le Gouvernement aux lendemains de la crise pétrolière.

L'objectif général est, en la matière, de parvenir à une réduction des consommations totales d'énergie de 45 M. t. e. p. à l'horizon 1985, représentant environ 15 % de nos besoins en énergie primaire à cette époque.

Le tableau suivant rend compte de l'incidence de cette nouvelle orientation sur les principaux secteurs et du volume des produits énergétiques concernés :

	RAPPEL DU BILAN énergétique français en 1973		CONSOMMATIONS POUR 1985				
	M. t. e. p.	Pour- centage.	Prévisions faites en 1973.		Objectifs définis en 1975.		Différence. Pour- centage
			M. t. e. p.	Pour- centage.	M. t. e. p.	Pour- centage.	
<i>Secteurs utilisateurs</i>							
Industrie	59,5	34,1	98	34,5	83	34,6	— 16
Résidentiel, tertiaire et agricul- ture	60	34,3	106	37,3	88	36,7	— 17
Transport	31,8	18,2	51	18	44	18,3	— 14
Secteur énergétique et pertes	23,4	13,4	29	10,2	25	10,4	— 10
Total	174,7	100	284	100	240	100	— 15,5
<i>Produits énergétiques</i>							
Pétrole	116,3	66,5	178	62,7	96	40	— 45
Charbon	30,5	17,5	17	6	30	12,5	— 76
Gaz	14,9	8,6	35	12,3	37	15,4	— 6
Electricité primaire	13	7,4	54	19	74	30,8	— 35
Energies nouvelles					3	1,3	

A l'horizon 1980, selon la Commission de l'Energie du Plan, environ la moitié de ces économies, soit 22 Mtep, devraient avoir été réalisées conduisant au bilan énergétique suivant par grands secteurs consommateurs :

	Total
Sidérurgie	16,8
Industrie	56,8
Résidentiel et tertiaire	71
Agriculture	2,8
Transports	38
Utilisation finale	184,9
Centrales thermiques	4,7
Autres producteurs et transformateurs.....	14,6
Pertes ou fermetures	5,8
Consommation primaire	210

B. — MOYENS ET MESURES MIS EN ŒUVRE

Afin d'accroître l'efficacité des actions entreprises, le Gouvernement a estimé nécessaire de constituer à la fin de l'année 1974 un nouvel établissement public, l'Agence pour les économies d'énergie, dont la mission est de proposer et de promouvoir toutes actions permettant une utilisation rationnelle de l'énergie.

Il est à signaler que cette agence, actuellement établissement public à caractère administratif, sera très prochainement transformée, conformément aux dispositions prises par le Parlement en juin 1977, en établissement public à caractère industriel et commercial.

D'une façon générale on peut résumer l'action menée par le Gouvernement de la façon suivante :

1. — En premier lieu, ont été mises en œuvre des mesures de portée immédiate visant notamment à supprimer les principaux gaspillages.

C'est ainsi qu'ont été prises diverses dispositions concernant :

- les limitations de chauffage des locaux ;
- le contingentement du fuel domestique ;
- la pose de compteurs individuels d'eau chaude dans les logements ;

- la publicité de nature à favoriser la consommation d'énergie ;
- l'affichage des consommations pour les appareils électroménagers ;
- l'éclairage des locaux professionnels, des vitrines et des annonces publicitaires ;
- l'examen périodique des installations thermiques (dans l'industrie et les bâtiments) ;
- les rendements minimaux des chaudières et générateurs thermiques ;
- les limitations de vitesse ;
- la publicité des consommations conventionnelles des véhicules automobiles ;
- la modification de l'heure légale, etc.

Cet ensemble d'actions a été renforcé par des campagnes de sensibilisation et d'information menées par l'Agence pour les économies d'énergie par l'intermédiaire de la presse et des principaux supports audio-visuels.

L'incidence de cette politique a été très appréciable puisqu'à la fin de l'année 1975, on pouvait estimer à 12 Mtep les économies d'énergie réalisées. Il s'agit à présent de préserver ce capital d'économies et d'éviter une démobilisation, voire un relâchement, des comportements.

