

SÉNAT

PREMIERE SESSION ORDINAIRE DE 1974-1975

Annexe au procès-verbal de la séance du 19 novembre 1974.

RAPPORT D'INFORMATION

FAIT

*au nom de la Commission des Affaires économiques et du Plan
à la suite de la mission effectuée à **Detroit** (Etats-Unis), du
20 septembre au 1^{er} octobre 1974, pour la **IX^e Conférence
mondiale de l'Energie,***

Par MM. Jean-François PINTAT, Jean FILIPPI,
Robert LAUCOURNET et Paul MALASSAGNE,

Sénateurs.

(1) *Cette commission est composée de : MM. Jean Bertaud, président ; Paul Mistral, Joseph Yvon, Marcel Lucotte, Michel Chauty, vice-présidents ; Jean-Marie Bouloux, Fernand Chatelain, Marcel Lemaire, Joseph Voyant, secrétaires ; Charles Alliès, Octave Bajoux, André Barroux, Charles Beaupetit, Georges Berchet, Auguste Billiemaz, Amédée Bouquerel, Frédéric Bourguet, Jacques Braconnier, Marcel Brégégère, Raymond Brun, Auguste Chupin, Jean Colin, Francisque Collomb, Jacques Coudert, Maurice Coutrot, Pierre Croze, Léon David, René Debesson, Hector Dubois, Emile Durieux, Gérard Ehlers, Jean Filippi, Jean Francou, Léon-Jean Grégory, Mme Brigitte Gros, MM. Paul Guillaumot, Maxime Javelly, Pierre Jeambrun, Alfred Kieffer, Pierre Labonde, Maurice Lalloy, Robert Laucournet, Bernard Legrand, Louis Le Montagner, Léandre Létouart, Paul Malassagne, Louis Marré, Pierre Marzin, Henri Olivier, Louis Orvoen, Gaston Pams, Albert Pen, Pierre Perrin, André Picard, Jean-François Pintat, Richard Pouille, Henri Prêtre, Maurice PrévotEAU, Jean Proriot, Roger Quilliot, Jean-Marie Rausch, Jules Roujon, Guy Schmaus, Michel Sordel, René Travert, Raoul Vadepiéd, Jacques Verneuil, Raymond Villatte, Charles Zwickert.*

Energie. — *Conférence mondiale de l'Energie,*

SOMMAIRE

	Pages.
Introduction	5
 PREMIERE PARTIE. — Le problème énergétique mondial.	
I. — Le prix du pétrole	11
II. — Pétro-dollars et balances des paiements	18
III. — Les politiques nationales des pays industrialisés	20
IV. — Les pays sous-développés	25
V. — Le recyclage des capitaux	28
 DEUXIEME PARTIE. — Une solution énergétique française.	
I. — Le programme nucléaire	35
II. — Le choix des filières	40
III. — Les surrégénérateurs	49
IV. — L'enrichissement de l'uranium	54
V. — L'hydrogène	61
Conclusion	65
 ANNEXES :	
I. — Le choix des filières de réacteurs thermiques britanniques : Rapport du Comité consultatif de l'énergie atomique	71
II. — Discours de M. Gerald Ford	99
III. — Discours de M. Yamani	105
IV. — Intervention de M. Lambert Konan	115

La Commission des Affaires économiques et du Plan, qui accorde le plus grand intérêt à l'étude des problèmes énergétiques, a jugé hautement souhaitable d'envoyer une délégation à Detroit, aux Etats-Unis, afin de participer aux travaux de la IX^e Conférence mondiale de l'Energie qui se tenait dans cette ville du 22 au 27 septembre 1974.

Cette IX^e Conférence, qui célébrait le cinquantième anniversaire de la Conférence mondiale de l'Energie (qui s'est tenue pour la première fois en 1924 à Londres), a constitué un véritable forum international où ont été débattus tous les problèmes de production, de récupération, de transformation, de transport et de mise en valeur de l'énergie.

Près de 4 000 délégués provenant de plus de cinquante pays du monde entier, appartenant au monde occidental, au monde socialiste ou au tiers monde, ont participé aux débats.

La première journée a été particulièrement marquée par le discours du président des Etats-Unis, M. Gerald Ford, et par celui de M. Yamani, Ministre du Pétrole et des Ressources minérales d'Arabie Saoudite (1). Le discours d'ouverture de M. Gerald Ford constituait une mise en garde assez ferme à l'égard des pays producteurs de pétrole et de matières premières. M. Ford a notamment mis en regard les avantages d'une large coopération entre tous les pays afin de déterminer des prix du pétrole qui stimuleraient fortement les producteurs sans risquer de disloquer gravement l'économie des consommateurs avec les dangers d'une confrontation qui pourrait dégénérer en catastrophe globale.

M. Yamani a, quant à lui, analysé la situation créée par l'augmentation des prix du pétrole. Il a constaté que l'augmentation de 130 % des prix avait entraîné une réduction de la demande d'environ 7,7 % à 10,2 % pour les trois grandes zones de consommation que sont l'Europe de l'Ouest, le Japon et les Etats-Unis. Parmi ces trois zones, c'est en Europe de l'Ouest que la consommation a diminué de la manière la plus sensible et aux Etats-Unis qu'elle a diminué de la manière la moins sensible.

(1) On trouvera ces deux discours en annexe.

Les journées suivantes ont essentiellement été marquées par des séances techniques regroupées autour de six thèmes principaux :

1. — **La population et les ressources en énergie** : croissance et répartition des populations ; étude des ressources énergétiques et de leur mise en valeur ; répartition des ressources.
2. — **L'environnement et l'approvisionnement en énergie** : qualité de l'air et de l'eau ; utilisation des sols ; niveaux sonores ; esthétique ; impact des contraintes liées à l'environnement sur les ressources en énergie.
3. — **La récupération des ressources énergétiques** : amélioration de la technologie de récupération des ressources ; impact de la récupération des ressources sur l'environnement.
4. — **La transformation de l'énergie** : amélioration de la technologie de transformation de l'énergie et impact sur l'environnement.
5. — **Le transport de l'énergie** : amélioration de la technologie du transport de l'énergie et impact sur l'environnement.
6. — **La mise en valeur de l'énergie** : amélioration de la mise en valeur de l'énergie et impact sur l'environnement.

Par ailleurs, des séminaires étaient consacrés à la récupération de l'énergie des déchets solides, à l'hydrogène, aux aspects juridiques de la gestion internationale de l'énergie, aux problèmes énergétiques particuliers aux pays en voie de développement.

Enfin deux tables rondes permettaient, le dernier jour de la conférence, un échange de questions et de réponses à propos des deux sujets suivants :

- la coopération internationale dans la recherche et le développement énergétique ;
- gouvernement, industrie et initiative publique dans la conservation de l'énergie.

Notre délégation, qui était présidée par M. Jean-François Pintat, composée de MM. Jean Filippi, Robert Laucournet, Paul Malassagne et accompagnée de M. Jean Laporte, administrateur des Services du Sénat, a, en outre, effectué un certain nombre de visites techniques d'installations de la région de Détroit reliées au domaine de l'énergie. Nous avons, en particulier, visité le chantier de la centrale

nucléaire Fermi 2 de la Detroit Edison ; cette centrale à eau bouillante, qui est actuellement en cours de construction, produira 1 500 mégawatts lorsqu'elle sera terminée, en 1976.

Enfin, les rencontres que les membres de la délégation ont eu l'occasion de faire tout au long de cette conférence ont permis d'obtenir des éléments d'information ou de confirmation souvent fort intéressants. Les personnalités les plus compétentes dans le domaine énergétique étaient en effet sur place ; qu'il nous suffise de signaler que la seule délégation française représentait 167 personnes et qu'il nous fut possible de dialoguer avec les représentants de l'industrie nucléaire comme avec ceux d'E. D. F. ou du Commissariat à l'énergie atomique, ainsi qu'avec les journalistes spécialisés les plus compétents.

Le rapport que nous présentons au Sénat n'est pas la somme, ni le résumé des travaux de la IX^e Conférence mondiale de l'énergie. Il est seulement le fruit d'une réflexion qui a été nourrie par les débats auxquels nous avons participé et les informations que nous avons pu obtenir.

Dans une première partie, nous étudierons le problème énergétique qui se pose au monde aujourd'hui. Nous nous interrogerons sur le prix du pétrole et sur ses conséquences sur les balances des paiements des pays de l'O. C. D. E. ; nous examinerons les politiques énergétiques nationales des pays industrialisés et l'effet désastreux des hausses pétrolières sur les pays développés ; enfin nous évoquerons le recyclage des capitaux.

Dans une seconde partie, nous nous consacrerons à l'étude de l'énergie nucléaire, qui constitue la solution à terme des problèmes énergétiques français. Nous détaillerons successivement le programme nucléaire français, le choix des filières, les surrégénérateurs, l'enrichissement de l'uranium avant d'aborder très brièvement les perspectives offertes par l'hydrogène.

PREMIERE PARTIE

LE PROBLEME ENERGETIQUE MONDIAL

Les hausses du prix du pétrole ont provoqué une modification radicale de l'état économique et financier de tous les pays importants du monde développé comme du monde sous-développé. De plus, elles ont bouleversé la situation respective des différents Etats sur la scène mondiale d'une manière considérable, affaiblissant les pays les plus démunis en hydrocarbures tout en conférant un redoutable pouvoir aux Etats producteurs.

Ce bouleversement est à la mesure de celui qui a atteint le prix du pétrole. Le prix du baril est actuellement, pour les compagnies qui achètent aux Etats du Moyen-Orient, de 10,3 dollars auxquels s'ajoutent les 40 à 50 cents qui représentent la marge des compagnies ; le prix de revient pour les compagnies revendeuses françaises est donc de 10,8 dollars le baril. On peut comparer ce prix à celui de 1,35 dollar le baril qui se pratiquait couramment en 1968. Si l'on préfère des chiffres de comparaison moins extrêmes, qui par là même montreront mieux le choc réel qu'ont dû supporter les pays consommateurs, on peut rappeler que le prix (coût, assurances, fret) de la tonne de pétrole était de 110 F en octobre 1973, alors qu'il atteint aujourd'hui approximativement 420 F. On peut donc parler d'un quadruplement du prix du pétrole.

Aussi est-on tenté de se demander pourquoi le prix du pétrole a atteint ce niveau et si cela est légitime et normal. On est tenté également de faire appel à la théorie économique pour découvrir la réponse à cette question.

I. — Le prix du pétrole.

Le prix auquel doit être fixé un produit, quel qu'il soit, est celui qui permet l'équilibre entre l'offre et la demande. Lorsque le prix d'un bien augmente, l'offre de ce bien croît tandis que la demande décroît ; il en résulte qu'il existe fatalement un prix où s'équilibrent offre et demande. Comme l'a déclaré M. Yamani, Ministre saoudien du Pétrole, à Detroit : « ... l'offre et la demande constituent l'élément de base du prix du brut, et tout prix établi en dessous ou au-dessus du niveau réel voulu par la loi de la demande et de l'offre est voué à se voir corrigé vers la hausse ou

vers la baisse afin de s'équilibrer au niveau de la réalité. Toute absence de correction décidée arbitrairement peut entraîner une hausse ou une baisse temporaires, mais celles-ci ne sont jamais durables ».

LE PRIX EN THÉORIE

Si le marché du pétrole était un marché de concurrence parfaite, le prix d'équilibre serait le coût marginal de développement, c'est-à-dire le coût de revient (exploration, exploitation et transport) d'une tonne de pétrole supplémentaire.

Toutefois, le pétrole n'est pas un bien reproductible, puisqu'il n'en existe qu'un stock limité. Sans doute, les ressources ne sont-elles pas strictement limitées dans la mesure où l'effort de recherche les accroît d'année en année, mais, comme la demande progresse plus rapidement que l'offre, la situation est assez comparable pour l'analyse économique. Le stock étant limité, l'analyse économique montre qu'il faut fixer un prix tel que le détenteur de la ressource ait le même intérêt à vendre aujourd'hui qu'à vendre demain ; en d'autres termes, le bien doit être exploité à prix actualisés constants, son prix futur montant dans la proportion exacte où le calcul en valeur actuelle le réduit. De cette manière, il n'y a pas épuisement précipité du stock, mais consommation à un prix régulièrement croissant, ce qui permet aux consommateurs de se tourner peu à peu vers les biens substituables et à l'économie d'établir progressivement de nouveaux équilibres.

A aucun moment toutefois le prix ne peut être inférieur au coût marginal (sans quoi le producteur subit une perte et doit cesser son exploitation) ni supérieur au prix des biens substituables (sans quoi le consommateur se tourne vers ces derniers). **Le prix maximum de la tonne de pétrole ne devrait donc pas dépasser le prix de l'énergie correspondante que l'on serait susceptible de lui substituer ;** il devrait être tel que le développement des sources de substitution permette l'accroissement de l'offre correspondant à celui de la demande à l'horizon des prévisions.

LE PRIX EN PRATIQUE

Fort évidemment, le prix pratiqué actuellement ne répond en rien à une telle analyse. La raison en est l'entente qui s'est faite entre producteurs de pétrole afin de déterminer une stratégie commune de prix et de quantités et de coordonner les politiques. Les membres de l'O. P. E. P. forment une sorte de monopole producteur qui explique la différence importante entre le prix d'équilibre du pétrole tel qu'il ressortirait d'une analyse économique et le prix actuellement pratiqué.

Aussi sommes-nous conduits à nous interroger sur les différents éléments qui peuvent influencer sur le prix effectivement pratiqué. Et tout d'abord, pourquoi la cartellisation des producteurs de pétrole a-t-elle connu un tel succès alors que l'histoire économique fournit tant d'exemples de coalitions de vendeurs qui se sont rapidement dissociées ? L'intérêt individuel de chacun des membres d'un cartel l'amène en effet souvent à rompre l'entente, par exemple pour s'approprier une part supérieure du marché (1). Si le quadruplement des prix du marché avaient entraîné un effondrement de la demande, les producteurs, qui ne sont pas tous animés par les mêmes besoins, auraient sans doute vu leurs divergences apparaître au premier plan, mais les particularités du marché du pétrole ont empêché ce processus et cela pour deux raisons :

1° Les pays consommateurs ne peuvent pas se passer d'énergie ni diminuer de manière importante leur consommation. Leur structure industrielle, leur mode de vie, leurs moyens de transport sont tels que l'énergie leur est indispensable. Sans doute peuvent-ils procéder à quelque économie ou ralentir la croissance de leur consommation, mais ils ne peuvent brusquement diminuer celle-ci de moitié. Même si le cartel des producteurs doublait encore demain le prix du pétrole et si, donc, le prix de la thermie subissait une hausse identique, les pays consommateurs devraient encore acheter un tonnage approximativement équivalent.

2° Les énergie substituables ne seront pas disponibles avant une décennie au moins. On peut prendre le cas de notre pays à titre d'exemple. Si nous découvriions demain du pétrole dans la mer d'Iroise et si les forages et l'exploitation se déroulaient de la meilleure façon possible, il faudrait compter six à sept années au moins avant que nous ne puissions disposer de ce carburant ; ce ne serait

(1) Nous nous sommes inspirés ici de l'article de Christian Stoffaes, *Le Cartel des producteurs de pétrole est-il condamné*, in *Le Figaro*, 9 novembre 1974.

donc que vers les années 1981-1982 que nous pourrions espérer diminuer ainsi nos importations. De même la construction d'une centrale nucléaire demande six ans environ (1) ; même si notre pays décidait la création d'une puissance de 6 à 7 000 mégawatts électriques chaque année par des centrales nucléaires, E. D. F. continuerait d'augmenter sa consommation de fuel jusqu'en 1980.

Il existe donc **une inélasticité de la demande à court terme par rapport au prix** qui a permis aux pays producteurs d'augmenter leurs recettes à proportion des augmentations de prix qu'ils décidaient unilatéralement. M. Yamani s'est livré à Detroit à une intéressante analyse à ce propos (2), montrant que, face à une augmentation de prix de 130 %, la demande des trois principales régions consommatrices, c'est-à-dire de l'Europe de l'Ouest, du Japon et des Etats-Unis, était retombée de 37,5 millions de barils par jour en 1973 à 36,5 millions de barils par jour en 1974, soit 2,7 % de baisse seulement.

Les producteurs sont donc bien loin de perdre sur la quantité vendue ce qu'ils gagnent sur l'augmentation du prix. Il suffit au cartel de décider une faible réduction de sa production pour que l'offre et la demande restent à un niveau égal.

LES LIMITES AUX VARIATIONS DE L'OFFRE ET DU PRIX

Poursuivant son analyse globale du marché devant la IX^e Conférence mondiale de l'énergie, M. Yamani émit également quelques réflexions sur l'offre : « la sensibilité de l'offre ne dépend pas exclusivement du niveau des prix. Il existe un point au-delà duquel l'offre n'augmentera pas de façon discernable en fonction directe des augmentations des prix. Un facteur qui est déterminant pour ce point, c'est la politique de conservation des réserves pratiquée par les pays producteurs. La production peut très bien ne pas continuer à augmenter lorsque les prix sont élevés. De l'autre côté de la médaille, il existe un point au-dessous duquel les pays producteurs ne sont pas enclins à réduire leur production lorsque les prix sont bas, et ce point est commandé par les besoins financiers de ces pays, qui exigent une augmentation de la production même lorsque les prix s'abaissent, afin de maintenir un niveau de revenus capable de subvenir non seulement à leurs besoins immédiats, mais encore à leurs besoins à plus long terme. Ainsi peut-on expliquer les

(1) Aux Etats-Unis, les délais de construction atteignent couramment dix ans. Cette différence de quatre années avec les délais français s'explique, d'une part, par la longueur des procédures et la multiplicité des autorisations à obtenir, d'autre part, par la qualité de la main-d'œuvre sur chantier qui a une très faible productivité quand elle ne se révèle pas purement et simplement défailante.

(2) On trouvera le discours de M. Yamani en annexe.

tendances actuelles, qui voient varier la production des pays exportateurs dans le but de maintenir les prix, et la tendance qu'ont eu ces pays à se concurrencer pendant les années 60 dans le but d'augmenter leurs ventes, en dépit de l'érosion des prix qui frappait alors le marché. Deux facteurs principaux, par conséquent, dominent la sensibilité de l'offre bien davantage que le prix : la conservation, d'une part, pour des raisons techniques qui fixent la limite maximale de production, les besoins actuels et à long terme, d'autre part, qu'ont les pays producteurs pour alimenter leur budget ou leur développement économique, fixent la limite minimale de la production. A long terme, la dimension réelle de la production oscillera, entre ces deux limites, à des niveaux qui ne varieront en fonction des prix que pour le court terme seulement ».

Il nous semble que l'on peut faire quelques remarques à propos des deux limites que détermine ici M. Yamani.

La première, qui joue dans le sens d'une limitation de l'offre, tient au désir des pays producteurs de conserver leurs réserves. Cette idée a été reprise par de nombreux dirigeants des pays producteurs et par M. Yamani lui-même, qui déclarait récemment : « Il est de l'intérêt de mon pays de laisser son pétrole en terre, où il garde toute sa valeur, plutôt que de le vendre en échange d'argent que nous ne pouvons pas utiliser et pour lequel les banques ne donnent pas des taux d'intérêt suffisants. » Ce raisonnement suppose que le taux d'augmentation du prix du pétrole sera plus élevé que le taux d'intérêt des placements effectués sur le marché international des capitaux, puisque les pays producteurs ont le choix entre ce genre d'investissement et la conservation de leur pétrole. Or, tout porte à croire que le prix du pétrole, qui est déjà plus élevé que celui de ses substituts, ne peut augmenter sensiblement dans les années à venir. Les viscosités du marché qui retardent les adaptations et les substitutions ne jouent que sur le court terme et le prix actuel des produits de substitution porte même à penser que, d'ici une décennie, le prix du pétrole devrait baisser en francs constants. **Il est donc faux que des pays producteurs aient intérêt à conserver leurs réserves, si ce n'est pour des raisons de tactique à très court terme.** Bien au contraire, au prix actuel, tous les Etats producteurs ont davantage intérêt à vendre un pétrole dont le coût de production est très faible et à placer les revenus qu'ils obtiennent ainsi dans leur économie ou sur le marché international des capitaux plutôt qu'à garder leur pétrole en terre.

Quant à la seconde limite que fait apparaître M. Yamani, qui constitue cette fois un plancher à l'offre de brut, elle met en lumière les germes d'instabilité que renferme le cartel. **Les besoins des pays producteurs ne sont pas tous du même ordre** et des Etats comme l'Iran, l'Algérie ou l'Indonésie, qui sont très peuplés et cherchent à s'industrialiser, ont des intérêts différents de ceux d'Etats comme l'Arabie Saoudite, le Koweït ou l'Abu Dhabi. Autant dire que lorsque les recettes globales ne s'accroîtront plus globalement comme elles le font aujourd'hui, les tendances centrifuges seront de loin les plus fortes.

LE PRIX BAISSERA-T-IL ?

Aujourd'hui, cependant, l'intérêt commun des pays producteurs est le plus fort et le prix du pétrole semble s'être stabilisé. D'ici une à deux décennies, ce prix baissera ; toutes les études économiques le montrent, qui estiment généralement le prix d'équilibre aux environs de sept dollars le baril (contre près de onze actuellement). Le prix des énergies substituables pèsera en effet lourdement en ce sens ; le prix de vente du baril de pétrole provenant des schistes bitumineux des Etats-Unis serait de cinq à six dollars ; le prix du kilowatt/heure obtenu grâce à l'énergie nucléaire est presque moitié moindre de celui du kilowatt/heure obtenu dans une centrale au fuel...

Mais d'ici quinze ans, comment évoluera le prix du pétrole ? **On ne peut guère échapper à un monopole que de deux manières : par la substitution ou par le groupement des acheteurs.** La substitution de nouvelles sources d'énergie n'est possible qu'à terme, mais le groupement des acheteurs ou monopsonne est possible aujourd'hui. La formation, face à l'O. P. E. P., d'une O. P. I. P. (Organisation des pays importateurs de pétrole) modifierait totalement les données du problème tout en créant une confrontation redoutable. Elle risquerait de déboucher sur **le troisième moyen d'échapper à un monopole : la violence.**

Dans le discours qu'il prononça à Detroit, devant la Conférence de l'Energie, le Président Gerald Ford évoquait la possibilité du recours à la violence ; sans doute écartait-il ce moyen, mais il expliquait que, seule, la coopération permettait d'éviter l'affrontement : « L'histoire nous montre que de tout temps les nations ont

fait la guerre, luttant pour acquérir des avantages naturels tels que eau ou nourriture, ou point de passage commode sur terre ou sur mer, mais à l'âge de l'atome, alors que n'importe quel conflit local peut dégénérer pour atteindre l'échelle de la catastrophe mondiale, la guerre apporte des risques inacceptables pour l'ensemble de l'humanité. A l'époque actuelle, plus qu'à n'importe quel moment de l'histoire de l'homme, les nations doivent admettre qu'elles ont mutuellement besoin les unes des autres et vivre paisiblement. Les nations doivent se tourner vers la coopération internationale qui est le meilleur moyen de résoudre le problème de la répartition inégale des ressources. »

« Personne ne peut prévoir quelle serait l'étendue des dommages subis ni jusqu'où pourraient aller les conséquences désastreuses au cas où les nations refuseraient de partager les dons de la nature au bénéfice de l'ensemble de l'humanité. »

Plus récemment, M. Kissinger évoquait à nouveau la possibilité d'un recours à la violence en déclarant : « La seule possibilité d'obtenir une réduction immédiate du prix serait une guerre politique totale contre des pays comme l'Arabie Saoudite et l'Iran (...). L'usage de la force ne serait envisagé que dans un cas d'extrême urgence » (1).

Face à ces menaces, agitées puis plus ou moins démenties, la suggestion faite par M. Giscard d'Estaing d'une conférence tripartite qui réunirait en nombre égal des pays représentant les principaux exportateurs de pétrole, les pays industrialisés importateurs de pétrole et d'autres représentant les pays pauvres non industrialisés importateurs de pétrole paraît plus rassurante. On ne sait cependant encore ce qu'elle peut apporter de décisif pour l'avenir. Peut-être des décisions concernant l'évolution du prix du pétrole surgiront-elles de cette conférence, mais les difficultés que doivent dès aujourd'hui affronter ses organisateurs en montrent toutes les difficultés. Le but de cette conférence est de « parvenir à une situation dans laquelle les pays consommateurs ne seront plus exposés à des hausses unilatérales et imprévisibles et dans laquelle l'équilibre serait maintenu entre les intérêts en présence » (2). L'idéal pour les pays consommateurs serait d'obtenir une stabilisation du pétrole à un niveau plus bas qu'aujourd'hui. La conférence devrait fixer à la fois le niveau du prix du pétrole et son évolution future.

(1) Interview in *Business Week*, 2 janvier 1975.

(2) Jean Sauvagnargues. Interview in *Le Monde*, 19 janvier 1975.

II. — Pétrodollars et balances des paiements.

Le premier effet de ce quadruplement tient aux extraordinaires recettes des pays producteurs de pétrole. Les neuf plus importants membres de l'O. P. E. P. (Organisation des pays exportateurs de pétrole), qui, en 1972, avaient reçu des sommes brutes de l'ordre de quatorze milliards de dollars, ont perçu en 1974 plus de soixante-dix milliards de dollars. Selon une compagnie pétrolière française, les rentrées monétaires des pays arabes producteurs de pétrole et de l'Iran peuvent être ainsi estimées pour l'année 1974 :

Abu Dhabi : cinq milliards de dollars ;
Irak : huit milliards huit cents millions de dollars ;
Koweït : neuf milliards de dollars ;
Libye : onze milliards de dollars ;
Arabie Saoudite : vingt-huit milliards de dollars ;
Iran : vingt-cinq milliards de dollars.

Si l'on rapporte ces chiffres à la population de chacun de ces pays, la recette pétrolière par habitant est la suivante :

Abu Dhabi : cinquante-deux mille dollars ;
Koweït : dix-huit mille dollars ;
Libye : six mille trois cents dollars ;
Arabie Saoudite : quatre mille dollars ;
Irak : sept mille dollars ;
Iran : mille dollars (1).

Les seules recettes pétrolières par habitant d'Abu Dhabi, de Koweït et de la Libye sont donc supérieures au produit national brut par habitant des Etats-Unis qui était, en 1972, de cinq mille cinq cents dollars environ.

LE DÉSÉQUILIBRE DES BALANCES DE PAIEMENTS DES PAYS CONSOMMATEURS

M. de La Palice lui-même nous aurait dit que ce qui est rentrée supplémentaire pour certains pays est fatalement sortie supplémentaire pour d'autres. Après avoir jugé de l'effet de ce bouleversement sur les principaux pays producteurs, jetons un regard sur les pays consommateurs.

(1) Tous ces chiffres sont cités par Guy Roulet dans son article *Arabodollars et indépendance de l'Europe*, in *Preuves*, automne 1974.

Augmentation des dépenses nettes en pétrole.

(Milliards de dollars.)

	AUGMENTATION (—) de 1973 à 1974 des dépenses nettes en pétrole.	AUGMENTATION (—) de 1973 à 1975 des dépenses nettes en pétrole.
Canada	0,25	0,50
Etats-Unis	— 14,75	— 19
Japon	— 12	— 15,50
Australie, Nouvelle-Zélande	— 0,75	— 1
France	— 6,25	— 6,25
Allemagne	— 6,25	— 8,25
Italie	— 5	— 6
Royaume-Uni	— 5,25	— 7
Belgique-Luxembourg	1,25	— 2
Pays-Bas	— 0,50	— 1,50
Autres pays de l'O. C. D. E.	— 6,75	— 10,25
Total de l'O. C. D. E.	— 59	— 76

Source : **Perspectives économiques de l'O. C. D. E.**, décembre 1974.

Balances courantes.

(Milliards de dollars.)

	1973	1974	1975
Canada	— 0,50	— 1,50	— 3,75
Etats-Unis	0,50	— 3,25	— 7,50
Japon	— 0,25	— 4,75	»
Australie, Nouvelle-Zélande	0,75	— 3,25	— 2,50
France	— 0,75	— 7,50	— 6,25
Allemagne	4,50	9	6
Italie	— 2,50	— 8,25	— 5,75
Royaume-Uni	— 3	— 9	— 6,50
Belgique-Luxembourg	1,50	0,25	»
Pays-Bas	1,75	1,50	1,50
Autres pays de l'O. C. D. E.	»	— 10,50	— 13,75
Total de l'O. C. D. E.	2,25	— 37,50	— 38,50

Source : **Perspectives économiques de l'O. C. D. E.**, décembre 1974.

L'O. C. D. E. a procédé à une estimation de l'augmentation des dépenses nettes en pétrole de ses membres de 1973 à 1974. **Pour l'ensemble des pays de l'O. C. D. E., cette augmentation a été estimée à 59 milliards de dollars.**

Les pays qui subissent la plus forte augmentation sont les Etats-Unis (avec 14,75 milliards de dollars) et le Japon (12 milliards de dollars). Puis viennent la France et l'Allemagne (6,25 milliards de dollars chacune), le Royaume-Uni (5,25 milliards de dollars), l'Italie (5 milliards de dollars). Si l'on regroupe les pays de la Communauté, on obtient une augmentation de plus de 25 milliards de dollars, ce qui montre combien les pays européens sont tributaires du pétrole et combien ils sont touchés par les augmentations récentes.

Les perspectives sont encore moins réjouissantes, puisque l'O. C. D. E. prévoit que l'augmentation des dépenses nettes en pétrole de ses membres de 1973 à 1975 sera de 76 milliards de dollars. Car ces dépenses ne se produiront pas une seule année ; mais se renouvelleront chaque année. On peut même craindre qu'elles augmentent encore si les pays industrialisés ne savent enrayer la croissance de leur consommation ou si les pays producteurs ont la fantaisie d'augmenter un peu plus le prix de cette matière première si indispensable. Certains pensent que les seuls producteurs du Proche-Orient pourraient recevoir d'ici dix ans des recettes monétaires brutes de l'ordre de 1 300 milliards de dollars.

III. — Les politiques nationales des pays industrialisés.

Le prix du pétrole s'est imposé aux pays consommateurs comme une donnée extérieure sur laquelle ils ne pouvaient directement influencer. Comme nous venons de le voir, ce n'est que par la voie de négociations internationales qu'une modification de cette donnée pourrait intervenir. Toutefois les différents pays consommateurs ont dû prendre des mesures dans le cadre national pour atténuer l'impact de ces hausses subites. Nous allons brièvement exposer les réactions des principaux pays industrialisés.

ETATS-UNIS

Aux Etats-Unis, le Président Nixon avait longuement exposé devant le Congrès des Etats-Unis, en avril 1973, un programme de politique nationale de l'énergie afin d'accroître la production nationale de toutes les formes d'énergie. Le Président Ford devait affirmer devant nous, lors de la Conférence de l'énergie, l'actualité du « **projet indépendance** » qui constitue « la réaction américaine à l'embargo sur le pétrole et aux récentes augmentations des prix du pétrole ». Le but de ce programme est « de rechercher par des voies différentes et très nombreuses les moyens de réduire la consommation et d'augmenter la production d'énergie aux Etats-Unis ». Enfin, le 15 janvier dernier, dans le traditionnel message sur l'état de l'Union, le Président Ford devait développer son programme qui vise à réduire la dépendance des Etats-Unis en matière pétrolière, en augmentant la production nationale d'énergie et en freinant la consommation des citoyens par l'augmentation des prix et taxes. Les objectifs exposés alors par le Président des Etats-Unis sont au nombre de trois :

1° **Réduire les importations de pétrole des Etats-Unis de 1 million de barils par jour d'ici à la fin de 1975 (soit environ 50 millions de tonnes par an) et de 2 millions de barils par jour d'ici à la fin de 1977 ;**

2° Rendre l'économie américaine insensible aux perturbations suscitées par des fournisseurs étrangers pour 1985 ;

3° Mettre les Etats-Unis en mesure de satisfaire une part substantielle des besoins énergétiques du monde libre à la fin de ce siècle.

Pour obtenir ce résultat, M. Ford prévoit des mesures destinées :

— à freiner la consommation :

- augmentation des droits sur le pétrole brut d'un dollar par baril le 1^{er} février prochain, de deux dollars par baril le 1^{er} mars et de trois dollars par baril le 1^{er} avril ;
- législation imposant des normes d'efficacité thermique pour toutes les constructions nouvelles ; encouragement à l'isolation des locaux existants ;

- à développer la production nationale :
 - suppression du contrôle des prix du pétrole brut exploité aux Etats-Unis ;
 - objectif d'un million de barils par jour de combustibles synthétiques et d'huile de schiste pour 1985 ;
 - pour les dix prochaines années, prévision de 200 centrales nucléaires d'importance majeure, 250 nouvelles exploitations charbonnières, 150 grandes centrales alimentées au charbon.

Enfin, M. Ford propose « une législation prévoyant des dispositifs susceptibles d'être mis en œuvre en cas d'urgence, ainsi qu'un programme stratégique de stockage portant sur un milliard de barils de pétrole destinés aux besoins intérieurs et 300 millions de barils réservés aux besoins de la défense ».

Il reste à savoir si ce programme sera effectivement appliqué. Il faudrait pour cela que le Congrès à majorité démocrate qui vient d'être élu suive les propositions du Président. On notera de plus que les experts pétroliers américains prévoient que la baisse des importations américaines de produits pétroliers, résultant du programme d'austérité annoncé par la Maison Blanche, ne devrait pas dépasser 700 000 barils par jour à la fin de 1975 au lieu du million de barils annoncé par le Président Ford.

JAPON

Le Japon est un pays très vulnérable puisqu'il importe 99,5 % de ses besoins en pétrole, ce qui représente 73 % de ses besoins énergétiques globaux. Il semble que ce pays ait à peu près cessé toute action spécifique en matière d'économie d'énergie. Il a adhéré au groupe des douze et s'est intéressé au développement de nouvelles énergies avec le programme Sunshine ; l'effort porte en particulier sur les énergies solaires et géothermiques ainsi que sur le gaz naturel et synthétique et sur l'hydrogène. On notera en outre que le Japon a signé un contrat d'approvisionnement avec Eurodif d'un million d'unités de travail de séparation par an de 1980 à 1990.

ALLEMAGNE FÉDÉRALE

L'Allemagne a adopté un nouveau programme énergétique dont l'objectif est de ramener la part du pétrole de 53 % en 1973 à 44 % en 1985. Cette part est déjà en régression actuellement et l'on peut penser que l'objectif ainsi fixé n'est pas hors d'atteinte. On prévoit également de maintenir la production de charbon au niveau actuel, qui est de 94 millions de tonnes (ce qui représente à peu près 14 % de l'approvisionnement énergétique total), de faire passer la part occupée par le gaz de 14 % en 1973 à 18 % en 1985 et, pour l'énergie nucléaire, de 1 % à plus de 16 %, soit une puissance installée de l'ordre de 45 à 50 000 mégawatts. Le niveau des réserves doit être porté à quatre-vingt-dix jours pour les raffineries en juillet 1975.

GRANDE-BRETAGNE

La Grande-Bretagne a défini les principes d'une politique énergétique globale reposant sur la relance de la production charbonnière qui atteint 130 millions de tonnes et passerait à 135 millions de tonnes en 1985 ; un programme très modeste d'énergie nucléaire de 4 000 mégawatts environ pour les quatre années à venir (avec la filière britannique à eau lourde) ; la révision en hausse des possibilités de pétrole et de gaz de la mer du Nord sur laquelle la Grande-Bretagne compte beaucoup, envisageant une production de 150 millions de tonnes de pétrole en 1980. En outre, des consignes d'austérité ont été lancées afin de limiter le chauffage et la vitesse a été strictement limitée sur les routes tandis qu'un prêt de 3 millions de livres par an était accordé au secteur privé industriel pour encourager les recherches destinées à restreindre ses dépenses énergétiques. Le Ministre de l'Énergie souhaiterait obtenir une réduction de 10 % de la consommation annuelle d'énergie.

ITALIE

L'Italie se trouve dans une situation assez comparable à la nôtre puisque 75 % de ses besoins sont couverts par l'extérieur. Les recherches d'uranium y sont développées et un gisement y a déjà été découvert. Pour le moment, l'accent est mis sur le développement des ressources nationales et des importations de gaz naturel pour tenter de contrebalancer l'importance du pétrole.

FRANCE

Enfin, sans exposer la politique française qui sera examinée plus loin, nous signalerons ici que **la consommation** française de produits pétroliers a atteint 104,8 millions de tonnes en 1974 contre 111 millions de tonnes en 1973, soit une **diminution de 5,6 %**. C'est la première fois que le mouvement régulier de croissance de la consommation est enrayé. En 1973, la progression sur 1972 avait été de 11,6 % et, avant la crise pétrolière, on tablait sur une augmentation moyenne en 1974 de 8 % environ. Rappelons que le Gouvernement s'est fixé pour objectif, en 1975, une diminution de 10 % de la consommation par rapport à 1973.

