

DISPOSITIONS RELATIVES A LA COMMUNAUTE EUROPEENNE DE L'ENERGIE ATOMIQUE

Par M. Pellenc, sénateur, rapporteur général (1).

PREMIERE PARTIE

EXPOSE GENERAL

Mesdames, messieurs, nombre de membres de la commission des finances auraient été sans doute plus qualifiés que votre rapporteur général pour présenter le point de vue de cette dernière, en raison de leur connaissance plus approfondie de l'économie générale de ce traité, de la place plus nette que leur esprit lui assigne dans une construction européenne — dont la structure et les contours échappent encore, au moins partiellement, à votre rapporteur général — ou de la foi plus ardente qu'ils peuvent avoir dans les vertus de ce traité lui-même.

Mais, au cours de la dernière séance de la commission des finances, précédant les fêtes du 14 juillet, aucun de nos collègues ne s'étant encore cru à même de pouvoir s'acquitter de cette tâche, soit qu'il fut déjà chargé d'un rapport au nom d'une autre commission, soit pour d'autres raisons tout aussi légitimes, votre rapporteur général, en raison du caractère de permanence de ses fonctions et aussi sans doute d'une marque de confiance de ses collègues à laquelle il est particulièrement sensible, fut chargé de ce soin. Il fut prié, en outre, de faire part de ses observations au cours d'une séance qui se tiendrait le mercredi 17 juillet.

Cette désignation tardive n'a pas été sans entraîner un certain nombre de conséquences qu'il importe d'exposer, afin d'expliquer dans quelles conditions a été élaboré et présenté ce rapport.

Il y a lieu de remarquer tout d'abord que vingt-quatre heures à peine devaient séparer la fin des travaux de la commission des finances et le début de la discussion.

Le compte rendu des travaux et les conclusions de cette dernière ne pouvaient donc être portées à la connaissance du Conseil de la République que par un document très sommairement rédigé et distribué sous forme ronéotypée.

Cependant il n'était pas sans intérêt de communiquer à nos collègues, comme le fait toujours la commission des finances, l'ensemble des documents et des informations qu'elle avait pu recueillir et qui avaient servi de base à ses travaux, à ses discussions et à ses décisions.

La chose n'était alors matériellement possible qu'en scindant le rapport en deux parties :

Une première partie comportant la présentation et l'examen préliminaire par votre rapporteur général de l'ensemble de la documentation mise à la disposition des membres de la commission des finances à la fin de semaine dernière, l'examen préliminaire ne correspondant évidemment qu'à une opinion émise par le rapporteur général ;

Une deuxième partie rendant compte d'une manière aussi détaillée que possible, des observations de la commission sur le travail préliminaire du rapporteur général, le compte rendu des discussions et les décisions de cette dernière commission.

C'est dans cet esprit qu'a été rédigée cette première partie du rapport de la commission des finances.

Elle comporte :

Un exposé du rapporteur général ;

Le compte rendu de l'audition du secrétaire d'Etat et du haut commissaire à l'énergie atomique (annexe) ; exposé général des réponses aux questions posées ;

Une annexe technique (annexe II).

L'exposé du rapporteur général, susceptible d'être parfois considéré comme traduisant par anticipation l'avis définitif de la commission des finances, posait, quant à sa conception, le problème le plus délicat.

Votre rapporteur général a pensé que la base même pouvait en être constituée par la note d'information n° 33 sur l'Euratom, communiqué à ses collègues le 3 juillet dernier, car, de cette manière cet exposé ne serait pas nouveau pour eux, et qu'ayant eu deux semaines pour en apprécier soit le bien-fondé, soit les faiblesses, ils pourraient faire plus facilement (dans le cadre d'un texte déjà connu) leurs observations éventuelles — celles-ci étant, comme il se doit, fidèlement rapportées dans la deuxième partie du rapport, qui suivra la discussion en commission.

Bien entendu, comme la note d'information en question comportait un certain nombre de lacunes, — qu'une rédaction hâtive et toujours perfectible peuvent aisément expliquer — ces lacunes, grâce aux renseignements communiqués par les services de M. le secrétaire d'Etat à l'énergie atomique ont été comblées, notamment en ce qui a trait aux points suivants :

Les réserves mondiales de minerai d'uranium ;

Le rendement dans les piles ;

La technique des réacteurs ;

Le commerce de l'uranium enrichi.

Par ailleurs la note d'information en question comportait un certain nombre d'observations ou de remarques dont la portée et l'importance se sont trouvées parfois modifiées à la suite des déclarations du haut commissaire à l'énergie atomique.

(1) Voir : Assemblée nationale (3^e législ.), n°s 4676, 5266, 5267, 5268, 5269, 5270, 5273, 5274, 5275, 5289, 5290, 5296, 5297, 5298, 5303, 5316, 5367 et in-8° 751 ; Conseil de la République, n°s 832, 873, 874, 875, 876, 877, 878 (session de 1956-1957).

Votre rapporteur général a cru utile, chaque fois que la chose a été possible, de rapprocher et de confronter ses opinions initiales avec les déclarations du haut commissaire et de rajuster ses observations ou ses remarques en fonction de ces déclarations.

Enfin le rapport a été complété par un chapitre relatif aux dispositions plus spécialement financières du projet de traité.

CHAPITRE I^{er}

LES PERSPECTIVES ENERGETIQUES DE LA FRANCE

La France, si favorisée en tant de domaines, a souffert — et souffre toujours — d'une insuffisance en matière d'énergie. A tout moment, elle se trouve dans la nécessité d'acheter à l'étranger une grande partie des combustibles qui lui sont indispensables et il en résulte des dépenses énormes qui pèsent lourdement sur sa balance des comptes. Qu'il suffise de rappeler que nos achats et nos ventes de produits énergétiques se sont soldés par un déficit de 155 milliards de francs en 1955 et de 236 milliards de francs en 1956.

Or, malgré ces importations massives et onéreuses, les quantités d'énergie dont dispose la France sont sensiblement inférieures à celles que consomment ses voisins.

Consommation par habitant. (En milliers de kWh.)

U. S. A., 62,1 ; Royaume-Uni, 36,6 ; Allemagne, 23,5 ; France, 18,3.

Ainsi, là où nous avons 40 esclaves mécaniques, l'Allemagne en a 12, l'Angleterre 19, les Etats-Unis 33. De tels chiffres se passent de commentaires.

L'aspect le plus préoccupant de cette situation qui n'est, hélas ! que trop connue, c'est que les sources d'énergie mises actuellement en œuvre par les diverses techniques, bien loin de nous laisser l'espérance d'une amélioration, ne nous offrent que la perspective d'une aggravation du déficit puisque nos besoins vont continuer à se développer sous l'effet conjugué de nos progrès économiques et de notre expansion démographique, cependant que l'accroissement de nos ressources se heurtera bientôt à un obstacle infranchissable : les données géologiques et hydrologiques de notre territoire.

L'examen de notre bilan énergétique en 1956 permet de constater que, sur une consommation totale équivalente à 121 millions de tonnes de charbon, l'ensemble de nos diverses productions a atteint l'équivalent de 75 millions de tonnes, soit à peine 62 p. 100. L'insuffisance de nos ressources atteint un pourcentage proprement effarant de 38 p. 100, que seules des livraisons en provenance de l'étranger ont pu combler.

Or, en 1965, nos besoins s'élèveront entre 155 et 171 millions de tonnes équivalent-charbon.

Le bilan prévisionnel dressé par les services du plan vaut que l'on s'y arrête, car il met en lumière quatre faits également importants :

1^o En dépit de nos efforts et des progrès que l'on peut escompter, les importations demeureront considérables, étant donné l'accélération de la consommation énergétique individuelle dans une société évoluant au rythme du modernisme. Sans doute l'apport énergétique en combustibles liquides de la France d'outre-mer diminuera-t-il nos achats à l'étranger, mais il faut tenir compte qu'une part notable en sera consacrée à l'expansion industrielle et agricole de ces territoires ;

2^o L'inélasticité de nos moyens est telle que, quel que soit le niveau atteint par notre activité, notre production ne dépassera pas en tout état de cause 106 millions de tonnes et que tous nos besoins au-delà de cette limite devront être couverts intégralement par des achats supplémentaires à l'étranger ;

3^o La place encore bien modeste occupée par l'énergie nucléaire — équivalent de 2 millions de tonnes de charbon — soit moins de 2 p. 100 de la production nationale et quelque 1,3 p. 100 de la consommation ;

4^o Le rôle considérable revenant au pétrole dont la part se trouvera portée à quelque 30 p. 100 au minimum et éventuellement à 36 p. 100.

Toujours avec l'aide des services du plan, tentons de voir encore un peu plus loin. Quelles sont les perspectives que l'on peut raisonnablement envisager pour 1975 ?

Perspectives énergétiques de la France en 1975.

(En millions de tonnes équivalent-charbon.)

Production nationale : charbon, 68 ; bois, 2 ; énergie hydraulique, 28 ; énergie nucléaire, 20 ; pétrole brut et gaz naturel, 40. Soit, 158.

Apports extérieurs à la métropole : charbon et pétrole (a), 62.

Consommation totale, 220.

De ces chiffres qui, pour n'être que des estimations, n'en constituent pas moins des bases de calcul sérieuses, il ressort un certain nombre d'indications qui doivent retenir l'attention :

1^o La production houillère plafonnera à un niveau à peine supérieur à celui atteint en 1965. C'est là une conséquence de l'ingratitude de notre sous-sol ;

2^o La production hydraulique augmentera de 50 p. 100, mais ce progrès ne sera pas supérieur en valeur relative à celui enregistré par la production totale de sorte que cette forme d'énergie représentera, comme en 1965, environ 17 p. 100 des ressources d'origine

(a) Y compris le pétrole en provenance du Sahara et des territoires d'outre-mer.

nationale. C'est là la conséquence de la permanence des traits qui caractérisent l'hydrographie et le relief d'une nation;

3° Le gaz naturel et le pétrole fourniront un apport deux fois et demi supérieur. Ils procureront l'équivalent de 40 millions de tonnes de charbon, ce qui représentera plus de 25 p. 100 du total. Ce sera là la récompense de l'effort systématique des géophysiciens et des techniciens du pétrole;

4° Mais c'est l'énergie nucléaire qui, au cours de cette décennie 1965-1975, accusera les progrès les plus spectaculaires. Elle décevra sa production et fournira 12 p. 100 de nos ressources. Ce sera l'aube de la victoire des savants et des ingénieurs français dans le domaine atomique, effort qui aura été poursuivi sans défaillance depuis la Libération.

Conclusions.

1° Nos sources traditionnelles d'énergie sont définitivement incapables de subvenir à nos besoins. Les progrès à escompter du côté de nos houillères et de nos réserves hydrauliques ne seront obtenus qu'au prix de grands efforts financiers et seront sans commune mesure avec le déficit énergétique qu'il nous faudra combler;

2° Le pétrole est pour les prochaines vingt années notre grand espoir. C'est lui qui, à concurrence de la moitié, doit couvrir l'accroissement de nos besoins. Pour des années encore, il est vraisemblable que seul il alimentera les moteurs légers et automobiles de locomotion;

3° C'est à la force nucléaire qu'il reviendra d'assurer la relève énergétique. C'est à partir de 1965 qu'elle fera sa grande apparition et, compte tenu de l'effet cumulatif de toute expansion, c'est à compter de 1970 que son rôle deviendra décisif. L'année 1970: date qu'il convient de retenir, car elle sera évoquée plus loin;

4° En 1956, la France a payé 236 milliards de devises pour assurer son approvisionnement en énergie. Si la France ne trouvait pas dans le pétrole du Sahara d'abord, dans l'atome ensuite, des ressources nouvelles d'énergie, ce déficit serait appelé à doubler en vingt ans, ce qui constituerait une charge écrasante et probablement insupportable pour notre économie.

La conclusion s'impose: le pétrole du Sahara et l'énergie nucléaire sont deux problèmes vitaux pour notre indépendance et notre niveau de vie.

CHAPITRE II

OU EN EST LA FRANCE DANS LE DOMAINE ATOMIQUE

Pour faire le point d'une manière aussi exacte que possible, le plus simple est, semble-t-il, de rappeler brièvement les étapes par lesquelles il faut passer pour aller de l'extraction du minerai jusqu'à la production d'énergie atomique et de voir ensuite comment s'inscrivent dans ce cadre les résultats de l'effort français.

I. — Le cycle de l'uranium.

En schématisant, on peut dire que l'industrie nucléaire gravite tout entière autour de deux problèmes essentiels:

D'une part, obtenir des matières à partir desquelles prend naissance le phénomène fondamental de la réaction en chaîne ou fission;

D'autre part, mettre en œuvre cette source d'énergie soit comme explosif dans une bombe, soit comme combustible dans une centrale ou dans un moteur d'unité navale.

L'appareil producteur d'énergie nucléaire est la « pile atomique » ou « réacteur ». C'est un dispositif spécial qui, dans certaines conditions, peut jouer le rôle d'une chaudière de type classique. Comme celle-ci, elle sert en particulier à produire de la chaleur. Etant donné les dimensions encore importantes de ces installations, elles ne peuvent servir pratiquement, dans l'état actuel de la technique, qu'à actionner des turbo-alternateurs de centrales. Cependant, certains modèles peuvent être utilisés dès à présent à la propulsion de navires de guerre et d'unités marchandes.

On appelle, par analogie, « combustibles nucléaires », les corps qui sont capables d'être producteurs d'énergie atomique dans un réacteur. Mais il convient de ranger ces corps en deux catégories: les éléments « fissiles » et les éléments « fertiles ».

Les éléments « fissiles » sont instantanément utilisables pour produire de l'énergie atomique. Ils constituent, en fait, le véritable combustible des réacteurs et, s'ils sont suffisamment purs, l'explosif des bombes atomiques du type A (par opposition à celles du type H, dit « bombes à hydrogène »).

Les éléments « fertiles » sont en eux-mêmes impropres au dégagement immédiat d'énergie atomique dans des bombes ou dans des réacteurs, mais ils se transforment lentement et partiellement en éléments fissiles, lorsqu'ils sont introduits dans des réacteurs en fonctionnement.

Les corps qu'on trouve dans la nature et qui fournissent à l'heure actuelle les éléments fissiles et les éléments fertiles sont l'uranium naturel et le thorium naturel.

L'uranium naturel se compose d'uranium 238 qui est fertile et d'uranium 235 qui est fissile. Il y a 139 parties d'uranium 238 pour une partie d'uranium 235.

Le thorium naturel n'a qu'un composant, le thorium 232, qui est fertile.

Dans un réacteur, sous l'effet de la réaction en chaîne, les deux éléments fertiles, se transforment en éléments fissiles: l'uranium 238 donne le plutonium et le thorium 232 donne l'uranium 233.

Le tableau schématisant suivant indique, d'une manière plus parlante pour l'esprit, ce que nous venons d'exposer:

ELEMENTS NATURELS	ELEMENTS FERTILES	ELEMENTS FISSILES
Uranium naturel (139 parties fertiles pour 1 partie fissile). Uranium 238 → (139 parties).	Uranium 235 (1 partie). Plutonium.
Thorium naturel (seulement fertile).	Thorium 232 →	Uranium 233.

(La flèche → indique que c'est seulement sous l'action d'un réacteur que la matière fertile se transforme en matière fissile).

Dans l'état actuel des connaissances, on dispose donc, en définitive de trois éléments fissiles: l'uranium 235, le plutonium et l'uranium 233.

Après ce bref rappel des données fondamentales, il devient facile de fixer les étapes du développement d'une industrie nucléaire.

L'obtention du combustible.

D'abord se procurer du minerai d'uranium ou de thorium par extraction si le pays en possède, sinon par voie d'achat à l'étranger.

Ce minerai, sauf cas exceptionnels comme au Congo belge, a une teneur en métal extrêmement faible (quelques parties pour mille). Il faut donc le concentrer, par procédé physique ou chimique, au sortir de la mine.

Ces concentrés sont ensuite traités chimiquement. Les composés chimiques de l'uranium sont immédiatement utilisables, car ils contiennent des atomes d'uranium 235 qui — nous l'avons vu — est « fissile ». Par contre, les composés chimiques de thorium naturel, corps uniquement « fertile », ne sont utilisables qu'après passage dans des réacteurs à uranium où le thorium est transformé en uranium 233.

Ainsi, arrivé à ce stade, on se trouve en présence de deux corps: 1° L'un, l'uranium, qui contient 1 partie d'uranium 235 (corps fissile) pour 139 parties d'uranium 238 (corps fertile);

2° L'autre, le thorium, corps homogène et uniquement « fertile ». On voit déjà le rôle décisif que joue l'uranium 235.

La pile à uranium naturel.

Dans ce type de réacteur, on peut utiliser l'uranium naturel en mettant à profit la présence dans ce métal de la petite partie d'élément « fissile » (uranium 235) qu'il contient.

L'uranium naturel métallique est usiné, mis en barre et recouvert d'une « gaine ». Les barres sont introduites dans la « pile » mais isolées les unes des autres dans une masse destinée à freiner le processus de désintégration, d'où on note de « ralentisseur ». La réaction de déclenche d'elle-même, dès qu'un certain nombre de conditions sont remplies. En quelques instants le centre de la pile est porté à très haute température. La masse constituée par l'ensemble des barres d'uranium et du ralentisseur est enfermée dans une énorme carapace de métal et de ciment. Elle est traversée de tubulures dans lesquelles circule un refroidisseur constitué généralement par de l'eau. (Cependant la France utilise dans une de ses piles le gaz carbonique.)