Parallèlement ont été entreprises des actions de caractère plus structurel dont l'effet sera nécessairement moins immédiat mais dont l'impact à échéance de quelques années devrait être du même ordre que celui des actions menées contre les gaspillages (15 Mtep).

Il en est ainsi dans le domaine du logement où de nouvelles règles d'isolation thermique ont été adoptées et s'appliqueront aux constructions neuves mises en service au cours des années à venir.

Par ailleurs, les travaux de même nature appliqués à l'habitat existant ont été encouragés par des déductions fiscales et l'affectation préférentielle aux actions d'économies d'énergie d'une part importante des crédits d'aide à la rénovation de l'habitat. Un contrat de programme a été signé dans ce sens avec l'Union nationale des H. L. M.

Pour intéresser les usagers, une loi adoptée en juin 1977 va permettre une meilleure intégration dans les contrats de chauffage des préoccupations d'économies d'énergie et d'amender par voie d'avenant les contrats faisant obstacle à la réalisation d'actions en ce sens.

Une commission a été constituée à l'initiative du Ministre de l'Industrie pour examiner les possibilités de valoriser de façon directe la chaleur produite par les centrales thermiques ou par des réacteurs calogènes. Des études ont été lancées sur des projets régionaux précis et un nouveau projet de loi destiné à faciliter la constitution de réseau de distribution d'eau chaude ou de vapeur sera soumis prochainement au Parlement.

Dans le domaine industriel, une première procédure d'incitation à la réalisation d'investissements économisant l'énergie a été mise en place sous forme d'une taxe parafiscale sur les surconsommations de fuel lourd dont le produit contribue au financement de ces travaux.

Ce mécanisme qui a permis dans l'industrie d'amorcer un courant d'investissements appréciable sera remplacé à compter du 1^{er} janvier 1978 par un nouveau dispositif comportant une taxe parafiscale de taux modéré frappant l'ensemble des consommations d'énergie mais dont les industriels pourront s'exonérer en totalité en réalisant des investissements économisant l'énergie.

Dans les transports, des contrats sont en cours de mise au point avec les constructeurs automobiles afin de parvenir à la mise sur le marché de modèles plus économes. Des programmes concertés d'économies d'énergie sont également en cours d'élaboration avec la S. N. C. F. et les transporteurs routiers.

Enfin, ont été mis en place des mécanismes permettant d'accélérer la mise au point et la diffusion de nouveaux matériels économisant l'énergie.

L'Agence pour les économies d'énergie accorde en particulier des aides financières (pouvant atteindre 50 % du coût de l'opération) pour faciliter la réalisation en vraie grandeur d'opérations de démonstration de nouveaux matériels. Au 31 décembre 1976, 76 opérations de ce type se trouvaient engagées et représentaient un investissement de 160 millions de francs dont 36 millions de francs avaient été couverts par les subventions accordées.

Tout récemment, des dispositions ont été prises pour coordonner, dans le cadre d'une procédure intégrée, les aides consenties par l'Etat au titre de la recherche et de la recherche-développement et les aides de l'A. E. E. susvisées.

Sont également à l'étude des moyens permettant de stimuler en France le développement d'une industrie spécialisée dans les matériels et les équipements économisant l'énergie, en vue notamment de pouvoir se placer de façon privilégiée sur les marchés qui pourraient apparaître à l'exportation.

C. — PREMIERS RÉSULTATS OBTENUS

Les résultats de l'année 1976 en matière d'économies d'énergie (13 Mtep économisés à la fin 1976) marquent un premier pas dans la voie d'une évolution plus structurelle des conditions d'utilisation de l'énergie dans chacun des grands secteurs consommateurs et notamment dans l'industrie.