COMMUNAUTÉ ECONOMIQUE EUROPÉENNE

Quant à la politique commune aux neuf pays de la Communauté, elle a rencontré bien des obstacles. Cependant le Conseil des Ministres a approuvé, le 17 décembre dernier, une série d'objectifs chiffrés tendant à réduire, d'ici à 1985, la dépendance énergétique de la Communauté de 63 % à 50 %, et si possible 40 %. Pour parvenir à ce résultat, il faudrait :

- stabiliser la production de charbon à son niveau actuel ;
- développer rapidement l'énergie nucléaire afin que la Communauté dispose en 1985 d'une puissance installée de 150 gigawatts et, si possible, de 200 gigawatts (1) ;
- développer la production communautaire de gaz naturel de manière à atteindre en 1985 au moins 175 millions de tonnes d'équivalent-pétrole et, si possible, 225 millions ;
- développer la production communautaire de pétrole pour atteindre un niveau de 185 millions de tonnes.

Il reste à définir en commun les actions à entreprendre et les engagements à souscrire pour réaliser ces objectifs.

En outre, le Conseil des Ministres a estimé qu'il conviendrait d'atteindre, en 1985, un niveau de consommation inférieur de 15 % aux prévisions antérieures à la crise ; pour cela, il faudra ramener le rythme d'augmentation de la consommation de 5 % à 3,5 % par an.

(1) Un gigawatt = un milliard de watts électriques.

La consommation d'énergie de la Communauté évoluerait alors de la manière suivante (en millions de tonnes d'équivalent pétrole) :

	1973 (1)	1985 (2)	1985 (3)
Pétrole	617	1 160	600 — 650
Gaz naturel	117	265	290 — 340
Charbon/lignite/tourbe	227	175	250
Energie nucléaire	14	160	242
Energie hydraulique et autres.....	30	40	43
Total	1 005	1 800	1 475

(1) Estimation.

(2) Prévisions antérieures à la crise du pétrole.

(3) Objectifs « supérieurs » adoptés sur la base d'une restriction du taux de croissance de l'utilisation d'énergie à partir d'une estimation de 5 % à 3,5 % par an, sans réduction de la croissance du produit national brut, estimé à 4,75 % par an.

Suivant les objectifs supérieurs, la part du pétrole ne serait plus que 41 à 44 % du total (contre 61,4 % en 1973) tandis que celle du gaz naturel passerait entre 20 et 23 % (contre 11,6 %) et celle de l'énergie nucléaire à 16 % (contre 1,4 %).

Toutefois, l'influence des nationalismes se fait très fortement sentir à l'intérieur de la Communauté.

IV. — Les pays sous-développés.

Le quadruplement du prix du pétrole ne touche pas seulement les pays industrialisés. Les pays sous-développés non producteurs sont, eux aussi, très durement touchés.

Si l'on fait abstraction des pays producteurs du Proche-Orient et d'Afrique du Nord, les pays en voie de développement, dont la population totale atteint 1,6 milliard, ne contrôlent à l'heure actuelle que moins de 5 % de toutes les réserves connues de combustibles solides et liquides et moins de 10 % des réserves d'uranium. Ce n'est guère que pour l'énergie hydro-électrique qu'ils sont un peu mieux pourvus puisqu'ils possèdent sur leurs territoires plus des deux tiers du potentiel hydro-électrique mondial. Toutefois les énormes problèmes de transmission de l'énergie à longue distance, les dimensions considérables des projets à effectuer sur les grands bassins ou les fleuves ont empêché d'exploiter ces ressources virtuelles.

On comprendra aisément que ces pays aient fondé leur expansion sur la source d'énergie qui exigeait un minimum d'investissements, c'est-à-dire sur le pétrole. Il est frappant de constater que les combustibles liquides comptaient pour plus de 50 % dans leur budget énergétique en 1950, alors qu'ils ne représentaient que 25 % de la consommation énergétique totale des pays développés. Cette part devait croître encore pour atteindre 57 % en 1970 et 60 % en 1973. On perçoit immédiatement l'**extrême vulnérabilité de ces pays à une augmentation du prix du pétrole.**

Consommation d'énergie.
(En pourcentage.)

	P A Y S développés (1).			P A Y S en voie de développement (2).		
	1950	1960	1970	1950	1960	1970
Carburants solides	56	38,7	24,5	38,8	26,8	19,4
Carburants liquides	25,5	35	45,5	51,9	56,9	57,4
Gaz naturel	13	18,5	22,2	4,1	9,5	14,8
Electricité hydraulique et nucléaire	5,5	7,8	7,8	5,2	6,8	8,4
Total	100	100	100	100	100	100

(1) Amérique du Nord, Europe occidentale, Japon, Afrique du Sud.

(2) Afrique, Asie, Amérique latine.

Source : R. Krim. *L'Energie et les pays en voie de développement*, in *Revue de l'énergie*, août-septembre 1974.

Quand on connaît l'importance du rôle joué par l'énergie dans le développement économique et social de ces pays, on ne peut que constater que le prix actuel du pétrole condamne un certain nombre d'entre eux, tels l'Inde ou le Bangla-Desh, à la misère.

De nombreux représentants du tiers monde, ou plutôt de ce que l'on est convenu d'appeler à présent le quart monde, sont intervenus à Détroit, devant la Conférence mondiale de l'énergie, pour attirer l'attention sur la situation désespérée de leur pays dans la conjoncture actuelle et face aux aléas de la crise pétrolière.

Un représentant de la Côte-d'Ivoire a fourni un exemple frappant des conséquences de la crise (1). Il a rappelé que l'électrification des pays en voie de développement passait pratiquement toujours

(1) On trouvera en annexe l'intervention de M. Lambert Konan.

par la mise en servive de groupes diesel de faible puissance, qui seuls pouvaient convenir aux besoins d'une population dispersée qui ne dispose que de faibles revenus. Le prix peu élevé du combustible, qui entraînait une réduction des frais proportionnels, permettait d'obtenir une énergie à un coût abordable ; désormais, à la suite du quadruplement du prix du pétrole, ce processus d'électrification se trouve remis en cause car la charge totale imposée à la population dépasse ses possibilités. Or il n'est pas possible de recourir à l'énergie hydro-électrique, qui est toujours fournie en grande quantité, car les investissements exigés par la construction des lignes de transport ne s'avéreraient pas rentables tant la population est dispersée et pauvre. Seuls les besoins d'industries de grande taille pourraient justifier des investissements aussi considérables et permettre par contrecoup le développement de l'électrification ; mais on sait les difficultés auxquelles se heurte l'industrialisation de ces pays. Et l'affaiblissement financier consécutif à la hausse de l'énergie ne pourra que rendre plus difficile encore cette industrialisation. Pour le cas de la Côte-d'Ivoire, c'est plus du tiers de l'excédent commercial traditionnel de ce pays qui va être dévoré par l'augmentation du prix du pétrole ; or cet excédent sert de contrepartie à l'endettement que pratique ce pays afin de s'équiper.

De plus, le renchérissement du pétrole va contribuer encore à la hausse du coût des importations des pays en voie de développement. Leur balance commerciale va se dégrader et leur endettement s'alourdir. On estime que la hausse pétrolière coûtera aux pays du tiers monde 10 milliards de dollars, soit approximativement le montant total de l'aide que le monde développé leur accorde en prêts, dons et subventions.

La seule solution paraît être le lancement d'une sorte de nouveau plan Marshall financé par les pays producteurs de pétrole au profit des pays du quart monde. Une aide de ce genre permettrait à ces pays de se procurer auprès des pays industrialisés les produits et biens d'équipement qui leur permettraient de s'industrialiser et d'accéder au décollage. Un tel plan permettrait en outre une sorte d'échange triangulaire qui unirait les pays producteurs de pétrole aux pays du quart monde, ces derniers aux pays industrialisés et les pays industrialisés aux pays producteurs de pétrole. La nouvelle solvabilité des pays sous-développés permettrait d'accroître les ventes des pays occidentaux et donc leur donnerait

la possibilité d'acquérir des devises propres à leur faciliter le financement de leurs achats pétroliers. Le recyclage des capitaux se ferait tout naturellement par un échange de biens et de services.

Un plan Marshall ainsi conçu ne peut toutefois résulter que d'une action volontariste et concertée des pays producteurs de pétrole car les pétrodevises ne s'investiront pas naturellement dans les pays du quart monde qui ne peuvent offrir la sécurité des investissements effectués dans des pays comme les Etats-Unis ou l'Allemagne.

V. — Le recyclage des capitaux.

Les neuf plus importants membres de l'O. P. E. P. auront perçu, en 1974, plus de soixante-dix milliards de dollars. Il est absolument impossible qu'ils utilisent l'intégralité de leurs recettes pour financer leurs importations. Les Etats du Moyen-Orient, Libye, Egypte et Algérie incluses, ont importé en 1973 pour environ 14 milliards de dollars ; même si l'on espérait un doublement de leurs importations, le solde excédentaire demeurerait considérable. Sans doute le chiffre de ce solde peut-il être réduit sensiblement par une accélération de la hausse des prix des produits importés qui tend à rectifier un peu les conditions de l'échange en faveur des pays développés (1), mais ce mécanisme ne peut jouer que d'une manière limitée et il risque d'être totalement inopérant à partir de 1975, si les pays de l'O. P. E. P. procèdent effectivement à une indexation du prix du pétrole (2).

Ce surplus, qui ne peut être utilisé en achats de biens et services, doit transiter par des circuits financiers ; car si une solution commerciale est impossible, c'est forcément par le biais des mouvements de capitaux que l'équilibre peut se rétablir.

Un article de la revue *Entreprise* (3) distinguait trois grands circuits pour le recyclage des capitaux pétroliers. Le premier circuit, correspondant aux « pétrodollars », est intégré au système

(1) Encore faudrait-il que les monnaies des pays développés restent stables, car leur affaiblissement va en sens contraire.

(2) Il est vrai que l'O. P. E. P. semble s'orienter à présent vers une stabilisation, en dollars courants, du prix du pétrole. On peut noter d'autre part que, d'après les prévisions de la Commission de Bruxelles établies en janvier 1975, les importations des pays de l'O. P. E. P. en provenance de la Communauté économique européenne augmenteraient, de 1974 à 1978, de 32 % en volume.

(3) Henri Lepage, *Les Circuits de l'or arabe*, in *Entreprise*, 27 septembre 1974.

financier occidental et permet le recyclage de capitaux qui ne quittent en fait jamais l'Occident. Les compagnies pétrolières déposent les versements qu'elles doivent effectuer aux pays producteurs auprès des banques américaines ou anglaises ; une partie des capitaux est investie directement en placements mobiliers et immobiliers ; l'essentiel alimente la liquidité des eurobanques et revient vers le pays consommateur par la voie d'euro-émissions et d'eurocrédits ; quelquefois encore des investissements directs sont effectués.

Le deuxième circuit alimente les avoirs de l'Etat producteur qui sont transférés dans le pays lui-même pour financer les besoins du budget dont les revenus pétroliers représentent généralement plus de 90 % des recettes. La plupart de ces avoirs se traduisent, directement ou indirectement, par une demande d'importation qui recycle ces devises vers l'Occident.

Enfin la troisième voie est celle du marché financier arabe. Les institutions financières arabes drainent alors ces liquidités vers les marchés occidentaux (placements d'actions, participation à des émissions en eurodollars, souscription d'obligations internationales) ou effectuent des investissements directs.

En 1974, les ajustements des déficits ont pu se faire sans trop de difficultés par l'intermédiaire des marchés de capitaux. C'est, semble-t-il, sur le marché de l'eurodollar que les pays déficitaires de l'O. C. D. E. ont trouvé l'essentiel de leurs ressources. Selon des indications données par des experts du Département du Trésor américain, il semble que les dollars des pays exportateurs de pétrole se soient répartis de la façon suivante pendant les huit premiers mois de 1974 :

— 7 milliards se sont investis aux Etats-Unis, dont 4 milliards en valeurs négociables du Trésor public, le reste étant pour la plus grande partie placé sous forme de dépôts bancaires. Il est à noter que les placements en valeurs mobilières, terres et immeubles n'ont guère dépassé quelques centaines de millions de dollars ;

— 3 milliards de dollars ont été placés en Grande-Bretagne, une partie en valeurs publiques, et une autre sous forme de dépôts bancaires ;

— 2 milliards sont venus en Europe continentale sous forme de prêts à des organismes officiels ou semi-officiels, ou d'achats de valeurs mobilières ou de placements immobiliers ;

— 3 milliards sont allés vers les pays en voie de développement, probablement à travers les mécanismes spéciaux mis en place par

le Fonds monétaire international. Par ailleurs, 500 millions se sont investis en obligation de la Banque mondiale et des autres organismes internationaux.

Enfin, comme les producteurs de pétrole ont disposé pendant cette période de 27 à 28 milliards de dollars, et, compte tenu des placements que l'on vient d'énumérer, ils ont probablement placé 10 à 13 milliards sur le marché des eurodevises.

Si l'on considère les **placements financiers effectués en France au cours de l'année 1974**, on peut noter les éléments suivants :

a) Par accord bilatéral :

Aux termes de l'accord financier du 27 juillet 1974, le Gouvernement iranien s'est engagé à déposer auprès de la Banque de France, agissant pour le compte du Trésor, un milliard de dollars. Un premier dépôt, d'un montant de 300 millions de dollars, a d'ores et déjà été effectué. Deux autres dépôts seront effectués selon le calendrier suivant : 400 millions de dollars entre le 1^{er} janvier 1975 et le 1^{er} octobre 1975 ; 300 millions de dollars entre le 1^{er} janvier 1976 et le 1^{er} octobre 1976 ;

b) Par recours aux mécanismes de marché.

Le Trésor a conclu, le 22 avril 1974, auprès d'un groupe international de banques, une convention de crédit, aux termes de laquelle une « ligne de crédit » de 1,5 milliard de dollars lui a été consentie.

De leur côté, les entreprises françaises ont été autorisées à conclure des emprunts extérieurs à moyen terme et long terme pour un montant voisin de 4 milliards de dollars.

D'autre part, des acquisitions de valeurs mobilières ou d'actifs immobiliers ont très probablement eu lieu mais pour des montants relativement limités.

On peut toutefois se demander si le recyclage qui s'est opéré en 1974 continuera de bien fonctionner au cours des années à venir sans poser de problème particulier. Certaines analyses, empreintes d'un profond optimisme, donnent à cette question une réponse positive :

« La réponse surprendra peut-être. Et cependant elle est rigoureuse. Le marché international permet des emprunts pratiquement illimités. Il se produit un mécanisme de circuit du type suivant : un pays emprunte un milliard sur le marché. Il paie un émirat avec ces dollars. Cet émirat, ayant confiance dans le dollar et dans les banques anglaises, replace immédiatement ce milliard de dollars en dépôt dans sa banque à Londres, donc sur le marché international. Le lendemain matin un autre pays peut réemprunter ce milliard de dollars, payer un émirat, etc.

« L'eurodollar ou l'euromarché est un système bancaire sans banque centrale qui peut, parce qu'il n'a pas d'organisme chargé de le freiner, créer du crédit international pour le montant des besoins qui lui sont adressés » (1).

D'autres analyses sont plus pessimistes et montrent l'irréalisme d'un recyclage infini qui permettrait aux pays consommateurs de vivre indéfiniment à crédit :

« Le problème réside dans l'énorme surplus qui ne pourra prendre cette forme faute de débouchés concevables, de capacité d'absorption de ces pays vendeurs.

« Pour ce surplus, il peut être prêté aux pays consommateurs de pétrole tels la France ou l'Italie, affligés aujourd'hui d'un déficit de moyens de paiement internationaux et prêts à emprunter ces dollars disponibles. C'est l'idée du recyclage, mais il est évident que ce cycle est paradoxal, qu'il est impossible que ces uns accumulent indéfiniment des créances et les autres des dettes « dans le vide », que les premiers douteront de la solvabilité des seconds bien avant que ceux-ci se sentent écrasés sous le poids de dettes, toujours croissantes. Le mécanisme doit se bloquer fatalement. Il l'est déjà, le recyclage est déjà un mythe périmé » (2).

On peut craindre en effet que le recyclage des capitaux rencontre rapidement des limites. Tout d'abord, un certain nombre de pays dont le déficit sera appelé à se prolonger ou même à se creuser verront inévitablement leur crédit se dégrader. Ce n'est pas dans des pays dont l'avenir paraîtra incertain que les pays producteurs investiront ou que les banques prêteront des eurodollars, mais plutôt dans des pays sûrs, c'est-à-dire dans ceux qui justement n'ont pas de déficit ou n'ont qu'un léger déficit.

D'autre part, le risque que comporte la transformation bancaire croîtra très fortement au fur et à mesure que les montants des prêts et endettements augmenteront ; d'autant que les dangers du processus de transformation seront d'autant moins supportables que les capitaux seront plus instables.

Enfin, aux importations de pétrole s'ajouteront rapidement les charges en intérêt et en capital de la dette contractée vis-à-vis des Etats producteurs. L'exemple des pays sous-développés est démonstratif, même si l'on ne veut pas faire appel à l'histoire et se rappeler les soubresauts des réparations imposées à l'Allemagne après la première guerre mondiale. Des transferts aussi considérables ne sont pas possibles ni supportables et débouchent à un moment ou à un autre sur une crise. Aussi y a-t-il lieu de craindre d'importants bouleversements financiers dans la prochaine décennie si le prix du pétrole reste, en monnaie constante, à un tel niveau.

(1) *Bulletin économique mensuel de la Banque de Paris et des Pays-Bas*, mars 1974.

(2) Jean Ullmo. *Il n'y a pas de solution purement économique*, in *Le Figaro*, 16 novembre 1974.

Pour l'immédiat, c'est-à-dire pour l'année 1975, il paraît souhaitable, comme le recommande l'O. C. D. E., « que les pays consommateurs de pétrole établissent entre eux des arrangements financiers aux termes desquels les Gouvernements seraient prêts à se porter conjointement garants d'une partie des dettes encourues par certains pays, à condition que ceux-ci gèrent leurs affaires avec prudence » (1).

Les propositions visant à instaurer des mécanismes de recyclage n'ont pas manqué, tout au long de 1974. On notera :

— la faculté récemment retenue par les Neuf d'émettre des **emprunts communautaires** (le maximum étant fixé pour l'instant à 3 milliards de dollars, intérêt compris) sur le marché international des capitaux ou directement auprès des pays producteurs de pétrole ;

— l'accord conclu en janvier 1975 entre les Dix afin d'établir « le plus tôt » possible un « **fonds de solidarité** » ouvert à tous les pays de l'O. C. D. E. ; ce fonds disposera de **25 milliards de dollars** pendant deux ans, mais pourra utiliser tout de suite ses ressources, égales à peu près à la moitié du total ;

— **l'emprunt** que le **Fonds monétaire international** pourrait effectuer en 1975 auprès de certains pays de l'O. P. E. P. (6 milliards de dollars environ) ;

— l'augmentation des **quotas au Fonds monétaire international**.

Cependant, il faut toujours garder à l'esprit que « le recyclage peut aider les pays à traverser une période de transition difficile, mais (qu') il ne peut dispenser de l'ajustement requis pour corriger certains des déséquilibres courants les plus graves, sans quoi certains pays vont accumuler une dette extérieure à un rythme insoutenable » (1).

(1) **Perspectives économiques de l'O. C. D. E.**, décembre 1974.

DEUXIEME PARTIE

UNE SOLUTION ENERGETIQUE FRANÇAISE

I. — Le programme nucléaire.

Afin de prendre conscience des dimensions exactes du problème français, il convient d'examiner la consommation actuelle d'énergie primaire dans notre pays.

La consommation française en 1973 s'est élevée à 262,5 millions de tonnes d'équivalent charbon (t. e. c.). Cette consommation a été satisfaite à hauteur de 45,3 millions de t. e. c. par le charbon, de 174,3 millions de t. e. c. par le pétrole, de 22,5 millions de t. e. c. par le gaz naturel, de 15,7 millions de t. e. c. par l'électricité hydraulique et, enfin, de 4,7 millions de t. e. c. par l'électricité nucléaire. Le pétrole a donc représenté 66 % du total.

Treize ans plus tôt, en 1960, la consommation française n'était que de 128,4 millions de t. e. c. Et le pétrole, qui ne représentait que 31 % du total, n'atteignait que 40 millions de t. e. c.

Pour l'an 2000, c'est le chiffre de 700 millions de t. e. c. qui est le plus fréquemment avancé pour la consommation française d'énergie. Pour une population de 70 millions d'habitants, ce chiffre représenterait une consommation annuelle de 10 tonnes d'équivalent charbon par habitant, ce qui ne paraît pas exorbitant si l'on considère que la France a consommé 2,6 t. e. c. par an et par habitant en 1960, 5 t. e. c. en 1973 et que les Etats-Unis ont consommé plus de 12 t. e. c. par habitant en 1972.

Tout le problème énergétique français consiste à couvrir une consommation de l'ordre de 700 millions de t. e. c. en recourant le plus possible aux ressources nationales.

Pour cela, on peut penser tout d'abord au **charbon** qui a représenté l'essentiel du potentiel énergétique français au lendemain de la guerre. Mais la production charbonnière française n'est que de 25,1 millions de tonnes en 1974 et le nouveau plan charbonnier doit seulement freiner la réduction de la production, mais non la relancer. Déjà aujourd'hui nous importons 40 % du charbon que nous consommons. Même si l'on imaginait de porter, grâce à des progrès techniques foudroyants et à des gains de productivité surprenants, la production française à 30 ou même à 40 millions de tonnes, cela ne serait qu'une goutte d'eau dans les 700 millions de tonnes que représentent les besoins énergétiques pour l'an 2000.

L'**hydraulique**, seconde ressource de l'hexagone, fournit actuellement 15 millions de t. e. c. Or l'on sait que les principaux sites sont d'ores et déjà équipés et utilisés. En admettant que l'on puisse obtenir, en l'an 2000, 20 à 25 millions de t. e. c., on ne trouve là encore aucune solution à notre problème.

Le recours aux **hydrocarbures** doit être limité le plus possible dans la mesure où il s'agit là d'une énergie importée.

On peut ensuite songer à des énergies aujourd'hui peu utilisées qui ont un aspect un peu futuriste, telle l'**énergie éolienne**. Toutefois, il suffit de rappeler que l'équivalent d'un réacteur de 1 000 mégawatts ne pourrait être obtenu que par 1 000 éoliennes qui auraient chacune deux hélices de 30 mètres de diamètre pour comprendre que ce moyen n'est pas à la dimension du problème. Il en va de même pour l'**énergie solaire** puisque seule une surface de 6 000 hectares entièrement couverte de cellules photoélectriques pourrait fournir 1 000 mégawatts.

Les **usines marémotrices** peuvent contribuer à la couverture d'une partie des besoins, mais le projet le plus grandiose établi pour les îles Chausey ne représenterait que 20 à 25 millions de tonnes d'équivalent charbon.

La **géothermie** ne peut pas être oubliée. Mais là encore les résultats seront modestes puisqu'on estime que, vers 1985, on pourra ainsi économiser 1 à 2 millions de tonnes de fuel par an.

En l'absence d'un hypothétique moteur à eau, la seule solution possible, la seule solution qui soit à la mesure du problème consiste donc à recourir à l'énergie nucléaire.

Ce n'est pas la seule solution car l'on pourrait également envisager, comme on l'entend parfois suggérer, de limiter notre croissance et notre consommation d'énergie dans une mesure telle que le recours au nucléaire soit inutile. Mais il convient de prendre conscience de la façon la plus nette que cette limitation et cette réorientation devraient être totales et qu'elles impliquent un changement complet de mode de vie, de société et même de civilisation. Le choix est entre la société de la « lampe à huile » et de la « marine à voile » et la société dynamique qui accepte le recours à l'énergie nucléaire. Pour notre pays du moins, le choix est là et les deux termes de l'alternative doivent être mis nettement en parallèle.

Chaque fois qu'un obstacle se présente au cours du développement d'un pays, celui-ci peut baisser les bras et accepter la

régression ou l'assujettissement, ou au contraire réagir et tenter un dépassement qui lui permettra au terme d'une série d'efforts de recouvrer un équilibre à un stade ultérieur de son histoire et de son accomplissement. La plus grande erreur serait encore de cacher cette alternative au pays et de retarder une prise de conscience qui inévitablement devra survenir.

Sans doute, le recours à l'énergie nucléaire pose-t-il de nouveaux problèmes, en particulier dans le domaine de la sécurité. Tout doit être fait pour que celle-ci soit assurée autant qu'il est possible et nous pensons que les revendications écologiques et les manifestations en faveur de l'environnement sont des plus utiles pour que constamment l'impératif de sécurité soit présent à tous au moment de chaque décision, mais cette pression ne doit pas nous conduire à l'immobilisme.

L'invention de la machine à vapeur, du moteur à explosion ou même du cinématographe ont suscité des levées de boucliers et ont fait s'élever des prophéties de malheur ; l'apparition du chemin de fer a provoqué une réaction des écologistes de l'époque qui, à tout prendre, n'est guère différente de celle qui anime ceux qui, aujourd'hui, s'opposent au nucléaire.

Toutes les précautions doivent être prises et le débat doit être porté sur la place publique afin qu'une atmosphère de secret ne recouvre pas d'un écran de fumée les débats sur la sécurité ou sur l'implantation des centrales nucléaires. Ce débat, mené aux yeux de tous, ne peut que profiter aux responsables énergétiques de notre pays.

*

* *

« Notre grande chance c'est l'énergie électrique d'origine nucléaire parce que nous avons une bonne expérience dans tout cela, que nous l'avons depuis la fin de la deuxième guerre mondiale. Nous avons développé toutes les activités nucléaires civiles et militaires depuis une douzaine d'années, comme vous le savez, et puis aussi parce que maintenant nous avons la volonté de le faire, car nous croyons que c'est cela la solution à nos besoins et nous avons pris aujourd'hui même une décision très importante. Nous avons pris la décision de réaliser en 1974 et en 1975 le lancement de treize centrales nucléaires de 1000 MW chacune et qui coûtent environ 1 milliard de francs actuels chacune.

« C'est une décision extrêmement importante, je vais vous montrer comment et pourquoi. 13 000 MW, c'était la puissance thermique totale installée de l'Electricité de France, il y a deux ans, en 1972, et c'était la puissance totale de l'E. D. F. en 1962. Par conséquent, à partir des années 1974-1975 nous allons lancer des

centrales qui représenteront la totalité de la disponibilité de l'Electricité de France pour produire de l'électricité en 1962. Aucun pays au monde, sauf les Etats-Unis, ne fait un effort comparable et il y a là véritablement une des grandes œuvres que nous allons réaliser au cours des prochaines années. Alors je voudrais ajouter un mot. Dans cet effort que nous faisons pour acquérir une certaine indépendance ou, disons, une moindre dépendance énergétique, la priorité nous la donnons à l'électricité nucléaire. C'est un effort considérable qui est exigé du Gouvernement, qui est exigé de l'E. D. F., je m'y engage personnellement et je m'attacherai personnellement à ce que ce soit un succès. »

C'est ainsi que M. Pierre Messmer présentait le programme nucléaire français à la télévision le 6 mars 1974.

Afin d'apprécier la portée de ce programme, il faut se reporter aux prévisions qui avaient été établies avant la crise du pétrole.

Depuis plusieurs années, le Gouvernement avait pris des décisions tendant à accroître progressivement la part de l'énergie nucléaire. Le programme prévu au VI^e Plan comportait l'engagement d'une puissance de 8 000 mégawatts utilisant la filière uranium enrichi-eau ordinaire, ce qui correspondait à peu près à la moitié de la puissance électrique nouvelle à engager au cours des cinq années couvertes par le VI^e Plan (1971-1975).

Deux ans plus tard, en 1973, il était décidé de passer à un rythme supérieur afin de mettre en service une puissance de 13 000 mégawatts entre 1978 et 1982. La crise pétrolière devait amener à une très forte accélération de ce programme puisque, le 5 mars 1974, le Gouvernement approuvait les propositions de la Commission consultative pour la production d'électricité d'origine nucléaire et autorisait à engager six tranches d'environ 1 000 mégawatts en 1974 et sept tranches en 1975 en vue d'une mise en service en 1980 au plus tard.

Les motivations de ce programme ont été largement développées et commentées de toutes parts. On peut rappeler, car l'image est frappante, qu'une centrale nucléaire de 1 000 mégawatts permet d'économiser 1,5 million de tonnes de fuel par an. Les impératifs d'indépendance et de sécurité des approvisionnements rejoignent — et le fait mérite d'être souligné — les calculs de rentabilité économique. Aux conditions actuelles en effet le kWh thermique coûte plus de 10 centimes tandis que le kWh nucléaire coûte environ 5 centimes.

Sans doute le nucléaire exige-t-il des investissements initiaux plus élevés que le thermique classique, mais **le coût du combustible nucléaire par kWh est très inférieur à celui du fuel.** Non seulement

le prix du kWh nucléaire est très inférieur au prix du kWh thermique, mais le doublement du prix de l'uranium (le prix du fuel demeurant identique) n'affecterait aucunement cet avantage très net du kWh nucléaire. Du point de vue de la balance commerciale, la différence est également considérable puisque le prix du minerai intervient pour 0,3 centime dans le prix du kWh nucléaire alors que le prix du fuel est responsable pour 7 centimes du prix du kWh thermique.

L'estimation du coût du combustible nucléaire est la suivante :

Extraction et concentration du minerai sous forme $U^3 O^8$	0,65 c/kWh.
(Dont minerai : 0,3 c/kWh.)	
Conversion $U^3 O^8$ en UF^6	0,06 c/kWh.
Enrichissement à 3 %	0,60 c/kWh.
Fabrication des éléments	0,29 c/kWh.
Retraitement combustible (y compris transport)...	0,12 c/kWh.
Conditionnement et stockage déchets.....	0,02 c/kWh.
Crédit plutonium et uranium.....	— 0,30 c/kWh.
Pertes récupérables sur volant de fabrication UF^6 .	— 0,05 c/kWh.
	<hr/>
Total.....	1,4 c/kWh.

A partir des trois hypothèses suivantes :

1° Charges d'exploitation et dépenses prévisionnelles données par valeurs moyennes obtenues par actualisation à 10 % sur vingt années à partir de 1979 ;

2° Fonctionnement des équipements de production dit « en base » (soit au maximum de disponibilité), pendant vingt ans, et compte tenu des « maladies de jeunesse » (durée de puissance nette installée : 3 000 heures la première année, 5 000 heures la seconde, 6 600 heures ensuite) ;

3° Comparaison de deux équipements neufs, sur les bases suivantes :

— centrale nucléaire à eau légère de quatre tranches 1 000 MW ;

— centrale thermique fuel oil de quatre tranches 700 MW.

La comparaison des coûts du KWh nucléaire et du kWh d'origine thermique fuel-oil est celle-ci :

COUT MOYEN ACTUALISE c/kWh.	THERMIQUE classique (fuel oil).	NUCLEAIRE
Investissements	1,7	2,8
Exploitation	1,1	1,1
Combustible	(1) 7,5	1,4
Total	10,3	5,3

(1) Valeur moyenne après hausse d'août 1974.

La mission a pu constater l'accueil exceptionnel qui a été fait à l'étranger à notre programme nucléaire. La France est le seul pays qui ait pris, en ce domaine, des mesures aussi rapides et aussi considérables et les responsables énergétiques étrangers l'ont souligné devant nous. Pour eux, notre pays a incontestablement pris les seules mesures qui soient à la dimension des difficultés qui se présentent à lui et nous avons entendu, à plusieurs reprises, vanter le dynamisme et le ressort de l'hexagone.

II. — Le choix des filières.

1° *Le choix français : les filières à eau légère.*

Le programme nucléaire actuel est la consécration du choix effectué à la fin des années 1960 en faveur des centrales à eau légère.

Nous ne reviendrons pas sur les raisons qui ont amené la France à se tourner vers les filières à eau légère. Nous ne pouvons, sur ce point, que reprendre les conclusions de la mission d'information présidée par M. Coudé du Foresto en 1970 : « Pour une période d'au moins quinze années, le marché nucléaire sera dominé par la technique des filières à eau légère. Force est bien de s'y ranger ». Ces filières, tous les rapports l'ont montré, sont d'ailleurs les moins coûteuses. Il suffit de constater la répartition par filières des centrales nucléaires qui ont divergé ou de celles qui sont commandées pour juger de l'incontestable domination des centrales à eau légère.

Monde : répartition par filière des centrales nucléaires ayant divergé au 31 juillet 1974.

(En MWe brut.)

PAYS	P.W.R.	B.W.R.	U.N.-G.G.	RAPIDE	V.V.E.R.	R.B.M.K.	P.H.W.R.	G.P.W.R.	H.W.B.L.W.R. S.G.H.W.R.	H.T.R.	A.G.R.	B.H.W.R.	H.W.G.C.R.
Allemagne démocratique	»	»	»	»	520	»	»	»	»	»	»	»	»
Allemagne fédérale	2 211	1 229	»	21	»	»	57	»	»	15	»	»	»
Argentine	»	»	»	»	»	»	340	»	»	»	»	»	»
Belgique	421	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Bulgarie	»	»	»	»	440	»	»	»	»	»	»	»	»
Canada	»	»	»	»	»	»	2 380	»	266	»	»	25	»
Espagne	160	460	500	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Etats-Unis	15 910	11 168	»	20	»	»	»	800	»	388	»	»	»
France	295	»	2 398	250	»	»	»	»	»	»	»	»	77
Inde	»	420	»	»	»	»	220	»	»	»	»	»	»
Italie	256	160	210	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Japon	1 666	2 613	166	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Pakistan	»	»	»	»	»	»	137	»	»	»	»	»	»
Pays-Bas	477	55	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Royaume-Uni	»	»	5 934	285	»	»	»	»	100	»	41	»	»
Suède	860	1 822	»	»	»	»	12	»	»	»	»	»	»
Suisse	728	324	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Tchécoslovaquie	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	150
Union soviétique.....	»	62	»	365	1 963	1 306	»	612	»	»	»	»	»

Filières nucléaires (électrogènes).

FILIERE	CALOPORTEUR	MODÉRATEUR	COMBUSTIBLE	PAYS DE DÉVELOPPEMENT
A. G. R.	Gaz	Graphite	U enrichi	Royaume-Uni.
B. H. W. R.	Eau lourde bouillante.	Eau lourde	U naturel	Canada.
B. W. R.	Eau ordinaire bouillante	Eau ordinaire	U enrichi	Allemagne fédérale, Etats-Unis (1), Suède, Union soviétique.
G. G. R.	Gaz	Graphite	U naturel	France.
G. P. W. R.	Eau ordinaire sous pression	Graphite	U naturel et enrichi ..	Etats-Unis, Union soviétique.
H. T. R.	Gaz haute température.	Graphite	U enrichi	Etats-Unis (H. T. G. R.), Allemagne fédérale.
H. W. B. L. W. R.	Eau ordinaire bouillante	Eau lourde	U naturel	Canada.
H. W. G. C. R. ...	Gaz	Eau lourde	U naturel et enrichi ..	Allemagne fédérale, France, Tchécoslovaquie.
Magnox	Gaz	Graphite	U naturel (gainage magnox)	Royaume Uni.
P. H. W. R.	Eau lourde sous pression	Eau lourde	U naturel	Allemagne fédérale, Canada.
P. W. R.	Eau ordinaire sous pression	Eau ordinaire	U enrichi	Allemagne fédérale, Etats-Unis (2).
S. G. H. W. R. ...	Eau ordinaire	Eau lourde	U enrichi	Royaume Uni.
R. B. M. K.	Eau ordinaire bouillante	Graphite	U enrichi	Union soviétique.
Rapide	Sodium		U enrichi, plutonium ..	Allemagne fédérale, Etats-Unis, France, Union soviétique.
V. V. E. R.	Eau ordinaire sous pression	Eau ordinaire	U enrichi	Union soviétique.

Pays de développement : non compris l'exploitation des licences.

(1) Sous licence en Allemagne fédérale, France, Italie, Japon.

(2) Sous licence en Allemagne fédérale, France, Italie, Japon, Suède.

Sigles des contractants de chaudières nucléaires.

A. C. E. C.	Ateliers de constructions électriques de Charleroi.	E. E./B. W/T. W.	English Electric, Babcock and Wilcox and Taylor Woodrow.
A. E. C. L.	Atomic Energy of Canada Ltd.	Framat.	Société Franco-américaine de constructions atomiques.
A. E. G.	Allgemeine Electricitäts Gesellschaft.	G. E.	General Electric (U. S.).
Al. Chal.	Allis Chalmers.	G. E. C.	General Electric Co (G.-B.).
A. P. C.	Atomic Power Constructions.	G. K. N.	Gemeenschappelijke Kernenergie Centrale Nederland.
A. P. D. A.	Atomic Power Development Associates.	G. G. A.	Gulf General Atomic.
A. N. L.	Argonne National Laboratory.	Gr. Ind. Fr.	Groupement d'Industriels français.
A. S. E. A.	Allmanna Svenska Elektriska Aktiefbolaget.	M. A. P. I.	Mitsubishi Atomic Power Industries.
At. Int.	Atomics International.	Ont. Hydro.	Hydro Electric Power Commission of Ontario.
B. B./Krupp	Brown Boveri Krupp Reaktorbau GmbH.	P. R. D. C.	Power Reactor Development Co.
B. & R./KE.	Burns and Roe Inc./Kaiser Engineers.	T. N. P. G.	The Nuclear Power Group Ltd.
B. N. D. C.	British Nuclear Design and Construction Ltd.	T. P. E.	Technopromexport (U. R. S. S.).
B. & W.	Babcock and Wilcox.	U. K. A. E. A. ..	United Kingdom Atomic Energy Authority.
C. G. E. C.	Canadian General Electric Co.	West.	Westinghouse Electric Corp.
C. E.	Combustion Engineering.	M. H. I.	Mitsubishi Heavy Industries.