Le fluide d'échange thermique devenu radioactif par son passage à travers la pile, et par conséquent dangereux, circule en circuit fermé. Véhiculant la chaleur hors de la pile, il passe à travers un échangeur thermique dans lequel il cède ses calories à un second fluide sans pour autant lui communiquer sa radioactivité.

Ce second fluide qui est généralement de l'eau est vaporisé et il se détend sur les aubes d'une turbine au sortir de laquelle il se condense comme dans toute centrale thermique classique.

En résumé, la pile joue le rôle d'une chaudière de type classique. Ce procédé comporte de graves servitudes.

1° L'installation est encombrante. Pour que la réaction se déclenche (problème de la masse critique), il faut mettre en œuvre une quantité importante d'uranium, ce qui nécessite des piles dont les grandes dimensions limitent le champ d'emploi à la production d'énergie électrique.

2° La formule est coûteuse et elle atteindrait, dans certains cas, un prix prohibitif, si ce n'était que l'on recueille dans la pile un élément « fissile »: le plutonium.

3° Ce plutonium est un corps difficile à manier, car il est fortement radioactif.

La pile surgénératrice ou « breeder ».

A condition de disposer, au départ, d'un élément « fissile » suffisamment concentré, on peut utiliser un autre type de pile plus complexe, plus difficile à réaliser que les piles simples, mais qui permet de recueillir plus de produit « fissile » qu'on n'en a introduit au début de la réaction.

Tout se passe comme si on trouvait dans les cendres d'une chaudière de chauffage à la fin de l'hiver plus de combustible qu'on en a utilisé pendant la saison froide. On obtient par ce procédé, soit du plutonium si l'élément fertile « couvé » dans le réacteur était de l'uranium 238, soit de l'uranium 233 si l'élément fertile qui a été introduit était du thorium.

Il n'est pas besoin d'insister sur l'intérêt de ce type d'appareil qui permet à un pays de produire de l'énergie, tout en accroissant ses stocks de matières fissiles.

Cependant, il ne saurait fournir à lui seul les assises d'une industrie nucléaire.

De nombreuses piles de ce genre sont étudiées partout dans le monde, mais on n'a pas pu encore dégager un procédé pleinement satisfaisant et les techniques continuent d'être discutées dans les milieux savants.

La seule chose certaine est que le rendement est encore faible. Il est théoriquement de 1,5 et pratiquement voisin de 1,2. Autrement dit, on recueille 1,2 là où l'on a consommé 1; le gain est de 20 p. 100, ce qui est très insuffisant pour assurer un développement de la production d'un pays à l'échelle des besoins de demain.

Il importe donc, en dépit des vastes perspectives ouvertes par le « breeding », de mettre en œuvre les procédés qui ont fait leur preuve.

L'usine de séparation des isotopes.

La conclusion certaine, et qui peut être considérée comme hors de discussion, est que si l'on veut mettre sur pied une industrie nucléaire pleinement valable — c'est-à-dire puissante et indépendante — l'élément de base indispensable, dans l'état actuel de la technique, est la production à l'échelle industrielle de l'uranium 235.

Ce corps qui, rappelons-le, est le seul « fissile » à l'état naturel présente deux avantages également décisifs :

1° Pouvoir être produit en quantités importantes ;
2° Avoir une puissance énergétique considérable sous un volume très réduit, ce qui permet son utilisation dans des piles de très faibles dimensions. Pour illustrer cette affirmation, qu'il suffise d'indiquer, ici, qu'une bombe atomique A d'une puissance équivalente à celle qui a détruit Hiroshima comprend une quantité d'uranium 235 du volume d'un petit melon.

Or, pour obtenir cet uranium 235, produit-clé de l'énergie nucléaire, il n'est qu'un moyen : l'isoler de l'uranium 238 au sein du métal naturel.

L'uranium 235 et l'uranium 238 qui sont intimement mêlés dans l'uranium naturel possèdent les mêmes propriétés chimiques, mais se distinguent par d'infimes différences dans leurs propriétés physiques. Ils sont en quelque sorte des jumeaux. Dans le langage scientifique, on appelle de tels corps des isotopes.

L'usine qui permet de les isoler l'un de l'autre en tirant parti de ces différences physiques est appelée, en raison de son objet, une usine de séparation des isotopes.

Une telle installation apparaît ainsi comme la base fondamentale sur laquelle peut s'édifier une industrie atomique. Elle constitue l'étape décisive qui fait d'un pays l'égal des plus puissants en mettant à sa portée toutes les possibilités de la recherche et de l'industrie.

II. — Les réalisations françaises.

Pour la première fois, dans son histoire, la France n'est pas traquée par son sous-sol : nous avons beaucoup de minerai d'uranium, ce qui a fait dire qu'à l'aube de l'ère atomique la situation de la France rappelait celle de l'Angleterre et de l'Allemagne au début de la première révolution industrielle, lorsque leur richesse en houille allait assurer un siècle de prospérité à ces deux pays.

Les gisements français déjà reconnus, s'étendent le long d'une ligne qui dessine une sorte de V dont la branche de gauche un peu aplatie partirait du Sud de la Bretagne, passerait par la Vendée, le Poitou, le Limousin pour se terminer au Massif Central. Quant à la branche de droite, elle remonterait de ce point pour aboutir dans les Vosges en traversant la Saône-et-Loire.

Les ressources minières métropolitaines peuvent être évaluées entre 50.000 et 100.000 tonnes d'uranium en l'état actuel des connaissances, dont 10.000 tonnes déjà reconnues par investigations directes.

Le programme dès à présent envisagé par le commissariat à l'énergie atomique comporte les étapes suivantes :

1958, 500 t/an ; 1961, 1.000 t/an ; 1970, 2.500 t/an ; 1975, 3.000 t/an.

En parlant des composés chimiques obtenus dans les diverses usines de traitement des minerais, l'usine du Bouchet, près d'Étampes, produit de l'uranium métallique. Construit depuis plus de dix ans, cet établissement a produit, dès 1950, des lingots d'uranium métallique à l'échelle industrielle. Le Bouchet assure aujourd'hui une production suffisante pour alimenter les piles en fonctionnement et sera bientôt en mesure d'assurer l'approvisionnement des centrales de Marcoule.

Les réacteurs.

Nous avons deux catégories de piles : les unes sont des instruments de recherches, les autres constituent nos premières réalisations industrielles.

A la première catégorie appartiennent les piles de Châtillon et de Saclay.

La première pile française, baptisée Zoé, fonctionne au fort de Châtillon depuis le 15 décembre 1948. De très faible puissance (150 kW), elle est exclusivement expérimentale.

La pile de Saclay, qu'on a appelée P. 2, a été mise en route le 27 octobre 1952. Sa puissance est actuellement de 2.000 kW. Sa charge est de 4,5 tonnes d'uranium métal sous forme de 136 barres.

Sont en construction à Saclay :

Un réacteur à flux élevés d'une puissance de 15.000 kW. Il sera consacré à des essais de matériaux ;

Un réacteur « secondaire » à combustible nucléaire enrichi (plutonium en solution dans l'eau).

A la catégorie des réalisations industrielles appartiennent les piles construites dans le Gard à Marcoule et dénommées G1, G2 et G3.

La pile G1 est en fonctionnement. Elle consomme de l'uranium métallique naturel. La pile a commencé à produire de l'énergie fin 1953. On obtenait 10.000 kW en avril 1956 et la pleine puissance (30.000 kW) a été atteinte en juillet.

G2 qui sera une version améliorée de la précédente, sera achevée à la fin de l'année 1957.

G3, similaire à G2, sera achevée dans quelques mois, au début de 1958.

Si l'on se reporte à ce qui a été dit plus haut des problèmes que pose le cycle de l'uranium, on peut maintenant apprécier très exactement le chemin parcouru par la France.

Favorisés par nos gisements, nous dominons l'ensemble du problème et les premiers en Europe continentale, nous sommes arrivés au stade des applications industrielles.

Cependant, notre industrie nucléaire souffre d'une terrible lacune qui, aussi longtemps qu'elle ne sera pas comblée, nous laissera dans une situation de dangereuse infériorité : l'absence d'une usine de séparation des isotopes.

Cette description, qui ne vise qu'à faire le point, a été volontairement sommaire. Aussi faut-il la compléter par deux observations également importantes.

La première a trait à la place considérable que l'industrie nucléaire occupe dès à présent dans l'activité française.

Qu'il s'agisse de la prospection, du traitement des minerais, de la production des combustibles nucléaires, de la construction des piles, du nettoyage des matières et installations irradiées, à tous les stades de cette gigantesque entreprise qui tend à donner à la France une source d'énergie nouvelle, on trouve les principaux représentants d'à peu près toutes les industries françaises.

Le stade du laboratoire est donc, dès à présent, largement dépassé, et on peut dire qu'il s'agit d'une industrie en pleine expansion à la fois dans le domaine de la recherche et dans celui des réalisations et qui a déjà des assises solides et des ramifications profondes à travers toute notre économie.

La deuxième observation, d'une importance capitale en ce qui concerne le projet d'Euratom — nous le verrons en examinant le projet de traité — est le rôle que l'État, tant dans la production du minerai et la fabrication des combustibles nucléaires que dans la recherche, s'est réservé.

Sous le couvert du commissariat à l'énergie atomique, c'est l'État qui contrôle d'une façon absolue, en France comme dans les territoires d'outre-mer, toutes les ressources en minerais radioactifs.

De même, l'usine du Bouchet, où se fabrique l'uranium métal, fait partie des installations du commissariat.

Enfin, le personnel qui relève du C. E. A. groupe un ensemble de chercheurs qui, par leur nombre, leur valeur technique et les moyens mis à leur disposition, constituent un instrument unique de telle sorte qu'il est matériellement impossible qu'une découverte de quelque importance puisse être réalisée en dehors du C. E. A.

III. — Les possibilités de développement de la France.

La France contrôle le cycle de l'uranium, mais elle ne possède pas d'usine de séparation des isotopes, cette pièce maîtresse.

Peut-elle avec ses seules ressources construire les installations nécessaires ?

Telle est la question capitale qui reste à examiner pour apprécier le potentiel français.

Pour séparer les deux isotopes chimiquement identiques, mais dont les propriétés physiques sont légèrement différentes, il faut faire appel aux plus subtiles méthodes du physicien. Un grand nombre de procédés de séparation sont théoriquement concevables et, durant la guerre, les Américains en ont appliqué quatre dans leur fameuse usine laboratoire d'Oakridge, utilisant tour à tour des actions thermiques, centrifuges, magnétiques et de diffusion gazeuses pour « disséquer » l'uranium. La plupart des procédés isolent progressivement l'U. 235 dans un montage en cascade, le facteur d'enrichissement obtenu dans chaque étage étant très faible, mais leur total permettant d'obtenir le corps recherché au degré de pureté désiré.

Après une vaste expérimentation, le procédé définitivement adopté par l'Amérique, la Russie et l'Angleterre est la diffusion gazeuse.

Bien que chacun de ces pays ait entouré du secret le plus absolu le résultat de ses expériences, la France, par le seul effort de ses chercheurs, est parfaitement en mesure de construire une installation analogue.

Un projet est d'ailleurs dès à présent au point. L'usine qui répondrait à nos premiers besoins mettrait en œuvre quelque 300 tonnes de minerai d'uranium donnant une tonne d'uranium 235 enrichi.

Le devis de cette usine a été établi et, d'après les techniciens les plus qualifiés, son exécution entraînerait une dépense d'une cinquantaine de milliards. Au cours de son audition devant l'Assemblée nationale, l'an dernier, M. Francis Perrin (Assemblée nationale,

1^{re} séance du 5 juillet 1956) a même avancé le chiffre de 40 milliards et au cours de son récent exposé devant la commission des finances, dont on trouvera à l'annexe I le compte rendu sténographique, il a de nouveau donné ce chiffre.

Le fonctionnement d'une usine de cette capacité absorberait environ 3 p. 100 de la production française d'énergie électrique, ce qui correspond approximativement à la quantité de courant consommée par toute notre production d'aluminium.

Même, si pour faire face à ce supplément de besoins, il fallait construire une ou deux centrales, la dépense qui en résulterait serait d'une vingtaine de milliards, ce qui, à l'évidence, ne constitue pas une difficulté sérieuse. Qu'il suffise d'indiquer que les investissements d'électricité de France s'élevaient chaque année à quelque 150 milliards.

Ainsi, tout compte fait, il s'agit d'une dépense de l'ordre de 70 milliards et, comme la durée des travaux s'étendrait sur environ trois ans, l'effort financier nécessaire se trouverait ramené à moins de 25 milliards par an.

En présence du montant des sommes en cause, on ne peut se défendre d'éprouver quelque étonnement devant les efforts déployés pour affermir dans l'opinion la croyance qu'un tel projet est à la limite des possibilités nationales et qu'on risque de ne pas aboutir, ou d'aboutir difficilement, si l'on en poursuivait seul l'exécution.

En réalité, la construction d'une usine de la capacité de production dont nous avons besoin est à la mesure de tout pays d'industrie moyenne et, dans un pays comme la France, un simple groupement de sociétés privées, comme nos grands ensembles chimiques ou métallurgiques, pourrait la réaliser par ses propres moyens financiers. Aussi bien, un programme de ce montant est-il une opération que ces industries réalisent couramment dans le cadre de leur activité propre.

Il y a lieu d'ajouter que ces investissements seraient rentables. La valeur marchande de l'uranium enrichi, produit à l'échelle qui vient d'être indiquée, serait d'environ 8 milliards de francs la tonne, ce qui assurerait un rendement correct tout en permettant les amortissements nécessaires.

Cette seule considération est d'ailleurs trop sommaire, car elle néglige les économies massives que les équipements nucléaires — et pas seulement la bombe — permettent de réaliser sur les armements classiques. L'exemple que donne actuellement l'Angleterre doit être médité: grâce à leurs progrès dans le domaine atomique, nos voisins peuvent assurer la reconversion de leurs forces navales et disposer d'un armement supérieur tout en diminuant leur effort financier.

Mais il faut voir le problème de plus haut. En un tel domaine, le point de vue financier est secondaire.

Disposer à sa convenance d'uranium enrichi, même en quantité limitée, donne accès au concert des grandes nations. Ne pas en avoir, c'est tomber au rang des nations de deuxième ordre. Il y a là un seuil que l'on franchit ou que l'on ne franchit pas et qui vous classe.

Renoncer à l'autonomie en matière atomique, cela reviendrait à abandonner notre avenir aux mains des autres — on serait tenté de dire: deux fois.

Non seulement, en effet, nous retomberions dans la dépendance d'autres pays pour notre approvisionnement en cette source d'énergie nouvelle dont le rôle est appelé à devenir prépondérant, mais nous perdriions la plénitude des possibilités scientifiques et techniques dont disposerait les autres.

Il ne s'agit plus ici ni de prix, ni de guerre, ni d'économie, ni de politique, mais de garder ouvertes, toutes grandes, les portes de l'avenir.

Seule une usine de séparation des isotopes assure, dans l'état actuel de la technique, la production d'uranium 235 enrichi.

La France est en mesure de réaliser cette installation. Nos techniciens ont déjà effectué les études préliminaires, les moyens matériels sont disponibles et, malgré les difficultés de l'heure, l'effort financier ne saurait poser de problème.

IV. — Quelques données statistiques.

Les renseignements supplémentaires qu'il a pu recueillir au cours des derniers jours, et en particulier au cours de l'exposé que le haut commissaire à l'énergie atomique a fait devant la commission des finances, permettent à votre rapporteur général de fournir quelques données statistiques supplémentaires.

Sans doute, dans un domaine que la science n'a abordé que depuis vingt ans, des transformations prodigieuses peuvent-elles intervenir qui enlèvent aux éléments chiffrés une partie de leur signification, cependant l'intérêt de certaines données n'en est pas moins considérable dès lors qu'il s'agit soit d'éléments permanents, soit de limites minima.

1^o Réserves de minéral.

Rien que l'effort de prospection à travers le monde soit encore très loin de permettre un inventaire précis des réserves mondiales, on peut, sur la base des investigations effectuées, dresser le bilan suivant:

Canada, 1 million de tonnes; Afrique du Sud, 300.000 tonnes; U. S. A., 200.000 à 300.000 tonnes; France, 50 à 100.000 tonnes; Angleterre et autres pays de l'Europe occidentale, négligeable; reste du monde, 300.000 à 500.000 tonnes.

2^o Rendement dans les piles.

Rien ne peut mettre davantage en lumière les immenses progrès à accomplir en matière de combustion que le rapprochement des taux de rendement actuellement atteints et ceux que la théorie permet d'escompter. Une tonne d'uranium naturel est susceptible de fournir en tonnes-équivalent-charbon:

a) Dans les piles ordinaires actuellement en fonctionnement, 7.000 tonnes;

b) Dans un avenir très proche, compte tenu de techniques actuellement à l'essai, 20.000 tonnes;

c) A échéance d'une dizaine d'années lorsque la technique du « breeding » sera mise au point, 1 million de tonnes, ce qui représente 50 p. 100 environ de la limite théorique.

Il convient de préciser que l'échéance de dix ans correspond à un espoir et que, même au cas où il se réaliserait, il ne s'agirait encore que du domaine de la recherche. Or la mise en application sur le plan industriel nécessitera un certain nombre d'années pour deux raisons:

D'une part, les délais nécessaires à la construction des réacteurs qui mettront en œuvre les résultats atteints par les chercheurs;

D'autre part, le temps que comporte la mise en marche des réacteurs. L'industrie nucléaire présente en effet une caractéristique absolument nouvelle dans le domaine industriel. Le processus de désintégration se poursuit à l'intérieur des piles, et suivant la dimension de ces dernières, pendant un certain nombre d'années de sorte que pour atteindre le régime de « croisière », il faut procéder à de véritables immobilisations de matières fissiles et fertiles qui représentent un stock très important qu'il faut des années pour constituer.