Ces économies se répartissent de la façon suivante :

Secteur résidentiel et tertiaire	10 Mtep
Secteur industriel	1 Mtep
Secteur des transports	1 Mtep
Production et transformation d'énergie	1 Mtep

Total	13 Mtep

D. — LIMITES DE L'ACTION ENTREPRISE

En dehors du fait que certaines « économies » réalisées en particulier dans le domaine du chauffage des locaux ne semblent pas tenir suffisamment compte des conditions climatiques très favorables dont nous avons bénéficié depuis 1974, il convient de noter que le ralentissement de l'activité industrielle a également contribué à freiner la consommation d'énergie.

Par ailleurs, nous pensons que les économies à réaliser dans le domaine énergétique doivent l'être essentiellement sur les produits importés et tout particulièrement sur les hydrocarbures pour lesquels la contrepartie à l'exportation est faible dans nos échanges avec les producteurs du Moyen-Orient. Ainsi, à une hydraulicité

extraordinaire, telle que celle de l'année en cours, correspond une augmentation de production d'énergie électrique qui se traduit, à consommation même accrue, par une économie substantielle de fuel, donc de devises.

C'est donc dans l'optique de l'amélioration de la balance des paiements que doit, en priorité, se situer notre politique énergétique car, s'il est possible de supprimer quelques gaspillages et d'améliorer le rendement des brûleurs et des machines, cette action rencontrera vite ses limites, d'autant que notre pays, toutes les statistiques le montrent, est déjà l'un des plus économes en énergie parmi les nations industrialisées.

Enfin, nous devons être conscients du fait que les économies d'énergie, que nous devons et pouvons réaliser, seront, hélas ! sans grande incidence sur le marché mondial des produits énergétiques et pour la sauvegarde des réserves correspondantes.

Il nous faut, en effet, considérer que si la consommation énergétique des pays industriels peut être stabilisée ou freinée, il n'en est pas de même pour les nations en voie de développement dont les besoins sont appelés à croître beaucoup plus rapidement jusqu'à la fin du siècle.

CONCLUSION

Comme nous vous l'avons déjà indiqué, votre commission a voulu vous présenter, à l'occasion de l'examen de la présente loi de finances, un avis traitant exclusivement de l'énergie, et ceci nous a conduit à étudier les différents aspects du problème en les situant dans le contexte mondial et européen.

Bien entendu, cette étude aura pu paraître longue et fastidieuse à certains, mais d'autres regretteront, au contraire, que quelques questions n'aient pas été abordées ou suffisamment développées telles que, par exemple, celle de l'énergie biologique. Mais on comprendra que nous ayons dû limiter notre propos aux aspects qui apparaissent aujourd'hui primordiaux.

Quoi qu'il en soit, nous pensons utile de dégager, en terminant, quelques idées à notre avis essentielles.

En premier lieu, nos compatriotes nous paraissent encore insuffisamment conscients de notre dépendance énergétique et de la menace que cette situation fait peser sur notre économie et notre niveau de vie. Quelqu'un a, à juste titre, comparé cet état d'esprit à celui qui régnait en France de septembre 1939 à mai 1940 pendant ce qu'on appelait alors la « drôle de guerre ». De fait, tout se passe comme si nous nous étions installés dans la crise avec la conviction que tout finira par s'arranger.

De façon paradoxale, les faits paraissent justifier présentement cet optimisme, la relative stabilisation de la consommation énergétique enregistrée depuis 1973 écartant, dans l'immédiat, la menace de pénurie qui avait un moment alarmé l'opinion. La même insouciance se manifeste d'ailleurs hors de nos frontières où l'on voit le Président Carter rencontrer les plus grandes difficultés à faire approuver son plan d'économies d'énergie.

Cet état d'esprit ne tient hélas aucun compte de la situation présente et à venir car, s'il est exact que notre ravitaillement en hydrocarbure, en gaz ou en charbon n'est pas actuellement menacé

d'embargo ou de contingentement de la part de nos fournisseurs, il entraîne et va continuer d'entraîner pour nous une hémorragie croissante de devises, les membres de l'O. P. E. P. ne cachant pas leur intention d'accroître les prix de vente des hydrocarbures de 15 à 20 % par an. Or, s'il est possible de remplacer partiellement, et pour certains usages, cette source d'énergie par d'autres, celle-ci n'en continuera pas moins, et pour longtemps encore, à jouer un rôle dominant et essentiel, ne serait-ce que dans les domaines des transports et de la pétrochimie.