Monde hors pays de l'Est. — Centrales nucléaires commandées.
Puissance nette (MWe). — Répartition par pays et par filière.

P A Y S	P. W. R.		B. W. R.		H. T. R.		P. H. W. R.		A. G. R.		RAPIDE		TOTAL/PAYS	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
Etats-Unis	50 985	78 208	19 010	41 500	»	6 220	»	»	»	»	»	350	69 995	126 278
Europe :														
Allemagne fédérale	3 146	6 624	3 764	3 364	300	»	»	»	»	»	282	19	7 492	10 007
Autriche	»	»	700	»	»	»	»	»	»	»	»	»	700	0
Belgique	1 650	3 850	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1 650	3 850
Espagne	4 560	900	»	975	»	»	»	»	»	»	»	»	4 560	1 875
Finlande	880	»	660	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1 540	0
France	10 950	5 550	1 940	»	»	»	»	»	»	»	»	»	12 890	5 550
Italie	»	1 904	840	1 964	»	»	»	»	»	»	»	»	840	3 868
Royaume-Uni	»	»	»	»	»	»	»	»	6 212	»	»	»	6 212	0
Suède	2 620	»	2 060	900	»	»	»	»	»	»	»	»	4 680	900
Suisse	970	»	940	2 065	»	»	»	»	»	»	»	»	1 910	2 065
Total Europe.....	24 776	18 828	10 904	9 268	300	0	0	0	6 212	0	282	19	42 474	28 115
Total (Etats-Unis plus Europe)	75 761	97 036	29 914	50 768	300	6 220	0	0	6 212	0	282	369	112 469	154 393
Autres pays :														
Argentine	»	»	»	»	»	»	919	»	»	»	»	»	919	0
Brésil	600	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	600	0
Canada	»	»	»	»	»	»	4 104	3 504	»	»	»	»	4 104	3 504
Corée (République de)...	1 128	»	»	»	»	»	»	1 200	»	»	»	»	1 128	1 200
Inde	»	»	»	»	»	»	600	»	»	»	»	»	600	0
Japon	4 901	570	5 060	1 100	»	»	165	»	»	»	»	»	10 126	1 670
Mexique	»	»	660	660	»	»	»	»	»	»	»	»	660	660
Philippines	»	1 232	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0	1 232
Taï Wan	»	»	3 004	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3 004	0
Total autres pays..	6 629	1 802	8 724	1 760	0	0	5 788	4 704	0	0	0	0	21 141	8 266
Total général	82 390	98 838	38 638	52 528	300	6 220	5 788	4 704	6 212	0	282	369	133 610	162 659
														296 269

(a) Centrales en construction.

(b) Centrales en commande mais dont la construction n'a pas encore commencée.

L'engagement d'un programme important qui constitue la clef de voûte de l'approvisionnement électrique français pour les années à venir exige que l'on recoure au système le plus éprouvé pour avoir l'assurance de livraison et de mise en service à bonne date des centrales électriques nucléaires. Or **les systèmes de réacteurs à eau pressurisée et à eau bouillante sont les procédés dont le développement est le plus avancé. Il n'existe aucun procédé qui ait fait l'objet depuis plus de vingt ans d'efforts techniques de développement comparable** ; il n'existe aucun procédé non plus pour lequel les fabricants aient fait une démonstration comparable de leur capacité de réalisation à l'échelle industrielle.

D'autre part, le choix effectué en faveur des filières à uranium enrichi permet à la France de se trouver dans le courant principal de l'évolution des réacteurs et donc de profiter des avantages qu'il peut y avoir à se joindre à la communauté technique la plus importante possible. Elle lui permettra également d'exporter. Or l'exportation en ce domaine nous paraît particulièrement souhaitable. D'une part, bien sûr, elle est créatrice d'une rentrée de devises, au même titre que toute exportation, et peut contribuer à la bonne tenue future de notre balance commerciale (1). D'autre part, elle répond à ce nécessaire redéploiement de l'industrie vers des secteurs à forte technologie que le raisonnement théorique fondé sur la division internationale du travail comme l'observation pratique de l'industrialisation de certains pays en voie de développement nous impose. Elle s'exerce en outre dans un secteur dont les débouchés doivent croître et dont le marché ne doit pas cesser de grandir dans les vingt années qui vont venir. Enfin, et cette observation nous paraît essentielle, des exportations de ce genre permettraient d'acquérir, dans un marché encore assez neuf, des positions qui, ultérieurement, pourront être extrêmement riches de promesses. Dans certains cas même la « maintenance » des centrales devra être effectuée par des entreprises françaises qui auront ainsi pendant vingt ans des attaches dans des pays qui constituent autant de débouchés potentiels.

On peut toutefois se demander si la décision de recourir aux deux types de la filière à eau légère (eau pressurisée ou P. W. R.

(1) Comme l'indiquait le Ministre de l'Industrie et de la Recherche le 4 octobre dernier devant l'Assemblée Nationale, « le solde sera positif entre les redevances que nous devons payer et les exportations auxquelles nous pourrions procéder ».

En effet, la redevance que nous devons payer pour la licence Westinghouse ne représente que 4,5 % du prix d'une chaudière ; une chaudière représentant le quart du prix total d'une centrale, cette licence s'élève seulement à 1 % du prix de la centrale dont un tiers pour la licence proprement dite et deux tiers pour l'assistance technique.

et eau bouillante ou B. W. R.) est avantageuse pour notre industrie et notre politique énergétique ou si elle ne risque pas de diviser les efforts français. La mission a considéré que les remarques formulées en 1970 par la mission présidée par M. Coudé du Foresto étaient toujours valables et que les avantages du recours aux deux technologies l'emportaient encore aujourd'hui sur d'éventuels inconvénients. Nous rappellerons donc seulement ces remarques :

« a) Si, dans les cinq ans à venir, l'une des technologies venait à se révéler plus avantageuse, nous serions en état de tenir compte de cette évolution ;

« b) Le double choix favorise l'existence de deux groupes industriels importants, ce qui ménage l'avenir à l'égard d'éventuelles liaisons entre industries européennes et de participations dans les réalisations à l'étranger des deux licenciés américains ;

« c) La France doit se ménager la possibilité d'offrir un choix à ses éventuels clients et, en tout cas, de fournir des centrales pour les deux types. On ne saurait, en effet, raisonner sur un marché intérieur beaucoup trop étroit. »

Cependant la mission s'est interrogée sur la possibilité réelle d'une concurrence entre deux exportateurs français. Il lui semble en effet que la taille et l'enjeu du marché, d'une part, l'importance des différentes parties prenantes, d'autre part, sont tels qu'il n'y a peut-être place, dans notre pays, que pour un seul exportateur.

2° *Le choix anglais : la filière à eau lourde.*

La mission a été étonnée par le choix effectué en juillet dernier par la Grande-Bretagne. C'est en effet le 10 juillet que M. Eric Varley, Secrétaire d'Etat à l'Energie, a annoncé que le Gouvernement britannique s'était prononcé en faveur de réacteurs nucléaires conçus en Grande-Bretagne de préférence aux réacteurs de type américain à eau légère. La Grande-Bretagne, qui s'interrogeait depuis plusieurs années sur le choix de ses futures centrales nucléaires, opte donc pour le S. G. H. W. R. (Steam Generator Heavy Water Reactor) qui est un réacteur modéré à l'eau lourde et brûlant de l'uranium faiblement enrichi. C'est là un pari considérable puisque le seul S. G. H. W. R. qui existe aujourd'hui en Grande-Bretagne est un petit réacteur de 100 mégawatts qui se trouve à Winfrith ; autant dire que le programme britannique a un caractère plus expérimental qu'opérationnel. Or il importe de ne pas sous-estimer les difficultés qu'il y a à réaliser un réacteur industriellement viable à partir d'un prototype ; aucune construction ni aucune exploitation de S. G. H. W. R. n'a été réalisée à l'échelle industrielle et, de plus, cette voie implique de constituer une capacité industrielle en dehors du cours principal de l'expérience internationale.

Ce choix est d'autant plus surprenant que le Gouvernement britannique avait constitué en août 1972 un comité consultatif de l'énergie atomique qu'il avait chargé, en septembre 1973, d'émettre un avis concernant le choix de filières de réacteurs thermiques pour la Grande-Bretagne. Or le rapport élaboré par ce comité, qui réunit tous ceux qui ont un rôle important à jouer dans la production d'énergie nucléaire en Grande-Bretagne, est très favorable aux réacteurs à eau pressurisée. Il développe les arguments que nous avons exposés plus haut et ajoute d'intéressantes considérations sur les coûts :

« Tous les membres du comité sont d'accord pour reconnaître les incertitudes inhérentes à des estimations correspondant à différentes filières, mais il semble ressortir nettement que Magnox (1) et A. G. R. (2) constitueraient les choix les plus coûteux alors que P. W. R. (3) serait la solution le meilleur marché sous réserve que nous puissions obtenir des résultats similaires à ceux des constructeurs américains, européens et japonais. La C. E. G. B. (4) estime que le prix du P. W. R. est d'un peu plus de 25 % inférieur à celui du S. G. H. W. R., ceci s'appliquant à la partie réacteur d'une centrale, c'est-à-dire 12 % sur le coût total de cette dernière. »

Les considérations du comité pour les perspectives d'exportation sont aussi nettes :

« Sauf si les réacteurs à eau légère rencontraient des difficultés très sérieuses, il est réaliste de s'attendre à ce qu'ils maintiennent leur position établie sur les marchés d'exportation et, avec la base très large que constitue l'appui du marché intérieur américain, que leur prix sera très compétitif au point de vue économique. »

Sans doute faut-il trouver les raisons du choix britannique dans un sursaut du nationalisme. Peut-être aussi peut-on penser que les groupes de pression protectionnistes ont joué en ce sens, car l'adoption du S. G. H. W. R. met l'industrie nucléaire britannique à l'abri de la concurrence internationale. La crainte de voir l'industrie britannique rencontrer des difficultés pour construire des filières à eau légère transparaissait dans le rapport du Comité consultatif de l'énergie britannique (5). Considérant les répercussions de cette décision d'un point de vue inverse, nous serions tentés de dire qu'elle met à l'écart un concurrent et qu'elle ne peut donc que favoriser notre industrie et ses exportations.

(1) Réacteur à uranium naturel graphite-gaz.

(2) Réacteur à uranium enrichi refroidi au gaz.

(3) Réacteur à eau pressurisée.

(4) Central Electricity Generating Board. Equivalent de l'E. D. F. en Grande-Bretagne.

(5) Une phrase du rapport peut à ce propos être notée : « L'adoption de la filière des réacteurs à eau pressurisée qui exige une fabrication de haute précision et un contrôle de qualité de niveau élevé créerait sans aucun doute de nouvelles difficultés pour l'industrie britannique qui devrait également assimiler des conceptions avec lesquelles elle est peu familière ».

Il est vrai que le choix britannique consiste seulement en l'installation de centrales d'une puissance totale de 4 000 mégawatts pour les quatre années qui viennent ; il s'agit-là d'un programme bien modeste par rapport aux programmes français ou allemands. Sans doute la Grande-Bretagne fait-elle reposer son alimentation énergétique sur le pétrole de la mer du Nord, mais il ne nous surprendrait guère que d'ici quelques années un nouveau choix intervienne qui serait favorable aux réacteurs à eau pressurisée.

3° *La sécurité des centrales à eau légère.*

Dans le rapport du comité britannique, on souligne en plusieurs endroits la nécessité de convaincre le Service d'inspection des installations nucléaires de la sécurité qu'offrent les réacteurs à eau pressurisée ; aucun réacteur de ce type n'a été installé jusqu'ici en Grande-Bretagne et ce service d'inspection n'a donc pas eu à se prononcer sur ce point jusqu'aujourd'hui. Or, lorsque la décision anglaise a été connue, on a dit que le « chief nuclear inspector », M. William, reprochait aux centrales à eau pressurisée américaine d'être peu sûres. La mission a tenu à se pencher sur cette question qui lui a paru d'autant plus actuelle que c'est au moment précis où elle arrivait aux Etats-Unis, le samedi 21 septembre, que l'on apprenait que la Commission américaine de l'énergie atomique (U. S. A. E. C.) avait ordonné la fermeture dans les deux mois de quinze des cinquante et un réacteurs producteurs d'électricité aux Etats-Unis. La presse mondiale devait se faire l'écho de cette nouvelle, précisant que cette mesure avait été prise après que trois réacteurs nucléaires à eau bouillante, conçus par la société General Electric dans l'Illinois et le Connecticut, eurent présenté des défaillances au niveau du système de refroidissement (1).

C'est le 13 septembre que le réacteur Dresden II de la société Commonwealth Edison a été arrêté à la suite de la détection d'une petite fuite d'eau primaire qui était de beaucoup inférieure au taux de fuite maximal imposé par les spécifications techniques. L'inspection a décelé *une fissure de 50 millimètres*, responsable de la fuite, et une autre fissure, sans fuite. Des inspections aux

(1) *Le Monde*, 24 septembre 1974.

ultra-sons ont aussitôt été effectuées, qui ont permis de déceler de légères fissures dans deux autres centrales sur huit centrales examinées. La commission américaine à l'énergie atomique a alors ordonné que des inspections préventives des tuyauteries concernées soient effectuées par les exploitants des centrales à eau bouillante, au moment le plus propice, dans un délai de deux mois, mais elle n'a aucunement demandé l'arrêt des centrales.

On peut formuler quelques remarques à propos de ces incidents :

1° Les centrales concernées n'étaient que des centrales à eau bouillante et non des centrales à eau pressurisée ; or, l'essentiel du programme français est fondé sur les centrales à eau pressurisée ;

2° Aucune présence de radioactivité n'a été décelée dans les environs des centrales où les fuites ont été décelées ; les fuites ont été découvertes avant qu'elles ne créent un risque ;

3° Les chaudières nucléaires construites en France par Sogerca sous licence américaine de General Electric sont du modèle B. W. R. 6, alors que celles sur lesquelles on a constaté des fissures sont du modèle plus ancien B. W. R. 5.

Sans doute s'est-il également produit un incident aux Etats-Unis avant l'été 1974 sur un générateur de vapeur construit par Westinghouse, c'est-à-dire sur une centrale à eau pressurisée. Toutefois, on sait que dans les réacteurs à eau pressurisée, le circuit primaire d'eau sous pression qui fait fonction de modérateur-caloporteur est entièrement séparé du circuit secondaire qui recueille la chaleur dans un échangeur. Or le phénomène de corrosion constaté aux Etats-Unis s'est produit à l'extérieur des tubes en inconel des générateurs de vapeur, c'est-à-dire au contact de l'eau dite secondaire dont l'exploitant doit assurer la qualité. Aucun incident de corrosion n'est intervenu à l'intérieur du tube, c'est-à-dire sur le circuit primaire (circuit réacteur).

L'exploitant américain, qui est une société privée, n'a pas suffisamment pris garde, pour des raisons d'économie, à la conservation des propriétés de l'eau. En France, l'exploitant sera E. D. F. et l'on peut faire confiance à cette société pour assurer la surveillance et le maintien de la qualité de cette eau qui pénètre à nouveau dans le générateur de vapeur pour y être vaporisée. Aucun incident de ce type n'est donc à craindre dans les centrales à eau pressurisée installées en France.

On ne peut, en conséquence, tirer aucun argument des incidents survenus aux Etats-Unis en septembre dernier pour s'opposer à la construction des centrales prévues dans notre pays.

Le texte du rapport effectué sous la direction du Professeur Norman C. Rasmussen, du Massachusetts Institute of Technology, sur « *l'évaluation des risques d'accident dans les centrales nucléaires commerciales* », qui a été publié il y a quelques mois, est d'ailleurs extrêmement rassurant (1). Cette étude devait évaluer, pour le compte de la Commission américaine à l'énergie atomique (U. S. A. E. C). les risques pour la population du fait des accidents potentiels des centrales nucléaires à eau légère. Pour cela, elle a procédé à une estimation des risques encourus afin de les comparer aux risques non nucléaires auxquels la population est par ailleurs exposée (2).

La conclusion essentielle du rapport est que les risques encourus du fait des accidents potentiels dans les centrales nucléaires sont très faibles compte tenu des éléments suivants :

1° Les conséquences d'un accident ne sont pas plus importantes, et souvent même plus faibles, que celles d'accidents non nucléaires. Elles sont en particulier plus faibles que ce que des études antérieures laissaient prévoir ;

2° La probabilité d'occurrence d'un accident de réacteur est plus faible que celle de nombreux accidents non nucléaires ayant des conséquences de la même importance.

III. — Les surrégénérateurs.

C'est en août 1973 que le réacteur à neutrons rapides Phénix divergeait ; en décembre, il était couplé au réseau E. D. F. et, le 13 mars 1974, atteignait sa puissance nominale de 250 mégawatts.

Pour mesurer l'importance des études et des réalisations entreprises dans le domaine des réacteurs à neutrons rapides ou surrégénérateurs, il convient de souligner le rôle particulièrement important que devraient jouer les centrales nucléaires surrégénératrices au plutonium dans l'économie énergétique mondiale du point de vue des ressources et des prix de l'énergie.

(1) Il s'agit encore d'un rapport provisoire. Le rapport définitif ne sera connu qu'à la fin de l'année.

(2) L'étude a été faite en utilisant comme modèles de centrales Surry I (P. W. R. 788 mégawatts) et Peach Bottom 2 (B. W. R. 1 065 mégawatts).

Du point de vue des ressources, tout d'abord, **les surrégénérateurs au plutonium permettront de produire, à partir de l'uranium naturel, quarante à soixante-dix fois plus d'énergie que les réacteurs à eau légère, ce qui multiplie dans les mêmes proportions les ressources d'uranium aux prix actuels.** Mais, en outre, le coût du kWh produit par les surrégénérateurs sera pratiquement insensible aux variations du coût de l'uranium naturel, ce qui augmentera considérablement les ressources envisageables de ce métal. Un doublement du prix de l'uranium, qui donc serait presque sans effet sur le prix du kWh produit par un surrégénérateur, accroîtrait en effet considérablement les ressources disponibles.

De plus, les surrégénérateurs peuvent consommer aussi bien de l'uranium appauvri que de l'uranium naturel et valoriser au mieux l'uranium résiduel des usines de séparation isotopique qui se multiplieront à la mesure du développement des programmes de centrales à eau légère. De même, ils sont le meilleur outil de valorisation de ce « gisement de plutonium » qui sera constitué par ce sous-produit fatal du fonctionnement des centrales à eau légère qu'est le combustible irradié.

Il faut rappeler que le développement des surrégénérateurs ne dépend que des possibilités industrielles et ne doit quasiment rien aux ressources naturelles énergétiques. Il en résulte que le coût de l'énergie issue de ces centrales ne dépendra que de leurs performances propres et de l'ampleur des programmes de puissance installée. Il sera en effet possible d'obtenir des économies d'échelle plus importantes pour ces réacteurs que pour la filière à eau ordinaire.

Les surrégénérateurs devraient donc, d'ici à la fin du siècle, exercer un rôle modérateur et stabilisateur sur les prix de l'énergie, permettre d'accélérer la pénétration de l'énergie nucléaire dans les bilans énergétiques et contribuer à l'approvisionnement mondial en énergie dans des conditions sûres et économiques.

Or, **la situation actuelle sur le plan international est très favorable à la France.** Trois pays ont en effet des centrales prototypes en fonctionnement et sont sur le point de lancer des projets de centrales à grande puissance : l'U. R. S. S., la France et la Grande-Bretagne. Depuis l'été 1973, la centrale russe B. N. 350 est entrée en fonctionnement ; il semblerait que cette centrale ait présenté quelques difficultés de fonctionnement et ne fournisse encore qu'une puissance réduite. En France, Phénix a atteint sa puissance

nominale en mars 1973 et Super Phénix, qui aura une puissance de 1 200 mégawatts, pourrait être commencée en 1975 pour entrer en service en 1980.

Enfin, la centrale prototype britannique de Dounreay sera couplée au réseau avant la fin de l'année et fournira de l'électricité au « North of Scotland Hydro Board ». Il y a quelques semaines, on annonçait d'ailleurs en Grande-Bretagne qu'un premier surrégénérateur de grande puissance (1 300 mégawatts) pourrait être commandé vers la fin de l'année 1976 afin d'entrer en service vers 1983.

Derrière ces trois pays, qui bénéficient d'une avance importante, les Etats-Unis et l'Allemagne n'en sont encore qu'à la commande ou au début de la réalisation de centrales de démonstration (1).

Enfin viennent le Japon, l'Inde et l'Italie qui n'en sont qu'aux réacteurs expérimentaux. Des liens particuliers associent à présent notre pays à l'Italie avec laquelle nous menons maintenant un programme de recherche et de développement concerté.

Avec le couplage de la centrale de démonstration Phénix au réseau d'E. D. F., la filière des réacteurs à neutrons rapides est arrivée en France à un niveau de développement suffisamment avancé pour prétendre accéder au marché de l'électronucléaire. Pour cela, il devenait nécessaire, compte tenu de l'importance des moyens qu'il fallait concentrer, de procéder à des associations. C'est ainsi qu'a été constituée la société N. E. R. S. A. (Centrale nucléaire européenne à neutrons rapides) qui regroupe l'Electricité de France (51 %), la Société italienne d'électricité E. N. E. L. (33 %) et la Société d'électricité de Rhénanie-Westphalie R. W. E. (16 %) en vue de la construction à Creys-Malville, sur le Rhône, de la centrale Super Phénix qui sera le premier prototype de grande puissance (1 200 mégawatts) utilisant un réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium fondu. La construction de Super Phénix, dont le coût est estimé à 2 milliards de francs, sera vraisemblablement entreprise au premier semestre de 1975 ; le démarrage de la centrale devrait intervenir en 1979-1980. La société N. E. R. S. A. sera le maître d'œuvre de la construction comme de l'exploitation de Super Phénix.

(1) Pour 3,7 milliards de dollars, les Etats-Unis, dans l'hypothèse la plus optimiste, posséderont en 1980 deux centrales de démonstration équipées de surrégénérateurs refroidis au sodium. Cette dépense est trois fois plus élevée que le total de ce que la France et la Grande-Bretagne auront dépensé, à elles deux, pour réaliser Phénix et le prototype de Dounreay.

Face à ce client, les industriels ont ressenti le même souci d'association. Il est en effet indispensable, si l'on veut se présenter dans les meilleures conditions pour la commercialisation de la filière, d'avoir non seulement des industries capables de fabriquer des composants, mais également un groupement d'industriels prenant la responsabilité de l'offre et, si elle est retenue par le maître d'œuvre, de sa réalisation.

D'ores et déjà, des accords ont permis de mettre en place l'équipe d'ingénierie qui constitue un élément particulièrement important pour la réussite de l'entreprise. Créée dans la continuité des équipes qui réalisèrent Phénix, elle rassemble des agents de G. A. A. A. et de Technicatome, filiale d'ingénierie du Commissariat à l'énergie atomique (C. E. A.) ; cette équipe conduit aujourd'hui les études du projet et devrait en coordonner demain la réalisation ; à cette équipe sont venus se joindre des représentants de l'ingénierie italienne. Sous peu d'ailleurs, les liens tissés entre G. A. A. A. et Technicatome en ce domaine seront concrétisés par la création d'une filiale commune aux deux sociétés dont la tâche sera d'assurer l'ingénierie de Super Phénix (cette filiale sera dénommée C. I. R. N. A. : Compagnie d'ingénierie pour neutrons rapides).

Par ailleurs, le transfert des connaissances aux industriels s'effectue dans le cadre d'accords qui ont été conclus entre, d'une part, le C. E. A. et, d'autre part :

— en France, le groupement industriel pour les neutrons rapides (G. N. R.), constitué en 1973 entre la Compagnie générale d'électricité et Fives Cail Babcock ;

— en Italie, la N. I. R. A. (Nucleare Italiana Reattori Avanzati), formée par A. G. I. P. Nucleare, Ansaldo et Fiat.

Aux termes de ces accords, le Commissariat à l'énergie atomique communique au G. N. R. et à la N. I. R. A. toutes les connaissances relatives au système de réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium nécessaires à la construction du Super Phénix et des chaudières qui lui feront suite. Un consortium G. N. R. — N. I. R. A. — Technicatome présentera l'offre du réacteur de 1 200 mégawatts et assurera l'ingénierie d'ensemble pendant la réalisation et les essais.

Rappelons qu'un second réacteur, de 1 200 mégawatts également, sera ultérieurement construit en Allemagne. La R. W. E. allemande y participera pour 51 %, l'E. N. E. L. italienne pour 33 % et l'E. D. F. française pour 16 %.

Ces réacteurs, qui sont en quelque sorte des prototypes industriels, ne permettront pas d'atteindre le seuil de compétitivité ; on estime généralement que seuls des surrégénérateurs d'une puissance de 1 800 à 2 000 mégawatts pourront fournir un kWh compétitif.

*

* *

La mission est persuadée que les surrégénérateurs joueront un rôle majeur dans les années 1985-1990. Dans un monde où l'uranium naturel sera plus rare et où l'on risque fort d'assister à une pénurie d'uranium enrichi, les surrégénérateurs qui permettent de produire, à partir de l'uranium naturel, quarante à soixante-dix fois plus d'énergie que les réacteurs à eau légère seront particulièrement précieux et particulièrement recherchés. Par ailleurs, l'accumulation du plutonium produit dans les centrales à graphite-gaz et à eau légère créera vers cette époque une incitation très grande à l'utiliser dans les surrégénérateurs. Or *la France a actuellement, dans le domaine des surrégénérateurs, une avance sur les Etats-Unis que l'on peut chiffrer entre cinq à sept ans.*

On peut prévoir que le véritable obstacle auquel va se heurter la filière est le problème de sa pénétration industrielle et commerciale. On dit souvent de notre pays qu'il est une entreprise dotée d'une remarquable direction technique et d'une remarquable direction de recherche, mais dénuée de toute direction commerciale. Le procédé français de télévision en couleurs est, de l'avis de tous, une réussite technique indéniable ; il suffit d'ailleurs de comparer les couleurs de la télévision américaine avec les couleurs de la télévision française pour en être persuadé. Mais la commercialisation de ce produit a été un échec tout aussi indéniable. Il ne faudrait pas que les surrégénérateurs français connaissent demain le même sort. On peut penser qu'une association purement européenne, compte tenu de l'ampleur des efforts à effectuer, ne sera même pas suffisante. La réussite du procédé implique qu'ait été réalisé un nombre suffisant de centrales de démonstration et qu'aient été résolues toutes les questions de standardisation et de sûreté à l'échelle européenne, sinon à l'échelle mondiale.

IV. — L'enrichissement de l'uranium.

Le recours à l'énergie nucléaire ne sera une solution au problème énergétique de la France que dans la mesure où elle lui permettra une moindre dépendance dans son approvisionnement énergétique. Si une cartellisation des producteurs de combustible nucléaire pouvait demain succéder à la cartellisation des producteurs de pétrole, notre pays serait-il dans une situation aussi fragile et aussi dépendante qu'aujourd'hui ?

L'URANIUM NATUREL

La matière première nécessaire à l'énergie nucléaire est l'uranium naturel. Il convient tout d'abord de souligner que l'approvisionnement en uranium naturel ne place pas les pays consommateurs dans une position aussi dépendante que pour l'alimentation en hydrocarbures. **La répartition des réserves mondiales d'uranium est, en effet, beaucoup moins concentrée que celle des réserves de pétrole ;** alors que 60 % de ces dernières sont concentrées dans les seuls pays du Proche-Orient, les réserves d'uranium sont réparties, pour l'essentiel, aux Etats-Unis, en Afrique du Sud, au Canada, en Australie, au Niger, en France et au Gabon. Une entente entre tous ces pays pour influencer directement sur le prix de l'uranium, par exemple en restreignant leur production, n'est donc guère vraisemblable et le coût d'approvisionnement dépendra seulement de l'évolution libre du marché. D'autre part, l'uranium est la source d'énergie qui se stocke le plus facilement, tant pour des raisons d'encombrement que pour des raisons de coût ; au surplus, une centrale nucléaire fonctionne pendant environ un an sans qu'il soit nécessaire de la recharger, de sorte qu'un arrêt subit des fournitures d'uranium naturel n'aurait pas de conséquences immédiates. Enfin, et nous avons mentionné cet élément plus haut, le prix du kilowatt-heure nucléaire est peu sensible à une modification du coût de l'uranium naturel.

Cependant, le marché de l'uranium a subi depuis 1973 une évolution constante à la hausse. En 1966, le prix de l'uranium était tombé à 4 ou 5 dollars par livre, ce qui avait d'ailleurs entraîné

la fermeture de nombreuses usines productrices et la sous-utilisation des autres. Depuis 1970, les cours ont commencé de se redresser sous l'influence de l'augmentation de la demande due au développement de l'énergie nucléaire. En 1973, compte tenu de la crise pétrolière et de l'accélération des programmes nucléaires, le marché s'est retourné et est devenu favorable aux vendeurs.

Les prévisions actuelles laissent à penser que le marché mondial ne peut que se tendre davantage encore au cours des années à venir car l'ampleur des besoins prévisibles est telle que les réserves actuellement connues paraissent insuffisantes.

La mission a d'ailleurs appris, au cours de son voyage, que les Etats-Unis envisageaient de lever l'embargo qui existe actuellement et qui empêche l'importation d'uranium dans ce pays.

Sans doute, notre pays contrôle-t-il 10 % des réserves mondiales et dispose-t-il de plus de 3 000 tonnes d'uranium par an (la production se faisant pour moitié sur le territoire national et pour moitié au Niger et au Gabon), mais **il est extrêmement souhaitable que la France constitue un stock important afin de parer à toute éventualité.**

Toutefois, c'est surtout au stade de l'enrichissement que la situation nous paraît appeler des décisions importantes.

L'ENRICHISSEMENT DE L'URANIUM

Le marché de l'uranium enrichi va connaître une transformation plus profonde encore que le marché de l'uranium naturel. En effet, non seulement la demande croîtra, du fait du développement de l'énergie nucléaire, dans les mêmes proportions que la demande d'uranium naturel, mais l'accroissement du prix de ce dernier fera souhaiter que l'on abaisse les teneurs de rejet des usines de séparation isotopique, et donc fera apparaître des besoins accrus en travail de séparation pour l'obtention d'un même montant d'uranium enrichi.

Les besoins mondiaux en travail de séparation ne peuvent être prévus avec exactitude car nul ne sait quel sera exactement le développement des implantations de centrales nucléaires dans les différents pays, mais on peut raisonnablement estimer un ordre de grandeur. C'est ainsi que l'on prévoit généralement qu'ils passe-

ront de 15 millions d'unités de travail de séparation en 1975 à 33 millions en 1980, 70 à 75 millions en 1985, 100 à 125 millions peut-être en 1990. A partir de ce moment, les besoins dépendront de la part que pourront prendre les surrégénérateurs.

Or, en l'état actuel des prévisions et des décisions, **l'offre ne paraît pas en mesure de suivre la demande.**

Les Etats-Unis sont le principal producteur. On peut même dire qu'ils sont aujourd'hui le seul producteur que l'on peut prendre en considération de manière précise, puisque le second producteur, l'U. R. S. S., n'a jamais donné d'information sur sa capacité de production.

L'année fiscale qui vient de s'achever au 1^{er} juillet dernier a vu la production américaine d'enrichissement atteindre 10,5 millions d'unités de travail de séparation, alors que les engagements résultant des contrats passés étaient de 13 millions d'unités de travail de séparation, ce qui signifie que les Etats-Unis ont dû prélever sur leurs réserves. D'après le programme en cours, la production américaine devrait être de 13 millions d'unités en 1975, de 22 millions en 1980 et de 25,7 millions en 1985.

D'après les prévisions, ce programme est nettement insuffisant et la décision a été prise de construire d'autres usines de séparation isotopique. L'administration américaine aurait souhaité que les nouvelles usines de séparation soient construites non plus par la Commission à l'énergie atomique (U. S. A. E. C.), qui gère les trois usines existantes aux Etats-Unis, mais par des entreprises privées et un programme avait été mis au point, qui devait encourager les sociétés privées à s'intéresser à l'enrichissement de l'uranium.

Or, l'industrie privée semble dépassée par l'ampleur des problèmes techniques et du coût financier de l'opération ; de plus le choix de la technique utilisée n'a pas encore été clairement effectué et les partisans de la diffusion gazeuse s'opposent toujours à ceux de l'ultracentrifugation.

On sait que la séparation des isotopes de l'uranium peut être effectuée en mettant en jeu de nombreux processus physiques ou chimiques et l'on peut citer la séparation électromagnétique, la diffusion thermique, la diffusion gazeuse, l'ultracentrifugation, le procédé par tuyères, les échanges chimiques ou ioniques, la chro-

matographie gazeuse ou liquide, le procédé sud-africain (1) et le procédé par laser. Toutefois, jusqu'aujourd'hui, seule la diffusion gazeuse est largement utilisée à l'échelle industrielle et offre une fiabilité certaine ; c'est sur ce procédé qu'est basée l'usine française de Pierrelatte. Face à ce procédé éprouvé, seule l'ultracentrifugation approche du stade industriel ; ce procédé offre l'avantage incontestable de consommer beaucoup moins d'énergie que la diffusion gazeuse (environ dix fois moins), mais son coût de fabrication et son coût d'entretien risquent d'être très importants. De plus, le passage à l'échelle industrielle peut réserver de mauvaises surprises techniques et, par là même, financières.

Deux groupements industriels s'étaient formés aux Etats-Unis, en réponse à l'appel de la Commission à l'énergie atomique. Le premier, résultant d'une association entre General Electric et Exxon, a mené des recherches sur l'ultracentrifugation qui n'ont abouti jusqu'ici à aucune décision ; de ce fait, General Electric a souhaité se dégager de cette activité, ce qui contraint Exxon à poursuivre toute seule. Le second groupement est l'U. E. A. (United Enriched Uranium Association) qui rassemblait Union Carbide, Westinghouse et Bechtel pour l'étude d'un projet de construction d'une usine selon le procédé de la diffusion gazeuse. Là encore le groupe a éclaté, Westinghouse et Union Carbide ayant manifesté l'intention de se retirer.

Les discussions extrêmement abondantes sur les avantages relatifs de l'un et l'autre des deux procédés vantés par ces deux groupes n'ont pas permis de trancher en faveur de l'un d'entre eux, et l'on pense généralement qu'il ne sera pas possible de prendre une décision sur ce point avant 1976.

Le résultat pratique de cette situation est que l'industrie n'a pas pris la décision de construire une seule usine et que la capacité de production des Etats-Unis ne semble pas devoir croître avant longtemps. Il ne faut pas oublier en effet que le délai séparant la décision de construction d'une usine de séparation isotopique importante de sa mise en service effectif est de l'ordre de six ans.

Aussi la Commission à l'énergie atomique américaine n'est-elle plus en mesure de signer autant de contrats que ses clients l'auraient souhaité. **Actuellement, la commission demande à ses clients de s'engager ferme sans connaître le prix auquel l'uranium enrichi leur sera fourni, ni même dans certains cas si une livraison leur sera effectivement faite.** En effet, certains de ces contrats ne seront

(1) Sur lequel plane le plus grand mystère.

honorés que si le recyclage du plutonium est autorisé aux Etats-Unis avant le 1^{er} juillet 1975. Or, compte tenu de l'état actuel des travaux sur le recyclage et de l'opposition des défenseurs de l'environnement, il semble que cette autorisation soit loin d'être certaine (1).

Le second producteur, l'U. R. S. S., ne donne lieu qu'à des appréciations extrêmement imprécises puisque les évaluations de sa capacité de production vont de six millions d'unités de travail de séparation à douze millions. On sait que la France a signé avec l'Union Soviétique un important contrat de fourniture d'uranium enrichi qui doit partiellement satisfaire les besoins entre 1979 et 1983 ; toutefois, les conditions de ce contrat restent confidentielles. L'Allemagne, la Suède, la Finlande et l'Espagne sont également des clients de l'Union Soviétique. La capacité de production de cette dernière reste cependant inconnue.

Hors ces deux producteurs, seule l'Europe est en mesure de fournir de l'uranium enrichi.

L'ultracentrifugation est le procédé prôné par trois pays d'Europe occidentale : la Grande-Bretagne, les Pays-Bas et l'Allemagne fédérale. Cette « troïka » a constitué l'Urenco, qui prévoit la réalisation, sur les sites de Capenhurst (Grande-Bretagne) et d'Almelo (Pays-Bas), de deux installations de 200 000 unités de travail de séparation chacune. Ces deux usines devraient être achevées à la fin de 1976 et fonctionner en 1977. Au-delà de cette réalisation, Urenco indique que sa capacité pourrait atteindre deux millions d'unités de travail de séparation en 1980 et dix millions d'unités en 1985. On peut toutefois demeurer sceptique sur ces prévisions fort optimistes.