3^o L'importance de la technique des réacteurs.

L'énorme marge existant entre les divers rendements met en évidence l'importance primordiale de la technique de la combustion. Or, dans ce domaine, on se trouve en présence d'un problème technique comportant un nombre d'inconnues particulièrement élevé: dispositif général, nature des ralentisseurs, taux de concentration des matières fissiles, usinage des matériaux divers utilisés dans la pile.

Il en résulte un grand nombre de combinaisons possibles et, pour être assuré d'avoir le bénéfice de la formule la meilleure, il est indéniable que le fait de s'associer, en augmentant les chances dans une mesure d'autant plus grande que l'association est plus large, ne peut qu'apporter des avantages à tous les partenaires, à condition — il va sans dire — que chacun ait la garantie que la communication des connaissances se fera sur la base d'une réciprocité complète.

4^o Commerce de l'uranium enrichi.

A l'heure actuelle, les Etats-Unis sont pratiquement les seuls fournisseurs d'uranium 235 concentré. Les livraisons qu'ils effectuent présentent trois caractéristiques:

1^o Le prix pratiqué est extrêmement bas: 16 dollars le gramme, ce qui représente à peine le coût marginal de leurs immenses usines, et encore n'est-il pas sûr que ce prix comprenne les charges d'amortissement;

2^o Les livraisons s'accompagnent d'un contrôle étroit du mode d'emploi. Les accords excluent notamment toutes les utilisations de caractère militaire, y compris l'avitaillement de la marine de guerre. Ils leur confèrent un droit de regard sur les installations dans lesquelles le produit livré est mis en œuvre;

3^o En revanche, les tonnages sont accordés libéralement. C'est ainsi que tout récemment une nouvelle livraison de 2.500 tonnes d'uranium enrichi nous a été consentie pour une période qui doit s'étendre sur dix ans.

Si l'on observe que les divers Etats entourent le travail de leurs chercheurs d'un secret quasi absolu — que, de ce fait, il n'y a pour ainsi dire aucun brevet qui ait été enregistré — que les transactions sur l'élément fissile qui présente, dans l'état actuel des recherches, le plus d'importance: l'uranium 235 sont étroitement contrôlées, on conviendra que l'on se trouve en présence d'une industrie d'un caractère très particulier et que, dans un domaine qui ouvre sur l'avenir des perspectives littéralement prodigieuses, on ne saurait faire preuve de trop de circonspection, ni témoigner de trop de résolution.

CHAPITRE III

LES DISPOSITIONS FINANCIERES DU TRAITE

Les mesures plus particulièrement financières du projet de traité concernent d'une part l'établissement du marché commun nucléaire, d'autre part le financement des institutions de la Communauté.

I. — L'établissement du marché commun nucléaire.

(Art. 92 à 100.)

L'industrie nucléaire n'occupant pas encore dans l'économie générale des positions très affirmées, il a paru possible aux négociateurs d'organiser le marché commun nucléaire à un rythme beaucoup plus rapide que le marché commun général.

A la fin de la première année qui suit l'entrée en vigueur du traité :

Les Etats-membres abolissent entre eux tous droits de douane à l'importation et à l'exportation ou taxes d'effet équivalent, et toutes restrictions quantitatives sur les minerais ou combustibles nucléaires et sur les produits spécifiques de l'énergie et de l'industrie nucléaire. Seuls les territoires d'outre-mer peuvent continuer à percevoir des droits d'entrée et de sortie, sous réserve qu'aucune discrimination ne soit établie entre les Etats de la communauté (art. 93) ;

Les Etats-membres établissent un tarif douanier commun : en ce qui concerne les minerais, ce tarif est fixé au niveau le plus bas appliqué au 1^{er} janvier 1957 dans l'un des pays participants ; en ce qui concerne le deutérium et ses composés, ainsi que l'appareillage spécialement conçu pour la manipulation et le traitement des combustibles nucléaires, ce tarif sera négocié (art. 95).

Par ailleurs, les Etats-membres s'engagent :

A faciliter la conclusion de contrats d'assurances relatifs à la couverture du risque atomique suivant des directives adoptées par le conseil à la majorité qualifiée (art. 98) ;

A faciliter les mouvements de capitaux destinés à financer l'extraction et le traitement des combustibles nucléaires et la production de réacteurs, de modérateurs de réacteurs, ainsi que les installations de traitement des déchets (art. 99) ;

A autoriser les paiements afférents aux échanges de marchandises, de services et de capitaux (art. 100).

II. — Le financement des institutions de la communauté.

(Art. 171 à 183.)

Les articles 171 à 183, qui fixent les grandes lignes de l'organisation financière de l'Euratom, ont fait de larges emprunts à la technique budgétaire française.

Toutes les recettes et les dépenses de la communauté, autres que celles de l'agence d'approvisionnement et des entreprises communes font l'objet de deux budgets : un budget de fonctionnement et un budget de recherches et d'investissements, ce dernier comportant en dépenses des crédits d'engagement et des crédits de paiement.

Ces budgets sont préparés par la commission et adoptés par le conseil statuant à la majorité qualifiée de 67 voix (sur 100), la France et l'Allemagne disposant de 30 voix chacune, l'Italie de 23 voix, la Belgique de 9 voix, les Pays-Bas de 7 voix, le Luxembourg d'une voix. L'Assemblée, à qui les projets de budgets sont soumis dispose d'un mois pour donner son approbation, son silence équivalant d'ailleurs à une approbation. Elle a le droit de proposer des modifications qui sont adoptées ou refusées par le conseil statuant à la majorité qualifiée. Au cas où les budgets n'auraient pas été votés en temps utile, il est recouru à la procédure des « douzièmes provisoires » (art. 177 et 178).

Les budgets sont exécutés par la commission dans la limite des crédits alloués et sous sa propre responsabilité qui est définie, aux termes de l'article 183, par des règles établies par le conseil.

Les négociateurs du traité de l'Euratom ont confié à une commission de contrôle, formée de commissaires aux comptes, la vérification des comptes de la totalité des recettes et des dépenses de chaque budget. La commission procède à des vérifications sur pièces et sur place et le rapport qu'elle établit à la clôture de chaque exercice, ainsi que les comptes, sont soumis à la censure du conseil statuant à la majorité qualifiée.

Chaque budget est essentiellement alimenté par les contributions financières des Etats-membres (art. 172) sur la base des pourcentages suivants :

Budget de fonctionnement :

France, 28 ; Allemagne, 28 ; Italie, 28 ; Belgique, 7,9 ; Pays-Bas, 7,9 ; Luxembourg, 0,2.

Budget de recherches et d'investissements :

France, 30 ; Allemagne, 30 ; Italie, 23 ; Belgique, 9,9 ; Pays-Bas, 6,9 ; Luxembourg, 0,2.

Selon des renseignements communiqués par le commissariat à l'énergie atomique à la commission des finances de l'Assemblée nationale, le budget de fonctionnement est évalué à 2 milliards de francs : la contribution de la France sera donc de 560 millions.

Le programme initial de recherches et d'enseignement, dont la consistance est précisée à l'annexe V du traité, doit s'élever d'après les évaluations du haut-commissariat à l'énergie atomique à 75.250 millions de francs pour cinq ans : la contribution annuelle de la France sera donc de 4.516 millions de francs.

Selon ces mêmes renseignements, un certain nombre de travaux prévus au programme initial de la communauté (création d'un bureau de mesures nucléaires, travaux de recherches dans le domaine de la fusion, dans celui de la séparation des isotopes autres que ceux de l'uranium, construction d'un réacteur à très haut flux et de prototypes à faible puissance) auraient, en tout état de cause, été exécutés par la France. Leur montant étant évalué à 39 milliards, il devrait en résulter, en cinq ans, une économie de crédits d'environ 27 milliards que le C.E.A. pourrait consacrer à d'autres objectifs.

Au financement de ces budgets par des contributions financières des Etats-membres, pourra être substitué, en totalité ou en partie, un financement par des prélèvements perçus par la communauté dans les pays participants (art. 173).

L'article 181 dispose que les contributions sont mises à la disposition de la communauté par les signataires du traité dans leur monnaie nationale, les soldes disponibles étant déposés auprès des Trésors des Etats-membres ou placés dans des conditions qui font l'objet d'accords entre la commission et l'Etat intéressé. L'article 182, paragraphe 4, apporte une restriction à ce principe, en ce

qui concerne les dépenses réglées par Euratom à des pays tiers dans leurs monnaies : les participants sont tenus de fournir des devises nécessaires suivant les clefs de répartition précédemment énoncées. A l'inverse, la cession aux Etats-membres des devises de pays tiers encaissées par la commission est effectuée selon les mêmes modalités.

Le même article 182, paragraphe 1, autorise enfin la commission à transférer, dans la monnaie de l'un des Etats, les avoirs qu'elle détient dans la monnaie d'un autre Etat-membre, sous réserve qu'elle informe les autorités compétentes des Etats intéressés, dans la mesure nécessaire à leur utilisation pour des objets figurant au traité et au cas où elle n'aurait plus d'avoirs disponibles dans les monnaies dont elle a besoin.

Il convient enfin de signaler que l'agence d'approvisionnement, dotée de l'autonomie financière et gérée suivant les lois et usages du commerce, a un budget spécial dont on voit mal, à la lecture du texte, quelle sera l'autorité chargée de l'approuver. Il semble que ce rôle soit dévolu à la commission qui contrôle l'agence, lui donne ses directives et dispose d'un droit de veto sur ses décisions. Quoi qu'il en soit, il y a là une lacune que devra combler nécessairement le règlement financier prévu à l'article 183.

D'autre part, les prévisions de recettes et de dépenses des entreprises communes, ainsi que leurs comptes d'exploitation et leurs bilans, sont communiqués à la commission, au Conseil et à l'Assemblée dans des conditions déterminées par les statuts de ces entreprises.

S'agissant de l'agence et des entreprises communes, il faut noter avec regret qu'il ne semble pas que les pouvoirs d'investigation de la commission de contrôle puissent leur être étendus. Il semble inacceptable que les négociateurs du traité l'aient expressément voulu, car, dans cette éventualité, on se demande si ces organismes devraient fonctionner en dehors de tout contrôle et, dans la négative, qui aurait qualité pour les contrôler ?

Il y a là une nouvelle lacune qui devra également disparaître. Tout cela paraît témoigner de la hâte avec laquelle ont été élaborées les dispositions financières du traité.

CHAPITRE IV

CONSTATATIONS ET REMARQUES DU RAPPORTEUR GENERAL

Dans sa note d'information du 3 juillet 1957, votre rapporteur général s'exprimait ainsi :

La documentation qui précède conduit à deux constatations :

1^o L'étude du bilan énergétique de la France et de ses perspectives a mis en évidence qu'à partir de 1970, et surtout de 1975, l'énergie nucléaire jouera un rôle considérable, appelé à devenir décisif vers la fin du siècle ;

2^o La France possède à la fois sur les plans géologique, scientifique, technique et industriel, les connaissances et les moyens nécessaires pour devenir une grande puissance atomique. Quatrième puissance du monde dans ce domaine, il lui manque seulement une usine de séparation des isotopes pour compléter son équipement et nous venons de voir que cette réalisation est à sa portée.

Tels sont les deux faits qui semblent hors de discussion et qui constituent les données fondamentales de la situation, au moment où l'on envisage la création d'Euratom.

De quoi donc s'agit-il ?

Il n'est pas question d'entreprendre ici l'exégèse d'un traité, particulièrement complexe, d'abord parce que ce travail est de la compétence de commissions et de collègues hautement qualifiés, ensuite parce que ce rapport ne vise qu'à soumettre aux réflexions des membres de la commission des finances un certain nombre d'observations ou de remarques qui sont venues à l'esprit de votre rapporteur général.

PREMIÈRE OBSERVATION

1^o Reproduction du texte de la note d'information du 3 juillet 1957.

La France dispose de ressources abondantes en uranium et, grâce à ses chercheurs, elle est en mesure de les mettre en œuvre.

Cette situation est unique en Europe, car, si la Belgique possède de magnifiques gisements au Congo, ceux-ci sont lourdement hypothéqués : les minerais les plus riches seront pratiquement épuisés, lorsqu'elle en recouvrera la disposition à l'expiration du contrat à long terme, en vertu duquel elle en a concédé l'exploitation aux Etats-Unis.

Quant à la technique, la France surclasse largement dans ce domaine tous ses voisins, vis-à-vis desquels elle dispose d'une avance de plusieurs années.

Pour poursuivre ses progrès, elle a le choix entre deux voies :

a) Le breeder, c'est-à-dire ce type de pile qui, tout en dégageant de l'énergie, permet de produire plus de matière fissile qu'il n'en consomme.

Dès que nous aurons recueilli suffisamment de plutonium dans les piles à uranium métal que nous avons actuellement en fonctionnement, nous pourrions aborder la technique des breeders.

Nous sommes donc engagés dans cette voie et nous avons la certitude d'aboutir.

Mais cette facilité apparente ne doit pas faire illusion.

Pour le moment, la voie que nous offre le « breeder » n'est pas encore complètement déblayée. De plus, le rendement en demeure insuffisant pour nous assurer le stock de matières fissiles dont nous aurons besoin d'ici une dizaine d'années. Enfin, le produit fissile

obtenue: le plutonium est mortellement dangereux; on ne peut le manipuler qu'à distance en ayant recours à la fois à des dispositifs de protection multiples et à des systèmes de télécommandes, ce qui limite les possibilités de son emploi aux installations fixes;

b) L'usine de séparation des isotopes, le seul procédé qui, actuellement, permette d'obtenir de l'uranium 235 concentré. Cette installation est coûteuse, mais réalisable et — seule — elle nous placerait dans la première catégorie des puissances atomiques: Etats-Unis, U.R.S.S., Grande-Bretagne.

De ces deux voies:

L'une est ouverte, mais elle est étroite: c'est le breeder;

L'autre est large, mais elle est encore fermée par une porte: l'usine de séparation des isotopes.

Si l'on remarque que, malgré leurs efforts, les Etats-Unis n'ont pas encore trouvé pour le « breeder » une formule standard, définitive, qui permette des rendements élevés, il est douteux que nous-mêmes, fut-ce avec l'appoint de futurs partenaires, d'ailleurs en retard, nous arriverions rapidement à des résultats supérieurs.

Bien plus, arriverions-nous à améliorer ce rendement que nous n'obtiendrions toujours qu'une matière fissile d'un emploi difficile. Elle ne saurait donc dispenser de l'uranium 235 concentré, qui seul peut être utilisé dans les moteurs et qui, déjà adapté aux besoins de la marine, sera peut-être demain le combustible de l'aviation.

Une usine de séparation des isotopes, source unique d'uranium 235 sous une forme concentrée demeure donc, jusqu'à nouvel ordre, absolument indispensable.

2° Revision de la position

après les auditions devant la commission des finances.

Les auditions en commission des finances confirment en tous points cette observation de votre rapporteur général.

Sa pertinence est d'ailleurs confirmée également par la décision prise par le Parlement (vote du nouveau programme atomique de cinq ans), un premier crédit de 25 milliards étant prévu à cet effet et le Gouvernement étant autorisé à compléter cette somme en tant que de besoin (coût total 40 milliards, d'après les renseignements recueillis).

DEUXIEME OBSERVATION

1° Reproduction du texte de la note d'information du 3 juillet 1957.

Votre rapporteur général, dans la note précitée, après examen de l'un des arguments les plus communément admis en faveur de l'association envisagée, déclarait:

L'association projetée semble justifiée, en grande partie, par l'impossibilité pour la France de procéder, seule, à la construction d'une usine de séparation des isotopes, installation qui, en lui permettant de traiter son minerai et de fabriquer son uranium 235, la rangerait aux côtés des grandes puissances atomiques.

Nous avons vu précédemment que la France est parfaitement apte à installer une telle usine, tant du point de vue technique que du point de vue financier (moins de 100 milliards en trois ou quatre ans).

Euratom ne s'impose donc pas comme une nécessité dans ce domaine, mais il y a plus: cette association ne paraît même pas susceptible de lui faciliter beaucoup la tâche.

Ces déclarations étaient appuyées par des extraits de l'audition de M. Francis Perrin à l'Assemblée nationale, qu'il est sans intérêt désormais de rappeler ici, puisque nous disposons maintenant de déclarations plus récentes et plus précises.

Votre rapporteur général poursuivait:

Ces déclarations de la plus haute autorité technique en la matière font ressortir nettement:

1° Que la France peut, même seule, mener l'entreprise à bien;

2° Que, par des accords bilatéraux tels que ceux que pratiquent toutes les autres nations atomiques, elle peut s'assurer les concours capables de lui gagner du temps;

3° Qu'une association européenne ne lui facilitera guère la tâche, puisque les délais nécessaires seraient « à peu près les mêmes, plutôt un peu moins »;

4° Que l'association n'allégera en rien notre effort, puisque « nous n'en tirerons profit que si nous développons notre effort national au lieu de le ralentir ».

Un autre technicien de valeur, au jugement duquel sa formation technique générale conduit à prêter autorité, M. Armand, a fait également le même jour à l'Assemblée nationale des déclarations, qui ne contredisent sur aucun point celles du spécialiste des questions atomiques qu'est M. Perrin.

On peut donc considérer que la possibilité pour la France d'opérer seule pour se ranger dans la catégorie des puissances atomiques est hors de discussion.

