

JOURNAL OFFICIEL

DES

COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

18 MARS 1966

ÉDITION DE LANGUE FRANÇAISE

9^e ANNÉE N° 47

SOMMAIRE

COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

INFORMATIONS

LA COMMISSION

66/3/Euratom :

Consultation du Comité économique et social au sujet du « Premier programme indicatif de la Communauté européenne de l'énergie atomique » 637/66

Avis du Comité économique et social 665/66

COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

INFORMATIONS

LA COMMISSION

CONSULTATION DU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL

au sujet du «Premier programme indicatif de la Communauté européenne de l'énergie atomique»

(66/3/Euratom)

A. DEMANDE D'AVIS

Lors de sa 291^e réunion des 23 et 24 juin 1965, la Commission a décidé de solliciter, conformément au prescrit de l'article 40 du traité, l'avis du Comité économique et social au sujet du «Premier programme indicatif de la Communauté européenne de l'énergie atomique».

La demande d'avis a été adressée par la Commission à M. Giustiniani, président du Comité économique et social, par lettre en date du 29 juin 1965.

B. TEXTE QUI A FAIT L'OBJET DE LA CONSULTATION

Projet d'un premier programme indicatif pour la Communauté européenne de l'énergie atomique (Juin 1965)

1. BUT ET PORTÉE DU RAPPORT

1.1. But général

Selon l'article 40 du traité, la Commission d'Euratom est tenue de publier périodiquement des programmes, de caractère indicatif, qui ont notamment pour but de définir des objectifs de production d'énergie nucléaire et de déterminer les investissements de toute nature qu'implique leur réalisation.

Ils visent à stimuler l'initiative des personnes et entreprises exerçant une activité dans le domaine nucléaire ou s'y intéressant ainsi qu'à faciliter un développement coordonné des investissements dans ce secteur.

Le présent document contient un premier programme indicatif au sens de l'article 40. Maintenant que l'énergie nucléaire entre dans sa phase industrielle, il devient en effet possible non seulement de prévoir l'évolution d'ensemble de cette forme d'énergie, mais aussi de tenter d'évaluer les perspectives des divers types de réacteurs et d'indiquer les investissements nécessaires dans les différents secteurs d'activité nucléaire pour atteindre certains objectifs déterminés.

D'autre part, ce programme indicatif et, en particulier, ses objectifs de production d'énergie nucléaire contribuent à la définition d'une politique commune de l'énergie dont est chargé le groupe interexécutif «Énergie», aux travaux duquel participent la Haute Autorité de la C.E.C.A., la Commission de la C.E.E. et celle d'Euratom.

1.2. **Domaine d'application**

Les phénomènes nucléaires ont de multiples possibilités d'application. Indépendamment des nombreuses utilisations des radio-isotopes en médecine ainsi que dans l'agriculture et dans l'industrie, il est dès à présent certain que l'énergie de fission nucléaire sera utilisée pour la production de chaleur à usage direct, pour le dessalement des eaux marines ou saumâtres ainsi que pour la propulsion des navires. A court et à moyen terme cependant, c'est la production d'électricité dans de grandes centrales qui présente les perspectives les plus favorables. Comme c'est le seul domaine où il soit actuellement possible de faire des prévisions relativement fondées, le présent rapport se limite à la production d'électricité.

Cependant, les investissements nécessaires à la production d'électricité ne se limitent pas aux centrales; ils doivent aussi s'effectuer dans divers autres secteurs industriels, notamment l'extraction et le traitement des minerais, la séparation isotopique, la fabrication des éléments de combustible et le retraitement des combustibles irradiés. Le programme indicatif devra donc considérer les principales industries nécessaires à la construction et au fonctionnement des centrales électriques dont il prévoit l'installation.

1.3. **Portée chronologique**

Ce premier programme indicatif porte essentiellement sur la décennie 1970-1979.

Cette période ne débute pas en 1965 parce que les mises en service au cours des années 1965 à 1969 sont dès à présent connues et ne peuvent plus être influencées. Ces années seront, par contre, riches en décisions à prendre pour des réalisations à intervenir dans la période du programme. Celui-ci se placera néanmoins dans l'optique des «réalisations» plutôt que dans celle des «décisions», lesquelles précèdent normalement d'environ cinq ans les premières.