Face à Urenco, le rival européen est Eurodif. Le projet Eurodif s'appuie sur l'expérience acquise lors de la construction et de l'exploitation de l'usine de Pierrelatte. L'ampleur de l'affaire a fait souhaiter par la France dès le début que d'autres pays s'associent à elle et c'est dans cet esprit qu'a été créée en 1972 l'Association d'études Eurodif. Dans une première phase, des partenaires anglais, allemand, belge, hollandais et italien se joignaient au Commissariat à l'énergie atomique français ; puis deux autres parte-

(1) On ne sait d'ailleurs pas d'où viendrait le plutonium puisque aucune usine commerciale de retraitement de combustibles irradiés ne fonctionne aujourd'hui aux Etats-Unis. L'usine de la Nuclear Fuel Service du groupe Getty en cours de transformation ne sera pas en ordre de marche avant 1979, l'usine de Gulf-Allied Chemical le sera au mieux en 1977, l'usine d'Exxon ne fonctionnera pas avant 1983. Quant à la General Electric, elle a récemment annulé son projet d'usine de Midwest, après y avoir déjà investi plus de 70 millions de dollars.

naires, espagnol et suédois, ont participé à l'opération tandis que les partenaires de la troïka, puis la Suède, s'en retiraient. Le capital d'Eurodif, en faisant abstraction de la part de 10 % qui revenait à la Suède, est ainsi réparti : Commissariat à l'énergie atomique (France), 47,5 % ; Soben (Belgique), 10 % ; Enusa (Espagne), 10 % ; C. N. E. N. Agep Nucleare (Italie), 22,5 %.

A la suite du retrait de la Suède, la part de ce pays a été répartie entre les autres partenaires au prorata de leur participation, ce qui fit de la France l'actionnaire majoritaire d'Eurodif. Toutefois, les accords franco-iraniens signés à Téhéran le 18 décembre dernier, ont consacré la participation iranienne au capital d'Eurodif.

La prise de participation de l'Iran dans Eurodif se fera indirectement. Le Commissariat français à l'énergie atomique (C. E. A.) disposait de 52,8 % des actions du capital d'Eurodif, qui sera peu à peu porté à 1 milliard de francs ; 25 % du capital d'Eurodif, pris sur la participation du C. E. A., seront transférés à une société franco-iranienne (la Compagnie franco-iranienne), dont le capital sera partagé entre le C. E. A., qui en détiendra 60 %, et l'Organisation de l'énergie atomique iranienne (O. E. A. I.), qui en détiendra 40 %. Ainsi l'Iran possédera-t-il 10 % du capital total d'Eurodif, tandis que la part française tombera à 42,8 %.

C'est sur le site du Tricastin, qui jouxte celui de Pierrelatte, que le premier béton a été coulé à la fin de l'année 1974. Les principales commandes sont déjà passées pour les parties basse et moyenne de l'usine qui devrait entrer en fonctionnement en 1979, avec une production de 3,5 millions d'U. T. S. L'usine devrait atteindre une production de 9 millions d'U. T. S. vers 1981 et il est prévu de porter sa capacité de production à 10,5 - 10,7 millions d'U. T. S., ce que l'on obtiendrait pour 1983.

Chacun des pays membres est autorisé à enlever une fraction de la production proportionnelle à sa participation au capital de la société, après que l'on eut déduit le tonnage correspondant à quatre commandes :

- un million d'U. T. S. par an de 1980 à 1990 pour le Japon ;
- 100 000 U. T. S. pendant la même période pour la Suisse ;
- deux fois 600 000 U. T. S. de 1981 à 1980 pour l'Allemagne.

Jusque vers 1983, on estime que les usines actuellement existantes ou en construction suffiront à satisfaire la demande mondiale. Mais, à partir de cette date, il sera nécessaire de recourir à de nouvelles installations. Compte tenu des prévisions de demandes

que l'on peut établir et que nous avons rappelées plus haut, il faudra une nouvelle usine de 10 millions d'U. T. S. par an de 1983 à 1990 pour que l'offre et la demande puissent s'équilibrer.

La situation de la France présente les mêmes caractéristiques. Ses ressources dépasseront ses besoins en 1975, 1976 et 1977. La balance s'équilibrera lorsque Eurodif entrera en production, c'est-à-dire en 1979. Mais on peut prévoir un déficit important à partir de 1986 avec une consommation de 7,6 millions d'U. T. S. et des ressources réduites à 4,5 millions d'U. T. S. Le déficit sera alors de 3,1 millions d'U. T. S. et s'élèvera à 4,3 millions d'U. T. S. en 1990.

Il y a donc un marché international demandeur sur lequel notre pays devra lui-même s'alimenter. Or deux conditions sont essentielles pour la réalisation d'une usine d'enrichissement : la technologie et l'énergie. Une usine d'enrichissement par diffusion gazeuse est en effet très consommatrice d'énergie. La mission estime que la France doit tout mettre en œuvre pour aboutir à un accord permettant d'associer la technologie dont elle dispose avec l'énergie à bon marché que certains pays ont à profusion. Ces pays devraient présenter toutes les garanties politiques afin que la France ne soit pas un jour menacée d'une suspension des livraisons.

Besoins et ressources en U. T. S. du programme électronucléaire français.

(En millions de kilogrammes-U. T. S. avec teneur de rejet des usines de séparation de 0,25.)

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
1. — Besoins annuels	0,4	0,5	1,2	1,9	2,6	3,4	4,1	4,8
2. — Ressources annuelles	0,7	1,5	1,5	1,8	2,6	3,4	4,1	4,8
Dont Eurodif	»	»	»	»	1,8	3	3,2	3,5
3. — Ressources à trouver	»	»	»	»	»	»	»	»

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
1. — Besoins annuels	5,6	6,4	7,2	7,6	7,7	7,9	8,3	8,8
2. — Ressources annuelles	5,6	6,4	7,2	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Dont Eurodif	3,8	4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
3. — Ressources à trouver	»	»	»	3,1	3,2	3,4	3,8	4,3

N. B. — Avant 1979 tous les besoins sont couverts par des contrats conclus avec les Etats-Unis et l'U. R. S. S. ainsi que par la production de l'usine de Pierrelatte.

Sans doute la grande difficulté que l'on doit affronter pour la construction d'une usine d'enrichissement réside-t-elle dans son financement. Une telle usine coûte, en effet, près de 12 milliards de francs. Toutefois, l'appui financier qui a résulté de l'accord franco-iranien signé en décembre dernier est un pas important dans la résolution de cette difficulté.

V. — L'hydrogène.

La Conférence mondiale de l'énergie s'est également beaucoup intéressée à un combustible qui est appelé à prendre une place fort importante à la fin de ce siècle : l'hydrogène.

Présent dans l'eau, c'est-à-dire en quantité illimitée, respectant l'environnement, doté d'un pouvoir calorifique trois fois supérieur à celui des hydrocarbures et onze fois supérieur à celui du charbon, l'hydrogène semble voué à jouer un rôle majeur dans l'approvisionnement énergétique de demain.

Actuellement, l'énergie nucléaire utilise le support de l'électricité ; c'est la raison pour laquelle le recours à l'énergie nucléaire implique un accroissement du rôle joué par l'électricité. Mais on peut se demander si ce support sera suffisant, d'ici à vingt ou trente ans, pour permettre à l'énergie nucléaire de s'adapter à tous les besoins du marché et surtout à leurs fluctuations. Aussi a-t-on pensé à faire appel à une autre structure d'accueil pour l'énergie nucléaire, l'hydrogène. Il serait ainsi possible d'utiliser l'énergie sous deux formes : d'une part l'électricité, d'autre part sous la forme d'un combustible qui pourrait sans peine être stocké et transporté en grandes quantités. C'est tout le mode de transport de l'énergie qui s'en trouverait bouleversé.

Le premier problème qu'il faut résoudre concerne la production d'hydrogène. Deux grandes sortes de procédés peuvent être employées : l'électrolyse de l'eau et sa décomposition thermo-chimique.

L'électrolyse de l'eau à partir de centrales nucléaires électrogènes nécessite plusieurs conversions successives qui limitent le rendement final. Qu'il s'agisse d'électrolyse alcaline à basse température, d'électrolyse vapeur à haute température ou de l'électrolyse acide catalytique (dont l'expérimentation est en cours notamment aux Etats-Unis), il apparaît que les rendements s'échelonnent entre

25 et 40 % pour des coûts actuellement prohibitifs. On peut espérer que des progrès sensibles et des réductions de coût interviendront dans les prochaines années, mais cette filière restera vraisemblablement trop chère pour être rentable, si ce n'est pour la régulation de la production et de la consommation d'électricité.

La décomposition thermochimique laisse entrevoir des perspectives plus prometteuses puisque les rendements obtenus seraient plus élevés. L'hydrogène est obtenu alors par un cycle d'oxydo-réduction grâce à la conversion directe de la chaleur dégagée par un réacteur à haute température. Toutefois, les études ne dépassent guère la théorie ; compte tenu de la température élevée et des propriétés des réactifs utilisables, il faudra d'importants travaux de recherche pour que ce procédé soit mis au point.

On peut penser fabriquer de l'hydrogène dans des conditions de rentabilité satisfaisante en utilisant les heures creuses des centrales nucléaires. Il y aura en effet à ce moment-là une production d'énergie qui devra être stockée, faute d'une consommation correspondante dans le même temps.

Le second problème que pose l'hydrogène concerne le transport et le stockage.

Le transport par canalisation ne présente pas de difficulté particulière. Le gaz de ville que l'on employait avant l'utilisation du gaz de Lacq comportait 50 % d'hydrogène et il existe déjà un réseau de transport et de distribution d'hydrogène sur 204 kilomètres en Allemagne fédérale, dans la région de Düsseldorf - Essen. Pour transporter l'hydrogène à longue distance, la structure des installations sera d'ailleurs la même que pour le transport du gaz naturel. Les valeurs des paramètres importants (diamètres, niveaux de pression...) devront cependant être légèrement modifiées, compte tenu des propriétés physiques de l'hydrogène gazeux.

Quant au stockage de grandes quantités d'hydrogène, il peut être réalisé dans des conditions analogues à celles du gaz naturel : des cavités salines ou aquifères, d'anciens gisements pétroliers permettraient d'obtenir une régulation entre la production nocturne et la consommation diurne.

Le stockage de l'hydrogène est également réalisable sous forme liquide, comme pour le méthane. On peut enfin le stocker sous forme d'hydrures métalliques.

Enfin l'hydrogène peut être utilisé à l'alimentation d'une pile à combustible. Le directeur général de l'Institut français du pétrole

déclarait récemment que le rendement de la pile à combustible à l'hydrogène serait de 40 à 80 %, que la consommation d'une automobile serait de deux à quatre fois inférieure à celle des moteurs à combustion interne et qu'elle ne serait, en outre, aucunement polluante.

Résumé de l'état actuel de la recherche, du développement et de la réalisation des procédés de production, transport, stockage, distribution, utilisation d'hydrogène.

PROCEDES	CARACTERISTIQUES générales.	ETAT ACTUEL DE	
		Recherche.	Développement.
Production :			
Electrolyse	Electrolyse alcaline basse température.	Poursuivie	Réalisations industrielles dans de nombreux pays.
	Electrolyse vapeur haute température.	Commencée (U.S.A.) ..	—
	Electrolyse acide catalytique.	Commencée (U.S.A.) ..	—
Cycles chimiques	Utilisation directe de la chaleur nucléaire à haute température.	En cours, Euratom, U. S. A., Allemagne, France .	—
Cycles électrochimiques.	Utilisation de chaleur nucléaire à haute température et d'électricité.	Commencée	—
Transport :			
Etat gazeux	Canalisations à haute pression.	En cours U.S.A., France, Euratom.	Réalisation industrielles U.S.A. et R.F.A.
Etat liquide	Transport de réservoirs cryogéniques.	Faite	Réalisations U.S.A. (Nasa), France (Air-liquide).
Stockage :			
Etat gazeux	Stockage massif en structures souterraines.	Commencée France (G.D.F.).	Stockage de modulation en aquifère d'un gaz riche en H ₂ (G.D.F.).
Etat liquide	Réservoirs cryogéniques.	Faite	Réalisation U.S.A. (Nasa).
Hydrures	Hydrures métalliques ..	En cours, U.S.A., France, (C.E.A.).	—
Distribution :			
Etat gazeux	Canalisations moyenne et basse pression.	Commencée	Réseau de distribution en zone urbaine d'un gaz contenant 80 % H ₂ (Suisse).
Etat liquide	Distribution par réservoirs cryogéniques.	Commencée U.S.A.	—
Utilisations :			
Industrielles	Spécifiques en chimie (matière première).	Faite	Réalisations industrielles dans de nombreux pays.
	Thermiques	Faite	—
	Gaz réducteur (sidérurgie).	En cours	En cours.
Transport	Carburant avion et automobile.	En cours	Démonstrations.
Electrogènes	Piles à hydrogène de forte puissance.	En cours	—
	Turbines H ₂ air ou oxygène.	Commencée	—
Domestiques et tertiaires.	Thermiques	En cours	—
	Piles à hydrogène de faible et moyenne puissance.	En cours	Démonstrations.

Source : Rapport du Comité consultatif de recherche et développement dans le domaine de l'Energie.

Or les utilisations de l'hydrogène peuvent être nombreuses. Dans l'industrie, il est utilisé comme matière première pour les engrais azotés, le raffinage pétrolier et la conversion du charbon. Dans le secteur du chauffage, on pourrait recourir à un système « tout gaz » comme on parle aujourd'hui d'un système « tout électrique ». Pour les transports, nous avons mentionné l'automobile. Enfin, et c'est là l'utilisation la plus importante, l'hydrogène produit en heure creuse et stocké pourrait être utilisé en heures de pointe par pile à combustible ou turbine à gaz à haute température.

Tout cela paraît encore largement une fiction. On ne disposera pas de réacteurs à haute température, ni de centrales nucléaires produisant un surplus en heures creuses avant dix ou quinze ans. Ce n'est donc que vers la fin du siècle que ces recherches pourraient aboutir au stade industriel. Encore doit-on rester très prudent car l'état actuel des études ne permet aucunement d'affirmer que l'hydrogène sera alors compétitif. A tout le moins peut-on penser qu'il fournira une possibilité de stockage et de régulation.

CONCLUSION

Nous nous contenterons, en conclusion, d'émettre une série de remarques qui, souvent, découlent de ce que nous avons signalé dans le corps de notre rapport.

1° *Le programme arrêté par le Gouvernement concerne seulement les années 1974-1975.* Comme le Ministre de l'Industrie et de la Recherche le signalait devant le Sénat le 15 octobre dernier, « rien n'est encore décidé pour les années 1976 et suivantes, bien que l'on s'oriente vers le maintien d'un rythme similaire de construction de centrales nucléaires » (1). **La mission estime qu'il est essentiel d'affirmer le plus clairement et le plus nettement possible que ce programme se prolongera au même rythme jusqu'en 1985.** Grâce aux décisions déjà effectivement arrêtées, le VII^e Plan verra la mise en service de 17 280 mégawatts. Malgré cela, la consommation d'E. D. F. en charbon et en fuel ne cessera de croître d'ici 1980 pour passer de 6 millions de tonnes de charbon en 1974 à 9 millions de tonnes en 1980 et de 13 millions de tonnes de fuel en 1974 à 20 millions de tonnes en 1985. La poursuite du programme au rythme de sept tranches par an permettrait la mise en service au cours du VIII^e Plan (c'est-à-dire de 1981 à 1985) de 40 900 mégawatts. Dès lors la consommation d'énergie fossile d'E. D. F. ne cesserait plus de décroître à partir de 1980, revenant à 2 millions de tonnes de charbon et 4 millions de tonnes de fuel en 1985.

Le Premier Ministre, en annonçant devant l'Assemblée Nationale (2) que « la production d'électricité par les centrales électro-nucléaires nous permettra d'économiser 65 millions de tonnes de pétrole » et que « l'énergie nucléaire contribuera ainsi pour près de 30 % au bilan énergétique national en 1985 » s'est implicitement engagé dans l'exécution de ce programme jusqu'à 1985. Mais il convient que cet engagement soit explicitement exprimé.

(1) Toutefois, dans sa conférence de presse du 3 février 1975, M. d'Ornano a annoncé que le Conseil central de planification avait décidé un rythme minimum de construction des centrales nucléaires de 6 000 mégawatts en 1976 et en 1977.

(2) *Journal officiel* A. N., première séance du 4 octobre 1974.

2° *Les contrats avec les firmes industrielles françaises qui résultent des commandes de réacteurs nucléaires atteignent des montants considérables.* Nous citerons ainsi le contrat conclu avec Framatome qui, pour douze commandes et quatre options, représentait 7 150 millions de francs aux conditions de décembre 1973 et le contrat passé avec la C. G. E. qui, pour deux commandes fermes et six options, représentait 3 760 millions de francs aux conditions de septembre 1973. De même, les commandes de turbo-alternateurs ont représenté pour Alsthom 3 milliards de francs (douze commandes fermes et quatre options) et pour C. E. M. 1,5 milliard de francs (huit commandes fermes). De tels contrats entraînent pour ces sociétés des dépenses d'investissement considérables ainsi que des programmes de formation importants. La passation de contrats portant sur un nombre élevé de réacteurs leur permet d'obtenir d'importantes économies d'échelles ainsi que des conditions intéressantes de la part de leurs fournisseurs. Toutefois, afin de leur permettre de procéder à ces investissements à bon escient, il conviendrait de leur faire connaître suffisamment à l'avance le programme nucléaire français. **Il est nécessaire que le Gouvernement fasse connaître ses intentions de commande quatre, voire cinq ans à l'avance.** Ce n'est qu'ainsi que l'industrie nucléaire française pourra planifier véritablement sa production, ses investissements, son embauche et la formation de ses hommes. *L'industrie doit avoir confiance dans une stabilité et une régularité suffisante du programme nucléaire à long terme pour assurer l'emploi ininterrompu des personnels d'étude et de gestion des projets.*

3° *La poursuite du programme nucléaire implique la mise en œuvre d'investissements considérables.* On peut estimer qu'E. D. F. devra investir 7,5 milliards en 1974, puis 10,5 milliards en 1975 et jusqu'à 17,5 milliards en 1980 (en francs constants 1974). Consentir des investissements de cet ordre ne peut que renforcer, dans un premier temps, les tendances inflationnistes de notre économie. Toutefois, le rétablissement ultérieur passe par cette phase difficile. **Pour qu'E. D. F. soit en mesure d'autofinancer une part non négligeable des investissements qu'elle doit entreprendre, il apparaît indispensable qu'elle puisse procéder à un remaniement de ses tarifs dans le sens de la vérité des prix.** On peut comprendre que le Gouvernement souhaite étaler dans le temps les hausses consécutives à l'augmentation du pétrole, mais on ne saurait comprendre que le prix de l'électricité reste subventionné durablement car cela aurait pour effet d'encourager la consommation.

4° La mission se félicite qu'un débat doive s'engager devant le Parlement afin de faire connaître au pays la stratégie d'implantation des centrales sur le territoire français. Les contraintes techniques (proximité des lieux de consommation, exigences du refroidissement, sauvegarde de l'environnement) sont telles que le nombre de sites susceptibles de recevoir une centrale est assez limité. Un débat public doit fournir au pays une information claire sur un sujet qui met en cause à la fois la qualité de la vie et l'aménagement du territoire.

5° **Dans le domaine des surrégénérateurs, la mission a pu constater que les responsables américains s'intéressent aux travaux français, dont ils mesurent toute l'importance.** *Aussi lui paraît-il souhaitable, pour la réussite à long terme de la filière des surrégénérateurs mise au point par la France, que des contacts soient établis avec les Etats-Unis en vue d'une association qui seule permettrait d'éviter un gaspillage inutile d'efforts rivaux.* Ce n'est que par la réunion de tous les efforts aujourd'hui dispersés et grâce à l'échelle d'un très large marché que l'on pourra dans les meilleures conditions permettre la commercialisation de cette filière qui est incontestablement la meilleure réponse aux énormes besoins énergétiques du monde pour l'an 2000. L'accord conclu entre Technicatome et Bechtel semble un premier pas intéressant dans cette voie. L'intérêt pour la France est d'obtenir un jugement de qualité sur ses travaux et de négocier avec les Américains les normes ultérieurement adoptées pour les surrégénérateurs commerciaux.

6° Enfin, **pour l'enrichissement de l'uranium, la mission estime que notre pays doit mettre tout en œuvre pour réaliser une nouvelle usine de séparation isotopique.** L'idéal serait sans doute qu'une telle usine soit installée, comme Eurodif, en France ; toutefois, certaines contraintes de coût ou de localisation peuvent amener à préférer un pays où l'énergie serait disponible à bon marché (pour la seule usine d'Eurodif, quatre tranches de centrales nucléaires de 1 000 mégawatts chacune seront, en effet, nécessaires). Les négociations engagées entre le Québec, qui dispose d'une telle énergie peu coûteuse, et notre pays, qui possède la technologie, correspond absolument à cette idée. La difficulté provient évidemment de l'ampleur considérable de l'investissement nécessaire ; cependant, l'accord conclu entre la France et l'Iran, en décembre dernier, semble constituer un premier élément pour ce financement.

On peut également penser à utiliser les vastes possibilités hydrauliques qu'offre le Brésil puisque le coût de l'énergie intervient pour 40 % dans le prix de revient de l'uranium enrichi par la méthode de l'ultracentrifugation. La mission que la Commission des Affaires économiques et du Plan du Sénat avait effectuée au Brésil en 1973 avait déjà évoqué cette possibilité à propos du site du rio San Francisco (cf. rapport d'information Sénat n° 130, session extraordinaire de 1973-1974, p. 42). Il semble que les équipes du Commissariat à l'Energie atomique aient repris cette étude parallèlement aux possibilités offertes par l'Australie.

ANNEXES



ANNEXE I

LE CHOIX DES FILIERES DE REACTEURS THERMIQUES BRITANNIQUES

La mission a utilisé, pour l'élaboration de cette étude, le rapport du Comité consultatif de l'Energie atomique créé par le Gouvernement britannique. Comme il n'existe, à sa connaissance, aucune version française de ce document, la mission a estimé utile de publier en annexe la traduction qu'elle a fait effectuer.

RAPPORT DU COMITE CONSULTATIF DE L'ENERGIE ATOMIQUE

1. — Introduction et historique.

OBJET DU RAPPORT

1.1. — Au mois de septembre 1973, le précédent Gouvernement a demandé au Comité consultatif de l'Energie atomique (N.P.A.B.) d'émettre en première priorité un avis concernant le choix de filières de réacteurs thermiques pour la Grande-Bretagne. Le présent rapport expose les critères de décision et les stratégies proposées en alternative. Il ne traite pas en détail des réacteurs sur-régénérateurs à neutrons rapides, mais, néanmoins, le N.P.A.B. fait état de communications les concernant étant donné que leur développement présente un intérêt pour la stratégie des réacteurs thermiques.

Constitution du N.P.A.B.

1.2. — La déclaration du 8 août 1972 du précédent Gouvernement (Hansard, vol. 842, colonne 1491) a annoncé un programme de travaux d'étude et de développement des filières de réacteurs dont l'objet était d'atteindre, en dix-huit mois environ, c'est-à-dire au début de 1974, le stade où il serait possible de placer des commandes fermes. Ce programme faisait suite à des rapports établis par des groupes de travail réunis par le Gouvernement pour l'étude des réacteurs thermiques et des réacteurs surrégénérateurs. Deux modifications étaient parallèlement annoncées par cette déclaration en matière d'organisation : la restructuration de l'industrie des études et constructions nucléaires et la constitution du N.P.A.B. destiné à réunir tous ceux qui avaient un rôle important à jouer à ce sujet pour aviser le Gouvernement dans sa politique de production d'énergie nucléaire.

1.3. — Le président du N.P.A.B. est le Secrétaire d'Etat responsable des applications civiles de l'énergie nucléaire et de la politique de l'énergie en général. Trois présidents se sont succédé au cours de la période couverte par la présente étude : M. Peter Walker, Parlementaire et Secrétaire d'Etat au Commerce et à l'Industrie, en fonction depuis la fondation du N.P.A.B. au mois de septembre 1973 jusqu'au mois de janvier 1974, Lord Carrington, Secrétaire d'Etat à l'Energie, en

fonction de cette date aux élections générales du mois de février 1974, et, depuis, M. Eric Varley, Parlementaire, Secrétaire d'Etat à l'Energie. Les membres du Comité et des organismes dont ils font partie sont :

- Lord Aldington, président de la National Nuclear Corporation (N. N. C.) ;
- M. A. Hawkins, président du Central Electricity Generating Board (C. E. G. B.) ;
- Sir John Hill, président de l'Atomic Energy Authority (A. E. A.) et de la British Nuclear Fuels Limited (B. N. F. L.) ;
- Sir Peter Menzies, président de The Electricity Council ;
- D^r A. W. Merrison, vice-chancelier de l'Université de Bristol ;
- M. R. V. Moore, directeur général et membre de l'Atomic Energy Authority.

1.7. — Pour les questions concernant la sécurité, il appartient à l'Inspecteur en chef des Installations nucléaires et au Comité consultatif de sécurité des Installations nucléaires de donner avis au Secrétaire d'Etat à l'Energie et à l'Ecosse et éventuellement, au N. P. A. B. Les avis émis par le N. P. A. B. n'auraient que peu de valeur s'ils ne tenaient pas totalement compte des questions de sécurité de même que du programme et du processus d'étude de ces dernières. Chacun des membres est individuellement responsable des questions de sécurité concernant ses propositions.

L'Inspecteur en chef a assisté à des réunions du N. P. A. B. en tant que conseiller et la partie du présent rapport traitant des questions de sécurité est fondée sur les avis qu'il a donnés. Le N. P. A. B. a également reçu conseil de Sir Alan Cottrell alors qu'il était conseiller scientifique principal du Gouvernement en ce qui concerne la tenue des enceintes sous pression en acier et a été informé des progrès d'une étude ayant le même sujet par une équipe d'experts placée sous la direction du Dr Walter Marshall de A. E. A.

SUJET

1.8. — Le présent rapport étudie d'abord le passé nucléaire de la Grande-Bretagne et la prévision de demande d'électricité jusqu'à l'année 1990-1991. Il expose les propositions des membres du Comité et en étudie les aspects sécurité et autorisation d'exploitation ainsi que les facteurs techniques, commerciaux et industriels influençant le choix. Finalement, il parle de la rapidité d'évolution des programmes nucléaires compatibles avec celle des systèmes principaux et le niveau de risque acceptable pour assurer le succès des programmes ainsi que leurs applications en ce qui concerne les commandes de centrales employant des combustibles fossiles.

2. — Historique de l'énergie nucléaire en Grande-Bretagne.

2.1. — Le développement des réacteurs thermiques s'est fait selon deux filières principales : réfrigérant-gaz, modérateur-graphite et réfrigérant-eau, modérateur-eau ; cette dernière se divisant en réacteurs à eau légère et à eau lourde.

La filière réfrigérant-gaz.

2.2. — En Grande-Bretagne, l'effort principal s'est jusqu'à présent porté sur la filière réfrigérant-gaz, tout d'abord avec Magnox puis à partir de 1965 avec le programme actuel Advanced Gas-Cooled Reactor (A. G. R.) (réacteur avancé, réfrigérant-gaz). Les personnes intéressées à l'énergie nucléaire jugeaient à l'époque que les améliorations déjà mises en œuvre et prévues dépassaient les progrès réalisés aux Etats-Unis et ailleurs pour la filière réfrigérant-eau. Magnox et A. G. R. emploient tous les gaz carboniques comme réfrigérants mais Magnox utilise l'uranium naturel, A. G. R. l'uranium faiblement enrichi. A. G. R. a été considéré à l'époque comme une étape intermédiaire qui devait conduire au réacteur à haute température à réfrigérant-hélium (H. T. R.) sur lequel la Grande-Bretagne a commencé à travailler il y a vingt ans. Grâce au H. T. R., nous avons joué un rôle de premier plan dans le

projet « Dragon » de l'organisation pour la Coopération économique et le développement (O. C. D. E.) à Winfrith. Plus récemment, les travaux effectués en Grande-Bretagne ont été concentrés sur une filière employant comme combustible l'uranium faiblement enrichi. L'on utiliserait des cuves sous pression en béton précontraint pour toute nouvelle installation à réfrigérant-gaz.

2.3. La France a parallèlement mis au point un réacteur industriel similaire à Magnox mais dans le cadre d'un programme moins important. Puis, en 1970, se tourna vers les réacteurs à eau légère (L. W. R.). La Grande-Bretagne a également vendu deux centrales Magnox en Italie et au Japon. Il n'y eut pas d'autres manifestations sérieuses d'intérêt à l'étranger pour des réacteurs industriels réfrigérant-gaz carbonique. Par contre, le H. T. R. fait l'objet d'un intérêt croissant dans le monde entier.

La General Atomic Company, association Shell-Gulf, est la plus avancée et a en cours de mise en service un prototype de 330 mégawatts (M. W.) employant un combustible fortement enrichi situé à Fort Saint-Vrain aux Etats-Unis.

De plus, cette société a reçu de cinq compagnies d'électricité des lettres d'intention concernant des centrales de dimension industrielle représentant environ 10 000 mégawatts. L'Allemagne, la France et le Japon, de même que la Grande-Bretagne réalisent également d'importants travaux, les trois premiers en collaboration avec General Atomic, le programme allemand comporte l'étude d'une alternative en ce qui concerne le combustible. Le H. T. R. possède un potentiel à long terme pour les turbines à cycle direct et pour les utilisations autres que la production d'électricité, par exemple, la production de la chaleur nécessaire à la fabrication de l'acier. Ses besoins en eau de refroidissement sont également plus faibles que ceux des réacteurs à réfrigérant-eau, ce qui le rend plus intéressant au point de vue de l'environnement, spécialement pour les installations situées à l'intérieur des terres. *Réacteurs employant l'eau lourde comme modérateur et un circuit sous pression.*

2.4. Au cours des années 1960, la Grande-Bretagne a également consacré des efforts appréciables aux réacteurs à eau lourde et circuit sous pression avec le réacteur à eau lourde pour production de vapeur (S. G. H. W. R.).

Le prototype de 100 mégawatts situé à Winfrith est en service et fonctionne sans incident depuis 1968. Les travaux d'étude et de mise au point des différents composants de réacteur industriel ont progressé dans le cadre du programme actuel des filières de réacteurs. L'Italie et le Japon ont également des programmes en cours concernant des réacteurs à eau lourde, mais seul le Canada les a jusqu'à présent adoptés au stade réellement industriel.

Le réacteur canadien *Candu* diffère du S. G. H. W. R. utilisant de l'uranium naturel et non de l'uranium faiblement enrichi et de l'eau lourde comme réfrigérant et comme modérateur, le réfrigérant du S. G. H. W. R. est l'eau légère bouillante et également, par ce qu'il s'agit là d'un système en circuit fermé et non à cycle direct (dans un système en circuit fermé, l'eau traverse le cœur du réacteur sans entrer en ébullition et la vapeur est produite dans un circuit secondaire. Dans les systèmes à cycle direct, l'eau légère entre en ébullition dans le réacteur et la vapeur est directement envoyée aux turbines). L'expérience des Canadiens a été satisfaisante mais reste encore relativement limitée, la centrale de Pickering possède quatre réacteurs industriels de 514 mégawatts chacun, le premier d'entre eux ayant maintenant été en service depuis trois ans. Un nouveau réacteur de 6 800 mégawatts est en cours de construction et un autre réacteur de 7 200 mégawatts a été annoncé ; quatre réacteurs *Candu* ont été vendus à l'étranger.

Les réacteurs à eau légère.

2.5. — Si l'on considère le monde dans son ensemble, plus de ressources ont été consacrées au développement du L.W.R. qu'à celui de n'importe quel autre type de réacteur. La technologie de base reste inchangée, il existe deux versions ; en dehors de l'U.R.S.S. et de l'Europe de l'Est, toutes deux ont été initialement

mises au point par des sociétés américaines, le réacteur à eau pressurisée (P.W.R.) par Westinghouse Electric Corporation et le réacteur à eau bouillante (B.W.R.) par la General Electric Company (Etats-Unis). Les autres grandes sociétés américaines qui offrent des P.W.R. sont The Babcock and Wilcox Company et Combustion Engineering Inc.; des programmes L.W.R. existent actuellement dans vingt-six pays. En dehors de l'U.R.S.S. et de l'Europe de l'Est, presque tous sont basés sur les procédés américains, que ce soit par l'intermédiaire d'accords de licences ou par achat direct. Mais un B.W.R. de conception propre a été réalisé en Suède et l'Allemagne a mis au point un P.W.R. En dehors de l'U.R.S.S. et de l'Europe de l'Est, les L.W.R. installés représentent une puissance de 30 000 mégawatts et les installations commandées atteignent 250 000 mégawatts, ce qui dépasse de loin tous les autres procédés. Toutes les versions actuelles des deux types de réacteurs emploient des enceintes sous pression réalisées avec des tôles d'acier fortes. Le P.W.R. est un procédé à circuit fermé, le B.W.R. est à fonctionnement direct. La Grande-Bretagne construit de petits P.W.R. du modèle Westinghouse pour notre programme de sous-marins nucléaires dans le cadre d'un accord intergouvernemental conclu avec les Américains. Nous possédons également une certaine expérience des L.W.R. par l'intermédiaire de sociétés intéressées à l'exportation de composants par l'intermédiaire de A.E.A. dans le cadre de contrats de contrôle des enceintes sous pression et grâce à certaines activités concernant le combustible.

Réacteur surrégénérateur à neutrons rapides.

2.6. — La plus grande partie de l'effort de recherche et de développement fait par la Grande-Bretagne à une époque récente, concerne les réacteurs à neutrons rapides et non les systèmes thermiques. Dans ce domaine, l'U.R.S.S., la France et la Grande-Bretagne sont en tête. Le prototype britannique de 250 mégawatts installé à Dounreay fonctionne actuellement à faible puissance et les circuits de vapeur sont en cours de mise en service alors que l'installation française « Phénix » a été récemment mise sous pleine puissance. Les Etats-Unis, l'Allemagne et le Japon ont également en cours des programmes importants qui sont vigoureusement menés. Dans tous les cas, les programmes principaux concernent des installations employant le sodium pour le transfert de chaleur mais on s'intéresse à long terme à un réacteur à neutrons rapides à réfrigérant-gaz pour lequel A.G.R. et H.T.R. présentent un intérêt.

Les approvisionnements en uranium.

2.7. — L'importance du réacteur à neutrons rapides réside dans le fait qu'il ferait usage de l'uranium avec un rendement de trente à cinquante fois supérieur, mais les investissements seront vraisemblablement supérieurs à ceux des systèmes thermiques. Les possibilités d'approvisionnement en combustible, c'est-à-dire en uranium pourraient finalement limiter le développement des programmes thermiques. Avant la récente augmentation des prix des combustibles fossiles, l'O.C.D.E. a effectué une enquête sur les programmes nucléaires prévus. (Nota : voir *L'uranium : les ressources, la production et la demande*, étude publiée par l'O.C.D.E. au mois d'août 1973.) Sa conclusion suggère qu'en 1979, les réacteurs thermiques commandés dans le monde non communiste représenteront une consommation suffisante pour consommer au cours de leur durée d'exploitation prévue une quantité d'uranium équivalant à l'ensemble des réserves raisonnablement trouvées du monde non communiste qui se présentent dans des conditions d'exploitation économiques relativement raisonnables, jusqu'à 15 dollars la livre d'oxyde d'uranium au maximum.

2.8. — Le rapport de l'O.C.D.E. suggère comme vraisemblable l'existence de ressources supplémentaires importantes restant dans les limites de ce prix mais il serait nécessaire d'intensifier le rythme d'exploration et de découverte de gisements. Des études plus récentes tenant compte de la croissance actuellement rapide du nombre des centrales nucléaires montre que ce point de vue pourrait se révéler optimiste et qu'il existe au moins une possibilité d'augmentation des prix et de

difficulté d'approvisionnement. Si les prix sont beaucoup plus élevés, on peut envisager en alternative d'autres méthodes d'extraction de l'uranium, par exemple, à partir de minerais à faible teneur et à partir de l'eau de mer mais il y a là des implications économiques ou d'environnement.

2.9. — Le groupe de coordination de l'énergie constitué à la suite de la Conférence de l'Energie qui s'est tenue à Washington, au mois de février 1974, examine actuellement cette question. Le Secrétaire d'Etat à l'Energie a demandé dans ce contexte que des études soient réalisées en Grande-Bretagne et le Ministère de l'Energie en prend la direction.

3. — Objet du rapport.

3.1. — Cette expérience restant présente à l'esprit, le N. P. A. B. a étudié :

1° Quel est ou quels sont le ou les systèmes thermiques susceptibles de satisfaire au mieux à l'intérêt national de la Grande-Bretagne et aux besoins en énergie électrique de l'Electricity Board au cours des années 1980 et quel programme nucléaire convient le mieux compte tenu des ressources que la Grande-Bretagne pourra vraisemblablement contrôler dans l'avenir proche ?

2° Est-il possible de mettre au point à long terme une autre filière thermique et dans l'affirmative, laquelle ?