De plus, comme l'a excellemment montré M. Desprairies dans le rapport présenté à ce sujet à Istanbul, des difficultés d'approvisionnement en hydrocarbures ne manqueront pas d'apparaître d'ici à quinze ans, et ceci retentira, bien entendu, à courte échéance sur les prix, surtout si les Etats-Unis accroissent comme ils le font chaque année la considérable ponction qu'ils effectuent sur les émirats du Moyen-Orient. Peut-on même écarter, tout à fait à moyen terme, un autocontingentement des producteurs désireux de préserver le plus longtemps possible leurs ressources ?

De même, notre alimentation en gaz naturel, produit auquel nous faisons de plus en plus appel, rencontre déjà quelques difficultés. Un recours au charbon, dont les réserves mondiales sont immenses, constitue-t-il un remède valable à cette situation ? La question mérite d'être posée mais, nous l'avons dit, exploiter de nouveaux gisements charbonniers et en transporter les produits posent de sérieux problèmes et les pays qui détiennent les plus grandes réserves de ce combustible paraissent peu disposés à en exploiter des quantités de loin en rapport avec les flots de pétrole provenant du seul golf Persique. Qu'on le veuille ou non, c'est donc à l'énergie nucléaire qu'il nous faut recourir car elle seule peut, par son apport massif, nous permettre non pas de nous affranchir du pétrole mais d'en limiter les importations à un niveau compatible avec nos possibilités exportatrices. Et ceci vaut aussi bien dans l'hypothèse souhaitable d'une poursuite de notre expansion économique et d'une amélioration de notre niveau de vie que dans celle d'une dégradation de notre situation qui entraînerait, certes, une réduction de notre consommation d'énergie mais nous mettrait dans le même temps hors d'état de faire face à nos achats d'énergie comme d'ailleurs des autres matières premières.

Il n'est donc pas question pour nous de mener je ne sais quelle croisade pour ou contre le nucléaire mais de reconnaître la nécessité impérieuse de recourir à cette technique comme le font d'ailleurs tous les pays du monde, même s'ils sont détenteurs des ressources énergétiques classiques les plus considérables.

Nous n'ignorons pas, bien entendu, les réserves que suscite le nucléaire, du moins dans les pays occidentaux, marqué qu'il est par le souvenir d'Hiroshima, mais nous estimons, pour notre part, qu'en raison de la rigueur des précautions prises et de la sévérité des contrôles, à la mesure du danger potentiel s'attachant aux matières employées, cette énergie est sans doute la plus sûre et la moins polluante de toutes alors que personne ne s'est soucié suffisamment, jusqu'à maintenant, des nuisances entraînées par l'utilisation du charbon et des hydrocarbures.

Il serait donc tout à fait regrettable que l'avance que nous avons acquise sur ce point et que l'indépendance énergétique que nous pouvons ainsi espérer acquérir puissent être compromises par des prises de position où la défiance vis-à-vis de l'Etat et des techniques scientifiques et industrielles tient un rôle aussi important que la nostalgie d'un retour impossible à la vie pastorale.

Il nous faut dire, à ce propos, un mot encore du rôle que pourront jouer demain et plus tard les énergies nouvelles dont on confond trop souvent le potentiel effectivement quasi illimité et les possibilités réelles d'utilisation. Sans revenir sur ce sujet, nous notons que l'intérêt de ce recours aux forces « naturelles » n'a pas échappé aux responsables énergétiques de tous les pays mais qu'aucun n'accorde à ces techniques mieux qu'une contribution de quelques pour cent aux bilans énergétiques nationaux. Quant on connaît la puissance des mouvements écologiques dans des pays tels que les Etats-Unis et le Japon, une telle unanimité est de nature à faire réfléchir:

Nous nous devons enfin en terminant de rappeler le rôle croissant qu'est appelé à jouer l'électricité, notamment en France où sa place est encore bien modeste.