Mais comme le programme indicatif vise à orienter les investissements, on ne peut négliger entièrement l'optique «décisions» et l'on s'efforcera d'indiquer, chaque fois qu'il est possible, les échéances à respecter, même si elles se placent avant la période considérée. C'est également pour cette raison que l'on examinera attentivement les réalisations à intervenir dans la décennie qui suit 1980: les décisions en ce qui la concerne devront en effet être prises pendant la période du programme indicatif proprement dit.

On sera donc conduit, pour élaborer ce programme, à considérer l'avenir plus lointain. Des décisions prises aujourd'hui peuvent en effet influencer l'évolution de l'énergie nucléaire à long terme. Comme la

mise au point d'un type particulier de réacteur exige un délai de l'ordre de la vingtaine d'années, il est indispensable, pour assurer l'avènement des convertisseurs avancés et des surgénérateurs rapides qui prévaudront après 1980, d'entreprendre dès à présent un programme intensif de recherche, de développement et de mise au point industrielle, qui doit notamment comprendre la construction de prototypes.

Pour cette raison et aussi pour situer le programme à moyen terme dans le cadre général du développement futur, il est nécessaire d'indiquer les objectifs de production d'énergie nucléaire ainsi que les grandes lignes du programme d'investissement qu'ils impliquent, pour l'ensemble de la période qui s'étend entre le moment présent et la fin du siècle.

Ce terme a été choisi parce qu'il répond aux critères suivants:

- les projets d'installations nucléaires actuellement envisagés seront à ce moment à la fin de leur utilisation technique et économique;
- selon toute vraisemblance, les réacteurs surgénérateurs auront alors atteint leur pleine maturité industrielle et le recours à cette technique sera en pleine expansion;
- aucune nouvelle technique, encore plus avancée que les surgénérateurs, n'aura sans doute atteint un stade de développement industriel tel que la rentabilité des installations nucléaires mises en service dans les quinze prochaines années risque d'en être compromise.

Il n'est guère nécessaire d'insister sur les incertitudes qui entachent inmanquablement des prévisions à aussi long terme, si soigneusement et prudemment établies qu'elles puissent être. Elles affectent, cependant, surtout les orientations à très long terme, tandis que, par contre, les perspectives de production d'énergie nucléaire et les investissements correspondants présentent, pour la période la plus proche, un degré satisfaisant de probabilité. Ceci justifie donc la distinction qui sera faite, un peu arbitrairement il est vrai en ce qui concerne l'année-repère, entre les périodes antérieure et postérieure à 1980. Seuls les objectifs et les orientations envisagés pour la première constitueront le programme indicatif proprement dit, dont on peut raisonnablement admettre qu'il ne devra pas subir des bouleversements profonds. De toute manière, les objectifs de production d'énergie nucléaire et les investissements qu'ils impliquent pourront être revus et modifiés lorsque la nécessité s'en fera sentir.

1.4. Document de référence

Les études effectuées et la documentation recueillie en vue d'établir le présent rapport sont repris dans une annexe documentaire publiée séparément sous le titre: «Situation et perspectives de l'énergie nucléaire dans la Communauté européenne».

On se référera utilement à ce rapport pour une analyse plus approfondie des éléments qui ont été pris en considération en vue d'élaborer ce programme.

2. CRITÈRES POUR L'ÉTABLISSEMENT D'UN PROGRAMME

2.1. Les objectifs de la politique énergétique

Le protocole d'accord relatif aux problèmes énergétiques, conclu entre les gouvernements des États membres et adopté par le Conseil de ministres de la Communauté européenne du charbon et de l'acier le 21 avril 1964, énonce les objectifs suivants:

- un approvisionnement à bon marché,
- la sécurité de l'approvisionnement,

- la progressivité des substitutions,
- la stabilité de l'approvisionnement tant en ce qui concerne son coût que les quantités disponibles,
- le libre choix du consommateur,
- une concurrence équitable sur le marché commun entre les différentes sources d'énergie,
- la politique économique générale.

On examinera ci-dessous plus en détail ces divers objectifs et notamment les deux premiers. On présentera en outre quelques considérations sur une motivation plus particulière du développement nucléaire, à savoir l'expansion des activités industrielles qui s'y rattachent.