4. — Prévision de la demande d'électricité et de capacité nécessaire.

4.1. — Les besoins en capacité et les nécessités économiques de l'Electricity Board constituent des facteurs essentiels des décisions concernant le choix des réacteurs. Dans l'avenir immédiat et à moyen terme, ces facteurs peuvent jouer le rôle d'une contrainte limitant notre liberté de choix. A long terme, nos prévisions de croissance du marché aideront à déterminer quelles sont les filières nouvelles qu'il y a lieu de tenter de mettre au point. Etant donnés les délais nécessaires à la mise au point et à la mise en service à l'échelle industrielle de nouvelles filières, nous devons effectuer des prévisions allant jusqu'aux années 1990, bien qu'il n'y ait à ce stade, aucune nécessité de « geler » les plans de l'Electricity Board pour une période semblable. Néanmoins, il est important d'avoir l'assurance que les décisions prises dans l'immédiat sont réalistes dans le contexte à long terme et offrent une souplesse suffisante.

4.2. — Les nouveaux besoins en capacité ont de tout temps été liés à la croissance prévue de la demande d'électricité. De son côté, la demande d'électricité dépend en premier lieu du taux de croissance de l'économie, de la relation entre la demande d'énergie et la croissance de l'économie et des prix absolus et relatifs de l'électricité et des autres sources d'énergie. Les incertitudes sont évidemment importantes lorsque l'on considère les horizons 1985 ou 1990 spécialement du fait de la situation pétrolière et les besoins calculés en capacité de production d'énergie électrique sont sensibles aux modifications de la croissance de la demande d'électricité. Une certaine souplesse à court terme est possible en modifiant le rythme de réforme des installations anciennes.

4.3. — La demande ne constitue néanmoins pas le seul facteur déterminant des besoins en capacité. Le niveau de la marge de planification et la rapidité de remplacement dans des conditions économiques des capacités vieillissantes constituent des facteurs d'importance croissante étant donnée l'augmentation brutale des prix des combustibles fossiles. Aucune marge n'est prévue dans le présent rapport pour accélérer de ce fait le rythme d'installation des centrales nucléaires. La marge de planification actuelle est de 20 % et c'est là le chiffre sur lequel les prévisions qui suivent sont basées, Electricity Council étudie actuellement des propositions d'augmentation de cette marge pour l'Angleterre et le Pays de Galles.

4.4. — La présente section a pour objet les prévisions de demandes et les besoins en capacités nouvelles de l'industrie électrique jusqu'en 1990-1991. Les chiffres concernant les besoins en capacités nouvelles correspondent à des commandes qui ne sont pas encore placées, c'est-à-dire qui ne comprennent pas les A.G.R. actuellement en cours de construction, de même qu'une tranche substantielle de centrales employant des combustibles fossiles qui sont en cours de réalisation mais qui ne sont pas encore en service. Etant donné l'importance de ces prévisions, le N.P.A.B. a demandé l'avis du Ministère de l'Energie et du Service de planification économique de l'Ecosse.

4.5. — Le Service de planification économique de l'Ecosse considère la prévision faite pour les Scottish Electricity Boards qui suppose une croissance moyenne de la demande maximum du réseau de 5,9 % comme se situant dans les limites du raisonnable. Dans le passé, le taux de croissance de la demande a été supérieur en Ecosse à ce qu'il a été en Angleterre et au Pays de Galles, et cela pendant une très longue période. Dans l'avenir, cette tendance pourrait être confirmée grâce à des développements ayant pour origine le pétrole de la Mer du Nord, mais le Ministère de l'Energie pense que les prévisions de The Electricity Council et du C. E. G. B. pour l'Angleterre et le Pays de Galles sont plutôt élevées, correspondant à un taux de croissance moyen annuel de la consommation d'électricité de 4,4 % jusqu'à l'hiver 1981-1982 et de 5,25 % par la suite. Le Ministère a donc établi deux prévisions en alternative. L'hypothèse forte donne une moyenne de 4,3 % pour la période allant jusqu'en 1990-1991 et correspond à une croissance annuelle du G.D.P. de 3,3 %, l'hypothèse-base suppose qu'après 1975, l'économie retourne à son taux moyen de croissance à long terme du G.D.P. des vingt-cinq dernières années, soit environ 2,7 %, la demande d'électricité croissant à raison de 3,6 %. Le présent rapport reprend ces trois prévisions.

4.6. — En reprenant ces prévisions combinées, l'on obtient en alternative trois tableaux pour l'ensemble de la Grande-Bretagne.

Demande en gigawatts (G. W) (1 gigawatt = 1 000 mégawatts).

PRODUCTEURS	1974/1975	1980/1981	1985/1986	1990/1991
	(En gigawatts.)			
Angleterre et Pays de Galles.....	45,5	60,1	77,1	99,6
Ecosse	6,4	9,1	11,9	15,8
Total	51,9	69,2	89	115,4

Les besoins en capacités nouvelles qu'il serait nécessaire de mettre en service au cours des périodes indiquées ci-dessous, c'est-à-dire, qui devraient être commandées en plus de Littlebrook D et de Dinorwic et compte tenu de l'arrêt d'installations anciennes et d'une marge de planification de 20 %, seraient :

PRODUCTEURS	1979/1980-1981	1981/1982-1985/1986	1986/1987-1990/1991	TOTAL
	(En gigawatts.)			
Angleterre et Pays de Galles.....	1,4	21,6	30,1	53,1
Ecosse	»	3,3	5,3	8,6
Total	1,4	24,9	35,4	61,7

Hypothèse 4,3 % du Ministère de l'Energie + Ecosse.

	1980-1981	1985-1986	1990-1991
	(En gigawatts.)		
Angleterre et Pays de Galles.....	60,2	73,1	93,8
Ecosse	9,1	11,9	15,8
Total	69,3	85	109,6

Nouvelles capacités nécessaires pour mise en service au cours des périodes indiquées ci-dessous compte tenu de l'arrêt des installations anciennes et de la marge de planification :

	1979-1980/ 1980-1981	1981-1982/ 1985-1986	1986-1987/ 1990-1991	TOTAL
	(En gigawatts.)			
Angleterre et Pays de Galles.....	1,6	16,6	27,9	46,1
Ecosse	»	3,3	5,3	8,6
Total	1,6	19,9	33,2	54,7

Hypothèse 3,6 % du Ministère de l'Energie + Ecosse.

	1980-1981	1985-1986	1990-1991
	(En gigawatts.)		
Angleterre et Pays de Galles.....	56,7	67,3	84,1
Ecosse	9,1	11,9	15,8
Total	65,8	79,2	99,9

Nouvelles capacités nécessaires pour mise en service au cours des périodes indiquées ci-dessous compte tenu de l'arrêt des installations anciennes et de la marge de planification :

	1979-1980/ 1980-1981	1981-1982/ 1985-1986	1986-1987/ 1990-1991	TOTAL
	(En gigawatts.)			
Angleterre et Pays de Galles.....	»	11,2	23,3	34,5
Ecosse	»	3,3	5,3	8,6
Total	»	14,5	28,6	43,1

4.7. — Ces prévisions font ressortir une différence de 18,6 gigawatts des besoins en capacités nouvelles entre l'hypothèse haute et l'hypothèse basse.

4.8. — Toutes ces hypothèses supposent un retour à une tarification réellement économique. Les augmentations de prix nécessaires seraient très substantielles et il est possible que la demande d'électricité se trouve au cas où de telles mesures seraient appliquées à présenter une plus grande élasticité que par le passé du fait des prix, auquel cas, les prévisions pourraient être des surestimations. Les Electricity Boards font remarquer à ce sujet que la compétitivité des prix de l'électricité par rapport à ceux des autres sources d'énergie (à l'exception du gaz) s'améliorera même avec un retour à une tarification entièrement basée sur des conditions économiques.

4.9. — L'on peut contester le fait que les conséquences de posséder une capacité trop réduite sont beaucoup plus sérieuses que celles de posséder une capacité trop importante en raison du délai nécessaire pour redresser la situation à partir des installations existantes.

4.10. — Toutes les prévisions représentent des programmes très substantiels. Même dans l'hypothèse basse du Ministère de l'Énergie, 14,2 gigawatts devraient être commandés au cours des cinq années à venir et 28,3 gigawatts au cours des cinq années suivantes. Etant donné les pressions subies par les prix et par l'approvisionnement en combustibles fossiles.

Electricity Boards attendent de l'énergie nucléaire de fournir la majorité des capacités nouvelles. Ceci impliquerait un programme nucléaire et un taux de passation de commandes beaucoup plus important que la Grande-Bretagne n'en a connu par le passé. Le taux possible du développement nucléaire varie d'une filière à l'autre. La section 8 ci-dessous expose ce problème et les implications qu'il comporte en ce qui concerne les commandes de centrales employant des combustibles fossiles.

5. — Propositions.

Réacteurs à réfrigérant-gaz.

5.1. — Tous les membres du Comité déclarent à l'unanimité que nous ne pouvons à l'époque actuelle nous en remettre à la technologie du réfrigérant-gaz pour un programme important de commandes nouvelles. Il existe certaines divergences en ce qui concerne le rôle que cette filière pourrait jouer à long terme :

Magnox.

Bien que produisant d'une manière générale de l'énergie de manière fiable et à meilleur marché que le pétrole ou le charbon, Magnox constituerait la solution énergie nucléaire la plus coûteuse pour de nouvelles commandes. Il est généralement admis qu'elle ne pourrait constituer qu'une solution d'attente. En tant que telle, elle pourrait aider à réduire au minimum le nombre des nouvelles centrales employant des combustibles fossiles que nous devons commander pendant la mise sur pied de notre nouvel ensemble principal de production d'énergie nucléaire. Mais tous les membres du Comité pensent qu'à l'heure actuelle, commander des installations Magnox reviendrait à faire un pas en arrière et constituerait une perte. De nouvelles études seraient nécessaires et ceci n'apporterait rien à nos capacités nucléaires pour l'avenir. En fait, cette solution pourrait même les diminuer en détournant certaines ressources. Les équipes ayant effectué les études, ayant assuré la gestion du projet et la fabrication des composants sont maintenant dispersées, la dimension du réacteur est limitée à 660 mégawatts environ et ce procédé nécessite beaucoup de travaux sur le site, le premier réacteur ne pourrait être mis en service avant le premier L. W. R. ou le premier S. G. H. W. R.

A. G. R.

Les problèmes posés par les augmentations des prix et les retards du programme A. G. R. sont bien connus. Trois ans de retard en moyenne conduisant à de fortes augmentations de la consommation de combustibles fossiles. Hinkley Point B

doit être mis en service au début de 1975 mais la dernière des cinq centrales n'est pas prévue pour mise en service avant 1978. Les retards ne sont pas entièrement dus à des difficultés concernant le réacteur lui-même. Les Electricity Boards prétendent, appuyés par N. N. C., que le fait de placer de nouvelles commandes avant qu'une expérience d'exploitation convenable (peut-être deux ou trois ans) n'ait été acquise constituerait un risque injustifiable. Ceci serait nécessaire pour démontrer l'efficacité des solutions adoptées pour résoudre les difficultés rencontrées en cours de construction (la situation se trouve compliquée par le fait que les cinq centrales sont basées sur trois types de réalisation différents). Les autres membres admettent ce point de vue mais il existe des différences de jugement sur les chances que possède A. G. R. de justifier un nombre limité de nouvelles commandes lorsque nous disposerons effectivement de l'expérience d'exploitation. Les Electricity Boards N. N. C. n'excluent pas de nouvelles commandes mais pensent qu'il serait nécessaire de procéder à des modifications importantes qui introduiraient elles-mêmes de nouvelles incertitudes et devraient à leur tour faire leurs preuves. Il existe également certains points faibles de base qui ne pourraient être éliminés, par exemple, l'inaccessibilité pour entretien et réparation. D'autres ont un point de vue moins pessimiste estimant qu'il n'est pas évident que le procédé présente des points faibles qui lui soient véritablement inhérents.

Dans ces circonstances, le N. P. A. B. conclut que pour le moment il y a lieu d'exclure aussi bien Magnox que A. G. R. bien qu'il soit possible que A. G. R. puisse, le moment venu, venir s'ajouter à nos principaux procédés de production d'énergie nucléaire ou offrir éventuellement une solution de rechange.

H. T. R.

L'opinion générale est que c'est H. T. R. qui possède le potentiel le plus important des différents réacteurs thermiques, mais que ce n'est pas avant le milieu des années 1980 que cette filière aura fait ses preuves de manière suffisante pour justifier des commandes de série de la part de la Grande-Bretagne. Ce n'est donc pas avant la fin des années 1980 qu'elle apporterait une contribution réelle à la capacité de production. Le C. E. G. B., qui est le client le plus important, N. N. C. et A. E. A. pensent que nous devons donner notre appui au H. T. R. dans le cadre de l'avenir à long terme, en partie parce qu'il permettra de poursuivre l'utilisation de notre technologie gaz-réfrigérant et, en partie, en raison des avantages pour l'environnement et de son potentiel important. Néanmoins, il ne faut pas s'attendre à ce qu'il soit meilleur marché que les L. W. R. De plus, si l'on ne poursuit pas les efforts concernant la technologie réfrigérant-gaz, il se pourrait, selon N. N. C., qu'il soit plus difficile de mener à bien de manière satisfaisante le programme A. G. R. actuel. Ces trois organismes aimeraient qu'une première commande soit passée pour une installation de démonstration, de dimensions industrielles, de 1 300 mégawatts, réalisée grâce à une complète collaboration internationale, une seconde commande devant suivre trois à quatre ans plus tard pour permettre de poursuivre l'effort de développement. Par contre, l'opinion du S. S. E. B. est que l'expérience que nous avons acquise jusqu'à présent avec les réacteurs à réfrigérant-gaz montre que l'on rencontrera des difficultés de mise au point sérieuses pour les H. T. R. (par exemple, en ce qui concerne les matériaux résistant aux hautes températures) et que son succès reste loin d'être assuré, de même que la date à laquelle ce procédé sera prêt pour utilisation à l'échelle industrielle. Certains membres se demandent également s'il serait raisonnable d'utiliser nos ressources dans le domaine recherche et développement, comme dans le domaine industriel, pour étudier la possibilité de revenir à un procédé réfrigérant-gaz au cas où nous parviendrions à réaliser avec succès un réacteur à réfrigérant-eau en Grande-Bretagne.

Réacteurs à réfrigérant-eau.

5. 2. — Devons-nous nous tourner vers les L. W. R. ou vers le S. G. H. W. R. pour notre programme principal de commandes, les opinions exprimées diffèrent à ce sujet.

5. 3. — Le C. E. G. B. désire le système le plus éprouvé pour avoir l'assurance de livraison et de mise en service à bonne date des centrales électriques nucléaires à réaliser au cours des années 1980 et doit conclure qu'actuellement les L. W. R. sont sans égal.

La capacité commandée en 1973 a été d'environ 40 000 mégawatts et le C. G. E. E. estime que, pour éviter le retour des échecs rencontrés dans le passé, la Grande-Bretagne doit reprendre, sur des bases entièrement nouvelles, étude, fabrication et construction de tout réacteur à venir, et, qu'à ce point de vue, le P. W. R. (réacteur à eau pressurisée) est le procédé dont le développement est le plus avancé. Il n'existe pas d'autre procédé pour lequel les fabricants aient fait une démonstration comparable de leurs capacités de réalisation à l'échelle industrielle. Son adoption permettrait à la Grande-Bretagne de se joindre au courant principal de la technologie mondiale. C. E. G. B. et N. N. C. sont d'accord pour préférer P. W. R. Westinghouse. De plus, N. N. C. propose une coopération industrielle avec la France qui a récemment annoncé une extension importante de son programme L. W. R., largement basé sur le P. W. R. C. E. G. B. estime être en mesure de convaincre le Service d'inspection des installations nucléaires de la sécurité du P. W. R. et pense que l'adoption d'un procédé au point et ayant fait ses preuves libérerait des ressources permettant à la Grande-Bretagne de continuer ses efforts d'application de la technologie réfrigérant-gaz avec le H. T. R. et que si son développement se poursuit avec succès, C. E. G. B. commanderait le H. T. R. en série vers le milieu des années 1980. Par contre S. S. E. B. pense qu'adopter le P. W. R. ne laisserait pas de ressources libres suffisantes pour permettre de consacrer des efforts substantiels au H. T. R. et qu'il serait plus difficile d'importer la technologie P. W. R. et de réussir son application que C. G. E. B. et N. N. C. ne l'estiment. D'autres membres du N. P. A. B. partagent ce sentiment, bien que N. N. C. fasse valoir que l'expérience de l'étranger montre que cette opération peut être réussie (voir paragraphe 7. 7. ci-dessous).

5. 4. — S. S. E. B. estime que l'expérience que nous avons acquise grâce au prototype de Winfrith, l'expérience acquise par le Canada avec le *Candu* et le mode de réalisation modulaire des réacteurs à tube sous pression justifieraient que la Grande-Bretagne entreprenne un programme de S. G. H. W. R. : soit des commandes représentant 5 000 mégawatts environ (660×8 unités) au cours des quatre années à venir. A. E. A. reconnaît que la proposition de S. S. E. B. est réalisable mais reconnaît la valeur de la position du L. W. R. et ne pense pas que nous possédions de ressources suffisantes pour nous engager de manière importante à la fois vers les S. G. H. W. R. et les H. T. R., opinion sur laquelle les autres membres sont, dans l'ensemble, d'accord. Néanmoins, C. E. G. B. et N. N. C. estiment que le S. G. H. W. R. n'a pas encore fait ses preuves dans une mesure suffisante pour justifier les commandes de cette importance et que, de plus, il ne possède aucune possibilité d'application future qui ne puisse être également prévue pour le L. W. R.

5. 5. — Par opposition avec le S. G. H. W. R. l'on possède une expérience de la construction et de l'exploitation à l'échelle du *Candu*. Tous les membres ont été très impressionnés par la réussite de la mise en œuvre du programme canadien. Deux des membres du N. P. A. B. sont allés au Canada avec Sir Alan Cottrell et pensent, de même que le S. S. E. B. que le Canada a démontré qu'il est possible sur la base de l'expérience acquise par la réalisation d'un prototype de construire des réacteurs industriels à tubes sous pression dans le cadre du programme établi. Néanmoins, la conclusion de l'ensemble des membres est que si la Grande-Bretagne désire suivre la voie de l'eau lourde, il serait préférable de poursuivre l'étude du S. G. H. W. R. si possible en coopération étroite avec le Canada plutôt que d'adopter le *Candu* qui emploie l'uranium naturel et non l'uranium faiblement enrichi et nécessite une beaucoup plus grande quantité d'eau lourde, ce qui en fait un procédé exigeant des investissements initiaux plus importants et n'est pas compatible avec la position de producteur d'uranium enrichi acquise par la Grande-Bretagne.

Le réacteur surrégénérateur à neutrons rapides.

5.6. — Le sentiment général est que nous devons poursuivre nos efforts et que la stratégie adoptée pour les réacteurs thermiques doit ménager les ressources suffisantes nécessaires en matière de recherche et développement, étude et mise au point des composants et que, de plus, notre stratégie concernant les réacteurs à neutrons rapides doit être appliquée dans le cadre d'une coopération internationale. Mais il existe en même temps plusieurs facteurs d'incertitudes : l'aspect sécurité du procédé, le temps nécessaire à sa mise au point et la synchronisation avec les nécessités des producteurs d'énergie. L'échéancier actuel impliquerait de passer commande pour ce que l'on appelle le premier réacteur industriel à neutrons rapides vers 1977 ou 1978 mais l'on ne peut s'attendre à un programme important de commandes à l'échelle réellement industrielle avant la fin des années 1980 ou peut-être plus tard encore.

6. — Sécurité et délivrance des autorisations d'exploitation.

6.1. — Il s'agit là d'un facteur clé. Il est absolument impossible de construire en Grande-Bretagne un réacteur qui ne donnerait pas satisfaction à l'inspecteur en chef des installations nucléaires.

6.2. — Jusqu'à présent, en Grande-Bretagne, le public a très bien admis la production d'électricité grâce à l'énergie nucléaire. Il est essentiel de conserver sa confiance.

PROCESSUS DE DÉLIVRANCE DES AUTORISATIONS D'EXPLOITATION

6.3. — L'autorisation d'exploitation et la réglementation de sécurité des réacteurs nucléaires constituent une activité ininterrompue qui commence en même temps que les études et se poursuit pendant toute la durée d'exploitation de la centrale. Le service d'inspection des installations nucléaires ne donne pas un avis favorable à la délivrance du permis de construire qui permet de commencer les travaux sur le site sous réserve de la délivrance parallèle de l'autorisation prévue par la loi sur l'énergie électrique de 1909, si l'inspecteur en chef ne pense pas de bonne foi qu'il pourra finalement autoriser la mise en exploitation. Le processus est le même, qu'il s'agisse d'un procédé mis au point en Grande-Bretagne ou à l'étranger.

6.4. — Avant de pouvoir prendre position au sujet du permis de construire, l'inspection des installations nucléaires doit disposer d'un projet complet correspondant au site donné, mais chaque installation individuelle comporte des problèmes de sécurité de base au sujet desquels il peut être possible d'adopter une position de principe sans disposer du projet complet sous réserve que des informations suffisantes soient fournies par les travaux de recherche et de développement et les données expérimentales.

6.5. — En réalité, la délivrance du permis de construire n'exclut pas l'éventualité que l'inspection des installations nucléaires exige, en cours de construction et d'exploitation, des modifications importantes qu'il était impossible de prévoir lors de la délivrance du permis de construire. En réalité, quels que soient les systèmes adoptés, l'on peut s'attendre à devoir réaliser des modifications au fur et à mesure de l'expérience acquise. Ce qui est jugé acceptable aux termes des connaissances existant à un moment donné peut ne plus l'être à la lumière de faits nouveaux. Par exemple, l'inspection des installations nucléaires a demandé des modifications substantielles de l'A.G.R. de Hartlepool alors que la construction avait commencé et l'expérience acquise a conduit C.E.G.B. à installer les dispositifs d'arrêt complémentaires sur les réacteurs Magnox qui sont en exploitation

depuis plusieurs années. Aux Etats-Unis et ailleurs dans le monde il a été de même nécessaire de modifier certains réacteurs L.W.R. et de compléter leurs équipements. Si nous adoptons un procédé qui est également réalisé dans d'autres pays possédant les autorités réglementaires reconnues, nous devons étudier avec attention le cas de chaque modification jugée utile à l'étranger, ceci en plus de toutes celles que nous pourrions estimer nécessaires nous-mêmes. Ceci permettrait un contrôle supplémentaire de la sécurité de l'ensemble.

CHOIX DES SITES

6.6. — Tous les membres sont d'accord pour dire qu'en raison des principes de sécurité, tout réacteur adopté en Grande-Bretagne pour usage industriel sur une grande échelle doit être en mesure d'offrir au minimum le même degré de sécurité que nos réacteurs actuels à réfrigérant-gaz pour pouvoir être placés à proximité d'agglomérations urbaines, et ceci fait d'ailleurs partie de l'évaluation de tous les procédés par l'Electricity Board mais tant que la confiance n'a pas été établie, l'inspection des installations nucléaires conseille une politique prudente de choix des sites pour tous les procédés dont la Grande-Bretagne ne possède pas d'expérience antérieure à l'échelle industrielle et tous les membres sont bien d'accord sur ce point de vue. La construction sur sites proches des agglomérations urbaines peut venir par la suite lorsque l'expérience acquise est satisfaisante.

POSITION VIS-A-VIS DES DIFFÉRENTES FILIÈRES

6.7. — L'Inspecteur en chef émet les avis suivants :

Réacteurs à réfrigérant-gaz.

En principe, l'inspection des installations nucléaires considère comme satisfaisante la sécurité offerte par les enceintes sous pression en béton précontraint employées par les trois procédés à réfrigérant-gaz. Les centrales Magnox sont en service et deux A.G.R. proches de la mise en exploitation.

Réacteurs à modérateur eau lourde et tubes sous pression.

Des travaux de recherche et développement concernant plusieurs questions de sécurité des S.G.H.W.R. se sont poursuivis en Grande-Bretagne depuis la déclaration du 8 août 1972. D'autres sont encore nécessaires mais il ne devrait pas y avoir de difficultés fondamentales pour autoriser un S.G.H.W.R. et du type possédant une enceinte ayant la même conception générale que celle présentée en 1971 pour l'affaire de Stakeness du North of Scotland Hydroelectric Board, il s'agirait initialement de sites choisis avec prudence mais l'autorisation serait délivrée dans des délais qui ne seraient pas de nature à prolonger la durée de réalisation de la première centrale. L'inspection des installations nucléaires ne possède pas d'expérience directe du *Candu*.

Réacteur à eau légère.

L'Inspecteur en chef ne possède pas non plus d'expérience directe des L.W.R. et n'est pas encore en mesure de porter un jugement définitif. Son opinion est que l'autorisation d'exploitation en Grande-Bretagne pourrait être délivrée le moment venu pour le L.W.R. mais il n'est pas encore possible de déterminer quelles conditions pourraient être imposées pour l'établissement du projet, la fabrication, le choix du site et l'exploitation. La Commission de l'Energie atomique des Etats-Unis et Westinghouse ont récemment remis à l'Inspecteur en chef des informations complètes concernant les points essentiels du P.W.R. De plus, C.E.G.B. a commencé en janvier 1974 à remettre à l'Inspection des installations nucléaires des rensei-

gnements détaillés sur ces mêmes points essentiels du P.W.R. ainsi que plusieurs documents concernant la sécurité du procédé dans son ensemble. Il devrait être possible dans quelque temps de prendre une position de principe sur la base des informations fournies jusqu'à présent et qui le seront vraisemblablement à l'avenir mais avant de pouvoir émettre un avis concernant un permis de construire donné, il serait nécessaire d'être en possession d'une étude correspondant à ce site et avant qu'une décision définitive puisse être prise, un délai de l'ordre de vingt mois pourra être nécessaire à partir du dépôt du dossier détaillé initial.

Réacteur à neutrons rapides.

Il existe, dans ce cas, certains problèmes de sécurité particulièrement difficiles et nouveaux, et un programme considérable de travaux de recherche, développement et étude sera nécessaire avant de pouvoir se prononcer définitivement sur la possibilité d'admettre le réacteur à neutrons rapides en exploitation industrielle continue sur des sites convenant aux besoins des réseaux de distribution des Electricity Boards.

6.8. — Des travaux préparatoires importants seraient nécessaires de la part des Electricity Boards et de N.N.C. pour fournir les renseignements nécessaires et ceci quel que soit le type de réacteur mais toutefois, selon C.E.G.B. et N.N.C., ces travaux seraient moins importants dans le cas d'un P.W.R. du fait que N.N.C. travaillerait sous licence Westinghouse. C.E.G.B. et N.N.C. pensent qu'un P.W.R. serait acceptable pour l'Inspecteur en chef, moyennant quelques modifications destinées à l'adapter à des sites donnés et aux conditions régnant en Grande-Bretagne, mais qu'aucune de ces modifications ne nécessiterait la mise au point de nouveaux équipements. C.E.G.B. a proposé d'être autorisé à aller de l'avant sous forme d'une lettre d'intention remise à N.N.C., le commencement des travaux étant ultérieurement sujet à l'autorisation habituelle en matière de sécurité. Ceci permettrait au C.E.G.B. d'obtenir de N.N.C. tous les renseignements qui pourraient être nécessaires pour que l'Inspecteur en chef puisse prendre une position de principe dans un délai inférieur aux vingt mois dont il a été précédemment question. Si l'opinion de l'Inspecteur en chef est favorable, C.E.G.B. et N.N.C. pourraient alors, comme pour les autres procédés, effectuer les études détaillées et réaliser les évaluations complètes des questions de sécurité correspondant à un site donné, ceci sans qu'il y ait, selon C.E.G.B., de risques importants que l'autorisation soit finalement refusée ou soit délivrée sous réserve de modifications majeures. Les travaux pourraient alors commencer rapidement dès que le permis de construire serait délivré mais toute autre solution que celle proposée par C.E.G.B. conduirait à un retard du programme.

6.9. — Même si nous n'adoptons pas le P. W. R. pour passer commande immédiatement, il paraît très logique, à titre de précaution, de demander aux Electricity Boards de continuer à fournir des informations à l'Inspection des installations nucléaires pour lui permettre d'étudier les questions générales de sécurité concernant le P.W.R. et de les poursuivre jusqu'à leur conclusion afin que l'on sache si, en principe, le P.W.R. peut être réalisé en Grande-Bretagne.

6.10. — De même, dans le cas du S. G. H. W. R., il n'existe pas d'antériorité d'une délivrance d'autorisation car le réacteur de Winfrith n'était pas soumis aux règles et conditions d'autorisation de l'Inspection des installations nucléaires qui en a néanmoins, à l'heure actuelle, une connaissance approfondie, ce qui n'est pas le cas pour les L. W. R. Néanmoins, l'établissement d'un projet industriel de S. G. H. W. R. est encore en cours d'évolution et certains aspects de la sécurité de l'installation dont quelques-uns sont similaires au cas du L. W. R., nécessitent d'être évalués de manière plus approfondie. L'impression est que le S. G. H. W. R. peut être réalisé de manière à présenter les caractéristiques de sécurité acceptables. C. E. G. B. et N. N. C. considèrent ce qui n'est pas l'avis de S. S. E. B., que les évaluations de la sécurité du S. G. H. W. R. sont actuellement moins bien définies que celles des L. W. R. qui sont basées sur des informations acquises grâce aux autorisations de construction de L. W. R. délivrées aux Etats-Unis et dans plusieurs autres pays.

ÉTAT DES CIRCUITS SOUS PRESSION

6.11. — La rupture brutale d'une enceinte sous pression sans aucun signe avant-coureur conduirait à un accident grâce au réacteur. L'on sait que les enceintes sous pression à paroi épaisse peuvent subir des fractures rapides s'il existe des fissures dépassant une certaine dimension critique. La sécurité du réacteur dépend de la qualité de la fabrication et du contrôle de l'enceinte avant mise en service ainsi que de la valeur technique et de la fréquence des contrôles en service destinés à détecter les fissures avant qu'elles n'atteignent la dimension critique. Les appareils de contrôle modernes convenablement entretenus, surveillés et employés doivent donner avec un coefficient de certitude suffisant l'assurance de la détection de défaut de dimension beaucoup plus faible que la dimension critique estimée. Il est néanmoins encore trop tôt pour que l'Inspecteur en chef puisse émettre un avis personnel sur ces questions et en particulier sur le fait de posséder une confiance raisonnable dans l'accomplissement des contrôles sévères d'assurance de qualité nécessaires à toutes les étapes de la fabrication des enceintes sous pression de P. W. R. Il lui serait nécessaire d'étudier en détail les méthodes qui seraient nécessaires pour lui donner l'assurance complète que les conditions exigées seraient satisfaites et d'en discuter avec les licenciés. Une équipe d'experts constituée par A. E. A. pour le compte de l'inspection des installations nucléaires s'est rendue aux Etats-Unis au début de l'année et a reçu de la Commission à l'énergie atomique américaine et de Westinghouse les renseignements complets concernant l'étude, les essais et les contrôles. L'avis de ces experts est que l'état de l'enceinte sous pression s'avèrera vraisemblablement acceptable dans les conditions normales, d'incident et d'essai, étant donnée la qualité élevée des techniques de fabrication et de contrôle. L'analyse qui doit être présentée est encore en cours d'élaboration et couvrira également les conditions en cas de panne. De plus, ils étudient les données concernant la fissuration à la fatigue. Le rapport définitif sera publié dès que possible.

6.12. — Les réacteurs à tubes sous pression ne comportent pas une enceinte massive similaire contenant le cœur du réacteur, mais le circuit primaire du S. G. H. W. R. comporte de gros ballons de vapeur approchant d'une dimension comparable mais d'épaisseur plus faible et fonctionnant sous une pression de moitié inférieure et leur rupture éventuelle doit être prise en considération lors de l'étude de l'état du circuit primaire du réacteur. En ce qui concerne les tubes sous pression eux-mêmes, les travaux expérimentaux sont en cours et devraient confirmer que la rupture de l'un d'eux ne provoquerait pas la rupture en chaîne des autres.

ACCIDENT ENTRAÎNANT UNE PERTE DE RÉFRIGÉRANT

6.13. — Dans tous les types de réacteurs, l'un des objectifs de l'étude est de prévenir toute fuite ou rupture du circuit sous pression. En cas d'accident entraînant une perte de réfrigérant, il est essentiel que le réacteur s'arrête immédiatement. L'un des avantages des L. W. R. est qu'en cas d'incident majeur de ce type, l'arrêt se fait automatiquement du fait d'une caractéristique inhérente au procédé qui est que le réfrigérant constitue en même temps le modérateur nécessaire au processus de fission. Après arrêt, tous les réacteurs continuent à produire une certaine quantité de chaleur résiduelle qui doit être évacuée. De ce fait, tous les réacteurs à eau comportent des circuits de secours de refroidissement du cœur qui sont conçus pour entrer automatiquement en service et réinonder le cœur du réfrigérant. Leur rendement après mise en marche a fait l'objet d'étude intensive. Dans le S. G. H. W. R., l'arrêt est réalisé par deux moyens indépendants, la mise en place d'absorbants ou l'évacuation dans des réservoirs de stockage du modérateur qui est constitué par de l'eau lourde circulant dans un circuit séparé. Le réfrigérant

de secours est distribué dans l'ensemble de chaque gaine de passage du combustible par des tubes incorporés au faisceau de combustible et assurant la projection et le débit permanent de réfrigérant. D'après les informations actuellement connues, les inspections des installations nucléaires pensent que les marges de sécurité sont telles que le S. G. H. W. R. avec enceinte satisferait aux conditions imposées en Grande-Bretagne.

DÉCHETS RADIO-ACTIFS

6.14. — Les risques apportés par l'emploi de l'énergie nucléaire nécessitent des précautions strictes et une surveillance permanente. Ce fait a été reconnu dès l'origine en Grande-Bretagne.

6.15. — La position réglementaire est la suivante : la loi sur les installations nucléaires de 1965 limite le niveau ambiant des radiations directes provenant des centrales électriques industrielles alors que la réglementation principale concernant le rejet des déchets de ces centrales dans le milieu ambiant (sous forme gazeuse, liquide ou solide) est donnée par la loi sur les substances radio-actives de 1960, les divers services d'inspection du Ministère de l'Environnement et du Ministère de l'Agriculture, des pêcheries et des produits alimentaires en assurant l'application

6.16. — Mais la grande masse des déchets radioactifs doit en fait être stockée et l'on ne peut en disposer étant donné que le problème à long terme de leur destination n'a pas encore été résolu. Les déchets solides sont stockés dans des silos en béton, les déchets fortement radioactifs sont stockés dans des récipients en acier inoxydable épais blindés de béton conservés sur place par les installations de retraitement. Le principal site de stockage de Grande-Bretagne se trouve à Windscale dans le Cumberland.

6.17. — La supervision générale de ces installations de stockage appartient à l'Inspection des installations nucléaires qui surveille les opérations de traitement et de manutention des déchets stockés. Le Ministère de l'Environnement et le Ministère de l'agriculture, des pêcheries et des produits alimentaires autorisent le déversement de certaines quantités peu importantes qui ne sont pas susceptibles d'augmenter de manière appréciable la radioactivité générale ambiante et ne constituent pas un risque pour la santé publique.

6.18. — Des recherches sont en cours en Grande-Bretagne et à l'étranger pour mettre au point des méthodes de solidification des déchets fortement radioactifs afin de réduire l'importance de la surveillance nécessaire en cours de stockage. L'on réduira ainsi les risques inhérents au stockage de matières fortement radioactives et cette solution offrirait une sécurité convenable pour l'avenir prévisible. Les services d'inspection des différents Ministères ne pensent donc pas, pour le moment, qu'il puisse être vraisemblable que l'accumulation et le stockage de déchets puissent constituer un facteur limitant le programme de production d'énergie nucléaire de la Grande-Bretagne, compte tenu de l'échelle de toutes les hypothèses envisagées par le présent rapport et ceci quelle que soit la filière considérée. Néanmoins, la situation restera l'objet d'une attention constante.

6.19. — La Commission royale d'étude de la pollution de l'environnement a entrepris l'examen de l'ensemble des questions concernant le traitement, le transport, l'évacuation et le stockage des matières radioactives.

7. — Facteurs techniques, commerciaux et industriels.

a) COUT DE LA CONSTRUCTION

7.1. — La partie d'une centrale électrique nucléaire qui contient le réacteur représente de 35 à 50 % du coût total de la centrale selon la filière choisie, les parties non nucléaires de la centrale étant d'un coût pratiquement équivalent dans tous les cas.