On a souligné, à son propos, le danger de la concentration de sa production par des unités de taille de plus en plus impressionnante mais, a-t-on dit, en contrepartie, la contribution qu'elle apporte dès maintenant et doit apporter davantage encore demain

à une décentralisation effective. En effet, par sa diffusion et l'égalité des moyens qu'elle fournit à toutes les régions elle remédie aux inégalités inhérentes à l'éloignement et à la répartition défectueuse des ressources en énergie fossile.

Pour nous, Français, elle est de plus le moyen le plus efficace de réduire notre dépendance et c'est ce qui nous a conduit à souhaiter que tout soit mis en œuvre pour favoriser son développement.

Nous souhaitons donc vivement en conclusion que le Gouvernement définisse très clairement ses objectifs au plan énergétique et y associe les forces vives de la Nation, la meilleure formule pouvant être, à notre avis, de soumettre au Parlement une loi-programme comme l'ont demandé la plupart des intervenants au cours du débat que le Sénat a consacré à l'énergie le 18 novembre dernier.

Ainsi l'ensemble des problèmes qui se posent dans ce domaine et les solutions à leur apporter seraient largement et publiquement débattus et l'on éviterait que beaucoup puissent continuer à affirmer, non sans raison parfois, que notre politique énergétique a été décidée au sein des Administrations par quelques technocrates alors qu'elle est et doit être l'affaire de tous.

EXAMEN EN COMMISSION

Après l'exposé de l'avis présenté par M. Pintat, un large débat s'est ouvert sur les principales orientations définies par le rapporteur.

M. Lemaire a regretté que n'aient pas été évoquées les possibilités offertes par l'alcool de betterave et l'énergie biochimique.

M. Noé a jugé que les positions défendues par M. Pintat, proches de celles du Gouvernement, devraient être réexaminées après le débat sur l'énergie qui doit s'ouvrir au Sénat le 18 novembre 1977.

M. Létouart a critiqué les opinions émises par le rapporteur sur le peu d'avenir que la gazéification du charbon et estimé que de nombreux gisements, tels que ceux de l'Aumance et du Jura, devraient être mis en exploitation.

M. Javelly a contesté les mesures adoptées par le Gouvernement sur le chauffage électrique.

M. Courrière a estimé, comme M. Noé, que le rapport présenté devrait être revu et que les ressources charbonnières de notre pays devraient être activement exploitées. Il a contesté, en outre, les renseignements fournis quant à la pollution occasionnée par les différents types de centrales en soulignant le danger des réacteurs nucléaires.

M. Pintat a répondu brièvement aux différents intervenants en réaffirmant, notamment, la nécessité de tirer parti de toutes les sources énergétiques, mais en soulignant la portée limitée de l'apport des énergies nouvelles.

∴

En conclusion de ce débat, la commission a, par 19 voix contre 4 et 8 abstentions, adopté à main levée les conclusions favorables de son rapporteur.

ANNEXES



ANNEXE I

EQUIVALENCES ENERGETIQUES

1. — *Pétrole.*

- 1 baril = 159 litres.
- 1 tonne = 7,3 barils en moyenne (de 6,7 à 7,7).
- 1 million de barils/jour = 50 millions de tonnes par an.
- 1 tonne de pétrole (ou t.e.p.: tonne équivalent pétrole) = 1,5 t.e.c. (tonne équivalent charbon) = 4 500 kWh.

2. — *Lignite, gaz.*

- 1 tonne de lignite = 0,3 à 0,6 t.e.c.
- 1 tonne de gaz liquéfié = 1,53 t.e.c.
- 1 000 mètres cubes de gaz naturel = 1,5 t.e.c. = 1 t.e.p.

3. — *Uranium.*

a) Centrales nucléaires classiques.

1 tonne d'uranium naturel = 15 000 t.e.c. = 10 000 t.e.p. (45 millions de kWh).

b) Surrégénérateurs.