2.2. L'approvisionnement à bon marché

La politique énergétique dans son ensemble, et la politique nucléaire en particulier, doivent avoir pour objectif primordial un approvisionnement aussi bon marché que possible.

La consommation d'électricité continuera à augmenter très fortement dans l'avenir. L'intervention de l'énergie nucléaire pour la couverture d'une partie croissante de cette demande sera dictée par son coût qui, d'abord égal à celui de l'électricité produite dans les centrales thermiques classiques, descendra progressivement jusqu'à des niveaux de plus en plus favorables. Quant au choix entre les diverses techniques nucléaires possibles, l'application du critère d'approvisionnement à bon marché conduira à donner la préférence à la combinaison de types de réacteurs qui exigent les dépenses les moins élevées pour assurer la production nécessaire. On choisira donc le programme de construction et d'exploitation qui représente le montant actualisé le plus faible, pour l'ensemble des dépenses d'investissement, de combustible, d'exploitation et d'entretien des installations.

La solution du problème suppose que l'on ait une idée assez nette des principaux éléments qui interviennent dans la formation des coûts, à savoir :

- le coût de premier établissement des types de centrales en compétition, le niveau des frais fixes incorporés dans le prix de revient de l'électricité (intérêt, amortissement sur la durée de vie probable et impôts) ainsi que la durée d'utilisation annuelle;
- le coût du combustible, tant pour les centrales nucléaires que pour les centrales thermiques classiques. Toute prévision en la matière dépend, dans une large mesure, de la politique énergétique future et celle-ci doit donc être prise en compte pour déterminer les objectifs de production nucléaire.

2.3. La sécurité de l'approvisionnement

La sécurité de l'approvisionnement constitue le second objectif essentiel de la politique énergétique. C'est une notion complexe, qui donne souvent lieu à interprétations divergentes.

Quoi qu'il en soit, il est admis que l'on renforce la sécurité de l'approvisionnement :

- en recourant, autant que possible, à des énergies produites dans la Communauté;
- en différenciant les importations, tant en nature que du point de vue géographique;
- en constituant des réserves pour surmonter les difficultés passagères d'approvisionnement.

En raison du déficit énergétique croissant dont souffre la Communauté (en 1965, 47 % des besoins d'énergie primaire seront probablement couverts par des importations en provenance des pays tiers), l'énergie nucléaire contribuera à la sécurité de l'approvisionnement en limitant les besoins de combustibles importés. D'autre part, même si l'on fait abstraction des quantités disponibles dans la Com-

munauté et de celles qu'une recherche plus intensive pourrait faire découvrir, l'uranium à importer ne provient pas des mêmes pays que le combustible fossile pour lequel la Communauté doit faire le plus largement appel à l'extérieur, c'est-à-dire le pétrole. De plus, les principaux pays fournisseurs d'uranium offrent des garanties satisfaisantes de stabilité d'approvisionnement. Enfin, le coût du combustible nucléaire nécessaire pour produire une quantité déterminée d'énergie électrique est, dès à présent, quatre ou cinq fois moins élevé que celui du combustible fossile. Ce rapport, qui ne fera que croître dans l'avenir avec le perfectionnement des techniques nucléaires, aura pour effet, même si les combustibles nucléaires doivent être importés, d'alléger la dépendance de l'étranger en termes monétaires. D'autre part, une politique de sécurité de l'approvisionnement basée sur l'énergie nucléaire serait moins coûteuse et, par exemple, la constitution de réserves pour les centrales nucléaires serait sensiblement moins onéreuse que la constitution de réserves équivalentes pour les centrales thermiques classiques.

2.4. L'utilisation optimum des réserves

La sécurité de l'approvisionnement joue également un rôle dans les considérations à très long terme.

Le rapport «Civilian Nuclear Power», publié fin 1962 par la Commission américaine de l'énergie atomique, indique que les réserves de combustibles fossiles exploitables aux États-Unis seront épuisées dans un à deux siècles et qu'il y a là une raison majeure de recourir massivement et dès que possible à l'énergie nucléaire.