Et cela suffirait déjà à lui assurer une position très confortable, sinon une position privilégiée, par rapport à toutes les autres puissances continentales de l'Europe de l'Ouest, puisqu'elle serait la seule à pouvoir jouir, grâce à ses ressources, d'une autonomie totale en matière atomique.

2° Revision de la position après les auditions devant la commission des finances.

Il résulte des auditions en commission et du vote du Parlement que la question ne se pose même plus. Les remarques de votre rapporteur général se trouvent ainsi pleinement confirmées par les faits:

La France va procéder à la réalisation d'une usine de séparation des isotopes (25 milliards votés par le Parlement):

A l'heure actuelle, et malgré les démarches françaises, nos futurs associés n'ont nullement manifesté l'intention d'y participer, si bien qu'on envisage de la réaliser avec les Suisses et peut-être avec les Suédois.

On voit donc, en confirmation des conclusions de la note d'information, qu'avec la décision prise par le Parlement, la France est en mesure, grâce à son propre effort, de jouir d'une autonomie totale en matière atomique.

TROISIEME OBSERVATION

1° Reproduction du texte de la note d'information du 3 juillet 1957.

Les déclarations de M. Armand doivent retenir également l'attention à un autre point de vue.

Elles prennent, comme point de départ, le fait que les efforts doivent être poursuivis dans deux directions:

a) La mise au point des « breeders »;

b) La production d'uranium 235 par séparation des isotopes.

Or, menés à une échelle insuffisante, ces efforts se heurteraient aux impératifs de la technique industrielle que l'on pourrait appeler la « loi de dimension ».

M. Armand déclarait notamment:

« Nous ne pouvons pas jouer à la fois le plutonium, l'uranium 235 et le breeder; or, il faut les jouer tous les trois. Ce sont des problèmes difficiles pour la France, mais faciles pour un ensemble européen. »

(J. O., Débats parlementaires, 6 juillet 1956, p. 3271.)

Il poursuivait un peu plus loin:

« Nous avons consulté les savants et les experts techniques; ils nous ont déclaré qu'il fallait jouer l'uranium 235, mais qu'il ne fallait pas jouer que lui et qu'il fallait le jouer à plusieurs pays européens, car c'est une carte qu'on ne peut jouer qu'en commun. » (Même référence.)

Ainsi donc, selon les déclarations de ce technicien, il faut poursuivre les efforts, et dans la voie actuellement étroite (pour reprendre notre image) des « breeders », et dans la voie large de l'uranium enrichi, à laquelle nous donnera accès la construction d'une usine de séparation des isotopes.

C'est la simultanéité de ces efforts — qui n'apparaissent cependant pas excessifs — qui commanderait qu'on en partageât la charge au sein d'une association entre les six pays, qui doivent entrer dans l'Euratom.

Il peut certes y avoir intérêt à s'associer, même s'il n'y a pas nécessité, et cette idée peut parfaitement se soutenir. Mais la question est alors de savoir si, dans cette association qui peut présenter pour nous seulement un intérêt, la part qui nous est faite est équitable, si cet intérêt est certain et si ce que nous en retirerons correspond bien aux contre-parties que nous apporterons.

Or, si l'on analyse le mécanisme de cette association, on voit que:

1° La France apporterait, comme chacun de ses partenaires, son potentiel scientifique et technique — ce qui est normal;

2° Mais elle apporterait, en outre, pour une utilisation commune, et sans qu'on en voie exactement la contre-partie, les sources d'uranium dont elle est seule actuellement à détenir la propriété;

3° Elle apporterait enfin, sans qu'on voie davantage la contre-partie, le fruit de toutes ses recherches antérieures — nettement en avance (certains disent huit ans) sur celles de ses associés.

Une telle association, en matière de droit privé, ne manquerait pas de provoquer quelque suspicion à l'égard de ceux qui la proposeraient.

Dans le cas présent — et sauf erreur de votre rapporteur général qui n'a pas pu déceler encore les contre-parties — le moins qu'on puisse dire est qu'une telle association a un caractère quelque peu insolite, car dès le départ elle n'est pas équilibrée.

Il reste cependant à voir si, à terme, les avantages à escompter peuvent nous apporter une contre-partie équitable.

2° Revision de la position après les auditions devant la commission des finances.

Les remarques de votre rapporteur général portaient essentiellement sur le déséquilibre au départ entre les apports des divers associés, en prenant en considération trois éléments:

1° Apport du potentiel scientifique et technique;

2° Apport pour un approvisionnement commun des sources d'uranium dont la France seule détient actuellement la propriété;

3° Apport du fruit de ses recherches antérieures.

Après examen de la documentation fournie par les services du secrétariat d'Etat à l'énergie atomique en réponse à une demande du rapporteur général (annexe n° 2), la situation se présente comme suit sur ces trois points:

a) Apport du potentiel scientifique et technique:

Il est, à la constitution de l'association, beaucoup plus important du côté de la France.

Cela est évident d'ailleurs, car cet apport est essentiellement celui que représentent le nombre, la formation et la valeur des savants ou techniciens spécialisés depuis plusieurs années dans la science et la technique nucléaires.

C'est le manque de ces savants et techniciens, pas encore formés en Allemagne, qui conduit à penser que même en communiquant à ce pays les résultats de nos recherches et de notre expérience nous ne lui ferons gagner que un ou deux ans sur le temps qui lui serait nécessaire sans cela pour nous rattraper.

Mais il n'est pas utile d'insister exagérément sur ce point, une étincelle de génie jaillie dans un seul cerveau valant parfois plus

que de longues années de travail au sein d'une équipe nombreuse et appliquée.

b) Apport des sources d'uranium :

Ici, le problème doit être examiné dans une optique différente de celle de la note d'information du 3 juillet 1957, mais qui conduit sur un autre plan à des conclusions peut-être encore moins sujettes à contestations.

Voire rapporteur général, encore insuffisamment renseigné sur l'importance des ressources mondiales en uranium naturel, craignait que les ressources françaises, dont la valeur aurait résulté de la difficulté de se procurer cette matière première, aient été mises un peu légèrement et sans aucune contre-partie justifiant cette mesure, à la disposition de l'Allemagne.

C'était, sans son esprit, une sorte de don gratuit apporté, en sur des apports normaux, dans l'association projetée. Or, on a fait remarquer deux choses :

1° Que, si l'Euratom ne se faisait pas, les Etats-Unis en vertu d'accords bi-latéraux fourniraient sans doute eux-mêmes à l'Allemagne de l'uranium enrichi et peut-être dans ce cas la France ne pourrait-elle pas profiter de cet avantage au même degré ;

2° Qu'au surplus, les réserves d'uranium naturel étaient telles, notamment au Canada, que tous les pays et notamment l'Allemagne pourraient s'en procurer autant qu'il leur en faudrait.

La pertinence de ces observations est certaine, car les deux faits invoqués sont parfaitement exacts :

D'une part (voir observation n° 4), les Etats-Unis offrent de l'uranium enrichi à 16 dollars le gramme, mais avec ou sans Euratom l'offrent à tous les acheteurs européens avec la sujétion « besoins économiques seuls et contrôle » ;

D'autre part le Canada, qui arrive en tête des grands producteurs, dispose de réserves exploitables de 1 à 2 millions de tonnes de métal, c'est-à-dire dix à vingt fois les réserves estimées de la France. Mais il ne les fournit également, comme cela a été exposé à votre rapporteur général, hormis un contrat passé avec l'Angleterre et qui est le prolongement d'un contrat de guerre, qu'avec la même sujétion que les Etats-Unis, c'est-à-dire « usages économiques seuls et contrôle ». Et de ces usages économiques sont évidemment exclus tous les usages militaires, y compris la propulsion de bâtiments militaires.

Alors, à quelle conclusion est-on conduit ? C'est que, sur ce point, cette clause de l'association se justifie encore moins qu'auparavant.

En effet :

1° Du point de vue scientifique et économique, l'apport dans l'association du droit d'accès à nos réserves ne s'impose plus, en aucune façon, comme une nécessité, il ne présente même plus aucun intérêt financier pour la Communauté ; il ne peut donc aucunement se justifier et sur ce plan déjà la question mériterait d'être reconsidérée ;

2° Mais du point de vue des besoins militaires, la question devient encore plus grave.

Alors que nous avons la garantie que, même sans cet apport l'association pourrait fonctionner sur le plan technique et économique, sans avoir à redouter chez l'un quelconque de nos partenaires une utilisation militaire qui pourrait nous paraître indésirable, alors que nous aurons toujours la possibilité de conclure des accords bi-latéraux permettant dans la mesure où nous l'estimerons compatible avec notre politique et notre sécurité, la livraison à tel ou tel pays d'uranium libre de toute sujétion. Sans doute le traité de Paris comporte-t-il à l'égard de l'un de nos futurs partenaires des interdictions formelles, mais mieux vaut une garantie réelle qu'un engagement contractuel. Nous risquons, si cette question n'est pas reconsidérée, d'abandonner imprudemment dès maintenant et sans nécessité des droits et des garanties que nous pourrions un jour regretter.

Nous n'insisterons pas sur cette considération qui, certainement, n'aura pas échappé à la commission de la défense nationale qui a spécialement vocation de se prononcer sur ce point. Nous avons pensé qu'ayant été amené, au cours de l'étude, à faire cette constatation, ce n'était pas sortir du rôle de la commission des finances que d'y faire allusion, au passage.

3° Apport du fruit de nos recherches antérieures :

Évalué en temps, cet apport n'est pas négligeable, puisque nos sept ou huit ans d'avance sur l'Allemagne peuvent dans l'association lui en faire gagner un ou deux sur la période qui lui serait nécessaire pour nous rattraper.

En effort financier, il est loin d'être négligeable non plus, car cette avance technique a été payée par le contribuable français : 20 milliards déjà dépensés dans le cadre du premier plan, auxquels vont s'ajouter les 308 milliards qui figureront au titre du second plan (y compris les crédits budgétaires envisagés par les divers départements ministériels).

Quel est, en contrepartie, l'effort de nos associés ?

Ils n'ont même pas accepté jusqu'ici de participer, pour quelques dizaines de milliards, à l'usine de séparation des isotopes, qui, au début, a constitué l'un des arguments techniques qui ont le plus fortement influé sur l'orientation de l'opinion dans un sens favorable à cette association.

Si l'on fait le bilan de l'opération, il semble bien que les remarques faites dans la note d'information se trouvent à l'heure actuelle pleinement confirmées et que, si sur le libre accès à nos sources d'uranium la question n'était pas reconsidérée, nous pourrions être accusés un jour d'avoir, sans aucune nécessité pour le bon fonctionnement de l'association envisagée, sacrifié délibérément les garanties essentielles que peut exiger un jour dans ce domaine notre sécurité nationale. Mais cette question est plus spécialement du ressort de la commission de la défense nationale.

QUATRIÈME OBSERVATION

1° *Reproduction du texte de la note d'information du 3 juillet 1957.*

Depuis ces déclarations — c'est-à-dire depuis quelques mois — la question semble avoir encore évolué dans des conditions bien faites pour augmenter la perpétuité.

Le Gouvernement des U. S. A. aurait fait l'offre de céder à Euratom de l'uranium 235 sur la base de 16 dollars le gramme.

Le rapport récemment publié par les trois sages — M. Armand est l'un d'eux — en fait mention.

Cette proposition semble avoir eu pour conséquence de modifier l'objectif envisagé pour l'Euratom, puisque ledit rapport, dont le titre est *Un objectif pour Euratom*, ne fait plus mention d'une installation de séparation des isotopes que pour affirmer qu'elle ne constitue plus un préalable à des réalisations industrielles (cf. rapport susvisé page 37).

Ainsi le jeu se compliquerait encore et cette situation provoque deux sortes de réflexions :

1° Toutes les remarques faites (observation n° 4) en ce qui concerne la disproportion entre la valeur des apports faits, au départ, à l'association projetée par ses futurs membres conservent toute leur valeur.

Par contre, la justification de l'intérêt, pour la France, d'entrer au prix de libéralités, apparemment inexplicables, dans cette association se trouve singulièrement affaiblie, s'il n'est même plus question d'alléger, en les partageant, les charges qu'entraînerait pour elle la construction d'une usine destinée à lui procurer le seul élément qui lui fasse encore défaut pour avoir une industrie atomique complète : l'uranium 235 enrichi ;

2° Sans prêter le moins du monde une intention autre que généreuse aux Etats-Unis qui projettent de faire à l'association naissante une telle libéralité, il faut bien reconnaître que ce cadeau pourrait fort bien devenir un « cadeau empoisonné ».

Il placerait, en effet, l'association ainsi constituée sous la dépendance étroite du fournisseur extérieur dont elle serait tributaire — circonstance qui ne peut pas être examinée dans la même optique par ceux des futurs associés qui, n'ayant pas de ressources propres, doivent se résigner à être en tout état de cause tributaires de quelqu'un, et la France qui — à moins d'effectuer sur ce plan encore une nouvelle renonciation — a en mains tous les atouts permettant d'assurer son indépendance totale.

Quoi qu'il en soit, ce fait nouveau et ses conséquences possibles ne semblent pas faits pour éclairer d'un jour favorable l'association projetée.

2° *Revision de la position après les auditions devant la commission des finances.*

À l'heure actuelle la question est réglée.

L'offre des Etats-Unis est faite et acceptée dans le cadre d'un accord bilatéral en particulier pour la France, à concurrence de 2.500 kilogrammes d'uranium 235 en dix ans.

L'Allemagne, avec ou sans Euratom, bénéficiera, si elle le désire, de contrats analogues.

Ceci explique la réserve actuelle que manifeste ce pays en ce qui concerne sa participation aux frais d'une usine de séparation des isotopes — qui au surplus procurerait plus cher que le prix américain.

La France, par contre, avec ou sans l'Allemagne, a décidé de réaliser cette installation pour laquelle le Parlement vient de voter une première tranche de crédits. Et cela est fort bien.

Mais il faut bien reconnaître que, du simple point de vue du climat psychologique, cet isolement, dans lequel ses futurs associés laissent notre pays, concernant une réalisation à laquelle ils devaient initialement contribuer tous ensemble, ne semble pas fait pour renforcer l'enthousiasme au départ.

CINQUIÈME OBSERVATION

1° *Reproduction du texte de la note d'information du 3 juillet 1957.*

Si l'on a renoncé, pour l'ensemble de nos industries, à l'installation immédiate d'un Marché commun comme les exposant à un risque trop grand, en revanche le traité instituant Euratom ne prévoit aucun délai pour l'industrie atomique.

Ce traitement spécial serait justifié par le fait que, s'agissant d'une industrie nouvelle, il n'y a pas lieu de la protéger.

L'argument semble peu fondé. L'énergie nucléaire est nouvelle, sans doute, mais elle n'est pas pour autant un phénomène de génération spontanée. Bien au contraire, elle met en œuvre les ressources de nombreuses industries.

Dans la description rapide, qui a été donnée, des concours qui se sont révélés nécessaires pour nos premières réalisations atomiques, on a pu voir l'importance considérable du substratum industriel sur lequel reposait la production de cette nouvelle forme d'énergie. Or ne peut, dès lors, soutenir sérieusement que l'énergie nucléaire peut tout de suite faire l'objet d'un Marché commun sans s'exposer elle-même aux risques et aux aléas que les industries qui conditionnent étroitement sa mise en œuvre.

Pour ne prendre qu'un exemple particulièrement significatif, puisqu'il s'agit de la pièce maîtresse d'une industrie nucléaire : la construction d'une usine de séparation des isotopes — le coût d'une telle installation est constitué, pour une part importante, par le prix de la centrale électrique. Or, la puissance installée revient à l'heure actuelle, par kW., à 120 dollars en Allemagne et à 135 dollars en France.

On voit, par cet exemple précis, à quel risque serait exposé, par rapport à l'Allemagne, le développement en France de la nouvelle industrie, si l'on ne prévoit pas en sa faveur les mêmes garanties et le même régime transitoire que pour nos autres industries.

Certains partisans du traité font valoir qu'en tout état de cause l'Allemagne nous rattrapera bientôt.

C'est sans doute exact, en raison de sa puissance industrielle et financière (1.530 milliards d'or et de devises mis en réserve grâce à l'accumulation des excédents de sa balance commerciale), alors que nous ne pouvons pas fournir un effort comparable.

Mais est-ce une raison pour lui faire accomplir un bond en avant ?

Est-ce une raison surtout pour lui donner libre accès à des sources que nous détenons seuls — et qui pourraient faire l'objet d'accords bilatéraux de livraison sans nous déposséder ?

Sans doute fait-on valoir que nous bénéficierions de l'avance scientifique et technique qu'elle pourrait ultérieurement acquérir grâce au droit de communication prévu au traité. Nous verrons (observation 7^e) comment cette clause semble devoir jouer moins à notre avantage qu'à notre détriment.

En tout cas, au point où nous en sommes de nos réflexions, une chose est certaine, c'est que notre avance scientifique une fois partagée avec l'Allemagne, celle-ci ne peut qu'en profiter à plein de sa supériorité industrielle et de sa productivité plus grande pour nous distancer.

2^e Revision de la position après les auditions devant la commission des finances.

Les diverses remarques de votre rapporteur général se trouvent affaiblies et même infirmées sur certains points, à la suite des auditions devant la commission des finances.

Il résulte, notamment, des auditions :

1^o Que l'Allemagne, isolée peut nous rattraper dans un délai évalué au maximum à sept ou huit ans ;

2^o Que l'Euratom peut lui faire gagner un ou deux ans ;

3^o Qu'avec ou sans Euratom, après nous avoir rattrapés, elle ne pourra pas nous distancer sérieusement.