1 tonne d'uranium naturel = 900 000 t.e.c. (2,7 milliards de kWh).

4. — *kW et kWh.*

- 1 000 kW installés utilisés (6 600 h. par an) = 1 465 t.e.p
 - 1 milliard de kWh = 333 000 t.e.c. (ou 222 000 t.e.p.).
-

ANNEXE II

FUSION THERMONUCLEAIRE ET COOPERATION EUROPEENNE : LE PROJET J.E.T. (JOINT EUROPEAN TOURS) (1)

Par leur coût et leur ampleur technologique et industrielle, les projets de recherche dans le domaine de la fusion thermonucléaire relèvent à l'évidence du domaine de la coopération européenne. Ces considérations ont conduit les instances communautaires à approuver en 1973 la constitution d'une équipe chargée de concevoir la construction d'un appareil expérimental de grandes dimensions permettant d'étudier certains aspects théoriques de la fusion nucléaire. L'objectif de cette décision est de progresser dans la recherche de la production d'énergie à partir du phénomène de la fusion et de contribuer ainsi à l'approvisionnement énergétique de la Communauté. Le passage à la phase de construction de cet appareil a été retardé de deux années par les difficultés soulevées par le choix du site, par la clef de répartition des contributions financières et par l'adoption du statut de l'entreprise commune chargée de gérer le projet. Le problème le plus délicat, le choix du site, a été résolu par le Conseil des Ministres de la Communauté qui a tranché en octobre 1977 en faveur du site de Culham (Grande-Bretagne) (2). Les premiers travaux vont pouvoir ainsi commencer. Cette décision était particulièrement attendue car l'Europe dispose en ce domaine d'un potentiel scientifique très important et parce que la fusion représente un pari raisonnable d'obtenir à terme une énergie assez « propre » et relativement « bon marché ».

I. — Fusion thermonucléaire et production d'énergie.

1. — Le processus de fission nucléaire dégage de l'énergie lorsqu'un flux de neutrons brise des noyaux d'uranium ou de plutonium en libérant l'énergie qui servait à maintenir la cohésion de ces noyaux lourds. Cette énergie libérée est alors recueillie et transformée en électricité. Les réacteurs fonctionnent tous sur ce principe. Le processus de fusion est basé, quant à lui, sur l'énergie libérée par la fusion (ou réunion) de noyaux légers; cette réaction produit alors un noyau lourd et dégage une quantité importante d'énergie. Cette énergie peut être convertie d'abord en chaleur, puis en électricité.

2. — Les avantages de la fusion.

a) C'est une source d'énergie complémentaire;

b) La fusion est « propre ». Les noyaux lourds obtenus sont des noyaux d'hélium dépourvus de radioactivité (seul le flux neutronique excitateur est radioactif). En outre, les noyaux légers excités (*deuterium* que l'on trouve dans l'eau en quantité abondante et *tritium* que l'on fabrique) peuvent être traités sur place et n'exigent aucun transport de combustible radioactif.

(1) En français: Tore Européen Commun.

(2) Les sites concurrents étaient ceux de Garching (R.F.A.), Cadarache (France), Ispra (Italie).

c) La fusion est « sûre ». Le système utilisé exige une faible quantité de combustible radioactif : les risques de fuite, d'élévation de température à la suite d'un arrêt accidentel et de sabotage sont donc très réduits.

d) La fusion est « indépendante » : le deutérium se trouve dans l'eau, le lithium (nécessaire à la production sur place de tritium) se trouve soit dans des minerais à haute teneur, soit dans des minerais de faible qualité mais extrêmement répandus dans le monde, soit enfin dans l'eau de mer (moyennant un coût d'extraction plus élevé).