Ce qui vaut pour les États-Unis, qui disposent de vastes sources d'énergie et dont les réserves de combustibles fossiles représentent 25 à 30 % du total mondial alors que leur consommation atteint 40 % des besoins mondiaux d'énergie, s'applique certainement davantage à la Communauté dont la situation en matière d'approvisionnement est beaucoup moins favorable. La Communauté ne dispose en effet que d'environ 6 % des réserves mondiales d'énergie alors qu'elle participe à raison de 10 % environ à la consommation mondiale.

2.5. Autres objectifs énergétiques

Les autres objectifs de la politique énergétique commune ont, sous l'angle de l'énergie nucléaire, une importance moindre. On peut cependant faire à leur sujet les remarques suivantes :

- 1) L'énergie nucléaire ne menace nullement la progressivité des substitutions, nécessaire pour éviter les tensions économiques et sociales. La consommation de combustibles dans les centrales classiques devra environ tripler entre 1960 et 1975, même en admettant pour l'énergie nucléaire l'expansion la plus rapide qui soit concevable. Ce n'est donc pas l'énergie nucléaire qui pourrait porter entrave à l'écoulement du charbon pendant cette période.
- 2) Quant à la stabilité de l'approvisionnement nucléaire, en quantités ou en coûts, on notera tout d'abord que les centrales nucléaires, dont le réacteur possède une longue autonomie de marche sans réapprovisionnement, présentent des garanties sérieuses de stabilité en matière de fourniture électrique, d'autant plus que les interruptions d'origine technique, déjà peu fréquentes, deviendront de plus en plus rares.

Du côté des coûts, le prix de revient du kWh dans une centrale nucléaire n'augmentera probablement guère au cours de la vie économique de cette centrale ; il aura même plutôt tendance à diminuer en raison des progrès du cycle de combustible dont, contrairement à ce qui se passe dans le secteur classique, les centrales nucléaires déjà en service peuvent partiellement bénéficier.

- 3) Le développement envisagé de l'énergie nucléaire ne risque pas d'entraver le libre choix des consommateurs, de fausser la concurrence entre les sources d'énergie ou d'être en contradiction avec les principes généraux d'une saine politique économique. L'objectif de ce développement est en effet de produire, dans des conditions de plus en plus économiques, les quantités croissantes d'énergie électrique qui, à côté de celles fournies par les sources traditionnelles, seront indispensables pour soutenir l'expansion de la Communauté européenne.

2.6. Le développement des industries nucléaires

La construction et l'approvisionnement des centrales nucléaires, dont l'installation est prévue pour les prochaines années dans la Communauté, supposent l'existence de capacités industrielles multiples et d'une ampleur suffisante. Cette condition n'est pas entièrement satisfaite à l'heure actuelle dans la Communauté. Aussi, tout en permettant de limiter les importations de combustibles fossiles, l'extension progressive du recours à l'énergie nucléaire nécessitera, au moins au début de la période envisagée, des importations de produits et d'équipements nucléaires.

Or, il est bien évident que la sécurité de l'approvisionnement ne concerne pas uniquement les combustibles, mais réside aussi dans la capacité de construire les installations requises pour la production d'énergie. Sans pour autant renoncer à des échanges mutuellement profitables et aux occasions d'exportation qui en résulteront, la Communauté doit donc s'efforcer d'acquérir et d'élargir la capacité industrielle ainsi que les connaissances nécessaires à la construction, l'approvisionnement et l'exploitation des centrales nucléaires. En conséquence, la création d'une puissante industrie nucléaire dans la Communauté, qui est d'ailleurs prévue par le traité d'Euratom, sera un des objectifs du programme indicatif.

La réalisation de cet objectif implique cependant la mise en œuvre d'une politique industrielle appropriée, au niveau de la Communauté.

3. OBJECTIFS DU PROGRAMME

3.1. Puissance et production électriques nucléaires

L'évolution de la consommation d'électricité dans la Communauté a été esquissée en partant des prévisions de l'«Étude sur les perspectives énergétiques à long terme de la Communauté européenne». On a tenu compte cependant, pour la période actuelle et l'avenir proche, des tendances récentes à une certaine accélération dans l'accroissement de la demande. Enfin, ces prévisions, ainsi corrigées, ont été prolongées jusqu'à la fin du siècle, selon un rythme de croissance nettement plus faible.