7.2. — La comparaison des estimations de coûts de construction des réacteurs correspondant aux différentes filières présente des difficultés réelles. Tout d'abord, toute estimation reste sujette à des incertitudes considérables. Deuxièmement, les estimations concernant des filières qui n'ont pas encore été construites à l'échelle industrielle en Grande-Bretagne donneront des résultats vraisemblablement moins sûrs que pour Magnox et A. G. R. Le N. P. A. B. a étudié les questions de coûts sur la base des estimations fournies par le C. E. G. B. et reprises en annexe. Tous les membres sont d'accord pour reconnaître les incertitudes inhérentes à ces estimations mais il semble ressortir nettement que Magnox et A. G. R. constitueraient les choix les plus coûteux alors que P. W. R. serait la solution la meilleure marché sous réserve que nous puissions obtenir des résultats similaires à ceux des constructeurs américains, européens et japonais. C. E. G. B. estime que le prix du P. W. R. est d'un peu plus de 25 % inférieur à celui du S. G. H. W. R., ceci s'appliquant à la partie réacteur d'une centrale, c'est-à-dire 12 % sur le coût total de cette dernière. S. S. E. B. ne pense pas qu'en pratique, la différence serait aussi grande, il ne s'agirait que de 8 à 10 % du prix total de la construction. Néanmoins, les conséquences pourraient en être très appréciables dans le cadre d'un programme important et se répercuteraient sur le prix de l'électricité mais les différences de prix de réalisation seraient compensées par des différences de rendement et de fiabilité en service.

b) COUT TOTAL D'EXPLOITATION

7.3. — Il ne faut pas oublier que vraisemblablement le coût total d'exploitation rendra les centrales nucléaires nettement plus économiques que les centrales fonctionnant au fuel ou au charbon. L'estimation des prix de revient de construction et des durées d'exploitation est peut-être moins sûre que pour les centrales employant des combustibles fossiles mais les difficultés ne nous ont pas manqué pour la réalisation des centrales classiques et actuellement, la pression exercée sur les prix et les possibilités d'approvisionnement en uranium n'est pas aussi importante que pour les combustibles fossiles. Les différences provenant du nombre des centrales classiques réalisées en même temps que chaque réseau d'installation nucléaire auront vraisemblablement une influence plus forte sur le prix de revient d'ensemble que les différences provenant du prix de revient de réalisation des différents types de centrales nucléaires (voir section 8 ci-dessous).

7.4. — Les Electricity Boards ont insisté tout particulièrement sur la nécessité de satisfaire leurs besoins de base sur des moyens de production éprouvés et fiables. En ce qui les concerne, il s'agit là du facteur clé dont l'importance revêt un caractère particulier dans le cas d'une centrale nucléaire en raison de la proportion élevée du coût total que représente l'investissement initial. Une fiabilité insuffisante peut faire rapidement disparaître toute différence apparente de prix de revient de construction des différentes filières. C.E.G.B. estime sur la base des prix de mars 1973 que les dépassements de prévisions pourraient bien être de l'ordre de 50 millions de livres pour un réacteur entièrement nouveau, que des retards pourraient coûter 3,5 millions de livres par mois pour une unité de 1300 mégawatts et que si la puissance prévue ne pouvait être atteinte à titre définitif (par exemple, au cas où le réacteur une fois en service serait reconnu être d'une puissance nominale inférieure aux prévisions), la perte de production représenterait 200 livres par kilowatt dans la valeur actuelle. A titre d'exemple, C.E.G.B. estime que pour les A.G.R., le coût du combustible nécessaire pour compenser la production d'électricité perdue du fait des retards dépassera l'investissement initial estimé à l'origine.

7.5. — Le rendement fourni jusqu'à ce jour par de telles installations donne une preuve directe de leur fiabilité, l'importance du risque de comportement de qualité inférieure d'une installation nouvelle dépendra de l'importance et de la nature des extrapolations. Si des paramètres tels que pressions et températures

sont augmentés et si des matériaux nouveaux sont utilisés, des risques nouveaux se trouveront introduits et ne pourront être évalués avec certitude tant qu'il n'y aura pas expérience acquise en exploitation. Même si la dimension seule des installations augmente, les risques encourus au cours de la période de mise en route seront plus grands. Le rendement du combustible est moins important que la fiabilité des composants étant donné que le combustible est renouvelé tous les trois à cinq ans et que l'on a en permanence la possibilité d'apporter des améliorations.

7.6. — Dans le cas où il s'agit d'une filière dont l'utilisation industrielle constitue une nouveauté en Grande-Bretagne, il y a également lieu de connaître le délai dans lequel les industries britanniques pourront réaliser les installations de fabrication nécessaires donnant les assurances de qualité indispensables.

i) P. W. R.

7.7. — Des P. W. R. Westinghouse représentant une puissance de 13 watts sont en service et les installations similaires représentant une puissance de 115 gigawatts sont en commande, ces chiffres sont supérieurs à ceux correspondant à n'importe quelle autre filière. Il existe actuellement vingt-cinq installations Westinghouse en service, la première d'entre elles à Shippingport fonctionnant depuis seize ans. Quinze de ces centrales ont des puissances d'un ordre de grandeur égal ou supérieur à 500 mégawatts. Plus de quatre-vingts années d'expérience de fonctionnement des circuits ont été accumulées avec ces grandes unités qui, pour la plupart, possèdent des composants principaux similaires à ceux adoptés pour les réacteurs plus récents à quatre circuits. Trente-trois unités du type 1150 N. W. à quatre boucles proposées par le C. E. G. B. ont été commandées, la première d'entre elles devant être mise en service en 1976 et dix avant 1980. Tout ceci avant que la première installation réalisée en Grande-Bretagne puisse atteindre le stade de la mise en service. Il existe également deux P. W. R. à quatre circuits qui fonctionnent déjà et dix doivent démarrer en 1975 en utilisant des combustibles générateurs de vapeur et pompes similaires mais avec quelques différences de puissance. Seuls les L. W. R. ont permis d'acquérir une expérience de réacteurs de cette dimension. En fait, la proposition de P. W. R. concerne un modèle de la troisième génération mais dont la technologie de base n'a pas changé et au cours de cette évolution, les pressions et températures nominales du P. W. R. sont restées pratiquement identiques, les matériaux employés étant les mêmes pour les installations de la seconde et de la troisième génération. La construction des P. W. R. a connu des délais et des difficultés comme ce fut le cas pour les autres filières. Les principaux problèmes rencontrés actuellement dans l'exploitation des installations concernent le carburant et les chaudières.

Ces mêmes problèmes se poseraient pour toute autre filière bien que selon S. S. E. B. ils n'auraient pas la même importance dans le cas du S. G. H. W. R. sauf en ce qui concerne la technologie de l'eau lourde. Mais Westinghouse prévoit sans ambiguïté de fournir une assistance dynamique et permanente appuyée par l'expérience. En France et au Japon, il a été démontré que les méthodes de fabrication et de contrôle de qualité de Westinghouse pouvaient être efficacement exportées à l'étranger. C. E. G. B. et N. N. C. considèrent que le P. W. R. est plus éprouvé aussi bien en matière de fabrication que d'exploitation que toute autre filière actuelle. Leur opinion est que les risques de mauvais rendement d'un P. W. R. sont nettement inférieurs à ceux de tout autre type de réacteur. L'expérience acquise avec toutes les filières nucléaires montre qu'il est continuellement nécessaire de résoudre des problèmes, cela au fur et à mesure qu'ils se présentent — et ils se présenteront. Le P. W. R. a fait l'objet depuis plus de vingt ans d'efforts techniques de développement plus importants que n'importe quel autre procédé. S. S. E. B. exprime la crainte que des problèmes importants restent néanmoins encore à résoudre et puissent conduire à de nouvelles modifications susceptibles de retarder la construction et la mise en service.

ii) S. G. H. W. R.

7.8. — Il n'existe aucune preuve directe de réalisation et d'exploitation à l'échelle industrielle mais, par contre, l'on dispose de plusieurs facteurs importants concernant l'évaluation du risque entraîné par le passage à la commande industrielle en l'absence d'installation de démonstration à l'échelle industrielle. Les paramètres et une grande partie de la technologie de base du S. G. H. W. R. sont similaires à ceux du B. W. R. (réacteur à eau bouillante). L'expérience du prototype de Winfrith est plus significative que celle du petit A. G. R. expérimental de Windscale ne l'était lorsque l'on prit la décision de passer à un programme industriel A. G. R.

Il s'agit d'une installation plus importante (100 mégawatts au lieu de 34 mégawatts) qui a fonctionné avec succès pendant six ans et qui possède un plus grand nombre de points communs avec une installation industrielle en raison de sa construction modulaire; ce prototype a été étudié pour reproduire les conditions d'exploitation d'une installation commerciale et par exemple, l'ensemble du circuit de tubes sous pression et de combustibles est similaire à ce qui serait nécessaire pour une puissance nominale pouvant aller jusqu'à 1 300 mégawatts. Le combustible du S. G. H. W. R. n'a pas encore atteint le degré de combustion maximum mais son comportement est bon. Les conditions de service sont moins dures que pour n'importe quel L. W. R., dans le cas du B. W. R., parce que la pression du réfrigérant est plus faible et son taux de combustion est plus bas. L'expérience acquise au Canada avec *Candu* est également importante, par exemple, en ce qui concerne la fabrication de l'élément chauffant et des tubes sous pression. Les Canadiens ont rencontré des difficultés considérables avec leurs premières installations mais l'expérience de la construction de Pickering fut une réussite, de même que l'exploitation jusqu'à ce jour. Il est évident que le risque de passer directement à des commandes industrielles de S. G. H. W. R. serait d'autant supérieur que la commande serait passée avant qu'une expérience d'exploitation réelle ait été acquise, c'est-à-dire, au mieux 1981-1982. Sur la base de propositions de S. S. E. B., des engagements devraient être initialement pris pour environ 5 gigawatts. Toute chose égale d'ailleurs, C. E. G. B. désire construire des unités importantes (1 150 à 1 300 mégawatts) les considérant comme moins coûteuses mais passer directement d'un prototype de 100 mégawatts à de telles dimensions constituerait une extrapolation très importante dans le cas du S. G. H. W. R. Certains des membres pensent qu'il serait plus raisonnable de commencer par une unité de 600 à 660 mégawatts, puis de passer aux dimensions supérieures au fur et à mesure de l'acquisition de l'expérience nécessaire. La proposition faite en 1971 par Stakeness concernait une unité de 660 mégawatts. Depuis cette époque, des travaux ont été entrepris à la fois pour mieux définir le projet 660 mégawatts et pour établir un projet d'unité 1 300 mégawatts, les deux installations présentant des points communs.

c) CRÉATION DE LA CAPACITÉ INDUSTRIELLE

7.9. — Jusqu'à l'heure actuelle, un élément expérimental considérable a fait partie de notre programme nucléaire. Il est évident sur la base de notre expérience passée que le fait pour la Grande-Bretagne de réaliser avec succès le passage à une dépendance de l'énergie nucléaire nécessitera une base industrielle capable de fabriquer les composants et de construire les systèmes nucléaires d'alimentation en vapeur dans les délais et avec le rendement et le prix de revient fixés. Il n'existe pas actuellement d'industrie de base de cette nature sauf en ce qui concerne la fabrication du combustible. La continuité des commandes et des modèles n'a pas été suffisante, aucune commande de centrale nucléaire n'a été passée depuis 1970. Une base industrielle est également nécessaire pour que la Grande-Bretagne ait des perspectives raisonnables de s'assurer des affaires à l'exportation.

7.10. — Pour constituer cette base, l'industrie doit avoir confiance dans une stabilité et une régularité suffisantes du programme nucléaire (à long terme, sur la base d'au moins 2,5 gigawatts par an) pour assurer l'emploi ininterrompu des

personnels d'étude et de gestion des projets et pour permettre aux fabricants des composants d'effectuer les investissements nécessaires en personnels qualifiés et en installations de fabrication mais ceci dans une mesure qui ne doit pas imposer de contraintes exagérées à nos ressources.

7.11. — Une autre condition à laquelle tous les membres attachent une grande importance est de choisir des filières dont la conception permette la fabrication répétitive de composants afin d'améliorer les échéanciers d'étude de fabrication et de montage ainsi que le rendement et également, de réduire les frais de construction. Effectuer des travaux de précision et assurer le contrôle de qualité est plus difficile sur le chantier qu'en usine et, en général, les travaux de construction sont par leur nature même plus exposés aux risques de retard et d'augmentation des coûts. A cet égard, les réacteurs à réfrigérant-eau sont largement supérieurs à Magnox et à A.G.R. dont la proportion de fabrication et de montage sur le chantier est importante. Bien que des travaux supplémentaires soient encore nécessaires, Westinghouse a accompli des progrès considérables vers des modèles normalisés et des installations de fabrication industrielle normalisée, au cours de vingt années de mise au point du P.W.R. Lors de la mise au point de nouvelles filières, les fabricants devront de même étudier la fabrication de composants normalisés et procéder à la mise en place des installations nécessaires. Sous cet aspect industriel, le S.G.H.W.R. doit être considéré comme une filière nouvelle malgré la possibilité qui s'offre à nous de profiter de l'expérience canadienne de fabrication des composants acquise grâce à *Candu* et qui pourrait être utilisée pour normaliser la fabrication du S.G.H.W.R. Néanmoins, quelques années s'écouleront avant qu'il puisse s'agir d'un procédé industriel entièrement au point ainsi que l'expérience l'a montré dans le cas du L.W.R.

7.12. — Les fabricants de composants pour l'industrie nucléaire seraient touchés par l'abandon de la technologie du réfrigérant gaz, aussi bien dans le cas du S.G.H.W.R. que dans celui du P.W.R. Néanmoins, ils devraient, d'une manière générale, être capables de contribuer à un programme concernant l'une ou l'autre de ces filières bien que dans les deux cas et en particulier, dans celui du P.W.R., la nature exacte de la fabrication des composants doit être déterminée dans le contexte d'arrangement de coopération internationale. Pour des programmes de dimension comparable, il semble que un S.G.H.W.R. nécessiterait vraisemblablement moins d'investissements de la part des fabricants de composants mais il y aurait d'autre part, l'investissement nécessité par une installation d'eau lourde (voir paragraphe 7.22 ci-dessous).

d) MOYENS

7.13. — L'une des faiblesses de la Grande-Bretagne a été, dans le passé, d'avoir tenté de faire trop et d'avoir éparpillé nos moyens en matière de recherche et développement et de gestion industrielle.

7.14. — Le N.P.A.B. dans son ensemble n'est pas convaincu du fait que la preuve a été apportée qu'il y avait lieu de poursuivre notre voie technologique propre, le H.T.R., même si nous possédions les moyens nécessaires. Le C.E.G.B. appuierait une proposition concernant une installation H.T.R. de démonstration et ceci, spécialement sur la base d'une coopération internationale et sans y incorporer nécessairement toutes les particularités du modèle H.T.R. actuel. Tous les membres sont d'accord sur l'avis donné par A.E.A. aux termes duquel nous ne disposerions pas des moyens nécessaires à déployer des efforts appréciables pour le H.T.R. — même en coopération internationale — si nous avons d'autre part, un programme S.G.H.W.R. et poursuivons nos efforts concernant le réacteur à neutrons rapides. Si nous nous engageons en première priorité sur le S.G.H.W.R., nous ne pourrions nous permettre de courir le risque d'une impasse simultanée avec le H.T.R. La plupart des membres pensent qu'il n'y aurait pas le même

degré d'opposition entre une stratégie P.W.R./H.T.R. parce que nous adopterions alors une filière beaucoup plus au point avec le P.W.R. et n'aurions à consacrer que moins d'efforts à la recherche et développement et aux essais : S.S.E.B. n'est pas d'accord sur ce point (voir paragraphe 5.3 ci-dessus).

7.15. — Notre expérience de la technologie du réfrigérant-gaz serait d'une valeur considérable pour un développement international ultérieur du H.T.R. Si nous désirions poursuivre avec le H.T.R. et possédions les moyens de le faire, ceci plaiderait en faveur de l'institution rapide de liaisons à l'échelle internationale afin de nous permettre de capitaliser notre expérience.

e) LA COOPÉRATION INTERNATIONALE

7.16. — Les avantages de la coopération internationale proviennent de l'élargissement de la base d'action du partage des frais des installations et de l'expérience pendant toutes les études de recherche et développement du projet et les étapes de mise en œuvre et d'exploitation de l'accès aux connaissances acquises par une expérience plus large de la solution des problèmes, de la rationalisation de la fabrication des composants assurant des économies par la fabrication à plus grande échelle. Cette coopération devrait englober la recherche et le développement ainsi que les producteurs d'électricité et des industriels - N.N.C., ainsi que les fabricants de combustibles et de composants. Certains arguments plaident fortement pour l'adoption de filières qui se trouvent dans le courant principal de l'évolution des réacteurs afin de profiter des avantages qu'il y a à se joindre à la communauté technique la plus importante possible. Ce point de vue doit être évalué par comparaison avec la nécessité première de choisir les filières convenant le mieux aux besoins de notre marché intérieur.

7.17. — La question de coopération s'applique non seulement à la réalisation de nouvelles filières — H. T. R. et réacteur à neutrons rapides — pour lesquelles la dimension du marché intérieur et les perspectives d'exportation ne justifieraient pas que la Grande-Bretagne lance seule l'entreprise, mais également à nos besoins plus immédiats. L'engagement de moyens de recherche et développement dans le domaine nucléaire, le coût et les difficultés qu'il y a à mettre en œuvre et à effectuer les essais de procédés nouveaux sont si importants qu'il ne semble pas qu'il soit raisonnable pour un pays quel qu'il soit de les supporter seul.

i) P. W. R.

7.18. — Dans le cas du P. W. R., une licence Westinghouse fournirait à N. N. C. et aux Electricity Boards information et expérience basées sur des travaux très importants effectués au cours de nombreuses années aux Etats-Unis et à l'étranger. L'on disposerait également de la possibilité de coopération avec la France et d'autres organismes européens pour la mise en place d'installations industrielles coordonnées concernant la fabrication des composants. Il se peut que l'époque actuelle offre des possibilités uniques à ce sujet ; en cas d'arrangement quelconque de ce type, il serait important d'avoir l'assurance que les fabricants britanniques de composants disposent des possibilités de participation convenables.

ii) S. G. H. W. R.

7.19. — Au cas où nous adopterions le S. G. H. W. R., notre intérêt serait de négocier les arrangements avec les Canadiens qui considéreraient également qu'il y va de leur intérêt ; ces arrangements couvriraient la coopération concernant l'eau lourde, les fabrications industrielles et la recherche et développement.

f) BALANCE DES PAIEMENTS

7.20. — Au point de vue de la balance des paiements, le facteur principal est constitué par les besoins en combustibles fossiles des Electricity Boards. Le rythme de réalisation différent des diverses filières nucléaires (voir section 8) conduit à des écarts très importants des besoins en combustibles fossiles dont le coût se répercutera sur la balance des paiements. Ceci compenserait largement les frais correspondant à l'importation de composants ou à des droits de licence pour une filière donnée.

i) P. W. R.

7.21. — En ce qui concerne le P. W. R., N. N. C. pense qu'étant donné la coopération industrielle proposée avec la France, un solde net des exportations et importations pourrait être atteint après le troisième réacteur, mis à part les droits de licence versés à Westinghouse pour le réacteur lui-même et le combustible qui représentent 1 à 2 % du prix d'une centrale. Pour les deux premiers réacteurs, il y aurait déficit de la balance des paiements, de l'ordre de 15 à 25 millions de livres pour le premier et moins pour le second. Plus, dans les deux cas, les droits de licence payés à Westinghouse et quelques versements peu importants pour formation de personnels, etc.

ii) S. G. H. W. R.

7.22. — Pour les premières centrales S. G. H. W. R. au moins, il est vraisemblable que l'eau lourde et certains matériaux devraient être importés et l'estimation de leur coût est d'environ 15 millions de livres par centrale. Si le programme S. G. H. W. R. est important, il serait probablement rentable de construire notre propre usine d'eau lourde mais une installation économiquement valable nécessiterait un programme annuel d'environ 2 000 mégawatts de S. G. H. W. R. nécessitant environ 400 tonnes d'eau lourde ou bien il faudrait trouver un arrangement avec le Canada qui absorberait notre production excédentaire. Le coût d'une installation de 400 tonnes pourrait être d'environ 50 à 80 millions de livres, le délai de réalisation est estimé à quatre ou cinq ans.

g) EXPORTATIONS

7.23. — L'exportation de réacteurs complets de Grande-Bretagne constituera une tâche très difficile quelle que soit la filière choisie et, d'une manière générale, ne serait possible que pour des pays dépourvus de possibilités locales. Toutes les ventes à l'exportation de réacteurs ont concerné jusqu'à présent les L. W. R., à l'exception de deux Magnox vendus au Japon et en Italie par la Grande-Bretagne, de quatre *Candu* (Inde, Pakistan et Argentine), avec prise d'intérêt dans plusieurs autres pays et d'un réacteur à eau lourde d'une conception maintenant abandonnée vendu par l'Allemagne à l'Argentine. Sauf si les L. W. R. rencontraient des difficultés très sérieuses, il est réaliste de s'attendre à ce qu'ils maintiennent leur position établie sur les marchés d'exportation et avec la base très large que constitue l'appui du marché intérieur américain, que leur prix sera très compétitif au point de vue économique. Il peut s'avérer difficile de transférer les intérêts acquis dans le S. G. H. W. R. en affaires fermes tant qu'une expérience d'exploitation n'aura pas été acquise, ce qui signifie pas avant 1981-1982. Beaucoup des pays qui présenteraient un potentiel pour le S. G. H. W. R. demanderont probablement que la vente soit assortie d'une aide ou de dispositions spéciales concernant le crédit. Néanmoins, les exportations britanniques de combustibles nucléaires et de services sont déjà substantielles et en augmentation et c'est dans ce domaine des composants nucléaires que se trouve le potentiel le plus important. N. N. C. pense que la position acquise en cas de fourniture de P. W. R. à C. E. G. B. lui donnerait de fortes chances en matière d'étude et de services techniques lors des commandes de P. W. R. par des pays étrangers.

8. — Equilibre entre centrale nucléaire et centrale à combustibles fossiles.

8.1. — L'équilibre entre les centrales à combustibles fossiles et les centrales nucléaires sera déterminé par plusieurs facteurs parmi lesquels leur coût relatif, ce qui implique la notion de rythme de croissance raisonnable des commandes de centrales nucléaires. Ce rythme varie d'une filière à l'autre et dépend du degré de confiance que l'on peut placer dans une filière donnée pour une commande en série.

8.2. — Sur la base des coûts relatifs prévus, les Electricity Boards s'attendent à une croissance rapide du nombre des centrales nucléaires.

8.3. — Le N. P. A. B. a demandé l'avis du Ministère de l'Energie au sujet du coût des combustibles fossiles et de leur possibilité d'approvisionnement. Selon le Ministère, un programme important de construction de centrales à combustibles fossiles serait parfaitement possible. La nature exacte du combustible dépendrait de la production britannique de charbon, de l'usage fait du pétrole ou du gaz de la mer du Nord et de l'énergie importée. En pratique, une grande partie de ces centrales devrait utiliser le fuel. Une augmentation de l'importance du programme concernant les centrales à combustibles fossiles aurait pour conséquence d'ajouter à nos importations ou de diminuer nos exportations de combustibles.

8.4. — Selon le Ministère, il est particulièrement difficile de prévoir dans les circonstances actuelles quel sera le coût des combustibles fossiles en 1980 et au-delà ; 2,25 millions de tonnes d'équivalent charbon (m. t. c. e.) de combustibles fossiles seraient nécessaires chaque année aux coefficients de charge vraisemblables pour 1 gigawatts de capacité installée de production d'électricité à partir de combustibles fossiles et non nucléaires. En 1985, le coût de 2,5 m. t. c. e. de combustibles fossiles devrait être de 30 à 40 millions de livres sur la base, pour l'année considérée, d'un prix F. O. B. du pétrole de 6 à 8 dollars le baril, le tout étant exprimé en prix du mois de mars 1974.

8.5. — Si l'on étudie l'équilibre entre installation nucléaire et installation à combustibles fossiles, il y a lieu de ne pas oublier que cet équilibre est déjà fixé au moins jusqu'à l'hiver 1981-1982 car nous ne pouvons espérer que les commandes de centrales nucléaires apportent au mieux une contribution quelconque à la fourniture d'énergie électrique avant cette date. La construction durerait vraisemblablement cinq à six ans pour une filière bien connue, et ceci, d'après les réalisations étrangères, mais ce délai est nettement plus réduit que ceux que la Grande-Bretagne a réalisés jusqu'à présent pour ses propres programmes de constructions nucléaires. De plus, il serait prudent d'ajouter une année supplémentaire pour les deux ou trois premières unités d'une filière connue mais nouvelle en Grande-Bretagne au stade industriel et plus encore pour une installation de démonstration d'une filière nouvelle ou une installation ayant entraîné des études nouvelles importantes.

TAUX DE MULTIPLICATION ADMISSIBLE DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

8.6. — Les précédents ont montré l'imprudence qu'il y avait à s'attendre à ce que les conditions techniques restent constantes en cas d'extrapolation de prototypes à échelle réduite vers des dimensions industrielles et à passer commande sur une échelle importante sans avoir acquis une expérience d'exploitation. Au point de vue des Electricity Boards, la solution prudente serait, pour une filière qui n'a pas fait ses preuves, de commander une très petite quantité — au maximum deux réacteurs de dimension industrielle — tant que l'on n'a pas acquis une

expérience suffisante permettant de passer la commande de série et de ne considérer qu'une partie de ces commandes d'installations de démonstration comme une capacité susceptible d'être certainement utilisée.

C'est dans ces conditions que C. E. G. B. a proposé de poursuivre le programme H. T. R. N. N. C. a également fait connaître son désir de réaliser des centrales sur la base de filières n'ayant pas encore fait leurs preuves dans le cadre de contrats de prototypes.

8.7. — La coopération internationale pour l'étude et la construction de filières semblables est susceptible d'aider à donner rapidement confiance dans la solution choisie.

8.8. — Les modifications apportées avec le temps aux modèles industriels et les augmentations de dimension des réacteurs introduiront naturellement de nouveaux éléments de risque mais qui devraient être moins importants en fonction d'une plus grande interchangeabilité des composants et d'une augmentation plus faible des dimensions.

i) *Réfrigérant-gaz.*

8.9. — Pour une raison ou une autre (voir paragraphe 5.1 ci-dessus), aucun des réacteurs à réfrigérant-gaz ne convient actuellement aux programmes principaux des Electricity Boards.

ii) *P. W. R.*

8.10. — Il existe des divergences de vues entre les membres au sujet de la rapidité de mise en œuvre d'un programme P. W. R. Etant donné l'expérience acquise par cette filière dans le monde entier et son stade de développement, C. E. G. B., N. N. C. et certains autres membres considèrent qu'au point de vue technique, P. W. R. convient pour commande immédiate.

Néanmoins, l'étude des questions de sécurité devrait être menée à bien à sa satisfaction par l'inspection des installations nucléaires et il se peut qu'il y ait une période de difficultés et d'ajustements de l'industrie lors de l'assimilation des nouvelles réalisations et des nouveaux concepts de fabrication, ce qui est vraisemblable dans le cas de toute solution nouvelle. Si C. E. G. B. et N. N. C. devaient aller de l'avant comme proposé, exécutant la plus grande quantité possible de travaux préparatoires pendant la durée de l'examen des questions de sécurité, C. E. G. B. et N. N. C. pensent pouvoir réaliser 16 gigawatts en 1985-1986 et ensuite, être en mesure de satisfaire à toutes les augmentations de capacité nécessitées par la croissance de la charge des Electricity Boards sous réserve que l'Inspection des installations nucléaires ne demande pas de modifications majeures et compte tenu de l'appui que Westinghouse a clairement promis de donner. Si C. E. G. B. et N. N. C. n'étaient pas laissés libres de prendre les dispositions préparatoires nécessaires à un programme avant la délivrance des autorisations concernant la sécurité, les installations pourraient se trouver réduites à 13 gigawatts pour 1985-1986, ce qui conduirait à un maximum de mise en service de 39 à 41 gigawatts en 1990-1991 pour l'ensemble de la Grande-Bretagne. Cependant, S. S. E. B. considère qu'un premier programme P. W. R. devrait être plus limité en raison des incertitudes subsistant sur cette technologie et les difficultés de transfert en Grande-Bretagne des fournitures et de l'expérience de fabrication.

8.11. — N. N. C. pense que certaines modifications concernant la sécurité pourraient si nécessaire être incorporées sans retarder la construction ou influencer la fiabilité de base du procédé. Il serait possible de faire appel au programme très important de recherche et développement de Westinghouse, à l'expérience de cette société et à l'appui promis en matière de fabrication et de construction. La situation pourrait être différente si l'inspection des installations nucléaires exigeait que des modifications soient apportées au circuit primaire.

8.12. — Si, contrairement à leur attente, l'Inspection des installations nucléaires ne pouvait donner l'autorisation d'exploitation au P.W.R., C.E.G.B. et N.N.C. perdraient les dépenses engagées en fonction de leur proposition pour les travaux préparatoires réalisés pendant le reste des études de sécurité. A la fin de 1975, la dépense totale se sera montée à 20 millions de livres environ dont la moitié pour étude et établissement des cahiers des charges, programme technique et sécurité pour un prix de revient de construction d'environ 300 millions de livres en ce qui concerne la première centrale à deux réacteurs, ceci en prix du mois de mars 1973.

iii) S.G.H.W.R.

8.13. — Le S.G.H.W.R. ne convient pas actuellement pour des commandes de série en raison d'incertitudes techniques et commerciales. Le processus industriel de réalisation d'un réacteur d'une puissance minimum de 600 mégawatts n'a pas encore été déterminé et ce dernier serait nécessaire pour permettre la fabrication répétitive de composants normalisés de haute qualité. Dans ce cas également, il y a divergence de vues entre les membres en ce qui concerne le délai dans lequel le programme pourrait se développer. S.S.E.B. suggère pour l'ensemble du pays une puissance totale de 5 gigawatts représentée par des réacteurs de 600 mégawatts réalisés au cours des quatre années à venir. Selon S.S.E.B., les risques d'un programme de cette importance seraient acceptables, le premier réacteur pourrait entrer en service vers 1981-1982 et l'ensemble des 5 gigawatts de capacité en 1985-1986. Par la suite, l'opinion de S.S.E.B. est qu'il serait possible de mettre en service 2,5 à 3,5 gigawatts par an pour l'ensemble du pays si l'expérience du programme initial est satisfaisante ; cela signifierait 13 à 18 gigawatts supplémentaires pour les cinq années 1986-1987 à 1990-1991. A cette date, la capacité totale mise en service sur cette base serait de 18 à 23 gigawatts.

8.14. — C.E.G.B. considère que ce programme est beaucoup trop risqué, étant donné le manque de maturité de cette filière. L'opinion de C.E.G.B. est, qu'avec le S.G.H.W.R., le rythme des mises en service ne sera pas beaucoup plus rapide qu'avec H.T.R. si l'on désire éviter les risques pris avec A.G.R. D'autre part, pour un programme destiné à se poursuivre au cours des années 1980, il serait plus juste de passer dans la gamme de 1320 mégawatts et de considérer qu'une première installation de démonstration pourrait être commandée en 1976 avec comme objectif une mise en service en 1982. Une commande d'un second réacteur de démonstration suivrait en 1978 avec objectif de mise en service en 1985. Cela permettrait d'acquérir l'expérience nécessaire pour redresser les défauts constatés lors de la phase initiale de la construction du premier réacteur et assurerait la continuité de l'emploi des équipes d'étude et de construction jusqu'au moment où il serait passé commande pour le premier réacteur industriel.

Selon C.E.G.B., ce n'est pas avant les années 1980 que nous pourrions étudier ces commandes de série avec la prudence nécessaire au point de vue commercial. Si l'ensemble des programmes de construction se déroule convenablement, il serait alors possible de passer commande à un rythme similaire à ce que C.E.G.B. croit possible pour les P.W.R. mais le point de départ se situerait six années environ plus tard. Sur cette base, il serait difficile de mettre plus de 10,5 à 12,5 gigawatts en service en 1990-1991 pour le réseau C.E.G.B., la plus grande partie démarrant après 1985-1986. D'autres installations pourraient être mises en place en Ecosse.

8.15. — D'après l'avis de N.N.C., le rythme plus lent proposé par C.E.G.B. serait plus sage.

8.16. — L'on verra ci-dessous qu'un programme nucléaire basé sur le S.G.W.R. nécessiterait vraisemblablement la construction d'un plus grand nombre de centrales utilisant les combustibles fossiles qu'un programme basé sur le P.W.R., ceci en raison du délai plus long qui s'écoulerait avant que le S.G.H.W.R. soit prêt pour de véritables commandes en série. Sur cette base, les quantités

supplémentaires des combustibles fossiles nécessaires pourraient être très importantes, leur coût annuel pouvant atteindre 500 millions de livres en 1985-1986 et augmentant au cours des années suivantes pour atteindre éventuellement un milliard de livres en 1990-1991 bien que le prix pratiqué au consommateur puisse être réduit dans une certaine mesure (20 % environ) du fait de l'investissement plus faible exigé par les centrales employant les combustibles fossiles. D'autres dépenses de cette importance présenteraient des conséquences sérieuses pour des prix de revient de notre production d'énergie et pour notre balance des paiements. Cependant, toute tentative d'estimation des quantités et des prix du combustible fossile supplémentaires nécessaires et de comparaison du coût d'ensemble des programmes basés sur chacune des deux filières prises individuellement, comporte des incertitudes susceptibles d'influencer les deux facteurs qui pourraient, en pratique, conduire à un coût annuel plus faible. De plus, alors que l'engagement sur la filière choisie doit être bien défini lorsque l'on envisage le moyen terme, les décisions immédiates ne doivent pas être vues sous l'angle de la détermination de l'importance du programme de commande nucléaire ou du type de réacteur pendant l'ensemble de la période étudiée, c'est-à-dire, pour les installations destinées à être mises en service jusqu'en 1990-1991. Tout ceci doit faire l'objet des décisions successives prises en fonction des prévisions de croissance de la charge, de l'équilibre des avantages entre centrales nucléaires et centrales à combustibles fossiles et de l'expérience acquise avec les installations existantes qui guidera les commandes passées au cours des années à venir. Par exemple :

— dans le cas des réacteurs à réfrigérant-gaz, l'on aura en 1977-1978 trois à quatre ans d'expérience d'exploitation du prototype H. T. R. de Fort Saint-Vrain et à l'étranger, d'une certaine expérience de la construction des premiers H. T. R. industriels. Nous devrions également alors posséder deux ou trois ans d'expérience d'exploitation des premiers A. G. R. mais peu ou pas d'expérience d'exploitation des derniers modèles ;

— en ce qui concerne le P. W. R., nous espérons savoir à la fin de 1975 s'il est susceptible de satisfaire à nos conditions de sécurité et d'autorisation d'exploitation. En plus des études effectuées par notre Inspection des installations nucléaires, les programmes de recherche concernant la sécurité sont en cours aux Etats-Unis et dans d'autres pays et devraient donner des résultats appréciables au cours de cette période, de plus, une expérience d'exploitation importante aura été acquise ;

— au cas où le S. G. H. W. R. serait adopté pour nos prochaines commandes de centrales nucléaires, les Electricity Boards devraient commencer à recevoir à partir de 1978 des informations provenant de la construction des premières unités et être en mesure de mettre à jour leurs évaluations des risques techniques et commerciaux qu'entraîneraient de nouvelles commandes, ils seront dans une meilleure position pour juger de la hâte à apporter au placement de nouvelles commandes.

9. — Résumé des stratégies.