Les techniciens les plus qualifiés dans le domaine nucléaire estiment que l'Allemagne ne se développera pas beaucoup plus vite que nous dans ce domaine, que nous soyons — ou non — associés dans l'Euratom.

Dans le domaine de l'énergie atomique, on doit d'ailleurs remarquer que l'industrie allemande n'est pas plus puissante que l'industrie française.

Ces mêmes techniciens estiment que, de toute façon, la coopération qui est assurée en France entre le commissariat à l'énergie atomique et l'industrie privée représente une puissance technique qui peut très bien tenir tête à l'industrie allemande et à ses très gros services de recherches.

Ainsi, isolée ou associée avec les industries des pays d'Euratom, l'industrie française prise au sens large — industrie d'Etat et industrie privée — doit pouvoir tenir, en face de l'industrie allemande, une place honorable.

On est ainsi conduit à conclure de l'ensemble des indications recueillies, que, en matière atomique, les positions relatives de la France et de l'Allemagne dans l'avenir resteront sensiblement équivalentes, qu'il y ait ou non association.

Dans le cadre de l'Euratom, nous ferons gagner un ou deux ans à l'Allemagne, mais il ne semble pas qu'ensuite elle puisse nous distancer sérieusement.

Tout dépendra en réalité du sort plus général des économies respectives des deux pays dans le cadre du « Marché commun ».

SIXIÈME OBSERVATION

1^o Reproduction du texte de la note d'information du 3 juillet 1957.

En matière d'approvisionnement, le droit de priorité inscrit dans le traité, bien qu'étant appelé à jouer à peu près uniquement en faveur de la France, ne paraît pas constituer une garantie réelle et diminuer sérieusement les risques, auxquels notre libéralité nous expose.

Ses importants gisements d'uranium font de la France, sans conteste, le pays le plus riche d'Europe et constituent pour nous un avantage durable.

Au surplus, il n'y a pas que la France métropolitaine. Il y a également les possibilités offertes par la France d'outre-mer. Dès maintenant, les gisements reconnus à Madagascar permettent de prévoir que, dans quelques années, ce pays sera le troisième producteur du monde de minerai de thorium, après l'Inde et le Brésil.

Nous avons donc, en mains, le gage de notre expansion à venir.

Les négociateurs français du traité se sont préoccupés de cette situation et ont eu le souci de réserver à la France les ressources qui lui seraient nécessaires. Malheureusement, les dispositions insérées dans ce dessein semblent devoir être, en fait, parfaitement opérantes. La démonstration en est facile à faire.

Le droit de priorité, prévu pratiquement en faveur de la France, puisque nous sommes les seuls à avoir déjà procédé à des réalisations industrielles, se prolongera au maximum dix ans au bénéfice des réacteurs et des usines de séparation d'isotopes construits au cours des sept prochaines années. Il en résulte que, dans dix ans, le droit de priorité aura définitivement expiré. Ceci nous porte à 1967. Or, nous l'avons vu, c'est précisément à partir de 1970 que, en parlant des données fournies par les experts qualifiés, on constate que l'énergie nucléaire est appelée à jouer un rôle de quelque importance dans les ressources énergétiques des pays de l'Europe

occidentale et en particulier en France. Dès lors, on ne voit pas bien quelle est la portée pratique de ce droit de priorité que nous nous réservons durant une période au cours de laquelle les besoins seront extrêmement réduits, donc faciles à satisfaire — surtout si l'on accente les libéralités des U. S. A. — cependant qu'il prendra fin, précisément, au moment où l'importance de la consommation risque de faire apparaître des prodromes de pénurie ?

Sur ce point, par conséquent, il semble bien que l'illusoire garantie du traité d'Euratom n'écarte en rien une menace extrêmement sérieuse pour notre approvisionnement futur et que cette prétendue sûreté ne saurait nous prémunir contre les conséquences éventuelles de l'abandon définitif que nous consentirions, au profit de nos partenaires, d'une richesse qui peut jouer un rôle décisif dans l'avenir du pays.

Si, en 1810, sous prétexte que les gisements de houille n'avaient rien d'exceptionnel et qu'il y en avait beaucoup de par le monde, l'Angleterre avait adhéré à une communauté européenne du charbon qui aurait donné à ses partenaires à la fois le contrôle de l'extraction et la liberté d'approvisionnement sur le marché anglais, les événements auraient peut-être pris un cours très différent, mais certainement pas en faveur de la prospérité du Commonwealth britannique.

2^o Revision de la position après les auditions devant la commission des finances.

Comme il a été dit à l'observation n^o 1, les remarques de votre rapporteur général ne se situent plus du tout sur le même plan.

Les renseignements recueillis par la commission des finances permettent, comme on l'a vu précédemment, de considérer que, soit sous forme d'uranium 235 vendu par les Etats-Unis, soit sous forme d'uranium naturel dont le marché sera largement approvisionné par le Canada, aucun risque de pénurie ne semble à redouter pour l'avenir en ce qui concerne les besoins industriels.

Mais il faut bien se rendre compte qu'il n'y aura en aucune façon possibilité d'utiliser l'énergie provenant de ces sources étrangères pour des besoins militaires — cette interdiction s'appliquant même à la propulsion des navires de la marine nationale.

L'uranium français sera donc le seul à pouvoir être utilisé à la fois :

Pour la constitution de stocks de sécurité sans servitude destinés à parer le cas échéant à un arrêt des fournitures d'outre-atlantique ;

Pour les besoins militaires.

La meilleure garantie pour notre pays n'est donc pas, les circonstances et les perspectives ayant changé depuis le début de la négociation du traité, de nous réserver pour dix ans la satisfaction prioritaire de nos besoins — ce qui ne joue plus — mais de reconsidérer la question de l'accès à nos sources d'uranium pour ne pas donner à d'autres la possibilité de réaliser avec notre minerai un armement susceptible de compromettre un jour notre propre sécurité, si les clauses du traité de Paris devenaient caduques — en fait ou en droit.

SEPTIÈME OBSERVATION

1^o Reproduction du texte de la note d'information du 3 juillet 1957.

L'application même de l'accord paraît devoir se traduire pour la France par un préjudice supplémentaire en raison des conditions dans lesquelles est appelé à jouer le droit de communication.

En vertu des dispositions du traité, les associés devront se communiquer les résultats de leurs recherches.

C'est là la seule justification apparemment valable d'une telle association, destinée théoriquement, grâce à cet échange de communications, à éviter une dispersion des recherches et à mettre, au service de tous les découvertes de chacun. C'est la base même du pacte social et, pourrait-on dire, sa raison d'être.

Mais deux remarques s'imposent :

1^o Il s'agit d'un système de réciprocité et un tel système suppose une confiance réciproque totale de la part des partenaires.

L'octroi de la confiance doit être le fruit d'une longue observation, car il comporte toujours un certain risque. Dès lors, on peut se demander si on a le droit de prendre ce risque pour le pays, lorsque en ce moment même nous faisons, une fois de plus, l'expérience qu'il est des circonstances, où certains de nos partenaires marquent quelque hésitation à tenir leurs engagements.

Tel est l'exemple du canal de la Moselle au sujet duquel on discute depuis cinq ans. Nous avons eu beau abandonner successivement tous nos droits sur la Sarre, y compris les gisements du Warndt, et liquider ainsi tout le contentieux franco-allemand moyennant la promesse que serait enfin construit le canal de la Moselle, on en est encore à attendre le premier coup de pioche et, aux dernières nouvelles, on continue à ergoter, le Gouvernement allemand ayant, paraît-il, fait connaître que les eaux du futur canal ne sauraient être polluées par l'activité de nos charbonnages. Cette exigence, si elle devait être maintenue, nous obligerait à construire des bassins de décontamination représentant une charge telle qu'elle conduirait à l'abandon du projet ;

2^o Mais quelque aléa que présente la bonne volonté de l'un de nos éventuels associés à respecter les clauses du traité, ce n'est pas encore, en cette matière du droit de communication, le point le plus sombre.

Il semble bien que c'est la structure même des organismes chargés de la recherche en France et en Allemagne qui fera inévitablement obstacle au fonctionnement correct du droit de communication, même si la bonne foi du Gouvernement allemand devait être complète.

En effet, et c'est là une question sur laquelle nous avons attiré plus haut l'attention, les services d'Etat jouent, en France, un rôle absolument primordial, sinon exclusif, en ce qui concerne la recherche. Dans ces conditions, les découvertes seront faites sous l'égide des pouvoirs publics français et la communication se fera, en quelque sorte, automatiquement. Au contraire, en Allemagne, la recherche est entre les mains d'organismes privés puissants et rien ne peut donner la certitude que ces découvertes seront portées — intégralement et sans délai — par ces organismes, à la connaissance du Gouvernement allemand, et par suite à celle de ses associés.

Ainsi, la situation est parfaitement claire: d'un côté, le Gouvernement français sait qu'il disposera de tous les résultats obtenus par nos chercheurs; en face de lui, le Gouvernement allemand n'a aucunement la certitude d'être mis au courant des procédés de fabrication mis au point par l'industrie allemande.

Serait-on d'accord sur le principe même de l'association qu'il paraîtrait néanmoins difficile d'admettre un système organisé sur de pareilles bases, car les modalités telles qu'elles sont prévues feraient, pour nous, de cet accord un simple marché de dupes.

2° Revision de la position après les auditions devant la commission des finances.

Votre rapporteur général voyait — toute question de bonne volonté mise à part — dans la différence de structure de la recherche dans les deux pays le principal obstacle à une mise en commun vraiment équilibrée des résultats des recherches techniques effectuées dans chaque pays — ce qui est en somme le but fondamental du pacte social.

Ses craintes ont été pleinement confirmées par diverses réponses faites au cours des auditions devant la commission des finances.

Votre rapporteur général a posé, en particulier, la question suivante à divers techniciens spécialisés dans les questions atomiques: Les gouvernements signent bien des traités; mais en Allemagne, ce sont des particuliers ou des sociétés qui devront ensuite respecter les modalités, et sur eux les gouvernements n'ont aucune prise.

Ne craignez-vous pas que si l'on n'organise pas en Allemagne, sinon un haut commissariat analogue au nôtre, du moins un organisme officiel de centralisation ou de contrôle, chargé de s'informer de tout ce qui se fait comme recherches dans les différentes activités industrielles, nous n'obtiendrions que d'une façon sporadique ou avec un certain retard les communications que nous devrions recevoir en vertu du traité?

Plusieurs d'entre eux, très informés de la situation en Allemagne, ont souligné l'impossibilité pour un organisme gouvernemental de s'immiscer dans ce qui se passe à l'intérieur des sociétés, en raison de la structure fédérale et l'industrie très libérale qui ne tolère en Allemagne aucune ingérence gouvernementale et, à l'appui de leur propos, ils ont fait valoir le rejet récent de la loi atomique par le Parlement de Bonn.

En tout cas, tous s'accordent à reconnaître la difficulté très sérieuse que pose la collaboration technique dans le cadre d'Euratom, et qui est la conséquence directe de la structure de l'organisation de l'énergie atomique en France et de l'absence de structure en Allemagne — puisque nous nous trouvons ici en présence d'un organisme d'Etat centralisé et là-bas d'industries privées. Cette question a d'ailleurs été au centre de la plupart des délibérations de Bruxelles.

Les négociateurs ont finalement conclu qu'il était extrêmement difficile d'aboutir à des échanges réciproques d'une façon tant soit peu autoritaire et ils ont admis que les informations sur les recherches et les méthodes industrielles liées aux brevets seraient communiquées librement, ce qui revient à dire que chaque pays n'est en aucune façon obligé de communiquer tel ou tel résultat de recherches en cours, avant qu'il ne soit publiable ou publié.

Ainsi, chaque pays communiquera ce qu'il voudra et comme il l'entendra.

On ne peut s'empêcher de remarquer que c'est là une bien curieuse situation pour une association dont le but est d'accélérer le développement de l'industrie atomique par la mise en commun des résultats des recherches effectuées par les divers associés, afin que chacun puisse en tirer profit...

En réalité, il y aura bien une collaboration commune qui pourra s'exercer entre techniciens des divers pays de l'association. C'est celle qui s'effectuera au sein du Centre commun de recherches prévu dans le cadre de l'Euratom.

Du point de vue des recherches et des progrès techniques, les promoteurs d'Euratom comptent beaucoup plus sur la création du Centre commun de recherches prévue dans le cadre d'Euratom que sur cet échange de résultats obtenus dans les différents pays et indépendamment l'un de l'autre.

Ainsi donc, ce sur quoi on pourra essentiellement compter comme bénéfice de cette vaste association c'est, en plus de ce que chacun fera chez soi, uniquement le résultat des travaux dans ce centre commun de recherches.

On peut se demander alors s'il était nécessaire pour organiser ce centre de recourir à un appareil aussi important? à un traité aussi solennel?

On a prétendu que les efforts de chaque pays risquant d'être insuffisants, s'ils ne s'additionnaient pas, pour être à la mesure des problèmes qui se posent, il était indispensable de les unir étroitement tant sur le plan technique que sur le plan financier.

Or, on peut se faire une idée de l'importance des résultats que l'on peut effectivement espérer obtenir de ce centre commun dans lequel doivent s'additionner tous les efforts, en observant que dans le moment même où l'on nous demande de voter pour la France un

programme atomique qui, avec les fonds budgétaires, atteindra, en cinq ans, plus de 300 milliards, on fixe pour les dépenses et recherches de ce Centre des Six un budget de 75 milliards pour cette même période de cinq ans.

Résumé des remarques et observations du rapporteur général.

1° Reproduction du texte de la note d'information du 3 juillet 1957.

Les observations de votre rapporteur général peuvent se résumer en peu de mots.

Le désastreux handicap dont souffre la France en matière énergétique est appelé à s'accroître. Les sources d'énergie classique sont rigoureusement hors d'état de le combler. L'apparition d'une forme d'énergie nouvelle, aux possibilités pratiquement illimitées, constitue pour la France, exceptionnellement dotée dans ce domaine, une chance prodigieuse.

Cette chance, nous pouvons la jouer. Soit en collaboration avec les autres puissances atomiques; Soit en association avec nos voisins qui ne sont pas encore des puissances atomiques.

Première hypothèse. — Nous conservons notre liberté d'action en nous contentant de conclure des accords bilatéraux.

Grâce, d'une part, à l'effort de ses chercheurs, la France dispose des connaissances nécessaires pour mettre sur pied une industrie nucléaire complète.

D'autre part, grâce aux richesses de son sous-sol en uranium, elle possède à l'aube de cette nouvelle révolution industrielle des ressources considérables, dont ne dispose aucun de ses voisins, et qui lui donnent la garantie de pouvoir couvrir tous ses besoins. C'est la première fois, dans son Histoire, qu'elle ne sera pas desservie par son sous-sol.

Ces atouts nous permettent de poursuivre, seuls, la réalisation de nos programmes en cours, et nous donnent en même temps une monnaie d'échange pour obtenir des pays, qui sont en avance sur nous, la communication de procédés ou la livraison d'installations qui faciliteront et hâteront nos progrès.

Deuxième hypothèse. — Nous avons recours à une association avec nos voisins.

Dans ce cas, nous ne sommes plus entièrement libres, mais nous pouvons compter sur l'apport de nos partenaires pour accroître nos moyens d'action.

Comme dans tout accord, il y a du pour et du contre et, à moins d'adopter *a priori* une position de principe, le choix doit dépendre des clauses prévues dans l'accord.

QUE PRÉVOIT EURATOM ?

Ce projet, dépouillé de tout ce qui est secondaire, contient deux clauses essentielles.

L'égalité d'accès aux ressources en minéral; L'engagement formel de la part des signataires de se communiquer le résultat de leurs recherches.

1° Egalité d'accès aux sources de minéral.

Que faut-il en penser ?

1° En ce qui concerne le minéral, la France a, dès à présent, la certitude qu'elle dispose de ressources très importantes. Ses voisins n'ont pas les mêmes assurances.

Notre apport est donc beaucoup plus important que celui de nos partenaires. Notre supériorité s'accroît encore fortement, si l'on tient compte des possibilités de la France d'outre-mer, en particulier de Madagascar.

Le fait est patent et nos négociateurs se sont préoccupés d'écartier le danger de nous voir perdre cet avantage, peut-être décisif, en assurant l'approvisionnement, par priorité, des réacteurs et des usines de séparation des isotopes entrés en fonctionnement avant l'expiration d'un délai de sept ans à compter de la date d'entrée en vigueur du traité.

Mais, aux termes de l'accord, ce droit de priorité ne doit demeurer en vigueur que pendant une période maximum de dix ans. Comme les dix prochaines années seront essentiellement consacrées aux recherches, la consommation à prévoir sera très faible et il est clair qu'aucun risque de pénurie n'est à redouter au cours de cette période. En revanche, à partir de 1970 et surtout de 1975, les réalisations industrielles se développeront puissamment et c'est alors que peuvent apparaître, sous l'effet du développement des besoins, les prodromes d'une pénurie.

On peut donc conclure qu'en prévoyant que le droit de priorité prendra fin en 1967, les négociateurs français ont obtenu une garantie parfaitement illusoire et sans aucune portée.

2° En ce qui concerne la diffusion des connaissances, le principe est que les Etats membres échangeront les résultats de leurs découvertes.

Même s'ils se montrent tous également respectueux de tenir leurs engagements — ce qui n'est pas démontré — c'est un fait que les gouvernements de ces Etats ne disposeront pas, dans les mêmes conditions, du fruit des travaux de leurs chercheurs, en raison même de la manière différente dont est organisée la recherche dans les divers pays.

En France, elle est entre les mains d'une organisation d'Etat: le commissariat à l'énergie atomique. Le Gouvernement a donc directement connaissance des résultats obtenus par nos chercheurs.