Les taux annuels de croissance utilisés sont les suivants (en %) :

1960-1965	1965-1970	1970-1980	1980-2000
8,0	7,5	6,5	6,0

Ces hypothèses de croissance conduisent aux évaluations suivantes de la consommation nette d'énergie électrique dans la Communauté (en milliards de kWh) :

1960	1965	1970	1975	1980	1990	2000
272	400	575	790	1.080	1.930	3.450

Ces prévisions sont relativement prudentes, compte tenu notamment des tendances les plus récentes ainsi que des prévisions faites pour d'autres pays.

La part que l'énergie nucléaire pourrait prendre dans la satisfaction de cette demande croissante a été évaluée, pour la période la plus rapprochée, en se fondant sur les projets connus et sur les programmes, nationaux annoncés. Jusqu'en 1975, les chiffres retenus sont voisins de ceux que prévoyait déjà en 1962 l'«Étude sur les perspectives énergétiques à long terme de la Communauté européenne». Ils confirment également l'estimation faite dès 1960 et publiée dans le troisième rapport général de la Commission d'Euratom, à savoir que la puissance nucléaire installée en 1980 atteindrait 40.000 MWe.

Pour la période allant jusqu'à la fin du siècle, on a estimé, à titre d'hypothèse de travail, que la part des centrales nucléaires dans les accroissements de puissance thermique utilisant des combustibles «non privilégiés»⁽¹⁾ augmenterait de la manière suivante:

1970-1980 : 40%

1980-1990 : 60%

1990-2000 : 80%

Ceci constitue certainement une hypothèse minimum. En effet, étant donné la maturité technique accomplie des centrales nucléaires à cette époque et leur avantage économique croissant sur les centrales classiques, il ne serait pas déraisonnable d'envisager qu'après 1980, la totalité des nouvelles centrales thermiques «non privilégiées» soient nucléaires.

Dans l'hypothèse adoptée, les centrales nucléaires représenteraient à la fin du siècle la moitié du parc électrique total. Leur production serait un peu supérieure aux deux tiers de la production électrique globale et atteindrait environ 30% de la consommation totale d'énergie dans la Communauté.

Le tableau qui suit indique l'évolution estimée de la puissance électrique installée en centrales nucléaires et de la production qui en résulte dans la Communauté, d'ici la fin du siècle.

Objectifs minimums de production d'énergie nucléaire

Année	Puissance au 1 ^{er} janvier (en MWe)	Durée annuelle d'utilisation (en heures)	Production annuelle nette (en 10 ⁹ kWh)	Quantités produites cumulées (en 10 ⁹ kWh)
<i>A. Programme indicatif</i>				
1970	4.000	7.000	28	—
1975	17.000	7.000	120	300
1980	40.000	7.000	280	1.200
<i>B. Orientation à long terme</i>				
1985	78.000	6.900	540	3.100
1990	135.000	6.800	920	6.500
1995	226.000	6.650	1.500	12.000
2000	370.000	6.500	2.400	21.000

La production cumulée d'électricité nucléaire jusqu'à la fin du siècle peut être estimée à environ 21.000 milliards de kWh. De plus, les centrales nucléaires qui seront en service en l'an 2000 et qui atteindraient donc une puissance globale d'environ 370.000 MWe, continueront à fonctionner après cette date. En assignant à chaque centrale une durée de vie de trente ans à partir de sa mise en service, la puissance nucléaire envisagée ci-dessus pourra encore fournir, après l'an 2000, environ 44.000 milliards de kWh.

⁽¹⁾ En matière de production électrique, on entend par «combustibles non privilégiés» ou «concurrentiels», le charbon, le fuel-oil, le gaz naturel ou un combustible nucléaire. Par contre, ceux des combustibles fossiles qui, ne pouvant guère servir qu'à produire de l'électricité, ont un avantage concurrentiel indiscutable sur tout autre, sont dits «privilégiés». Il s'agit du gaz de haut fourneau et du lignite, auxquels s'ajouteraient les bas-produits charbonniers s'il était possible de les distinguer nettement des qualités marchandes. Les quantités disponibles de ces combustibles sont limitées, ce qui n'est pas le cas, en principe, des combustibles «concurrentiels».

3.2. Justification de ces objectifs

Une production d'énergie nucléaire de cette ampleur doit être considérée, pour diverses raisons, comme un objectif minimum pour la Communauté.