9.1. — N. P. A. B. est d'avis que notre stratégie des réacteurs thermiques doit se dérouler dans le contexte de la poursuite de nos efforts concernant le réacteur à neutrons rapides, efforts qui se déroulent en coopération avec d'autres pays qui se trouvent en position avancée dans ce domaine. En ce qui concerne les réacteurs thermiques, N. P. A. B. est d'avis de réduire le nombre des options parmi lesquelles il y a lieu de choisir les programmes nucléaires à venir au P. W. R. et au S. G. H. W. R., mais n'a pu définir une recommandation unanime indiquant lequel constituerait la meilleure base pour l'avenir :

— adopter le P. W. R. sous licence Westinghouse ainsi que le proposent C. E. G. B. et N. N. C. dans le cadre d'accords industriels avec la France et d'autres entreprises européennes. C. E. G. B. et N. N. C. tirent argument du fait que l'industrie britannique

de fabrication se trouverait ainsi placée dans le courant principal de l'activité nucléaire mondiale, qu'elle retrouverait sa vigueur par la fabrication d'installations ayant fait leurs preuves à l'échelle industrielle et que tout ceci permettrait à l'effort de développement de rester concentré sur le H. T. R. et le réacteur à neutrons rapides. Sur la base d'études propres et de l'accueil réservé dans le monde entier aux P. W. R., l'opinion de C. E. G. B. et de N. N. C. est que l'Inspection des installations nucléaires considérera l'installation comme satisfaisante et à leur avis, il serait possible de multiplier rapidement les installations nucléaires. Néanmoins, plusieurs autres membres du N. P. A. B. insistent sur l'importance qu'il y a à conserver la confiance du public vis-à-vis de l'énergie nucléaire et font remarquer des doutes qui ont été exprimés sur les deux versions du L. W. R. Leur opinion est que l'Inspection des installations nucléaires autorisera finalement le P. W. R., mais ils sont réticents pour tout engagement dans la voie P. W. R. avant que l'agrément de sécurité ait été donné et au cas où le P. W. R. constituerait notre choix principal, ils pensent que la Grande-Bretagne devrait continuer à travailler sur une alternative qui jouerait le rôle d'assurance. Il pourrait s'agir du S. G. H. W. R. qui constituerait la meilleure hypothèse mais ceci remettrait à nouveau en cause un effort substantiel sur le H. T. R., tout au moins dans la période initiale. Certains membres, y compris le S. S. E. B., croient également à des difficultés très supérieures à l'estimation de C. E. G. B. et de N. N. C. pour assimiler avec succès et en peu de temps la technologie nouvelle, le mode de conception et les normes de fabrication qui font partie du P. W. R. d'où leur doute sur la possibilité de le réaliser aussi rapidement que C. E. G. B. et N. N. C. le croient, de même, un effort important pour le H. T. R. serait-il possible en parallèle avec le P. W. R. mieux qu'avec le S. G. H. W. R. ;

— adopter S. G. H. W. R. et mettre en œuvre un programme aussi rapidement que possible dans la mesure où la prudence le permet. S. S. E. B. propose cette option qui est appuyée par certains des autres membres du N. P. A. B. Nous devrions coopérer avec le Canada. L'expérience du prototype de Winfrith a été satisfaisante et le Canada possède une expérience de la réalisation industrielle et de l'exploitation du procédé *Candu* à tubes sous pression et à l'eau lourde. Dans ce cas, l'on ne posséderait pas non plus les moyens d'un effort substantiel vers le H. T. R. L'inspection des installations nucléaires pourrait par prudence poursuivre son examen des questions générales de sécurité du L. W. R. jusqu'à leur conclusion. C. E. G. B. et certains des autres membres du N. P. A. B. pensent que la sélection du S. G. H. W. R. aurait des implications graves pour l'avenir de l'énergie nucléaire en Grande-Bretagne. Selon eux et étant donnée l'expérience des premières centrales nucléaires, il est d'importance vitale de ne pas sous-estimer les difficultés qu'il y a à réaliser un réacteur industriellement viable à partir d'un prototype. Personne n'a aucune expérience de la construction et de l'exploitation de S. G. H. W. R. de dimension industrielle et, de plus, cette voie implique de constituer une capacité industrielle en dehors du cours principal de l'expérience internationale. Nous devons, de plus, procéder en temps utile à la mise en place de notre propre installation de production d'eau lourde. De plus, le C. E. G. B. pense que le S. G. H. W. R. diminuerait l'effort de développement britannique concernant le H. T. R., procédé qui possède selon le C. E. G. B. un potentiel à long terme supérieur à celui des réacteurs à eau, ce qui est également l'opinion de plusieurs producteurs d'énergie électrique nucléaire. De plus, C. E. G. B. ne pense pas qu'une décision de commande en série du S. G. H. W. R. puisse être prise avec prudence avant 1980 au plus tôt et aucune expérience d'exploitation ne pourra être acquise avant 1982. Ceci implique un développement plus lent de l'énergie nucléaire qu'il ne serait possible avec le P. W. R. et augmentera de manière importante notre dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles. Il est difficile de donner des chiffres. Le C. E. G. B. pense que ceci aurait une influence défavorable importante sur notre balance des paiements des années 1980, que ce soit du fait de nouvelles importations de combustibles fossiles ou par abandon des rentrées de devises étrangères provenant des ventes de combustibles fossiles britanniques. En ce qui concerne la balance des paiements et les implications économiques d'un programme basé uniquement sur

le S.G.H.W.R., plusieurs membres suggèrent que l'opinion P.W.R. n'a pas à être éliminée s'il ressort que le Gouvernement peut être prêt à étudier des commandes de P.W.R. suite à l'étude des conditions de sécurité de l'Inspection des installations nucléaires et à la lumière de ses conclusions. A la lumière d'une expérience internationale des P.W.R. de plus grande dimension et de la construction de S.G.H.W.R. de dimension industrielle, l'on pourrait décider, s'il y a lieu, de compléter le S.G.H.W.R. par un programme P.W. afin d'obtenir une augmentation plus rapide du nombre des centrales nucléaires, ce qui pourrait réduire substantiellement nos besoins en combustibles fossiles et donc le coût de l'électricité. Toute considération de cet ordre ne devant néanmoins pas pouvoir détourner d'un engagement total sur un programme S.G.H.W.R.

ESTIMATION DE L'INVESTISSEMENT ET DU COUT TOTAL D'EXPLOITATION

1. — Les estimations suivantes ont été établies par C.E.G.B. sur la base des connaissances disponibles au début des travaux du N.P.A.B. et ont été également présentées dans le cadre du dossier C.E.G.B. à la Commission d'enquête, science et technologie. Ces estimations sont basées sur le niveau de prix de 1973 et pour tenir compte de l'inflation entre le mois de mars 1973 et la date de publication du présent rapport, il y a lieu d'augmenter les prix indiqués d'environ 20 % l'an. Dans le cas du S.G.H.W.R., le coût indiqué pour l'eau lourde a augmenté de près de 50 % (ce qui équivaut à environ 5 livres par kilowatt).

2. — Les estimations d'investissement et de coût d'exploitation totales de C.G.B. ont été basées sur : deux réacteurs jumelés de 1 320 mégawatts composés de quatre unités de 660 mégawatts (production : 2 500 mégawatts environ), prix du mois de mars 1973.

Pour chacune des filières, il a été estimé qu'il s'agissait de la quatrième installation du même type, que tous les bénéfices acquis grâce à l'évolution technique et commerciale des installations du type et de la dimension considérés auront été acquis et que les prix de revient se seraient stabilisés.

3. — En dehors des différences de coût « inhérentes » à chaque procédé, c'est-à-dire, entre les quatrième centrales de chaque type, il existe des frais supplémentaires correspondant à la mise en place d'un nouveau type de réacteur. Le supplément de prix d'installation des premières centrales qui est destiné à couvrir les frais d'étude et de développement du constructeur et de ses sous-traitants a été estimé à 50 millions de livres environ. Ce montant serait plutôt inférieur dans le cas d'un nouveau type A.G.R. du fait qu'il serait moins nouveau et dans le cas d'un P. W. R. parce qu'il est déjà bien défini.

4. — De plus, il existe le risque de frais supplémentaires que courent les Electricity Boards du fait de modification du projet, de retard ou de mauvais rendement. C.E.G.B. estime que le dépassement du budget pourrait fort bien atteindre un chiffre de l'ordre de 50 millions de livres pour un procédé entièrement nouveau. De plus, les retards pourraient coûter 3,5 millions de livres par mois pour une unité de 1 300 mégawatts et une diminution permanente de puissance pourrait représenter une valeur allant jusqu'à 200 livres par kilowatts de diminution de puissance.

FILIERE	LIVRES/KILOWATT PRODUIT (5)				
	Magnox (1).	A. G. R. (6).	H. T. R.	S.G.H.W.R. (7).	P. W. R. (8).
	En charge.			Hors charge.	
Réapprovisionnement en combustibles pour les deux premiers..					
Coût de la construction (y compris installation nucléaire d'alimentation en vapeur [2]).....	241	171	142	150	132
Coût de l'installation nucléaire d'alimentation en vapeur.....	(116)	(89)	(60)	(67)	(50)
Intérêts pendant la construction..	72	51	42	45	40
Première charge de combustibles.	15	19	13	18	14
Frais totaux d'exploitation (3)...	38	52	63	49	47
Coût total à la valeur actuelle...	366	293	260	262	233
Equivalent en pence/kWh.....	0,72	0,57	0,51	0,51	0,46

Nota :

(1) Le coût du Magnox a été basé sur des unités de 500-600 mégawatts avec des turbo-générateurs d'environ 330 mégawatts et ne sont donc pas exactement comparables aux autres. L'influence d'études nouvelles que C. E. G. B. estime à 14 livres par kilowatt produit en mars 1973 a été incluse.

(2) Installation nucléaire de fourniture de vapeur. Ce poste englobe tous les composants du réacteur et les équipements de contrôle ainsi que l'eau lourde. L'eau lourde a été considérée comme valant 16 livres sterling la livre franco.

(3) Y compris combustibles d'alimentation, réparations et entretien et assurance.

(4) La valeur actuelle correspond à une date située à mi-distance des dates de mise en service des deux réacteurs avec un taux d'escompte de 10 % et une durée d'exploitation de l'installation de vingt-cinq ans.

(5) L'on a retenu en hypothèse que tous les réacteurs avaient le même facteur de charge pendant toute leur durée d'exploitation, soit 64 % en moyenne. Les réacteurs pour lesquels le réapprovisionnement en combustibles se fait hors charge, ont été débités du coût de remplacement du combustible consommé pendant une partie du temps nécessaire au réapprovisionnement.

(6) Il n'est pas certain qu'un A.G.R. de cette dimension serait techniquement acceptable.

(7) Au cas où la première génération de S.G.H.W.R. industrielle était constituée par des réacteurs de 660 mégawatts et non de 1320 mégawatts, l'investissement serait augmenté de 10 à 15 %.

(8) Le tableau est établi sur une production d'électricité arbitraire de 1250 mégawatts (sauf dans le cas du Magnox) pour que tous les réacteurs à l'exception du Magnox se trouvent sur une base comparable. Dans le cas d'une production de 1150 mégawatts dont il est question à la section 7.7 du rapport et qui concerne un réacteur de dimension donnée du type P.W.R., l'on estime que l'investissement par kilowatt produit pourrait être augmenté au maximum de 9 %.

ANNEXE II

DISCOURS DE M. GERALD FORD,

Président des Etats-Unis,

prononcé le 23 septembre 1974, devant la Neuvième Conférence mondiale de l'Energie.

Monsieur le Président Groza, Monsieur Steve Bechtel, Monsieur Walker Cisler, Monsieur le Gouverneur Milliken, Monsieur le Sénateur Griffin, Monsieur le Maire Young, Monsieur le Ministre MacDonald, Mesdames et Messieurs qui êtes les hôtes étrangers distingués et tous les participants de cette Conférence mondiale de l'Energie, au nom du Peuple américain de l'Etat de Michigan dont je suis originaire et de la ville de Detroit, je suis très honoré et très heureux de vous souhaiter la bienvenue dans la ville que certains accusent d'être à l'origine de la crise de l'énergie.

Mais si vous me le permettez, je me hâterai d'ajouter que cette ville est elle aussi, de même que les grandes nations industrielles du monde, à la recherche de solutions de grande portée et je sais qu'il est possible de les trouver. Cette ville et cet Etat savent assumer et résoudre les difficultés.

Ce fut ici à Detroit que le moteur à combustion interne a été transformé, il s'agissait à l'origine d'un jouet réservé aux plus riches et il est devenu un moyen de transport essentiel dont dépendent les peuples du monde entier.

L'ensemble de la structure de la société mondiale repose sur l'hypothèse d'une énergie abondante à des prix raisonnables et je parle ici des villes et de leurs banlieues, de l'agriculture et des usines, des centres commerciaux et des bâtiments administratifs, des écoles et des églises, de même que des réseaux routiers qui les relient.

La perspective d'une fourniture d'énergie certaine a maintenant été remise en question et les répercussions s'en font sentir dans le monde entier. L'incertitude et une appréhension profonde et grave se sont répandues. Aujourd'hui, à l'ouverture de cette conférence, nous sommes décidés à donner des orientations à un monde en crise.

C'est au mois d'octobre dernier que beaucoup de gens prirent pour la première fois conscience de l'existence d'un problème de l'énergie, ce fut à l'époque de l'embargo sur le pétrole, mais ceux qui étaient bien informés de la situation des problèmes de l'énergie savaient depuis quelque temps qu'une crise se préparait.

La demande se développait rapidement dans le monde entier et ils savaient que nous ne pouvions nous attendre à toujours disposer d'un approvisionnement constant en énergie à bon marché. L'embargo n'a fait que rendre évident ce que les experts savaient depuis plusieurs années, c'est-à-dire que les sources d'énergie doivent être développées et le gaspillage éliminé pour qu'il soit possible de satisfaire aux besoins d'un monde en pleine croissance et en pleine modernisation.

Chacun peut à l'heure actuelle constater quel a été l'impact particulièrement brutal des augmentations de prix de l'énergie sur tous les aspects de l'économie mondiale. Le problème des produits alimentaires, le problème de l'inflation, le problème monétaire et les autres grands problèmes de l'époque sont directement liés au problème de l'énergie qui est omniprésent.

La réaction américaine à l'embargo sur le pétrole et aux récentes augmentations des prix du pétrole a pris la forme d'un programme d'action appelé « projet indépendance » et qui était accompagné de décisions concernant la production. Ce programme global concernant l'énergie dans notre pays a pour but de rechercher par des voies différentes et très nombreuses les moyens de réduire la consommation et d'augmenter la production d'énergie aux Etats-Unis.

Les personnalités de mon gouvernement vous donneront plus de précision au sujet de notre décision de parvenir à l'indépendance en matière d'énergie. Nous prendrons des mesures sévères pour parvenir au degré d'autonomie nécessaire à éviter le démembrement de notre économie.

Nous ferons ce qui est nécessaire pour que nos habitations soient chauffées et pour qu'il y ait de l'électricité pour ceux qui travaillent dans nos usines. Si nous sommes réalistes, ceci ne signifie pas qu'il faille réduire les importations à zéro.

Pour l'avenir immédiat, nous développerons nos efforts destinés à accroître notre efficacité en matière d'énergie, ceci diminuera notre dépendance croissante vis-à-vis du pétrole d'importation. Le projet d'indépendance exigera également d'augmenter la production provenant de nos ressources propres actuelles. Dans le cadre de cette mobilisation destinée à atteindre des objectifs à long terme, nous exploiterons au maximum l'une de nos plus importantes ressources naturelles, la technologie américaine, c'est là le sens de notre action.

L'année dernière, par exemple, la somme dépensée par le Gouvernement des Etats-Unis pour les travaux de recherche et développement concernant l'énergie a été d'environ 1,25 milliard de dollars. Cette année, nous dépenserons plus de 2,25 milliards. Ces fonds, auxquels s'ajoutent ceux qui sont fournis par l'industrie privée, viendront à l'appui d'un effort national croissant. Le total des fonds publics et privés constituera un engagement de dépenses supérieur à celui que John F. Kennedy décida il y a plus de dix ans pour permettre à l'homme d'atteindre la Lune.

Je cite le programme qui a permis de réussir l'alunissage avec le succès que l'on sait pour bien faire comprendre l'ampleur de la tâche qui nous attend en matière d'énergie, la détermination avec laquelle nous l'abordons et la mobilisation des volontés et des connaissances qu'elle exigera à l'échelle nationale.

Nous prenons également des mesures destinées à améliorer l'organisation de l'administration américaine pour assurer l'exécution de nos programmes concernant l'énergie. Une étape essentielle actuellement en attente de ratification par le Congrès est la création d'un Ministère de la Recherche et du Développement de l'Energie dont le rôle sera de coordonner et d'orienter en coopération avec l'industrie privée le développement de la technologie nécessaire pour satisfaire à long terme nos besoins en énergie.

Même s'il n'y avait pas eu d'interférence politique venant troubler la production et la distribution du pétrole, les nations se trouveraient néanmoins aujourd'hui confrontées avec le problème de trouver de l'énergie en quantité suffisante et à des prix raisonnables afin de poursuivre la modernisation de notre monde. A l'heure actuelle, nos besoins en énergie croissent beaucoup, beaucoup plus vite que nos possibilités d'en produire et, de plus, la plupart des pays industrialisés ont subi l'impact direct de l'embargo sur le pétrole qui a évidemment fortement aggravé le problème.

Toutes les nations ont subi les effets malheureux des augmentations de prix. Lorsque des nations emploient leurs ressources comme arme politique pour s'opposer à d'autres, l'humanité en souffre. L'on peut alors avoir la tentation de spéculer sur ce que serait le sort de l'homme si la nature avait réparti plus également les ressources vitales dans le monde et que chaque nation puisse suffire à ses propres besoins mais la nature avait peut-être une meilleure idée car, du fait que les ressources vitales ne sont pas également réparties, les nations se trouvent dans l'obligation de choisir entre conflit et coopération.

L'histoire nous montre que de tout temps les nations ont fait la guerre, luttant pour acquérir des avantages naturels tels que eau ou nourriture, ou point de pas-

sage commode sur terre ou sur mer mais, à l'âge de l'atome, alors que n'importe quel conflit local peut dégénérer pour atteindre l'échelle de la catastrophe mondiale, la guerre apporte des risques inacceptables pour l'ensemble de l'humanité. A l'époque actuelle, plus qu'à n'importe quel moment de l'histoire de l'homme, les nations doivent admettre qu'elles ont mutuellement besoin les unes des autres et vivre paisiblement. Les nations doivent se tourner vers la coopération internationale qui est le meilleur moyen de résoudre le problème de la répartition inégale des ressources.

La politique étrangère américaine repose sur deux faits nouveaux évidents :

1° A l'âge de l'atome, il n'existe pas d'alternative raisonnable à la coopération internationale ;

2° Plus le monde progresse, plus le monde se modernise, plus les nations ont mutuellement besoin les unes des autres.

Ainsi que vous le savez, l'un des thèmes de la politique américaine du Gouvernement actuel est la coopération internationale dans un monde d'interdépendance, ceci en mettant l'accent sur l'interdépendance. Vous pouvez alors demander pourquoi notre programme énergétique propre porte le nom de projet indépendance ? A mon point de vue et en particulier, en ce qui concerne l'énergie, se suffire à soi-même à l'échelon national et l'interdépendance à l'échelon international sont compatibles et en fait coexistent. Aucune nation ne peut faire partie du monde moderne et vivre repliée sur elle-même, aucune ne possède et ne peut posséder à l'intérieur de ses frontières tout ce qui est nécessaire à une existence large et prospère de tous ses habitants, l'indépendance ne peut signifier l'isolement.

L'objectif du projet indépendance n'est pas de séparer les Etats-Unis du reste du monde, il est de permettre aux Etats-Unis de jouer plus effectivement un rôle dans le cadre de l'effort mondial de production d'une plus grande quantité d'énergie.

Le projet indépendance recherchera de nouveaux moyens de réduire l'utilisation de l'énergie et d'augmenter sa production et le monde en bénéficiera dans la mesure où nous réussirons, il y aura en effet alors une beaucoup plus grande quantité d'énergie disponible pour les autres. D'autres pays seront également bénéficiaires au fur et à mesure que l'Amérique développera ses ressources actuelles et en mettra en œuvre de nouvelles, nous désirons tout particulièrement partager notre expérience et notre technologie avec d'autres pays s'efforçant d'augmenter leurs propres ressources en énergie. Nous savons également qu'à certains égards, d'autres pays sont en avance sur nous et nous nous efforcerons d'apprendre à leur école.

Les nations souveraines tentent d'éviter de dépendre d'autres nations exploitant leurs propres ressources au détriment des autres. Les nations souveraines ne peuvent permettre que leur politique soit dictée, que leur sort soit déterminé par des dispositions artificielles et par des distorsions apportées au marché mondial des produits.

Personne ne peut prévoir quelle serait l'étendue des dommages subis ni jusqu'où pourraient aller les conséquences désastreuses au cas où les nations refuseraient de partager les dons de la nature au bénéfice de l'ensemble de l'humanité. Je citerai une phrase que j'ai prononcée mercredi dernier devant l'Assemblée des Nations Unies : « Si un pays quelconque tente de faire usage d'un produit dans des buts politiques, d'autres pays seront inévitablement tentés de faire usage des produits dont ils disposent pour leurs desseins propres. »

Il existe heureusement trois moyens d'éviter ce danger :

Premièrement, chaque pays doit prendre la décision de ne pas faire mauvais usage de ses ressources ;

Deuxièmement, chaque pays doit utiliser sans gaspillage ses propres ressources en énergie ;

Et troisièmement, chaque pays doit se joindre aux autres.

Nous tenons à insister sur le fait qu'en adoptant cette attitude, notre action n'est pas dirigée contre d'autres pays quelconques mais que des mesures sont seulement prises pour maintenir les conditions nécessaires à l'ordre et au bien-être international.

La recherche de l'énergie ne doit pas nécessairement promouvoir la division et la discorde, elle peut élargir les horizons des peuples du monde. J'envisage un fort mouvement tendant vers une coopération unificatrice permettant d'assurer une vie décente pour tous.

Je suis heureux de la mise en œuvre d'un nouveau programme international de l'énergie vendredi dernier à Bruxelles par le Groupe de Coopération de l'Energie et de la Conférence de Washington sur l'énergie. Nous avons été heureux de participer à cette réunion.

Les douze nations sont parvenues sous réserve de l'approbation des gouvernements à un accord concernant un plan de coopération de grande portée dont le but est de trouver la solution des situations d'exception telles que les embargos en partageant les quantités de pétrole disponibles en diminuant la consommation et en employant les stocks d'une manière raisonnable.

Tout en cherchant à économiser les ressources, les autres pays et nous-mêmes travaillerons à développer la production des sources d'énergie classiques comme des sources d'énergie modernes et les pays qui ont décidé de cette coopération créeront également un organisme international chargé de l'application de ce programme.

Les Etats-Unis seront heureux de cette démonstration d'action internationale bien préférable à des mots, de même que les Américains doivent relever le défi du projet indépendance, le monde se trouve face à un défi semblable qui nécessite un projet interdépendance.

Aucun pays ne peut résoudre seul le problème de l'énergie. En tant que président, j'offre la collaboration de l'Amérique à toute autre nation désireuse de joindre ses efforts aux nôtres pour développer en commun l'esprit qui découle de la Conférence de Washington sur l'énergie.

Le départ a été pris à Bruxelles mais cet élan ne doit pas être perdu si l'on veut parvenir à une véritable interdépendance.

L'économie mondiale affronte des difficultés sans précédent et les remèdes anciens sont incapables de résoudre les problèmes nouveaux. Des solutions nouvelles et appropriées doivent être trouvées sans délai et je suis certain qu'elles le seront.

Je crois fermement que l'absence d'égoïsme de tous est de l'intérêt propre de chacun des pays, nous dépendons tous les uns des autres de si nombreuses manières qu'il n'existe pas de moyens dans le monde d'aujourd'hui permettant à une nation quelconque de profiter au détriment des autres sauf à très court terme et moyennant de très grands risques.

Sans l'avoir voulu, nous nous trouvons dans la situation curieuse où l'individu le plus égoïste peut se rendre compte qu'il a profité à vivre selon ce que nous appelons « la règle d'or ».

Nous ne pouvons nous aider nous-mêmes que si nous tenons compte des besoins des autres et si nous les aidons.

La crise de l'énergie est l'exemple le plus évident de l'interdépendance mondiale, les nations industrialisées ont besoin du pétrole produit par quelques nations en cours de développement et l'ensemble des nations en cours de développement ont besoin de la technologie, des services et des produits des pays industrialisés.

L'occasion d'un grand progrès du monde entier apparaît comme une tentation mais il existe également le risque de ne pas profiter de cette occasion très très rare de réaliser les espoirs de l'humanité. Nous devons mettre sur pied et appliquer une stratégie globale de l'énergie.

Je me permets de demander à la Conférence mondiale de l'Energie et aux autres organismes internationaux de relever le défi et de formuler le projet interdépendance, programme énergétique complet permettant au monde de développer les ressources qui seront les nôtres, non pas simplement pour le bénéfice de quelques-uns mais à l'avantage de toute l'humanité.

Cette tâche est sans aucun doute monumentale mais les Etats-Unis croient qu'elle est possible et qu'il est essentiel de vous aider pour commencer à faire les premiers pas.

Je vous proposerai donc quelques principes susceptibles de donner une orientation générale :

1° Tout d'abord, tous les pays doivent s'efforcer d'augmenter la production, chacun en fonction de ses ressources et de son niveau technologique. Certains peuvent développer des ressources connues et disponibles, d'autres peuvent tenter d'améliorer des méthodes d'extraction ou d'intensifier l'exploration et d'autres encore sont en mesure de développer les sources d'énergie nouvelles correspondant à leur cas particulier.

Mais tous les pays peuvent et doivent jouer un rôle pour élargir et diversifier les sources d'énergie utilisable, la diversification peut aider à détourner certaines nations de l'idée d'avoir recours à des prix ou pratiques de monopole ;

2° Ensuite, le taux de croissance de la consommation d'énergie doit être diminué et le gaspillage éliminé. Les Américains joueront leur rôle dans le cadre de cet effort indispensable.

Néanmoins, toutes les nations peuvent contribuer à la découverte de nouveaux moyens de diminuer les quantités d'énergie que nous consommons, ceci en partie grâce au bon sens, en partie grâce à une autodiscipline et en partie grâce à de nouveaux progrès de la technologie.

Les méthodes employées pour économiser l'énergie quelles qu'elles soient et où qu'elles soient mises en œuvre doivent être communiquées rapidement à tous les intéressés, les possibilités d'économiser l'énergie sont prometteuses, spécialement à court terme, étant donné que la production augmente ;

3° Troisièmement, un esprit de coopération et une attitude de coopération sont essentiels au succès d'un programme global de l'énergie. Rien ne pourrait à mon avis être plus nuisible que des politiques dirigées contre d'autres nations. Si nous tombons au niveau d'une confrontation entre exportateurs, d'une part, et consommateurs, de l'autre, ou bien si des groupes incongrus de consommateurs étaient manœuvrés pour s'opposer les uns aux autres, tout espoir d'une solution globale disparaîtrait ;

4° Nous devons être particulièrement vigilants en ce qui concerne la situation des nations les plus pauvres qui supporteront de graves souffrances si le problème de l'énergie n'est pas repris en main. En fait, elles sont dès maintenant les principales victimes de l'inflation incontrôlée qui entraîne les prix mondiaux à la hausse dépassant de loin les moyens dont elles disposent pour importer le pétrole et les services qui sont indispensables à leur survie.

Finalement, une stratégie globale doit s'efforcer de parvenir à des prix de l'énergie offrant un fort encouragement aux producteurs mais ne mettant pas sérieusement en danger l'économie des consommateurs. Nous reconnaissons le bien-fondé du désir des producteurs de vouloir obtenir une part équitable ou un prix équitable pour leur pétrole, ce qui est nécessaire pour les aider à développer leur propre économie, mais des prix exorbitants ne peuvent qu'apporter des distorsions dans l'économie mondiale, faire courir le risque d'une dépression dans le monde entier et menacer de rompre l'ordre et la sécurité du monde.

Il est malheureusement difficile de parler du problème de l'énergie sans employer des termes évoquant des catastrophes. Le danger est évident, il est très grave mais néanmoins, je suis très optimiste, les avantages de la coopération apparaissent aussi clairement que les dangers d'une confrontation et c'est ce qui me donne espoir et optimisme, mais les bonnes intentions ne seront pas suffisantes, des gens qualifiés comme vous l'êtes tous dans cette importante conférence sont nécessaires pour éclairer et analyser les problèmes et pour apporter leurs compétences techniques et proposer des solutions qui seront soumises aux peuples et aux gouvernements.

Je vous demande donc à tous de relever ce défi et de proposer au monde vos recommandations pour une stratégie globale de l'énergie, que le projet s'appelle interdépendance ou porte un autre nom n'a rien d'essentiel, ce qui est essentiel, c'est que le défi soit relevé et que la tâche soit exécutée rapidement et bien exécutée.

Mesdames et Messieurs, je déclare maintenant la Neuvième Conférence mondiale de l'Energie officiellement ouverte et je vous remercie très très sincèrement.

ANNEXE III

DISCOURS PRONONCE PAR M. YAMANI,

Ministre saoudien du Pétrole,

le 23 septembre 1974, devant la Neuvième Conférence de l'Énergie.

L'objet de ce rapport est d'examiner certains aspects de la situation mondiale de l'énergie et d'analyser les développements et les tendances qui ont surgi comme conséquences d'événements récents, et qui selon moi auront un puissant impact sur la production et la consommation mondiale d'énergie au cours des dix prochaines années. Il n'est pas dans mes intentions de me livrer à une étude exhaustive ni de recommander une quelconque panacée capable de résoudre les problèmes mondiaux de l'énergie. Je préfère me borner à l'examen de certains aspects et facteurs qui me paraissent revêtir une importance fondamentale pour la situation énergétique mondiale et passer en revue ce qui peut constituer des solutions pratiques à ces problèmes.

Dans la grande fresque des événements qui se sont produits au cours des toutes dernières années et ont affecté le problème de l'énergie, on peut relever les événements suivants :

- 1° La croissance continue de la demande mondiale d'énergie liée à la croissance concomitante des économies mondiales grâce à des prix très bas ;
- 2° L'évidence de plus en plus grande de la rareté des réserves mondiales de pétrole liée aux entraves apportées à la mise en valeur d'autres sources d'énergie ;
- 3° L'augmentation très importante du prix du pétrole brut ;
- 4° La diminution de la demande de pétrole et d'énergie en réponse à l'augmentation des prix. L'élasticité des prix de la demande ;
- 5° Les réductions de production opérées par les pays producteurs de pétrole et l'impact des revenus pétroliers sur la fourniture (politique de l'O. P. E. P.) ;
- 6° L'apparition de problèmes financiers et d'incidences sur la balance des paiements dans les pays consommateurs ;
- 7° La recherche accélérée de sources d'énergie de remplacement à des prix économiques.

LA DEMANDE D'ÉNERGIE

Au cours du dernier siècle (1), la demande en énergie dans l'ensemble du monde a progressé selon une cadence variant de 4 à 5 %. Ce taux étant plus proche des 5 % pendant les dernières décennies que pendant les précédentes. Ce phénomène a reflété une expansion plus forte que celle à laquelle on s'attendait généralement, car on avait supposé que le taux de croissance de la demande diminuerait pendant les dernières années en raison des progrès importants espérés dans l'utilisation de l'énergie. La plus grande partie de cette croissance a été accomplie par le pétrole, dont le pourcentage dans la consommation mondiale d'énergie est passé de 28 % en 1960 à 53 % environ en 1972 et à 57 % en 1973, c'est-à-dire au double de ce qu'elle était voici quinze ans. La principale raison de cette croissance démen-

(1) L'auteur veut dire sans doute : le siècle actuel (N. D. T.).

tielle de la demande en énergie a été la mise à disposition de quantités suffisantes de brut à tous les consommateurs, qu'ils soient proches ou éloignés des pays producteurs, et aux mêmes très bas prix qui étaient en vigueur depuis un quart de siècle. Le pétrole a été la principale source d'énergie, assumant à lui seul la totalité de la croissance, ou au moins 90 % de celle-ci. Si l'on prend le taux de croissance annuel de 5 % pour la totalité de l'énergie, le pétrole dont la part est d'environ 57 %, aurait vu son taux de croissance annuel s'élever à 8 % jusqu'au milieu des années 80. Le goulet d'étranglement qui a bloqué le développement des autres sources d'énergie s'est manifesté de plusieurs façons : lenteur dans la construction d'usines et de complexes, temps morts, problèmes d'environnement, tensions sur les disponibilités en main-d'œuvre et en matériaux. Tout cela a concouru à ralentir la croissance des sources d'énergie à prix compétitifs, avec comme résultat le report d'une importante part de la demande d'énergie sur le pétrole au lieu de s'adresser au charbon ou à l'énergie nucléaire, d'où une demande de produits pétroliers à des niveaux absolument sans précédents.

Dans les pays industrialisés, un lien étroit a toujours existé entre la croissance économique et la demande d'énergie. Une croissance de 1 % du produit national brut a, de tous temps, engendré une croissance de la consommation d'énergie variant de 0,9 % à 1,5 % dans les pays les plus fortement industrialisés d'Europe de l'Ouest et d'Extrême-Orient. Avec une augmentation du revenu *per capita*, les gens ont affecté une partie nettement plus importante de leurs ressources à la consommation d'énergie, parce que cette dépense, à des tarifs constamment peu élevés, leur assurait de plus hauts niveaux de vie sans empêcher (bien au contraire : en accroissant) leur consommation d'autres biens à des prix normaux. En termes techniques, le pétrole a connu une forte élasticité de la demande en raison de son bon marché. Réciproquement, les économies en pleine expansion des pays industrialisés étaient soutenues par la disponibilité d'importations de pétrole brut à bas prix. D'où réaction en chaîne : l'énergie bon marché stimulant la croissance économique, celle-ci conduisant en retour à une augmentation de la demande en énergie.

LES LIMITES DES RÉSERVES PÉTROLIÈRES MONDIALES

Au cours des sept dernières années, le monde (y compris l'U. R. S. S., la Chine et l'Europe de l'Est) a consommé environ 116 milliards de barils de pétrole, c'est-à-dire l'équivalent de plus d'un sixième des ressources pétrolières mondiales connues, qui étaient de 635 milliards de barils à la fin de 1973. Cette consommation est égale à celle des dix-huit années précédentes, c'est-à-dire à celle de la période 1949-1966. Le rapport actuel réserves/production dans le monde ne dépasse pas 30, alors qu'en 1955 il s'élevait à environ 36. Si la demande avait continué à augmenter selon le taux annuel précédemment prévu de 7,5 %, le montant des réserves supplémentaires requis pour satisfaire à une telle demande devrait être d'environ 200 milliards de barils pour les sept années à venir.

Si le double de cette quantité est découvert au cours de ces sept années, les réserves totales se monteraient ainsi à 835 milliards de barils. Elles ne seraient suffisantes que pour satisfaire la demande mondiale pendant vingt-cinq ans (au taux annuel de 34 milliards de barils). Bien entendu beaucoup de chose dépendent de la future disponibilité de réserves. La plupart des études géologiques révèlent que, même avec un taux accéléré de dépenses consacrées à la prospection pétrolière terrestre et sous-marine, les quantités supplémentaires qui peuvent être découvertes avoisineront 1 000 milliards de barils à la fin du siècle, dont une importante proportion viendra du Moyen-Orient.

Les découvertes relativement récentes faites en Alaska et en mer du Nord sont tout à fait intéressantes, mais elles ne sont en rien comparables, quant aux quantités, avec ce que le monde a connu au cours de la dernière décennie, les dernières découvertes ayant été faites au Nigéria et en Lybie. Cela indique la tendance des prochaines découvertes qui seront probablement d'une ampleur de moins en

moins grande. Le mythe de l'abondance est mis en pièces. L'ère de la pénurie a vraiment commencé. Ces événements ont entraîné une modification complète dans les forces du marché. La situation de surabondance qui prévalait dans les années 50 et 60 a été renversée et des symptômes de restrictions dans les fournitures de pétrole, mises sur le compte de raisons techniques, ont commencé à apparaître au début des années 70. Ce changement a eu un retentissement profond sur le panorama mondial de l'énergie. Il s'est manifesté à travers trois événements survenus au cours de trois années : l'accord de Téhéran de février 1971, les accords de participations, la forte augmentation des prix affichés de janvier 1974. Ces trois événements mènent vers une seule direction : le mouvement de la balance, qui, jadis favorable aux pays consommateurs, penche désormais vers les pays exportateurs d'énergie.

On ne doit donc pas surestimer l'impact qu'ont eu sur les prix l'embargo pétrolier arabe ainsi que les pénuries qui s'en sont ensuivies, car la tendance vers une augmentation des prix avait déjà commencé à se manifester trois ans auparavant et l'embargo pétrolier arabe n'a fait que compliquer un peu plus le problème.

La rétraction de fournitures énergétiques provenant d'autres sources a contribué à aggraver la situation. A titre rétrospectif, on peut rappeler les études de spécialistes réputés de l'énergie qui furent entreprises à la suite de la crise de 1956-1957 (période pouvant être comparée, sous certains aspects, à la période actuelle). Ces spécialistes avaient fortement souligné le rôle qu'étaient appelées à jouer les sources d'énergie autres que le pétrole. A l'époque, ils avaient prévu pour 1974 une consommation totale d'énergie qui s'est révélée très proche de la vérité. La part revenant au pétrole était alors prévue comme devant ne constituer que 45 % du total ; le charbon, l'énergie nucléaire et les autres sources devant en représenter environ 55 %. Nous sommes loin des parts respectives réelles, qui sont aujourd'hui de 57 % et de 43 %. Cela souligne bien les difficultés rencontrées par le développement des fournitures d'énergie autres que pétrolières, en dépit de tous les efforts tentés pour accroître leur utilisation à des prix avantageux.

L'AUGMENTATION DES PRIX DU BRUT

Jusqu'à ce point, j'ai tenté de brosser un tableau de la situation de la demande et de l'approvisionnement, aussi bien dans le passé que dans le présent. Ces deux lignes de force du marché ont été présentées afin de démontrer, par le moyen de comparaisons, qu'elles ont été les principales raisons de la forte augmentation du prix du brut survenue au cours de la période d'octobre à janvier 1974. L'offre et la demande constituent l'élément de base du prix du brut, et tout prix établi en dessous ou au-dessus du niveau réel voulu par la loi de la demande et de l'offre est voué à se voir corrigé vers la hausse ou vers la baisse afin de s'équilibrer au niveau de la réalité. Toute absence de correction décidée arbitrairement peut entraîner une hausse ou une baisse temporaire, mais celles-ci ne sont jamais durables.

Il est évident que la raison fondamentale de la forte augmentation du prix du brut est la demande exorbitante, qui excède de loin l'offre. Cette hausse a été renforcée par le renchérissement et l'escalade des prix d'autres sources d'énergie, escalades qui ont marqué le marché de l'énergie depuis la fin des années 60.