En Allemagne, au contraire, la recherche est aux mains d'entreprises privées et il est tout naturel que ces dernières s'efforcent de conserver le plus possible par devers elles le résultat de leurs découvertes et le bénéfice des améliorations ou des progrès qu'elles peuvent en retirer.

La communication jouera donc en circuit ouvert de la France vers les pays étrangers, cependant que, en sens inverse, il sera entravé par la structure même des institutions de nos partenaires.

Il convient d'ajouter que les considérations qui précèdent se rapportent à l'avenir. Dans l'immédiat, l'obligation où nous serions de communiquer les résultats de nos recherches à nos partenaires nous fait perdre le bénéfice des cinq ans d'avance que nous avons sur eux. C'est la fin irrémédiable de la situation privilégiée dont nous jouissons et l'aliénation pure et simple d'un capital irrecouvrable.

Renonçant à notre avance, nous ferions progresser l'Allemagne jusqu'à nous, alors que nous savons que ses possibilités financières et sa puissance industrielle font qu'elle nous distancera ensuite inéluctablement.

De ces quelques observations, une constatation se dégage clairement:

La France est, actuellement, le seul pays de l'Europe continentale qui ne se trouve pas devant la nécessité de s'associer avec d'autres.

Elle peut cependant y trouver intérêt, si cette association est une association équitable et bien équilibrée, tant en ce qui concerne les apports des associés que les bénéfices que les uns et les autres sont appelés à en retirer.

Or, il faut bien admettre que sur l'un et l'autre plan, la France est désavantagée.

Ce n'est donc ni dans les dispositions qui doivent présider à la constitution de l'association projetée, ni dans les conditions de fonctionnement probables de cette association, qu'en raison de la disproportion des sacrifices exigés des futurs associés et de l'absence de garanties réelles, le projet de traité d'Euratom dans sa forme actuelle peut trouver, en ce qui concerne la France, une justification suffisante.

Ce n'est pas à dire qu'il ne puisse y avoir, sur d'autres plans, des raisons et des compensations qui échappent à la compétence de votre rapporteur général.

Mais il faudrait dans ce cas que ces raisons soient bien impérieuses et ces compensations bien substantielles pour justifier de la part de la France l'abandon délibéré de plusieurs de ses meilleurs atouts d'avenir.

2° Revision de la position après les auditions par la commission des finances.

Ce résumé conserve dans l'ensemble sensiblement la même valeur. Il doit cependant être modifié en ce qui concerne la deuxième hypothèse (réalisation de l'Euratom) sur deux points:

1° En ce qui concerne l'accès aux sources de minerais:

Comme on l'a vu à l'observation n° 3, cet accès apparaît encore moins justifié depuis que l'on connaît la situation des réserves dans le monde et si l'on songe qu'il peut présenter de très graves dangers pour notre sécurité, puisque c'est la seule source à laquelle pour ses besoins militaires l'Allemagne pourrait éventuellement s'approvisionner, si elle se dégage des sujétions du traité de Paris.

2° En ce qui concerne la diffusion des connaissances, l'Allemagne ne se trouvera pas de ce fait immédiatement alignée sur nous, mais gagnera tout au plus un ou deux ans par rapport au temps qui lui aurait été nécessaire pour nous rattraper si elle avait été isolée.

Par contre, l'échange équilibré des connaissances techniques se heurtera par la suite à tous les obstacles qui ont été signalés.

Récapitulation des faits et conclusions sur le plan des considérations techniques.

Les faits qui d'après les documents et les déclarations recueillis par la commission, semblent ne pas prêter à discussion sont les suivants:

1. — La France est désormais la quatrième puissance atomique, avant le Canada.

2. — La France a, sur ses autres partenaires européens, une avance qui peut aller jusqu'à sept ou huit ans.

3. — La France même isolée, grâce à la structure centralisée de sa recherche, n'a rien à redouter de l'Allemagne.

4. — La France est la seule puissance de l'Ouest disposant de minerais d'uranium.

5. — Les Etats-Unis et le Canada, beaucoup plus riches que nous, alimenteront à meilleur compte, isolés ou non, les pays européens, y compris la France en uranium 235 ou en uranium naturel, mais avec interdiction d'un usage militaire (y compris les applications à la propulsion) et un contrôle.

6. — La France seule dispose d'un minerai sans contrôle et sans sujétion pouvant être utilisé à des besoins militaires.

7. — L'association avec les partenaires étrangers peut faire gagner un ou deux ans à l'Allemagne sur le temps qu'elle mettrait à nous rattraper.

8. — Les échanges techniques dans le sens Allemagne-France seront entravés par la différence des structures dans le domaine des recherches et de l'économie.

9. — La collaboration pourra mieux s'instituer dans un centre commun de recherches.

10. — Un crédit quinquennal de 75 milliards est prévu pour ce centre commun. — crédit à comparer au crédit de 120 milliards déjà

utilisé en France et au nouveau programme qui atteindra 308 milliards.

Il résulte de cela que, si l'on examine le traité en lui-même, du point de vue technique, en dehors de toutes considérations relatives au rôle qu'on peut lui assigner dans telle ou telle conception de politique internationale, pour la réalisation de laquelle certains peuvent le considérer comme un élément utile ou même indispensable — il faut reconnaître que les faits, confirmés par les études et les auditions conduisent à constater:

1° Que les considérations de caractère technique ne peuvent en aucune façon servir à justifier pour la France la nécessité de procéder à l'association projetée;

2° Bien plus, que l'intérêt que la France peut retirer d'une telle association, apparaît assez limité et serait, en tout cas hors de proportion avec le prix que la France devrait y mettre, si certaines des dispositions de cet accord n'étaient pas révisées.

Ce n'est donc en aucune façon dans des raisons techniques comme on a tenté parfois de l'accréditer qu'il faut rechercher la justification de ce traité.

Mais, comme l'ont fait remarquer à votre rapporteur général un certain nombre de ses collègues, il se peut que cette optique soit une optique à laquelle ne doit pas se confiner étroitement la commission des finances. Ces derniers ont mis l'accent sur le fait que, ainsi qu'en témoigne la forme même de la présentation du projet de loi sur lequel le Parlement est invité à se prononcer, on ne se trouve pas en présence de projets de traités, qu'on peut juger de façon isolée, indépendamment du plan d'ensemble et de la politique à laquelle ils se rattachent.

Il s'agit, selon eux, d'un complexe à la fois technique et politique indissociable, sur lequel après avoir pesé tous les arguments techniques et politiques, il conviendra de se prononcer.

Votre rapporteur général ne saurait préjuger de la position de la commission des finances sur ce point.

Dans cette première partie de son exposé il s'est borné à analyser l'aspect purement technique du problème.

Dans la seconde partie il fera connaître la position de la commission des finances, compte tenu des remarques précédemment exposées.

ANNEXES

ANNEXE II

Les données fondamentales (scientifiques, techniques et économiques) de l'industrie nucléaire.

INTRODUCTION

La présente annexe n'a pas pour objet de préconiser une solution ou une autre au problème de l'énergie nucléaire — vu sous ses aspects économiques, financiers et politiques — mais de rassembler les principales données scientifiques, industrielles et économiques qui permettront à chacun de se faire une opinion personnelle sur ce sujet et plus particulièrement sur sa phase d'actualité, la discussion du projet de traité instituant l'Euratom.

Nous nous attacherons essentiellement à mettre en évidence les aspects économiques de ce problème (production, prix de revient, etc.) mais dans une matière aussi complexe et aussi nouvelle nous ne saurions le faire sans exposer — en termes aussi simples et aussi schématiques que possible — les éléments techniques qui commandent l'économie.

Nous ne saurions trop mettre en garde nos collègues contre les erreurs qui nous paraissent pouvoir découler de formes anciennes de jugement; il s'agit en effet non seulement d'un sujet nouveau, encore mal connu, mais aussi d'un sujet — on pourrait presque dire — paradoxal: imaginons une chaudière qui brûle du charbon et dont on retrouverait dans les cendres encore plus de charbon que ce qu'elle a brûlé! Si ce prodige venait jamais à se produire, quel bouleversement ce serait dans l'économie mondiale du charbon! Or, tel sera peut-être le miracle (je dis bien: peut-être) que réaliseront les générateurs nucléaires appelés breeders, dont nous parlerons plus loin.

Dans ce sujet plein de pièges pour les hommes de l'âge anté-nucléaire que nous sommes, nous ne saurions avancer qu'avec prudence.

Néanmoins, en dépit du caractère essentiellement mouvant d'une matière aussi neuve, nous citerons des chiffres, beaucoup de chiffres. A quoi bon? diront certains, tous ces chiffres n'ont qu'une valeur transitoire et un avenir proche peut les démentir. Cette observation sera très souvent fondée, mais pas toujours et il est au moins deux catégories de chiffres qui ont une valeur économique certaine:

1° Les « constantes naturelles » résultant de lois physiques: par exemple l'uranium métallique, quelle que soit la localisation géographique du gisement, contient toujours exactement une partie pour 129 d'uranium « fissile », c'est-à-dire d'uranium directement combustible (ce qui est une proportion très faible);

2° Les chiffres qui constituent des minima et qui ne peuvent évoluer que vers l'augmentation. Par exemple, sinon dans l'état actuel de la technique, tout au moins dans un avenir très proche, on peut considérer qu'une tonne d'uranium fournira autant d'énergie que 20.000 tonnes de charbon alors que la théorie indique qu'elle contient autant d'énergie que 2 millions de tonnes de charbon. L'écart entre ces deux chiffres montre que, dans ce domaine, l'industrie en est encore aux premiers balbutiements. Ce chiffre de 20.000 tonnes (qui est déjà énorme) n'a qu'une valeur transitoire, puisque demain ce sera peut-être 50.000 ou 100.000 tonnes (la limite théorique étant 2 millions), car l'évolution, bien entendu, ne saurait se faire que dans le sens du progrès.

I. — Résumé des principes scientifiques sur lesquels repose la production d'énergie nucléaire.

A. — Le principe du réacteur: production d'énergie et transmutation d'éléments.

Le réacteur (on dit aussi la pile) est l'ensemble complexe (c'est toute une usine) dans lequel se fait la réaction nucléaire.

Le combustible employé dans le réacteur sera au cours des prochaines années — sous réserve de ce qui sera dit plus loin à propos du thorium — de l'uranium naturel. Or il se trouve que l'uranium naturel est un mélange intime, en proportions constantes, de deux variétés d'uranium (on dit deux isotopes):

1° De l'uranium 235, en proportion 1 pour 139 ou 7 pour 1.000 qui est « fissile »;

2° De l'uranium 238, en proportion de 138/139 ou 993 pour 1.000 qui n'est pas un « fissile » mais seulement un « fertile », c'est-à-dire un corps qui, après passage dans le réacteur, et au bout d'un temps très long se transforme en fissile; on obtient en l'occurrence du plutonium; mais cette transformation est très lente et dure plusieurs années.

Ainsi, par l'action du réacteur, un fertile se transforme en fissile, c'est-à-dire qu'il devient combustible. La matière d'entrée a subi une véritable transmutation, selon le vieux rêve des alchimistes.

Un réacteur à l'uranium reçoit donc à l'entrée (en 1 et 3) un mélange de fissile (uranium 235) et de fertile (uranium 238) suivant un certain dosage de l'un et de l'autre. Ce dosage est de 7 pour 1.000 en fissile, si on utilise l'uranium naturel, mais il peut être supérieur à ce chiffre si on utilise de l'uranium « enrichi » au préalable par le mécanisme de séparation des isotopes.

A la sortie, comme il a été produit non seulement de l'énergie, mais aussi du fissile, on peut dire que le réacteur est l'analogue d'une centrale thermique qui consommerait du charbon (en 1), mais qui redonnerait aussi du charbon (en 4), dans une certaine proportion.

B. — Le principe du « breeder ».

Le « breeder » ou « autogénérateur » est précisément ce type particulier de réacteur dans lequel on utilise (en 1) le combustible artificiel produit (en 4) ce qui permet de brûler dans chaque tonne d'uranium naturel non plus seulement les 7 kilogrammes d'uranium 235 mais aussi les 993 kilogrammes d'uranium 238.

Ce système n'est pas encore au point industriellement, mais son principe scientifique est démontré, le haut commissaire à l'énergie atomique estime qu'il est raisonnable de penser que cette mise au point demandera dix ans.

C. — L'énormité de l'énergie disponible par la fission.

La fission peut produire une énergie énorme. Ainsi que nous l'avons vu, la fission peut affecter, dans l'uranium naturel non seulement l'uranium 235 qui est directement fissile (et qui ne représente que 7 p. 1.000) mais aussi l'uranium 238 par l'intermédiaire du plutonium. Quelle est donc l'énergie, exprimée en tonnes d'équivalent charbon, que l'on peut tirer d'une tonne d'uranium naturel? La réponse est nuancée:

a) Selon la technique actuelle: 7.000 tonnes;

b) Dans un avenir très proche, compte tenu des techniques dès à présent au point: 20.000 tonnes;

c) Limite théorique (par la combustion non seulement à l'uranium 235, mais aussi de l'uranium 238): 2 millions de tonnes;

d) Limite pratique, compte tenu d'un rendement attendu de 50 p. 100, après mise au point du breeder: 1 million de tonnes.

Ces chiffres appellent, sur le plan économique, un certain nombre d'observations:

1° Dès maintenant, on peut escompter que l'uranium sera sous peu un combustible moins cher que le charbon, puisqu'une tonne d'uranium naturel coûte environ 20 millions de francs alors que 20.000 tonnes de charbon coûtent environ 120 millions;

2° La marge disponible pour le progrès est énorme, puisque la science permet d'estimer qu'il arrivera un jour où une tonne d'uranium équivaldra à 1 million de tonnes de charbon. « Ces progrès seront très probablement réalisés en moins de dix années » a déclaré devant la commission des finances le haut commissaire, M. le professeur Francis Perrin.

Ce fait extraordinaire aurait des conséquences économiques incalculables, car nous disposerions de quantités d'énergie pratiquement illimitées.

En effet, avec l'énergie en surabondance, on pourrait par exemple exploiter des minerais pauvres de toute espèce — jusqu'ici délaissés — ou bien exécuter des travaux publics gigantesques et, par conséquent, d'une manière générale, produire des biens et des services à une échelle sans commune mesure avec ce qui aurait été fait jusqu'alors.

Cette surabondance d'énergie sera — à n'en pas douter — à l'origine d'une révolution économique plus profonde que ne fut l'apparition de la vapeur.

C'est pourquoi nous devons nous garder de juger les questions nucléaires avec notre mentalité d'hommes élevés dans l'ère pré-nucléaire.

Cependant, ce serait une erreur que de penser que le monde pour autant disposera dans dix ans de ces énormes quantités d'énergie. Outre le caractère inévitable d'incertitude des prévisions de ce

genre, il restera à franchir encore trois obstacles qui exigeront des délais:

1° Il faudra extraire du sol la quantité d'uranium nécessaire et le stocker. Nous verrons en effet plus loin que le réacteur est une usine qui ne peut fonctionner qu'avec un stock de combustible pour plusieurs années. Il faudra donc accumuler ce combustible;

2° Il faudra construire les réacteurs, ce qui sera coûteux et demandera par conséquent des délais. Nous avons vu que si l'uranium est un combustible meilleur marché que le charbon (à puissance calorifique égale), il exige par contre des investissements plus importants;

3° La réaction nucléaire qui réalise cette « transmutation » du fertile en fissile n'est pas instantanée; elle est au contraire très lente; d'où nouveau délai.

Ainsi cette production massive d'énergie — si elle est prévisible — ne saurait être que progressive.

D. — Remarque sur la loi du progrès technique.

La science nucléaire et l'industrie nucléaire sont des activités jeunes; il est sûr qu'elles feront des progrès; on ne sait pas très bien lesquels; mais on serait sûr de se tromper si on orientait les décisions en fonction des données actuelles sans tenir compte de l'évolution.

Faisons deux comparaisons: la première centrale thermique (en 1882) consommait 5 kilogrammes de charbon par kWh; or une centrale moderne en consomme environ 100 grammes. Cela représente un progrès annuel d'environ 4 p. 100 (pas plus).

De même en 30 ans, la vitesse des avions de combat est passée de 180 km/h à 1.700 km/h, soit un progrès annuel d'environ 5 p. 100 seulement.

Conclusion.

Dans le domaine nucléaire il est raisonnable de compter sur un progrès d'au moins quelques pour cent par an; en 20 ans ou 30 ans, cela suffit pour apporter un changement fondamental de tous les chiffres; dans les programmes à long terme, il est donc indispensable de tenir grossièrement compte d'une augmentation des rendements et d'une baisse de prix qui, sans être chiffrable, est certaine.

II. — Les matières premières nécessaires à l'industrie nucléaire.

L'industrie nucléaire pose des problèmes de matières premières:

A. — Les trois grandes catégories de matières premières de base: les fissiles, les fertiles, les ralentisseurs.

Fissiles: les fissiles (ou combustibles) sont au nombre de trois:

Un fissile naturel: l'uranium 235, que l'on trouve sous forme de minerai, mais pas pur; il est toujours mélangé avec une autre variété d'uranium, l'uranium 238, lequel est seulement un fertile;

Deux fissiles artificiels: le plutonium et l'uranium 233 (une troisième variété d'uranium) que l'on produit dans les piles.

Fertiles: les fertiles sont au nombre de deux:

L'uranium 238 que l'on trouve dans la nature mélangé à l'uranium 235, lequel est fissile;

Le thorium 232 que l'on trouve dans la nature dans certains sables appelés « monazites » (notamment à Madagascar).