3.2.1. Raisons de politique énergétique

La Communauté dépend considérablement de l'extérieur pour son approvisionnement en énergie. En effet, les importations qui ne représentaient guère que 5% du total avant la deuxième guerre mondiale, ont atteint 27% en 1960 et s'élèveront, en 1965, à près de la moitié. Les perspectives d'approvisionnement de la Communauté en énergie primaire se présentent en effet comme suit pour cette année:

Production indigène:

— houille	33,6%
— lignite	5,5%
— pétrole brut	3,6%
— gaz naturel	3,5%
— électricité primaire	6,7%
	52,9%

Importations nettes:

— houille, coke et lignite	4,2%
— pétrole brut (dont Moyen-Orient, Algérie et Libye: environ 43%)	47,8%
— produits pétroliers (solde des échanges)	— 5,3%
— gaz, électricité	0,4%
	47,1%

Pour l'avenir, on sait qu'en 1975, malgré l'apport, encore modeste il est vrai, de l'énergie nucléaire, la dépendance se situera entre un peu plus de la moitié et un peu moins des deux tiers.

A plus long terme, même si l'on ajoute à la production nucléaire, estimée à environ 30% des besoins globaux en énergie, une évaluation optimiste de l'apport des autres sources d'énergie produites dans la Communauté, la situation de l'approvisionnement se caractérisera probablement encore, en l'an 2000, par la nécessité d'un recours à l'importation au moins égal à la moitié du total.

Une contribution de l'énergie nucléaire conforme à l'évolution indiquée dans le tableau ci-dessus est donc indispensable pour éviter une dépendance de l'extérieur encore plus forte, constituant une menace encore plus grave pour la sécurité de l'approvisionnement de la Communauté et pour la stabilité des prix de l'énergie à un niveau relativement satisfaisant.

En effet, même si une partie importante des matières fissiles doit être importée par la Communauté, l'énergie nucléaire n'en contribue pas moins à la sécurité de l'approvisionnement, pour diverses raisons déjà indiquées plus haut, à savoir: coût bien inférieur du combustible nucléaire que du combustible classique nécessaire pour une production déterminée d'électricité, autonomie de marche des centrales nucléaires, facilité et coût favorable du transport ainsi que du stockage du combustible nucléaire.

3.2.2. Estimation au minimum des objectifs retenus

Même en négligeant le fait que les consommations futures d'électricité sont probablement sous-estimées, les objectifs choisis doivent être considérés comme minimums à deux points de vue.

Les centrales nucléaires devant être compétitives, dès 1970, avec les centrales classiques sur lesquelles pourrait porter le choix alternatif, il est très probable que si les conditions d'un développement favorable des industries nucléaires sont créées, et particulièrement si l'on évite l'apparition de goulots d'étranglement, les producteurs d'électricité auront spontanément tendance à dépasser les objectifs fixés.

En outre, à mesure que se préciseront les possibilités réelles des sources d'énergie communautaires, en fonction notamment de leur caractère compétitif et vu le souci d'éviter le recours à des importations trop massives, les politiques énergétiques nationales ou la politique énergétique commune tendront vraisemblablement à souhaiter un apport de l'énergie nucléaire plus vaste que prévu.

En d'autres termes, il est vraisemblable que la recherche de l'optimum économique pour la production des quantités d'électricité indispensables à l'expansion économique et au progrès social de la Communauté européenne, conduirait à des puissances et à des productions nucléaires supérieures à celles qui ont été retenues.

Sous l'angle des capacités industrielles qu'il conviendrait de développer, il faut d'ailleurs encore noter que les investissements nécessaires pour atteindre ces objectifs minimums ne représentent sans doute pas l'entièreté du chiffre d'affaires accessible aux industries de la Communauté. On doit tendre en effet à ce que les activités nucléaires conduisent, pour la Communauté, à un solde exportateur qui majorerait d'autant les capacités industrielles à mettre en œuvre.

4. CHOIX D'UN MODÈLE D'ÉVOLUTION DES TECHNIQUES NUCLÉAIRES

4.1. Influence de l'évolution antérieure et de la situation actuelle

Il va de soi que l'orientation future des techniques nucléaires dans la Communauté est conditionnée par l'évolution qui s'est produite dans le passé et dont la situation actuelle est la résultante. Cette considération entraîne une première hypothèse, de caractère général, quant à la structure future du parc de centrales nucléaires selon le type de réacteur utilisé.