3. — Les problèmes techniques à maîtriser.

a) Les noyaux excitateurs de deutérium et de tritium ont une charge électrique de même sens : ils se repoussent donc. Il faut ainsi imprimer à ces noyaux des *vitesse*s considérables pour que leur collision se produise malgré leur répulsion.

b) Pour obtenir ces noyaux excitateurs, il faut donc supprimer les électrons qui les entourent lorsque l'atome est dans son état naturel. Pour cela, il est nécessaire de chauffer le combustible gazeux deutérium-tritium jusqu'à des températures de 100 millions de degrés (c'est-à-dire obtenir un plasma). On doit en outre maintenir ce plasma dans un volume restreint (le « confiner ») pour que le bilan énergétique soit intéressant au terme de la réaction. Le J. E. T. utilise un confinement magnétique (dit de type Tokamak).

c) Pour utiliser la fusion, il convient donc de maîtriser : le chauffage et le confinement du plasma, la production et l'accélération des noyaux excitateurs. Le projet J. E. T. n'est pas un projet de construction d'un réacteur produisant de l'énergie : son objectif est de réaliser et d'étudier un plasma dans des conditions et selon des dimensions proches de celles d'un réacteur thermonucléaire.

II. — Avenir du projet J. E. T.

1. — Concurrence internationale.

Il existe déjà un assez grand nombre de machines expérimentales du type J. E. T. (appelées Tokamaks par simplification), mais d'une petite taille. Parmi les grands Tokamaks dont la construction est envisagée (T. F. T. R. américain, J. T. 60 japonais), le J. E. T. apparaît comme l'un des plus prometteurs par sa taille et par sa conception. Seul le T. 20 soviétique devrait avoir des caractéristiques supérieures. Les difficultés rencontrées par les Soviétiques pour faire fonctionner le T. 10, pourtant beaucoup moins ambitieux, laissent supposer que le J. E. T. est le programme le plus intéressant en ce domaine. La valeur des équipes européennes de recherche en ce domaine est en outre telle que certaines équipes américaines ont essayé d'attirer vers elles bon nombre de ces spécialistes. Il est donc permis de parler d'avance technologique européenne en ce domaine.

2. — Le développement du projet.

a) Le système magnétique actuel de confinement du plasma repose sur des aimants classiques. Il est, à terme, envisagé de remplacer ces aimants par des aimants construits dans des *matériaux supraconducteurs* (projet Tore-Supra). La Communauté européenne finance également d'autres projets de recherche dans le domaine de la fusion : il s'agit essentiellement d'expérimenter des filières alternatives au Tokamak (stellarator, haut bêta, Wendelstein).

b) La construction de ce dispositif expérimental ne sera pas achevée avant 1982. Son coût de revient estimé est de 850 millions de francs, dépensés sur cinq ans. La clef de répartition en est la suivante : 80 % pour la commission, 10 % pour le

pays hôte, 10 % pour les huit laboratoires associés au programme fusion des Communautés (1). L'équipe de chercheurs (« J.E.T. Team ») affectée à ce projet comprendra environ 320 personnes vers 1979, dont un maximum de 170 agents sous contrat d'Euratom. Afin de respecter le caractère communautaire de l'entreprise, des chercheurs de toutes les nationalités seront associés à ces travaux.

c) Il reste cependant à fixer de manière précise le statut de l'entreprise commune (2) chargée de gérer le projet. Cette tâche devrait être menée à bien d'ici quatre ou cinq mois.

3 -- Perspectives de mise en œuvre de la fusion nucléaire.

Dans l'état actuel des connaissances, il faudra plusieurs décennies pour passer de la phase scientifique à la phase industrielle de production d'énergie à partir de la fusion (maîtrise des interactions plasma-paroi dans un appareil de grandes dimensions, construction d'un brûleur deutérium-tritium permettant une production économique d'énergie...). Cependant les filières alternatives du confinement magnétique de type Tokamak (stellarator, haut B, Wendelstein) ou l'utilisation du laser pour la production du plasma permettront peut-être un passage plus rapide à la phase industrielle du programme de fusion contrôlée.

(1) Pour la France, il s'agit du Commissariat à l'Énergie atomique, du laboratoire de Fontenay-aux-Roses et du laboratoire de Grenoble. La participation de ces laboratoires sera calculée en fonction de leurs budgets respectifs.

2. Au sens de l'article 54 du Traité Euratom.