Au cours des années 50 et 60, c'étaient les compagnies pétrolières qui prenaient toutes les décisions concernant le prix du brut du Moyen-Orient, et les prix qu'elles fixaient variaient entre 1,75 dollar et 2,18 dollars par baril pour de courtes périodes, avant de se stabiliser aux alentours de 1,80 dollar pendant onze ans. Le prix de marché a toujours été plus bas que le prix affiché, avoisinant 1,40 dollar à la fin des années 60. Ces bas prix ont conduit à une augmentation de la demande de pétrole du fait que les prix dans les autres régions de production telles que les Etats-Unis et le Canada s'élevaient entre 2,50 dollars et 3,20 dollars le baril pour une quantité de production comparable, ce qui indique qu'un rendement économique de 70 cent à 140 cent par baril n'était pas récupéré par les pays exportateurs de pétrole.

De plus, l'inflation mondiale galopait au rythme d'environ 3 % par an, dépréciant d'autant le pouvoir d'achat des revenus provenant du pétrole pour les pays exportateurs. Il était donc normal de prévoir que, tandis que la demande continuait à croître avec rapidité, les prix pratiqués ne reflétaient pas un état d'équilibre dans le jeu de l'offre et de la demande, et que le pétrole était considérablement sous-payé longtemps déjà avant que ne soit conclu l'accord de Téhéran de 1971. Bien que la situation de surabondance ait publiquement donné des signes d'essoufflement dès la fin des années 60, aucune attention ne fut prêtée à ce changement important, qui en fait était annonciateur de la hausse inéluctable des prix. Le résultat fut que lorsque le mouvement éclata, alors qu'il était prévisible depuis longtemps, il se traduisit par une hausse brutale des prix, au lieu d'avoir suivi une progression modérée, qui visa à réaligner les tarifs avec les forces réelles du marché, tenues en laisse depuis longtemps.

Les changements de structure qui se produisirent dans la dernière partie de l'année 1973 ont eu un impact extrêmement puissant sur l'industrie pétrolière. Les mesures prises en vue de l'augmentation des prix ne furent plus décidées par les compagnies pétrolières mais par les nouveaux preneurs de décisions : les propriétaires du pétrole. Leur jugement en ce qui concerne le niveau réel des prix destinés à créer un nouvel équilibre entre l'offre et la demande peut avoir été bon ou mauvais, on doit néanmoins savoir qu'une délibération sérieuse relative à ce jugement a lieu entre eux chaque trimestre depuis que la décision de baisse a été prise.

LA DIMINUTION DE LA DEMANDE EN PÉTROLE ET EN ÉNERGIE

Les augmentations récentes des prix du pétrole ne se sont pas limitées aux bruts provenant des pays de l'O.P.E.P. Elles se sont étendues aux bruts exportés d'autres régions, ainsi que le prouvent les exportations du Canada, d'U.R.S.S. et d'autres pays. La hausse a même touché les bruts produits localement par les Etats-Unis. Ironiquement, le gaz naturel qui est une source d'énergie beaucoup plus propre que le pétrole, n'a subi que des hausses relativement modestes. Les prix du charbon et de l'énergie nucléaire n'ont pas jusqu'à présent manifesté des hausses concomitantes mais si ces sources d'énergie sont appelées à fournir prochainement des quantités supplémentaires, une hausse de leurs prix équivalente à celle du pétrole paraît inéluctable.

La demande mondiale de pétrole s'est accrue pendant la période 1962-1973 selon un taux annuel d'accroissement de 7,5 %, atteignant le niveau de 56 millions de barils par jour en 1973. On admet que la demande n'aurait pas montré une élasticité perceptible si les prix étaient demeurés stabilisés à leur niveau du dernier trimestre 1973. Toutefois beaucoup d'experts pensent que si la demande s'était quelque peu ralentie les prix affichés se seraient néanmoins élevés à 8 et 9 dollars par baril. En conséquence, il est hors de doute que l'actuelle diminution de la demande de pétrole est le résultat direct de l'augmentation du prix du brut, qui a fait plus que doubler en janvier 1974.

Dans les trois principales régions consommatrices, c'est-à-dire l'Europe de l'Ouest, le Japon et les Etats-Unis, la demande est retombée de 37,5 millions de barils par jour en 1973 à 36,5 millions de barils par jour en 1974, ce qui montre une diminution de 1 million de barils par jour, soit 2,7 % de baisse. La réduction globale, en fait, est mesurée par rapport à ce qu'aurait dû être la demande en 1974 si les prix avaient été stabilisés à leur niveau de décembre 1973. Cette demande aurait dû augmenter de 5 à 7,5 % par rapport à 1973, soit une quantité située entre 39,4 millions de barils par jour et 40,3 millions de barils par jour. La diminution réelle se situe par conséquent entre 7,7 % et 10,2 % face à une augmentation du prix de 130 %, ce qui représente une élasticité entre 0,06 et 0,08. D'autres analyses situent l'élasticité des prix dans une gamme de moins 15 à moins 2 ou même moins 3. A l'intérieur de cette fourchette l'élasticité des prix de la demande est probablement la plus élevée en Europe de l'Ouest et la plus basse aux Etats-Unis.

Cette réaction, consistant en une réduction de la demande, face aux nouveaux prix du marché, provient de trois sources :

1° La sensibilité aux prix, au niveau du consommateur. Le consommateur-type, celui qui trouve que bien davantage de son revenu peut être consacré à consommer de l'énergie, a atteint un point où il doit opter entre deux décisions : ou bien réduire sa consommation d'énergie, ou bien réduire sa consommation d'autres biens dont les prix sont actuellement touchés par l'inflation galopante ;

2° Les mesures volontaires ou impératives adoptées par les gouvernements des pays importateurs, telles que la réduction des allocations de devises étrangères pour les importations, l'augmentation des taxes, les refus d'accorder des autorisations à de nouvelles usines qui envisageraient d'utiliser des chaudières à fuel ou analogues. Certains gouvernements ont même envisagé de réinstaurer des quotas ! Ces mesures sont destinées à contrecarrer les effets désastreux de possibles déficits des balances des paiements, ainsi que les transferts prévisibles de richesses des pays importateurs vers les pays exportateurs de pétrole ;

3° Des considérations non économiques telles que les précautions destinées à restreindre le degré de la dépendance à l'égard des sources étrangères d'approvisionnement.

A ce stade, il est pratiquement impossible de diviser le montant de la diminution de la demande en trois parties, chacune relevant d'une cause déterminée. Le seul raisonnement possible est de prendre en considération le problème dans son ensemble, et de conclure que les trois facteurs divers de la diminution de la demande sont, en fait, inséparables.

RÉDUCTION DE LA PRODUCTION DANS LES PAYS PRODUCTEURS DE PÉTROLE

La diminution de la demande mondiale a créé une situation de surproduction. En juin de cette année, la production totale des pays de l'O.P.E.P. s'est élevée à 29,3 millions de barils par jour, indiquant un accroissement de 13,2 %, soit 3,42 millions de barils par jour par rapport à juin 1973. A ce moment là, la demande des pays industrialisés subit une diminution de 1 million de barils par jour, de sorte qu'une production excédentaire de 4,4 millions de barils par jour se trouva flotter sur le marché. En conséquence, une réduction de 3 millions de barils par jour fut décidée, afin de réaligner l'offre et la demande.

La production du mois de juin est significative, car elle représente pleinement les niveaux qui n'ont pas été touchés par l'embargo ou les autres contrôles et reflète en conséquence plus librement la flexibilité de l'offre à la suite des récentes augmentations de prix. Si l'on considère que la flexibilité est typique de l'élasticité des prix on peut chiffrer cette flexibilité à 0,1, puisque la production a augmenté de 13 %, en même temps que les prix augmentaient de 130 %. Toutefois, il n'est pas aisé de fixer une interprétation numérique précise de l'élasticité des prix à la production.

La demande n'aurait pas répondu de façon aussi vive à l'augmentation des prix si cette augmentation s'était opérée graduellement, par paliers modérés, car jusqu'à un certain point la demande n'est guère flexible. De même la sensibilité de l'offre ne dépend pas exclusivement du niveau des prix. Il existe un point au-delà duquel l'offre n'augmentera pas de façon discernable en fonction directe des augmentations des prix. Un facteur qui est déterminant pour ce point, c'est la politique de conservation des réserves pratiquée par les pays producteurs. La production peut très bien ne pas continuer à augmenter lorsque les prix sont élevés. De l'autre côté de la médaille, il existe un point au-dessous duquel les pays producteurs ne sont pas enclins à réduire leur production lorsque les prix sont bas, et ce point est commandé par les besoins financiers de ces pays, qui exigent une augmentation de la production même lorsque les prix s'abaissent, afin de maintenir un niveau de revenus capable de subvenir non seulement à leurs besoins immédiats, mais encore à leurs

besoins à plus long terme. Ainsi peut-on expliquer les tendances actuelles, qui voient varier la production des pays exportateurs dans le but de maintenir les prix, et la tendance qu'ont eu ces pays à se concurrencer pendant les années 60 dans le but d'augmenter leurs ventes, en dépit de l'érosion des prix qui frappait alors le marché. Deux facteurs principaux, par conséquent, dominent la sensibilité de l'offre bien davantage que le prix : la conservation d'une part, pour des raisons techniques qui fixent la limite maximale de la production, les besoins actuels et à long terme d'autre part, qu'ont les pays producteurs pour alimenter leur budget ou leur développement économique, fixent la limite minimale de la production. A long terme, la dimension réelle de la production oscillera entre ces deux limites, à des niveaux qui ne varieront en fonction des prix que pour le court terme seulement.

Une ressemblance fondamentale existe donc entre un cartel composé de vendeurs d'autres biens de consommation, tels que le blé ou le café, et l'alliance des pays de l'O.P.E.P. Dans un cartel, un partenaire important peut exercer une certaine restriction volontaire, en sacrifiant une part de son secteur du marché pour y admettre un partenaire plus modeste, si son intérêt réel consiste à étendre ses ventes au détriment de petits producteurs. Dans les pays de l'O.P.E.P. les grands partenaires ne font aucun sacrifice en réduisant leurs ventes en raison des avantages qu'offre la conservation des richesses pétrolières, en termes de revenus d'avenir qui sont de très loin plus importants que tout avantage immédiat tel que l'engendrerait une augmentation de leurs ventes. Cette force inhérente consolide les liens entre les pays membres de l'O.P.E.P. et les protège contre les conditions qui d'habitude menacent les cartels.

PROBLÈMES FINANCIERS MONDIAUX DU PÉTROLE

La valeur du commerce mondial du pétrole a fait un bond, passant de 30 milliards de dollars par an en 1973 à environ 100 milliards de dollars par an sur une base Fob en calculant en volumes et en prix constants 1974. Ce montant représente environ 20 % du commerce mondial tout entier, pétrole exclu, aux taux pratiqués en 1974. L'étendue des règlements financiers internationaux impliqués dans cet unique bien de consommation est absolument sans précédent dans l'histoire du commerce mondial. Le résultat direct de ces règlements monétaires, ainsi qu'il est de notoriété publique, consiste en un excédent de la balance des paiements dans les pays exportateurs de pétrole, et en un déficit de cette même balance dans les pays gros consommateurs de pétrole. Etant donné que les réserves monétaires mondiales, sous toutes les formes, n'excèdent pas 180 milliards de dollars, il est tout à fait logique de supposer que les pays importateurs ne pourront pas indéfiniment financer leurs achats pétroliers selon les formules financières habituelles, même si les quantités et les prix de ces importations devaient demeurer stables. Les tendances actuelles indiquent que le financement des achats de pétrole par les pays consommateurs peut être effectué par quatre moyens principaux :

1° Augmentation des biens et des services importés par les pays producteurs de pétrole, en provenance des pays industrialisés ;

2° Importations accrues, de la part des pays exportateurs de pétrole, de matières premières en provenance des pays industrialisés, pour satisfaire aux nombreux besoins des programmes d'industrialisation des pays producteurs de pétrole ;

3° Recyclage des excédents monétaires par :

a) Investissements à long terme dans les pays industrialisés où les risques ne sont pas élevés,

b) Investissements à long terme, plus risqués, dans des pays en voie de développement, avec l'avantage d'un taux d'intérêt élevé ;

4° Emprunts effectués aussi bien par les pays industrialisés que par ceux en voie de développement auprès d'institutions de prêt, internationales ou régionales, emprunts qui seraient financés par les fonds placés dans ces institutions par les pays producteurs de pétrole.

On doit toutefois se souvenir que préalablement aux récentes augmentations du prix brut, la balance des paiements a toujours été, en règle générale, en faveur des pays exportateurs de pétrole et que des excédents monétaires existaient déjà dans certains d'entre eux. Par ailleurs, certains pays exportateurs de pétrole, comme l'Indonésie, peuvent ne pas avoir d'excédents pendant plusieurs années, même avec les prix actuels du pétrole.

Le recyclage de ces excédents monétaires est inévitable, et le schéma de leur répartition dépend en grande partie des facteurs suivants :

1° Possibilités d'investissements sûrs sur les marchés monétaires des pays industrialisés ;

2° Volonté des pays industrialisés de contribuer à l'industrialisation et au développement technologique des pays producteurs de pétrole ;

3° Coopération des pays en voie de développement, acceptant l'entrée des fonds pétroliers afin qu'ils soient utilisés dans des entreprises en association destinées à développer leurs ressources naturelles propres et à augmenter leur puissance de bénéfices à l'exportation.

LA RECHERCHE ACCÉLÉRÉE DE SOURCES D'ÉNERGIE DE REMPLACEMENT

Les prix du pétrole qui sont actuellement en vigueur ont eu pour effet de rendre plus économiques les fournitures d'énergie provenant d'autres sources. Plusieurs de ces fournitures peuvent être offertes à des prix équivalant à ceux de 9 dollars jusqu'à 12 dollars pour un baril de pétrole. Ce ne sont pas des facteurs purement économiques, mais une multitude d'autres facteurs qui entravent la croissance de fournitures d'énergie d'une manière proportionnée aux stimulants économiques.

L'examen des conditions prévalant pour chacune des sources prospectives principales confirme cette affirmation. Les schistes bitumineux canadiens ne renferment pas moins de 26,5 milliards de barils de brut récupérables selon une technologie parfaitement au point et à des prix normaux. Or la production actuelle n'est que de 60 000 barils par jour environ. Jusqu'en 1973 cette exploitation ne s'est soldée que par des pertes au point de vue financier, mais avec un prix de 7 dollars et plus par baril, l'aventure a passé le cap et devient rentable. Il existe à présent vingt-cinq compagnies canadiennes et américaines qui possèdent des permis en Athabasca, et douze d'entre elles envisagent sérieusement de construire des installations susceptibles de fournir une capacité de production de 1,5 million de barils par jour, pour un investissement initial de 12 milliards de dollars.

Le niveau actuel de la production de brut conventionnel aux Etats-Unis peut être maintenu à un prix de 11 dollars le baril, mais pourrait passer à 12 millions de barils par jour si le prix était fixé à 15 dollars le baril, ainsi que l'a dévoilé le projet « Independence Task Force ». Derrière ces projections, on découvre certaines hypothèses émises au sujet de la politique officielle d'un contrôle des prix, d'un contrôle de la pollution, de la location de domaines publics, de la recherche fondamentale et du développement, ainsi que de quantité d'autres problèmes.

La production du versant Nord est prévue pour atteindre de 2 à 2,8 millions de barils par jour, sans parler des possibilités de production off-shore dont les réserves sont considérables mais dont les découvertes peuvent ne pas excéder une moyenne de 2 à 3 milliards de barils par an, à en juger par le résultat des découvertes sur la terre ferme faites au cours des trois dernières années. A ce taux de découvertes, toutefois, la production pourra être maintenue aux prix actuels

pendant une période supplémentaire de sept ans, c'est-à-dire jusqu'en 1987 au lieu de 1980. La production de pétrole de la mer du Nord est prévue comme pouvant atteindre un niveau de 2 à 3 millions de barils par jour vers 1980.

Le gaz naturel est abondant aux Etats-Unis aussi bien que dans beaucoup d'autres régions du monde. Sa production a toutefois été freinée au cours des dernières années par le bas prix des fournitures nationales dans les grands pays industrialisés comme les Etats-Unis, la Grande-Bretagne et les Pays-Bas, aussi bien que dans des pays potentiellement exportateurs comme l'Algérie et l'Iran. A un prix équivalant à celui du pétrole, on s'attend à ce que la production de gaz naturel puisse augmenter de 50 à 70 % aux Etats-Unis d'ici 1980, et de plus de 100 % en Europe de l'Ouest, pour atteindre 200 % en 1985. Les importations de gaz naturel en provenance de pays exportateurs pourraient également devenir massives.

Le charbon est parvenu au point où il est actuellement moins cher que le pétrole. Le prix à la livraison de charbon provenant de l'ouest des Etats-Unis, rendu dans la région de Detroit, est estimé à 75 cents par million de B. T. U., ce qui hypothétiquement équivaut à 5 dollars le baril de pétrole. Bien que cette comparaison s'effectue entre des incomparables, étant donné que les usages et par conséquent les élasticités des deux sources d'énergie soient différents, il ne serait pas inapproprié d'admettre cette base de comparaison, pour les seuls besoins de notre analyse. Grâce à son bas prix, le charbon a reçu un nouvel élan, et l'on s'attend à une forte augmentation de sa production au cours de la prochaine décennie. Le charbon extrait dans l'est des Etats-Unis est encore meilleur marché que celui de l'ouest, et revient — toujours rendu à Detroit — à un prix équivalant à celui de 4 dollars le baril de pétrole.

Toutefois, en dépit de fait que le charbon est abondant aux Etats-Unis et en Europe de l'Ouest, et qu'il est devenu meilleur marché que le pétrole, des approvisionnements supplémentaires ne sont guère envisageables à moins que l'industrie ne renonce aux goulets d'étranglement qui s'opposent toujours à son développement. Les plus sérieux obstacles sont les limitations de transport, la pénurie de matériel minier, les problèmes de main-d'œuvre, les règlements imposés pour la reconversion des sols, le moratoire sur la concession de terrains fédéraux et finalement — phénomène le plus grave — : les contraintes pesant sur la demande. On estime qu'à partir de 1980 la demande ne dépassera pas 800 millions de tonnes par an, ce qui représente une croissance d'environ 5 % par an. En Europe de l'Ouest on s'attend à ce que, au mieux, le charbon maintienne son niveau de production aux alentours de 225 millions de tonnes annuelles, ou augmente ce chiffre d'environ 10 % d'ici 1980.

L'énergie nucléaire, elle, est appelée à jouer un rôle de plus en plus important dans tous les pays industrialisés. Cette nouvelle source d'énergie est exempte de bien des problèmes sociaux auxquels se trouve confrontée l'industrie charbonnière et fournit une source d'énergie nationale pour les pays qui sont presque totalement tributaires de ressources pétrolières locales comme le Japon. Toutefois son développement est freiné jusqu'à un certain point par certains étranglements, en particulier le temps nécessaire à la construction d'une usine atomique, les autorisations officielles, les tensions concernant la main-d'œuvre et les matériaux. L'augmentation des prix du pétrole a fourni une incitation à son développement, de telle sorte que les prévisions relatives à l'offre d'énergie atomique ont du être révisées dans le sens de la hausse dans de nombreux pays. En Europe de l'Ouest, où la production prévue à l'origine pour 1985 devait constituer l'équivalent de 160 millions de tonnes de pétrole, la projection révisée de cette estimation porte la production à 260 millions de tonnes, ce qui l'amènera à représenter 17 % de la consommation totale d'énergie en 1985. Aux Etats-Unis on prévoit que le total de la production d'énergie atomique en 1985 atteindra 180 mégawatts (c'est-à-dire l'équivalent de la production de 180 usines ayant une capacité moyenne de production de 1 000 mégawatts chacune), ce qui correspond à 300 millions de tonnes de pétrole, soit 13 % de la consommation totale d'énergie envisagée pour cette année-là.

Au Japon, la fourniture d'énergie atomique prévue pour 1985 est de 60 mégawatts, soit 12 % de la consommation totale d'énergie.

Des efforts intensifs ont été accomplis récemment aux Etats-Unis pour la recherche et le développement dans le domaine du pétrole synthétique, ainsi que des substituts du gaz naturel à partir du charbon ou du schiste. Les technologies concernant l'obtention de méthane de synthèse à partir du charbon et de pétrole synthétique à partir de schistes bitumineux ont fait des progrès importants. Les besoins de capitaux pour parvenir à une production de 40 000 barils par jour de brut synthétique, ou à son équivalent (en pouvoir calorifique) c'est-à-dire 250 millions de pieds-cubes par jour de gaz à partir du charbon ou du schiste, requièrent un capital évalué entre 350 et 450 millions de dollars. Ainsi une production totale de 1 million de barils par jour de pétrole synthétique pourrait-elle être obtenue grâce à un investissement initial d'environ 11 milliards de dollars. Ceci correspond à un prix d'environ 3 dollars le baril en investissement, auquel il faudrait ajouter un prix de production d'environ 4 dollars à 5 dollars par baril, amenant le coût total de la production à environ 7 dollars à 8 dollars le baril, estimation faite en dollars 1973.

Le temps exigé pour la construction d'une usine de production de brut synthétique est d'environ cinq ou six années. Ce temps est de quatre ans moins élevé que celui exigé pour la construction d'une centrale d'énergie atomique, mais la pression sur l'industrie de construction se fait très vite, en tant que résultat de l'expansion. Des contraintes semblables pèseront sur la main-d'œuvre et les disponibilités en matériaux, et cela constituera un obstacle supplémentaire.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

1. — Au cours des dernières années de la décennie 60, la demande de pétrole a augmenté à un rythme plus rapide que l'offre, cette tendance du marché a entraîné une forte augmentation du prix du pétrole brut. Les prix étaient demeurés inchangés depuis 1960, malgré l'inflation mondiale croissante, ceci en raison des contrôles artificiels exercés par les sociétés pétrolières qui avaient conservé le pouvoir exclusif de fixer ces prix en dépit des protestations des gouvernements.

2. — Le changement fondamental dans la relation entre l'offre et la demande qui a caractérisé le marché depuis la fin des années 60, et la notable rétractation des sources d'énergie de remplacement, ont renforcé la position des pays exportateurs de pétrole et ont abouti à des changements fondamentaux en ce qui concerne le contrôle de leurs ressources pétrolières et la disposition de celles-ci. Avec la naissance du principe de la participation, le pouvoir de décision dans les domaines des prix, des investissements et de la production, est passé des mains des compagnies pétrolières dans celles des pays producteurs, légitimes propriétaires de leur pétrole.

3. — Ces changements dans le marché et les structures se sont produits soudainement, suivant une longue période d'inertie, de sorte que lorsque les nouvelles forces du marché ont été libérées, le résultat s'est traduit par une hausse prononcée des prix du pétrole brut.

4. — L'élasticité de la demande de pétrole a toujours été l'objet d'analyses académiques au cours des vingt-cinq ans qui ont précédé la décision des pays membres de l'O.P.E.P. d'augmenter les prix jusqu'à leur niveau actuel. Pour des fins purement matérielles, la rigidité était de règle, et non l'élasticité. Toutefois, à la suite de la hausse de janvier 1974, la demande a montré un certain déclin, que les experts évaluent aux alentours de 3 à 4 millions de barils par jour au milieu de l'été 1974. Ceci laisse entendre une élasticité d'environ 0,08 à 0,09 pour le monde entier, tandis que d'autres analyses évaluent cette élasticité à moins 15 ou moins 3. L'élasticité est à présent devenue un fait, qui peut être attribuée aux trois causes que voici :

a) La réaction aux prix, au niveau du consommateur ;

b) De meilleures méthodes de consommation, grâce à des mesures d'économie volontaires dans le chauffage des locaux, la façon de conduire, etc. ;

c) Des mesures autoritaires telles que l'augmentation des taxes sur les produits vendus, les restrictions aux allocations de devises destinées aux importations, le retrait d'autorisation d'implantation à des usines conçues pour employer le fuel, etc.

5. — Il est infiniment probable qu'en raison des prix élevés, les pays producteurs de pétrole vont restreindre leur production au lieu de l'augmenter, étant donné que leurs besoins financiers minimums seront plus que couverts. Contrairement aux tendances habituelles dans le comportement des fournisseurs, les pays producteurs peuvent en effet augmenter leurs fournitures seulement dans le cas où leurs besoins ne seraient pas satisfaits, éventualité qui a plus de chances de se produire lorsque les prix sont bas que lorsqu'ils sont élevés.

6. — Des approvisionnements nouveaux ou supplémentaires provenant d'autres sources d'énergie (y compris le pétrole brut émanant d'autres pays que ceux de l'O. P. E. P.) sont prévisibles à des prix comparables à ceux pratiqués aujourd'hui pour le brut conventionnel. Toutefois, l'éventualité de cette fourniture s'espace sur un délai de cinq à dix ans selon la capacité des nouveaux producteurs à se dégager des entraves qui freinent la construction des installations requises, la plupart de celles-ci émanant de facteurs écologiques et de manque de main-d'œuvre et de matériaux.

7. — La solution des problèmes financiers mondiaux sera largement liée à la coopération entre pays industrialisés et pays en voie de développement avec les pays producteurs de pétrole, afin de créer un climat suffisamment sain pour accueillir les investissements de fonds excédentaires. Une assistance importante apportée par les pays industrialisés et les pays en voie de développement aux programmes d'industrialisation des pays producteurs de pétrole (les premiers fournissant leur technologie; les seconds leurs matières premières) contribuera fortement à la solution du problème. Une industrialisation poussée des pays producteurs de pétrole aura pour effet, par elle-même, de dériver une partie de la demande d'énergie des pays industrialisés vers les pays producteurs. En soi-même, ce phénomène réduira les exigences d'importations des pays consommateurs et augmentera la capacité d'importation des pays producteurs de pétrole pour les biens et les services provenant de l'étranger. Si ces objectifs, tels qu'ils sont envisagés par les pays producteurs de pétrole, sont atteints, un système international plus stable de recyclage des fonds excédentaires pourrait être bâti, de sorte que l'afflux des fonds provenant des pays consommateurs en direction des pays producteurs en arrivera à être inversé, aboutissant même à une forte distribution parmi les pays importateurs de pétrole, ce qui aiderait à corriger les déficits de la balance des paiements dans un groupe de pays extrêmement important.

8. — Dans le monde libre, la demande d'énergie avait récemment augmenté de 5 % par an, et celle de pétrole de 7,5 % par an également. On en a déduit que l'élasticité de la demande de pétrole était de l'ordre de 0,09. Or, l'élasticité de cette demande est de presque 0,025, ainsi que l'indiquent certaines perspectives industrielles, offrant un taux d'expansion de 2,6 % annuellement au lieu de 6 % prévu dans les douze prochaines années.

En ce qui concerne la totalité de l'énergie, on a prévu un taux de croissance annuel de 4,2 % au lieu de 5 %, ce qui suppose une élasticité de la demande d'environ 0,1.

Selon ces hypothèses, la demande totale d'énergie du monde libre équivalra à environ 120 millions de barils de pétrole par jour en 1985, soit une augmentation globale de 5 % par rapport aux chiffres de 1973. La demande totale de pétrole s'établit — toujours selon les prévisions — aux alentours de 58 millions de barils par jour, soit une augmentation de 34 % par rapport aux chiffres de la demande en 1973. La part de la demande mondiale de pétrole, qui s'élevait à 57 % en 1973, s'abaissera en conséquence à 49 % en 1985. En dépit de ce fait, le pétrole continuera à être la plus importante source d'énergie consommée dans le monde.

ANNEXE IV

INTERVENTION DE M. LAMBERT KONAN,

**Membre de la délégation de la Côte-d'Ivoire,
prononcée devant la Neuvième Conférence mondiale de l'Énergie.**

J'ai déjà eu l'honneur en 1971 à Bucarest d'exposer devant votre honorable assemblée quelques aspects particuliers relatifs au développement de l'énergie dans les pays du tiers-monde, notamment celui qui est le mien, la Côte-d'Ivoire.

L'occasion m'est à nouveau donnée de lancer un véritable cri d'alarme pour souligner la situation désespérée, l'expression n'est pas trop forte, des pays en voie de développement dans la conjoncture actuelle et face aux aléas de ce qu'il est désormais convenu d'appeler la crise pétrolière d'octobre 1973.

Je ne compte pas en effet dans ma brève intervention revenir sur les points qu'ont longuement développés les brillants orateurs qui m'ont précédé à cette tribune. Tous ont exprimé leur inquiétude, voire leur désarroi envers une situation politique, économique mondiale incertaine, porteuse de graves menaces qui risquent de jeter la planète entière dans une crise aiguë génératrice de bouleversements profonds de toutes sortes.

Mais personne jusqu'ici n'a souligné les répercussions catastrophiques que la situation présente aura sur l'économie et le développement de nombreux pays du monde qui ne disposent pas plus du précieux or noir que de matières premières stratégiques nécessaires à l'appétit de la machine industrielle des pays développés.

Or il me semble, ainsi que le disait le président Gerald Ford lors de la cérémonie d'ouverture, qu'une telle conférence, si elle doit servir de lieu de rencontre, de forum où sont exposées toutes les positions, doit être également l'endroit privilégié où tente de s'élaborer dans la générosité, j'allais dire dans la fraternité, une coopération juste et fructueuse permettant aux pays déshérités d'avancer sur la route du progrès en assurant à leurs populations les éléments du bien-être minimum et d'une dignité sans lesquels il n'y aura pas de monde digne de ce nom.

L'évolution de la situation actuelle telle qu'elle semble se dessiner à court terme met en cause particulièrement et simplement l'existence de certains pays en condamnant de façon irrémédiable leur développement.

Vous le savez, en effet, le développement économique et social de ces pays est basé principalement sur la production d'une énergie abondante et au meilleur coût possible.

On pourrait penser que la trop tristement célèbre détérioration des termes de l'échange viendrait pour une fois en aide à ces pays démunis en leur permettant de se procurer à des prix avantageux le combustible nécessaire au fonctionnement de leur équipement énergétique.

En effet, dans une première phase, l'électrification des pays en voie de développement passe pratiquement toujours par la mise en service de groupes diesel de faible puissance, mais convenant aux besoins d'une population dispersée

ne disposant que de modestes revenus. Un prix relativement peu élevé du combustible permet de réduire les frais proportionnels et d'obtenir une énergie à un coût abordable pour peu qu'il existe, comme c'est le cas en Côte-d'Ivoire, une péréquation tarifaire sur l'ensemble du territoire, péréquation qui permet de reporter sur la population de centres plus favorisés une grande partie des charges fixes. C'est là un exemple de solidarité nationale où les centres urbains, notamment, bénéficiant déjà de conditions de vie meilleures, viennent en aide aux populations rurales en permettant l'extension de l'électrification.

Désormais, avec le triplement du prix du pétrole brut, ce processus d'électrification, bien que lent, est remis en cause, la charge totale imposée à nos populations risquant de devenir intolérable, insupportable même eu égard à d'autres besoins fondamentaux ayant trait, par exemple, à l'approvisionnement en marchandises de première nécessité.

Certes le renchérissement vertigineux des prix du brut favorise théoriquement la production d'électricité d'origine hydraulique. Normalement les pays en voie de développement devraient s'orienter vers l'équipement de leurs sites hydrauliques susceptibles de fournir une énergie de cinq à dix fois moins chère. Mais dans la plupart des cas cette énergie produite en grande quantité ne trouve pas preneur, les investissements nécessités par la construction des lignes de transport ne s'avérant pas rentables, toujours du fait de l'émiettement d'une population à très faibles revenus. Seuls les besoins d'industries de grande taille peuvent justifier des investissements aussi considérables et permettre en contrecoup le développement de l'électrification. Or on sait à quelles difficultés se heurte l'industrialisation des pays du tiers-monde.

Ainsi la hausse des prix des produits pétroliers, si elle condamne pratiquement le développement thermoélectrique de nos pays qui était le mieux adapté à nos besoins, ne permet pas non plus, dans presque tous les cas, de recourir à une substitution par l'énergie d'origine hydro-électrique. Ceci d'autant plus qu'avec la vague d'inflation qui sévit, le coût des équipements est devenu prohibitif et les conditions financières qui sont de règle actuellement réduisent singulièrement nos possibilités d'action. L'impact sur nos balances de paiement et sur la situation de nos dettes publiques est catastrophique et réduit à néant nos faibles possibilités. C'est notre développement tout entier qui est irrémédiablement compromis.

Pour prendre le cas de la Côte-d'Ivoire dont la balance commerciale a toujours connu un excédent appréciable, la hausse des prix du pétrole va réduire cet excédent de plus d'un tiers, soit environ 40 millions de dollars en 1974, excédent qui, jusqu'ici, a servi de contrepartie à l'endettement du pays aux fins de son équipement.

Je n'ose même pas aborder le problème de l'énergie d'origine nucléaire, voie dans laquelle le monde développé s'engage. Les puissances élevées nécessaires à l'obtention d'un prix économiquement rentable sont encore pour longtemps hors de notre portée. Actuellement un seuil de 300 000 kW apparaît comme un minimum. Il faudra attendre les progrès de la technologie pour envisager l'implantation dans nos pays de centrales adaptées à nos besoins. De plus, ces techniques sophistiquées ne correspondent pas à nos possibilités financières et humaines.

En effet, le problème des hommes est également un handicap considérable. Les cadres chez nous sont en nombre insuffisant, les formations longues et coûteuses.

Dans bien des cas nous devons avoir recours à une assistance technique extérieure qui de temporaire qu'elle devrait être tend à devenir une institution permanente qui coûte cher et qui est souvent l'objet de tensions au sein du corps professionnel national.

Voici résumés très brièvement quelques uns des obstacles à notre développement énergétique. La hausse du prix des produits pétroliers vient encore aggraver la situation et faire de l'énergie un produit noble auquel les pays en voie de déve-

loppement ne pourront plus qu'accéder parcimonieusement dans des proportions qui ne sont pas compatibles avec les besoins de leur propre développement et de leur propre progrès. Alors que le salut était dans la production d'une énergie à bon marché, nos pays voient se fermer désormais devant eux cette possibilité.

A ce stade, devant le renchérissement des produits pétroliers, des biens d'équipement, des taux d'intérêt, des prestations du personnel d'assistance technique, on peut se demander quelle est la signification de l'aide que les pays nantis accordent de façon de plus en plus restrictive aux pays qui, n'ayant aucune richesse naturelle reconnue, appartiennent à cette catégorie qu'il est désormais convenu d'appeler le quart monde. Quel sens peuvent donc avoir pour ces pays les expressions de solidarité, d'aide et de coopération qui continuent à fleurir dans les beaux discours officiels sans être suivies d'effet ? L'aide actuelle, en dehors de la fourniture de produits agricoles, n'a plus qu'une signification réduite et hélas illusoire.

Mon espoir en vous exposant ces problèmes est que notre conférence prenne conscience de la situation de ces pays qui, comme vous l'avez certainement remarqué, ne sont pratiquement pas représentés ici. Il faut reconnaître qu'à part un séminaire qui doit se tenir demain sur les problèmes particuliers des pays en voie de développement, rien dans ce sens n'a été inscrit à l'ordre du jour de la conférence. Le paradoxe de cette conférence est qu'en effet on parle abondamment de réduire le gaspillage d'énergie des pays nantis dans des proportions permettant le maintien de leur train de vie, et qu'on ne parle absolument pas de toute une catégorie de pays pour qui la crise est une atteinte à leur devenir, sinon à leur existence.

J'espère qu'une réaction de solidarité se produira à brève échéance envers ces pays que la nature aveugle a privés de richesses naturelles et qui, comme les autres, ont droit à l'existence, à la dignité et au progrès.

Cette solidarité, cette lutte en commun contre la pauvreté, cette coopération nous essayons, nous Africains, avec nos modestes moyens, d'en donner l'exemple et d'en ouvrir la voie.

Au sein de l'Union des producteurs, transporteurs, distributeurs d'énergie électrique des pays africains, malgache et mauricien, dont j'ai l'honneur d'assurer actuellement la présidence, nous recherchons ensemble les solutions originales, tant techniques qu'économiques et commerciales, pour la mise en place d'un système de production et de distribution permettant de fournir à un prix acceptable de l'énergie à nos populations. Notre union, qui a maintenant trois ans d'existence, est un creuset fécond qui facilite la recherche de solutions adaptées à nos problèmes particuliers.

Je souhaite qu'il en soit de même à travers le grand chambardement mondial auquel nous assistons depuis près d'un an. Une coopération fructueuse, resserrant les liens entre les hommes, doit s'établir et ne pas tourner en confrontation égoïste au gré des seuls intérêts nationaux.

C'était là d'ailleurs le thème de réflexion du dernier congrès de la Société internationale pour le Développement qui s'est tenu le mois dernier à Abidjan. Nous sommes persuadés que ces journées d'étude ont contribué à faire avancer l'idée de cette inévitable coopération internationale que nous appelons de tous nos vœux.

Je ne saurai terminer sans renouveler au nom du Comité international ivoirien l'invitation de la Côte-d'Ivoire à tenir la réunion du Conseil exécutif international à Abidjan en 1976.

Monsieur le Président, Honorables Délégués, je vous remercie de votre bienveillante attention.