Les ralentisseurs.

Lorsque la masse fissile (tel que l'uranium 235) dépasse en un lieu un certain nombre de kilogrammes (en pratique lorsqu'on dépasse le volume d'un petit melon), elle explose spontanément: c'est la bombe atomique.

Pour ces applications pacifiques, on doit donc ajouter un corps appelé « ralentisseur » qui, en ralentissant la réaction (c'est-à-dire en l'étalant sur des années au lieu d'une fraction de seconde), empêche l'explosion.

En pratique, on utilise trois ralentisseurs: le graphite, l'eau lourde et l'oxyde de béryllium.

La préparation de ces corps est difficile et coûteuse, c'est ainsi que l'eau lourde est vendue par la Norvège au prix de 100 millions la tonne; son prix élevé est dû à l'énorme quantité d'énergie électrique nécessaire pour sa fabrication.

B. — Les minerais: nature, gisements, teneur, production, réserves.

Nature des minerais. — Les minerais se rattachent à deux catégories:

1° Uranium naturel. L'uranium naturel contient toujours deux variétés d'uranium et toujours dans la même proportion:

L'uranium 235 qui est fissile (combustible) dans la proportion de 1 pour 139, soit 7 pour mille;

L'uranium 238 qui est seulement fertile: 993 pour mille.

Il y a donc beaucoup plus (139 fois plus) de fertile que de fissile.

2° Thorium naturel.

Teneur. — La valeur élevée du métal permet d'exploiter des gisements à faible teneur: la plupart des gisements contiennent entre 1 pour mille et 2 pour cent d'uranium, dans lequel, nous l'avons vu, il y a seulement 1 partie sur 140 qui est fissile.

Cependant la France, qui est particulièrement bien dotée en Europe, exploite quelques gisements très riches (au taux de 8 p. 100).

Les réserves mondiales.

Les réserves mondiales d'uranium actuellement inventoriées, sont les suivantes (exprimées en uranium métal) :

Canada: 1.000.000 tonnes;

Afrique du Sud: 300.000 tonnes;

Etats-Unis: 200.000 à 300.000 tonnes;

France: 50.000 à 100.000 tonnes;

Autres pays de l'Europe de l'Ouest: très faibles;

Divers: 300.000 à 500.000 tonnes;

Total dans le monde: environ 2.000.000 tonnes.

En ce qui concerne le thorium, les principaux pays où on trouve le minéral (appelé monazite) sont: les Indes, le Brésil, Madagascar.

On admet généralement que les réserves mondiales de thorium sont supérieures en tonnage aux réserves d'uranium; or, les deux produits (sous réserve que le thorium est seulement un fertile) ont à peu près le même pouvoir énergétique.

En résumé, si en ce domaine la France surclasse les autres grands pays de l'Europe de l'Ouest (Grande-Bretagne et Allemagne notamment), elle est elle-même surclassée par les Etats-Unis et le Canada. Autrement dit, la France ne jouit d'aucun monopole ou quasi-monopole susceptible de lui permettre de tenir une position inexpugnable dans une négociation.

Production française.

Le tableau ci-dessous donne les prévisions relatives à la production française d'uranium.

ANNÉES	PRODUCTION	EQUIVALENT
	d'uranium.	en charbon selon le rendement prévu à bref délai pour les piles (a).
	Tonnes.	Tonnes.
1958	500	10 millions
1961	1.000	20 millions
1970	2.500	50 millions
1975	3.000	60 millions

(a) Et sans tenir compte de la mise au point éventuelle du breeder.

La dernière colonne du tableau montre que, dès 1975, la production d'uranium équivaldra théoriquement à 60 millions de tonnes de charbon, c'est-à-dire à toute notre production charbonnière.

Et encore calcul est fait sur la base du rendement actuel des réacteurs, lequel est infime (à peu près 1 p. 100); à supposer que grâce au progrès technique il double et passe seulement à 2 p. 100 (ce qui n'a rien d'impossible), la production d'uranium équivaldrait au double de la production de charbon.

Sans attacher, dans un domaine aussi fluide, aux chiffres plus de valeur qu'il n'en ont, on doit estimer que dans quelques dizaines d'années l'atome sera la plus importante source d'énergie.

Dans le cas où le breeder serait mis au point, il n'est pas impossible que chaque tonne d'uranium soit équivalente à 1 million de tonnes de charbon. Dans ce cas, les 3.000 tonnes d'uranium dont la production est prévue pour 1975 serait équivalente à un tonnage annuel de charbon littéralement fabuleux, se chiffrant par milliards de tonnes.

L'esprit reste confondu devant ces perspectives, non pas certaines, mais que l'on ne saurait écarter et dont les conséquences économiques seraient, de toute évidence, incalculables, sans que l'on puisse dire exactement à quelle date.

Elles doivent nous rendre extrêmement prudents dans le comportement que nous sommes tentés de prendre dans ce problème et qui put être inspiré — inconsciemment sans doute — des conceptions économiques du passé, qui risquent de se trouver, un jour prochain, complètement périmées.

C. — L'usine de séparation des isotopes:

instrument de production du produit intermédiaire fondamental.

Principe.

Le minéral d'uranium, ayons-nous vu, contient toujours intimement mélangées deux variétés (on dit deux « isotopes ») d'uranium:

La plus intéressante, l'uranium 235 qui est fissile; dans la proportion très faible d'une partie sur 139 — soit 7 p. 100;

La moins intéressante, l'uranium 238, qui est seulement fertile (tout le reste).

Il est essentiel de séparer ces deux isotopes, sinon complètement, au moins partiellement, pour « enrichir » la matière en uranium fissile.

Ce corps qui, rappelons-le, est le seul « fissile » à l'état naturel présente un avantage décisif pour certaines applications, c'est d'avoir une puissance énergétique considérable sous un volume très réduit.

Quelles sont les applications pour lesquelles il est indispensable de disposer soit d'uranium 235 pur, soit d'uranium fortement enrichi en uranium 235 ?

Il en est de deux catégories:

1° Les explosifs nucléaires;

2° La construction de moteurs nucléaires pour des mobiles, c'est-à-dire dès maintenant pour des sous-marins, très prochainement pour des navires de surface et peut-être un jour pour des avions.

Or, pour obtenir cet uranium 235, il n'est qu'un moyen: l'isoler de l'uranium 238 au sein du métal naturel.

L'uranium 235 et l'uranium 238 qui sont intimement mêlés dans l'uranium naturel possèdent les mêmes propriétés chimiques, mais se distinguent par d'infimes différences dans leurs propriétés physiques. Ils sont en quelques sortes des jumeaux. Dans le langage scientifique, on appelle de tels corps des isotopes.

L'usine qui permet de les isoler l'un de l'autre en tirant parti de ces différences physiques est appelée, en raison de son objet, une usine de séparation des isotopes.

Une telle installation apparaît ainsi comme la clef de voûte de toute industrie atomique. Elle constitue l'étape décisive qui fait d'un pays l'égal des plus puissants en mettant à sa portée toutes les possibilités de la recherche et de l'industrie.

Plusieurs procédés de séparation sont théoriquement concevables et, durant la guerre, les Américains en ont appliqué quatre dans leur fameuse usine laboratoire d'Oakridge, utilisant tour à tour des actions thermiques, centrifuges, magnétiques et de diffusion gazeuses pour « disséquer » l'uranium. La plupart des procédés isolent progressivement l'uranium 235 dans un montage en cascade, le facteur d'enrichissement obtenu dans chaque étage étant très faible, mais leur total permettant d'obtenir le corps recherché au degré de pureté désiré.

Après une vaste expérimentation, le procédé qui fut définitivement adopté par l'Amérique, la Russie et l'Angleterre est la diffusion gazeuse. Il consiste à transformer préalablement l'uranium naturel en hexafluorure. Les deux hexafluorures de 235 et de 238, intimement mêlés, sont introduits à un bout de l'usine. Ils passent ensuite à travers une série de parois poreuses. Celles-ci laissent passer plus facilement l'hexafluorure d'uranium 235 que l'hexafluorure d'uranium 238.

Toute l'installation se résume en une prodigieuse accumulation de barrières poreuses, d'autant plus nombreuses qu'on veut obtenir de l'uranium 235 plus pur. A la sortie de l'usine, on dispose de deux robinets, l'un donnant de l'hexafluorure de 235 (léger), l'autre de l'hexafluorure de 238 (lourd). Une installation chimique annexe n'a plus qu'à extraire le fluor du composé gazeux pour que l'on obtienne, définitivement séparés, d'une part l'uranium 235 et d'autre part l'uranium 238. Le miracle est accompli.

Ainsi l'élément essentiel de l'usine est constitué par ces parois dont la surface totale représente plusieurs hectares.

Pour assurer la circulation du gaz à travers ce formidable ensemble de lamis aux mailles ultra-microscopiques, de puissants compresseurs sont nécessaires dont la mise en œuvre exige de grandes quantités d'énergie électrique.

Le coût d'une telle installation et sa consommation d'énergie sont fonction du nombre de parois poreuses qu'elle renferme, c'est-à-dire en fait de la quantité et du taux de concentration de l'uranium que l'on veut obtenir.

Pour édifier une usine qui produirait annuellement environ une tonne d'uranium 235 enrichi — quantité suffisant largement à couvrir nos premiers besoins — il faudrait, d'après les techniciens les plus qualifiés, une cinquantaine de milliards. Au cours de son audition devant l'Assemblée nationale, M. Francis Perrin a même avancé le chiffre de 40 milliards (Assemblée nationale, 1^{re} séance du 5 juillet 1956, *Journal officiel*, débats parlementaires, p. 3261).

En réalité, la construction d'une usine de la capacité de production nécessaire pour satisfaire nos besoins immédiats, est à la mesure de tout pays d'industrie moyenne et, dans un pays comme la France, un simple groupement de sociétés privées, comme nos grands ensembles chimiques ou métallurgiques, pourrait la réaliser par ses propres moyens financiers. Aussi bien, un programme de ce montant est-il une opération que ces industries réalisent couramment dans le cadre de leur activité propre.

Consommation d'électricité nécessaire pour le fonctionnement de cette usine.

Pour forcer la matière à passer à travers les parois poreuses, il faut une énergie considérable; pour une production d'une tonne/an on consomme 1,2 milliard de kWh, soit 3 p. 100 de la production française, ce qui est une fraction non négligeable.

La construction d'une usine de séparation d'isotopes exige donc la construction d'une puissance centrale électrique spéciale. En admettant qu'elle soit thermique, cette centrale coûterait environ

15 F par kWh produit annuellement, soit pour une production annuelle d'une tonne d'uranium 235, $1,2 \times 15 = 18$ milliards de francs (s'ajoutant aux 50 milliards mentionnés ci-dessus).

Pour l'emplacement optimum on peut hésiter entre :

La métropole, à cause des problèmes techniques de mise au point ;
L'Afrique noire, à cause des sources de courant électrique à bas prix de revient.

On semble actuellement s'orienter vers une implantation dans la région de Lacq où il existe de l'énergie disponible en abondance.

Echelle du problème.

La construction d'une usine produisant une tonne/an d'uranium 235 est à l'échelle des finances françaises (coût total 70 milliards y compris la centrale électrique adhérente) ; mais on doit observer qu'elle ne serait que la 35^e partie des installations américaines, ce qui la fait apparaître dès l'abord comme faible au regard des besoins français et encore plus faible au regard des besoins de l'Europe des six.

On doit noter cependant que les besoins en uranium 235 — ou bien en uranium enrichi — ne semble pas avoir été chiffrés et peut-être ne peuvent-ils pas l'être pour le moment compte tenu des incertitudes des développements techniques. S'il paraît certain que, pour les moteurs mobiles l'emploi de l'uranium enrichi s'imposera longtemps encore, en revanche, pour les centrales fixes l'hésitation est permise et de fait si les deux grandes centrales en service (l'américaine et la britannique) sont à l'uranium enrichi, par contre la centrale canadienne en construction est à l'uranium naturel.

Cependant les considérations exclusivement techniques ou économiques ne sont pas seules en cause.

Il faut voir le problème de plus haut. En un tel domaine, le point de vue financier est secondaire.

Disposer à sa convenance d'uranium enrichi, même en quantité limitée, donne accès au concert des grandes nations. Ne pas en avoir, c'est tomber au rang des nations de deuxième ordre. Il y a là un seuil que l'on franchit ou que l'on ne franchit pas et qui vous classe.

Renoncer à l'autonomie en matière atomique, cela reviendrait à abandonner notre avenir aux mains des autres — en serait tenté de dire : deux fois.

Non seulement, en effet, nous retomberions dans la dépendance d'autres pays pour notre approvisionnement en cette source d'énergie nouvelle dont le rôle est appelé à devenir prépondérant, mais nous perdriions la plénitude des possibilités scientifiques et techniques dont disposerait les autres.

Il ne s'agit plus ici ni de prix, ni de guerre, ni d'économie, ni de politique, mais de garder ouvertes, toutes grandes, les portes de l'avenir.

D. — Les prix des matières premières.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que certaines des matières premières nécessaires atteignent des prix astronomiques (prix à la tonne) :

Produits bruts : uranium naturel (contenant 1/139 de fissile), 15 millions.

Fissiles uranium 235 pur, 8 milliards (les Américains en cèdent à 5,6 milliards la tonne.)

Ralentisseurs : eau lourde, 100 millions ; graphite, 400.000 F ; oxyde de béryllium, 20 millions.

Ces indications n'ont d'autre objet que de souligner que l'énergie nucléaire pose, dès les premières années, des problèmes financiers d'une ampleur inhabituelle.

III. — Informations sommaires sur le problème industriel.

A. — Les divers éléments d'un réacteur.

Très schématiquement un réacteur comprend les diverses parties exposées ci-dessous :

On distingue :

a) En gros traits : une partie analogue à une centrale thermique ; on enfourne du combustible en 1 et on sort de l'électricité en 2. A l'intérieur trois stades :

1^o La pile atomique, avec son ralentisseur, qui produit de la chaleur comme une chaudière ;

2^o Un circuit de fluide (dans une centrale classique, ce fluide c'est de l'eau et de la vapeur d'eau) ;

3^o A la sortie : une turbine, laquelle entraîne un alternateur qui produit de l'électricité ;

b) En traits fins : le trajet du fertile (s'il y en a un) qui sort valorisé sous forme de fissile et, en outre, au lieu d'un seul circuit de fluide (eau - vapeur d'eau) comme dans une centrale classique, il faut deux circuits successifs et deux fluides. La raison en est la radio-activité de la pile ; le premier fluide — qui circule dans la pile — capte inévitablement des radiations dangereuses ; il cède ses calories à un deuxième sans pour autant lui communiquer sa radio-activité.

On trouve donc :

Un premier fluide : qui généralement est soit du gaz carbonique, soit de la vapeur d'eau, soit même du sodium liquide ;

Un deuxième fluide : qui est généralement de l'eau - vapeur d'eau et qui entraîne la turbine.

La grande variété des types de réacteurs.

Il existe donc, pour ne citer que les principaux :

3 types de fissiles : uranium 235, uranium 233, plutonium ;

2 types de fertiles : uranium 238, thorium ;

3 types de ralentisseurs : le graphite, l'eau lourde, le béryllium ;

3 types de premier fluide : gaz carbonique, eau, sodium liquide en ne citant que les principales variantes, avec pour chacune d'elles des valeurs numériques différentes.

En outre, on doit mentionner que les barres d'uranium-métal employées dans la pile doivent être recouvertes d'une gaine métallique de protection (parce que l'uranium est un métal qui s'oxyde facilement à l'eau et à l'air). Au début le gainage se faisait en recouvrant l'uranium avec de l'aluminium mais l'aluminium présente l'inconvénient de s'unir à l'uranium vers 250 degrés, ce qui limite à environ 200 degrés la température du fluide de refroidissement. Or, cette particularité est fâcheuse, car on sait — depuis Carnot — que plus un moteur est chaud et meilleur est son rendement.

Pour améliorer le rendement on étudie maintenant des gainages en béryllium ou en zirconium qui permettront d'atteindre 500 degrés, ce qui est susceptible d'améliorer considérablement le rendement.

Nous ne citons pas ces détails à nos collègues en vue de faire étalage d'une vaine érudition — qui ne serait d'ailleurs que de seconde main — mais parce qu'ils démontrent à l'évidence deux faits économiques très importants :

1^o Il est clair qu'on hésite entre un grand nombre de variantes, dont aucune ne s'est imposée. La technique nucléaire « cherche sa voie » (rappelons qu'il fut un temps où l'automobile qui détenait le record du monde de vitesse était une automobile à vapeur et cependant le moteur à explosion ou à combustion interne est maintenant la solution universellement adoptée), d'où la nécessité d'une foule d'études dans une foule de directions ;

2^o Ces études mettent en jeu la technologie de corps qui sont encore mal connus (béryllium, zirconium) ; ce sont donc des études difficiles et coûteuses ; autrement dit les crédits affectés à la recherche devront être considérables et l'effectif des chercheurs devra, lui aussi, être considérable.

B. — Les principaux types de réacteurs en service ou en construction.

Parmi l'immense variété de types possibles de réacteurs entre lesquels l'expérience n'a pas encore opéré un tri, nous allons décrire les principaux types en service ou en construction.

Il y a de fortes chances pour que les rendements actuels — qui sont infimes puisqu'ils sont de l'ordre de 1 p. 100 — bénéficient dans les années à venir d'améliorations relativement considérables. Supposons que le rendement passe seulement à 2 p. 100 — ce qui serait encore infime — le prix de revient de l'électricité serait très sensiblement diminué.

Autrement dit :

a) Les calculs économiques faits sur les prix de revient de l'électricité atomique sont très incertains mais l'incertitude est dans le bon sens : il y a matière à progrès.

b) Les progrès possibles — et non pas certains — quant à la baisse du prix ne sont pas des « petits progrès », ni même de « gros progrès » mais littéralement des « progrès spectaculaires », ou encore des « bouleversements économiques ».

Puissance électrique. — Ces chiffres, de l'ordre de 150.000 kWh sont ceux d'une assez grosse centrale classique, mais ne sont pas démesurés ; à titre de comparaison, la centrale thermique de Creil a une puissance installée constituée de 2 groupes de 125.000 kWh chacun et on y trouve un troisième groupe de 125.000 kWh. Chacune de ces trois usines nucléaires représente donc à peu près un groupe du type Creil, sans plus.

Degré d'enrichissement. — Dans P. I. P. P. A. on utilise de l'uranium naturel (contenant par conséquent 7 p. 100 d'uranium 235) ; B. W. R. et P. W. R. utilisent non pas de l'uranium 235 pur mais de l'uranium « enrichi » en uranium 235, dans le premier où le facteur d'enrichissement est environ 2, le combustible contient donc environ 14 kilos d'uranium 235 par tonne de combustible.

Charge totale. — On constatera que les charges totales sont différentes ; elles varient dans la proportion de 1 à 6, mais il s'agit à vrai dire, de combustibles de richesse inégale.

Production de plutonium. — Le réacteur recevant (à l'entrée) du fertile (l'uranium 238) produit (à la sortie) du plutonium qui est un fissile.

Ce fissile peut avoir deux emplois :

a) un emploi militaire : la bombe atomique ;

b) un emploi pacifique : ce fissile est un combustible mais pour le moment, notamment en raison de son caractère extrêmement dangereux, on ne sait pas l'utiliser à des fins pacifiques ; on est donc réduit à le stocker en attendant qu'on sache l'exploiter.

Conclusion importante : tout réacteur produit nécessairement des explosifs nucléaires, en conséquence, il paraît illusoire de prétendre cantonner l'industrie atomique dans des buts pacifiques ; qu'on le veuille ou non, l'industrie atomique pourra toujours servir à une industrie de guerre.

C. — Les diverses performances à prendre en considération

De même qu'une automobile ne se caractérise pas seulement par la puissance en chevaux mais par de multiples autres considérations telles que la consommation, la capacité du réservoir, la capacité d'accélération, etc... de même un réacteur nucléaire se caractérise par un certain nombre de performances dont voici les principales:

La puissance électrique produite: c'est l'objectif essentiel pour les applications pacifiques;

Le degré d'enrichissement du combustible employé tel que l'uranium naturel, uranium enrichi, ou uranium 235 pur. Il existe en quelque sorte des « supercarburants ». Nous avons vu que le prix du combustible peut varier entre 15 millions et 8 milliards la tonne suivant qu'on emploie de l'uranium naturel ou bien de l'uranium 235 pur;

La consommation de combustible par kWh produit. Celle-ci peut être très variable suivant que le réacteur est plus ou moins « poussé »; par exemple le réacteur canadien décrit au tableau de la page consomme 4 fois moins d'uranium 235 que le réacteur britannique du même tableau (qui est plus ancien).

La charge totale de combustible s'apparente un peu au volume du réservoir d'une automobile, mais alors qu'une automobile peut fonctionner tant qu'il reste quelques gouttes d'essence dans le réservoir, le réacteur nucléaire ne fonctionne (en fait) que chargé à plein en combustible.

Par exemple un réacteur du type P. I. P. P. A. (canadien) consomme environ 50 tonnes d'uranium naturel par an, mais il exige en permanence une charge de 300 tonnes. C'est un peu comme une automobile qui ne pourrait fonctionner qu'avec son réservoir plein pour six ans; c'est dire que le stockage du combustible exige des dépenses d'investissement importantes beaucoup plus importantes que dans toute autre industrie.

C'est pourquoi, lorsque nous avons calculé que les 3.000 tonnes d'uranium que nous extrairons de notre sol en 1975 pourraient être équivalentes à un certain nombre de tonnes de charbon, ce genre de calcul a été assorti de deux réserves expresses.

Quant à la charge de ralentisseur — ayant pour objet d'empêcher l'amorçage d'une explosion — elle doit évidemment être proportionnée à la charge de combustible. Il arrive, dans certains types que le ralentisseur coûte encore plus cher que le combustible, par exemple dans un réacteur à l'uranium naturel et à l'eau lourde, pour chaque tonne d'uranium naturel coûtant 20 millions, il faut 2 tonnes d'eau lourde à 100 millions chacune.

Le « poids spécifique » du réacteur. Dès maintenant on voit s'amorcer deux techniques:

Le réacteur lourd dont l'objet est de constituer de puissantes centrales électriques;

Le réacteur léger dont l'objet est de constituer de petites centrales électriques et surtout des moteurs de navires (tels le « Nautilus » et — on l'envisage — des moteurs de très gros pétroliers) et peut-être même un jour des moteurs d'avion (on l'étudie).

Bien qu'il s'agisse d'un domaine mouvant, il est dès maintenant démontré que les réacteurs légers exigeront du combustible très concentré.

Ceci montre que l'usine de séparation d'isotopes est indispensable à la poursuite des travaux sur la propulsion des navires et plus généralement des engins mobiles.

Ainsi on voit s'amorcer deux voies dans le développement de l'énergie nucléaire:

1° Les grandes centrales, dans lesquelles le poids ne compte pas qui emploieront de l'uranium naturel ou légèrement enrichi; la réaction fabriquera du plutonium, produit dont les radiations sont puissantes et dangereuses qui ne saurait être manipulé qu'à distance à travers des cuirasses d'acier ou de béton très épaisses; c'est la version lourde; elle présentera les caractéristiques suivantes:
Poids élevé;
Investissements coûteux;

Combustible relativement bon marché (20 millions la tonne);

2° Les moteurs d'engins mobiles, de navires dans une première étape, dont les caractéristiques seront:

Poids relativement réduit;

Dimensions plus modestes;

Combustible très coûteux (jusqu'à 8 milliards la tonne). C'est la version légère.

La France se doit être présente dans l'une et dans l'autre.

D. — L'importance du problème industriel.

La mise au point, avec un rendement satisfaisant, de la production d'énergie par des moyens nucléaires n'est pas seulement un problème de laboratoire, mais aussi — on pourrait presque dire « avant tout » — un problème industriel.

Pour s'en rendre compte, il suffit d'observer la place considérable que l'industrie nucléaire occupe dès à présent dans l'activité française.

Qu'il s'agisse de la prospection, du traitement des minerais, de la production des combustibles nucléaires, de la construction des piles, du nettoyage des matières et installations irradiées, à tous les stades de cette gigantesque entreprise qui tend à donner à la France une source d'énergie nouvelle, on trouve les principaux représentants d'à peu près toutes les industries françaises.

Pour donner un aperçu de l'immense collaboration qui a été réalisée, il suffira de citer les principales sociétés qui ont apporté leur concours dans les divers domaines:

Traitement des minerais: Potasse en engrais chimiques, Kuhlmann;

Raffinage de l'uranium: Société Minerais et Métaux;

Minerais et métaux nécessaires à la fabrication de l'uranium:

a) Calcium: Société électrométallurgique du Planet,

b) Beryllium: métal et oxyde de beryllium: Pechiney,

c) Zirconium: Société des Terres rares, Bozel-Maletra, Pechiney, Ugine, Compagnie générale de T. S. F.;

Ralentisseurs des piles: Air liquide, O. N. I. A., Pechiney,

Pierrefitte;

Gainages de l'uranium métal: Tréfileries et laminiers du Havre;

Refroidisseurs et instruments de contrôle: Râteau, Compagnie

électro-mécanique, L'Alsacienne, Alsthom;

Extraction et isolement du plutonium obtenu dans les piles: Saint-

Gobain;

Equipements électroniques: laboratoire central des télécommuni-

cations, laboratoires Dervaux, C. I. E., C. E. P., Lebœuf, Nordeux,

Rochar, la pile Aglo, la Compagnie de télégraphie sans fil, la

Société nouvelle de constructions radiophoniques du Centre;

Aciers spéciaux: Ugine;

Problèmes spéciaux: Société Neyric, Institut français du pétrole,

Uclaf, Compagnie électro-mécanique, Schneider.

Après cette énumération d'ailleurs bien incomplète, il convient

de mentionner quelques groupements et sociétés particulièrement

importants créés récemment:

A. T. E. N. (association technique pour la production et l'utilisation

de l'énergie nucléaire), qui groupe de puissantes sociétés, notam-

ment: C. G. E. Chantiers de l'Atlantique, Schneider, Alsthom,

Babcock et Wilcox, Pechiney, Râteau, Saint-Gobain;

France-Atome (avec la participation de plusieurs grandes sociétés)

qui a été créée pour étudier les applications industrielles de l'énergie

nucléaire et entreprendre toutes opérations s'y rattachant;

Indatom, dont l'objet est l'étude d'installations industrielles se

rapportant à l'utilisation de l'énergie atomique;

La Compagnie française de l'eau lourde, qui groupe Air liquide et

O. N. I. A.;

La Société de recherches techniques et industrielles en vue de

la séparation des isotopes par le procédé de la diffusion gazeuse.

On voit par cet exemple l'énorme substratum industriel sur

lequel repose l'édification d'une industrie atomique.

IV. — La production électrique par des moyens nucléaires.

Nous rassemblerons les données connues sur le coût des investissements et sur le prix de revient probable de l'électricité produite.

Puis, nous donnerons quelques indications sommaires sur les programmes des grands pays les plus avancés en ce domaine.

A. — Le coût de la puissance installée.

a) Coût des investissements des usines nucléaires rapporté au kWh installé: d'après le rapport des « Sages » entre 300 et 400 dollars suivant les types. Ces chiffres sont ceux des 3 réacteurs (américain, anglais et canadien).

b) A titre de comparaison, coût des investissements des centrales classiques (rapporté également au kWh installé):

Prix d'une centrale thermique en Allemagne, 120 dollars;

Prix d'une centrale thermique en France, 185 dollars;

Prix d'une centrale hydraulique en France; le prix dépend évidemment du site, mais on peut admettre qu'il est en moyenne de l'ordre de 550 dollars.

Ainsi, en résumé, le coût d'une centrale nucléaire est plus élevé que celui d'une centrale au charbon mais moins élevé que celui d'une centrale hydraulique; dès maintenant, ce coût n'est donc pas prohibitif.

B. — Le prix de revient du courant électrique produit.

Le rapport des « Sages » donne le prix de revient exprimé en « mills » (1 mill = 1 millième de dollar = 0,25 F).

Si nous traduisons en francs, nous trouvons:

a) Coût moyen actuel du kWh produit actuellement en Europe: 3,30 F;

b) Coût moyen du kWh marginal produit actuellement en Europe au moyen du charbon américain importé (à 20 dollars la tonne): 3,90 F;

c) Coût du kWh nucléaire en 1960: 2,80 F à 4,90 F;

d) Coût prévisible du kWh nucléaire en 1975 (compte tenu des progrès attendus): 2,10 F à 2,90 F.

Précisons que la comparaison, pour être rationnelle, doit être faite avec les kWh marginaux qui sont relativement chers; en résumé, les « sages » estiment que:

1° Dès maintenant, les usines nucléaires en construction fourniront des kWh à un prix à peu près compétitif (3,80 F à 4,90 F contre 3,90 F);

2° Les usines qui sortiront de terre en 1975 produiront des kWh nettement moins chers que le prix actuel.

Réserve sur les appréciations des « sages ».

Cependant, ces estimations des experts appellent — à notre sentiment — une importante réserve (qu'ils ne semblent pas avoir exprimée); ils publient, en effet, les prix suivants (que nous avons traduits en francs):

	P. W. R.	B. W. R.	PIPPA
1° Prix de revient moyen brut du kWh.	6,05	4,50	4,70
2° A déduire: valeur des fissiles artificiels produits (plutonium et uranium).	4,60	0,40	0,45
3° Prix de revient net du kWh.....	4,45	4,10	4,25

On constate que le prix de revient net, estimé par les experts, est largement crédité par la valeur du plutonium et de l'uranium.

Or, quelle est cette valeur? En toute objectivité, on n'en sait rien puisque, actuellement, le plutonium n'a d'autre application que la fabrication de bombes atomiques et que les emplois pacifiques ne sont pas au point.

Conclusion:

1° En toute rigueur, les prix de revient actuellement avancés pour l'énergie atomique sont prématurés;

2° Les prix réels dépendront de l'évolution de la technique et notamment des progrès dans l'emploi du plutonium.

C. — Les objectifs actuels des grands pays en matière d'énergie nucléaire.

Objectif de puissance installée pour 1967.

En pourcentage de la puissance totale installée.

Objectif retenu par la Grande-Bretagne, 25 p. 100;

Objectif retenu par les U. S. A., 4 p. 100;

Objectif retenu par les « sages » pour Euratom, 45 p. 100.

On observera que ces chiffres caractérisent des points de vue très différents: les U. S. A. qui sont riches en sources d'énergie classique (charbon et pétrole) poussent les recherches théoriques et techniques mais ne lancent pas dès maintenant un programme industriel important: telle est la signification de la proportion de 4 p. 100 qui est très faible. Résistant devant la foule des types de réacteurs, les U. S. A. ne veulent se lancer qu'à coup sûr.

Toute opposée est la politique des Anglais; la Grande-Bretagne, dont le déficit en énergie est considérable démarre dès maintenant en grand: telle est la signification du chiffre de 25 p. 100; dans dix ans, les Britanniques veulent que le quart de leurs centrales nouvelles soient nucléaires.

Les « sages » proposent pour l'Euratom un objectif intermédiaire, 45 p. 100.

Pour la même année 1965, le deuxième plan français de l'énergie atomique prévoit une puissance installée de 850 millions de kW.

Objectif de puissance installée pour 1975.

Le tableau ci-dessous compare les objectifs français et britanniques pour 1975 avec, à titre indicatif, l'étape intermédiaire de 1965.

	FRANCE		GRANDE-BRETAGNE	
	1965	1975	1965	1975
1. — Les usines nucléaires représenteront en pourcentage de la construction d'usines neuves (a).....	•	50 %	25 %	100 %
2. — Les usines nucléaires produiront en pourcentage de la production totale.....	5 %	25 %	10 %	25 %
3. — Soit, en milliards de kWh	5	50	•	•

(a) Il s'agit du rapport des puissances installées.

On voit que les Britanniques sont décidés, à partir de 1975, à ne plus construire que des centrales nucléaires; le programme français est moins hardi puisque Electricité de France prévoit qu'à cette époque, nous construirons nos nouvelles centrales moitié suivant la formule classique et moitié en nucléaire.

A ce moment (1975), la consommation française annuelle d'électricité sera d'environ 200 milliards de kWh dont environ 50 milliards seront produits par voie nucléaire.

Il ne faut pas se dissimuler cependant le caractère extrêmement aléatoire de prévisions quant au pourcentage de centrales nucléaires dans l'ensemble de la construction en 1975; en effet, dans un domaine où les progrès techniques seront rapides, il pourrait fort bien arriver qu'avant 1975 il s'avère que le courant d'origine nucléaire soit moins cher que celui en provenance des sources classiques. Dans ce cas, il est bien évident qu'il serait contre-indiqué de persister dans des voies périmées; en bref, dans un domaine aussi mouvant tout commande la vigilance et la révision fréquente des conceptions et des programmes.

Description schématique des réalisations françaises et du programme français.

Les réalisations françaises et le programme français peuvent être décrits dans le tableau suivant:

Phase entièrement expérimentale sous la direction du commissariat à l'énergie atomique.

Pile P 1 dite Zoé à Châtillon: date de mise en service: 15 décembre 1948; puissance thermique en kWh, 150.

Pile P 2 à Saclay: date de mise en service: 27 octobre 1952; puissance thermique en kWh, 2.000.

Phase de transition en coopération entre le C. E. A. et E. D. F.

Réacteur G 1 à Marcoule: date de mise en service: fin 1955; puissance thermique en kWh, 40.000.

Début de la phase industrielle.

Les deux premiers réacteurs sous la direction du C. E. A., les suivants sous la direction de E. D. F.:

Réacteur G 2 à Marcoule: date de mise en service: fin 1957; puissance thermique en kWh, 150.000.

Réacteur G 3 à Marcoule: date de mise en service: début 1958; puissance thermique en kWh, 150.000.

Réacteur E. D. F. 1 à Chinon: date de mise en service: début 1960.

Observations. — Dans les réacteurs expérimentaux de ces deux premières phases, la puissance consommée par les auxiliaires est supérieure à la puissance totale produite, de sorte que, tout compte fait, le réacteur absorbe de l'énergie au lieu d'en produire.

A partir de ce moment, il est prévu de mettre une usine en service tous les 18 mois — et même si possible tous les 15 mois; le délai de construction étant d'environ trois ans, on aura donc en permanence 2 centrales en construction.

On pense que ce n'est que vers 1965 que le prix de revient de l'électricité d'origine nucléaire sera compétitif avec les sources classiques; il est envisagé, à partir de cette date, d'aborder la phase quantitative au cours de laquelle, au lieu de construire une centrale seulement de chaque type, on ne construira simultanément 2, 3 ou 4.

Toutefois, il est essentiel, de préciser que ces prévisions — quant aux dates — ne saurait être qu'approximatives; le progrès technique peut marcher plus vite ou bien moins vite. C'est pourquoi en ce domaine, la règle d'or doit être la vigilance.