Il apparaît en effet aujourd'hui que, dans l'ensemble de la Communauté, on ne peut raisonnablement attribuer un avantage déterminant à l'un des deux types de réacteurs éprouvés par rapport à l'autre.

Les réacteurs éprouvés à uranium naturel (gaz-graphite) et ceux à uranium faiblement enrichi (eau légère) en sont en effet à peu près au même point en ce qui concerne tant les réalisations que le développement industriel, les perspectives de rentabilité que celles de consommation de matière fissile. Ceci ne dérive pas uniquement de l'expérience faite dans la Communauté, car l'équivalence des réalisations et des efforts se vérifie aussi à l'échelle mondiale. Il est donc commode d'admettre que la parité entre ces deux types se maintiendra approximativement jusqu'à la fin de la période considérée et cela indépendamment de l'importance variable que l'on attribuera à l'ensemble des deux selon diverses hypothèses sur la réussite technique et économique de types de réacteurs plus avancés.

La parité se justifie d'ailleurs encore par les considérations suivantes:

- Au moins pour les premières années du programme, et compte tenu de l'équilibre actuel, il est certainement sage de ne pas miser entièrement sur une seule technique. En effet, les entreprises de construction de réacteurs dans la Communauté s'intéressent également aux deux. En outre, même si le type à uranium enrichi se présente actuellement comme un peu moins coûteux, les réacteurs gaz-graphite offrent, par contre, l'avantage d'une plus grande autonomie d'approvisionnement et permettent surtout de recourir à des techniques qui ont, dès l'origine, été développées en Europe.
- Même à plus long terme, le maintien d'un équilibre relatif entre deux techniques, dont les résultats économiques ne seraient pas très différents, aurait pour avantage de laisser les réacteurs éprouvés sous l'aiguillon de la concurrence, source possible de progrès technologique.

- Il se peut aussi que les caractéristiques propres des deux types, et notamment l'importance différente des charges fixes et variables dans la structure de leur coût de production, conduisent à une spécialisation de leur rôle dans la couverture de la demande. Une telle spécialisation les rendrait complémentaires et déterminerait spontanément entre eux un équilibre relatif, lequel, il est vrai, ne se situerait pas nécessairement à la parité.

4.2. Analyse des diverses évolutions possibles

De nombreux modèles d'évolution sont théoriquement concevables selon que l'on postule le succès ou l'échec, à divers moments dans le temps, des principaux types de réacteurs envisagés. Par souci de simplification, on en a retenu quatre, bien différenciés. Tous portent sur la période d'ici la fin du siècle.

Modèle I: Toute la puissance nucléaire est installée en centrales équipées de réacteurs éprouvés, à savoir réacteurs graphite-gaz et réacteurs à eau légère, à parts égales.

Modèle II: A côté des réacteurs éprouvés, toujours répartis par moitié entre les deux filières, interviennent, à partir de 1975, des convertisseurs avancés dont la part augmente progressivement pour atteindre la moitié du total à la fin du siècle.

Modèle III: L'évolution est la même que dans le modèle II, pour ce qui est des réacteurs éprouvés mais le complément est fourni par des surgénérateurs et seulement à partir de 1980.

Modèle IV: Ce modèle représente une combinaison des deux précédents. Les réacteurs éprouvés sont complétés, vers 1975, par des convertisseurs avancés. A ces deux catégories de réacteurs viennent progressivement s'ajouter, à partir de 1980, des surgénérateurs rapides. La puissance installée en réacteurs éprouvés cesse d'augmenter vers 1990, au moment où elle représente environ la moitié de la puissance nucléaire totale. Par contre, la puissance installée en convertisseurs avancés continue à s'accroître jusqu'à l'an 2000. A ce moment les surgénérateurs rapides représentent la moitié de la puissance nucléaire totale, tandis que les convertisseurs avancés en constituent environ 30 % et les réacteurs éprouvés seulement 20 %.

Toujours avec le souci de simplifier autant qu'il se peut les données du problème, on conviendra d'une hypothèse complémentaire.

Parmi les nombreux types de convertisseurs avancés, il apparaît aujourd'hui qu'en ce qui concerne particulièrement la Communauté, il convient de retenir essentiellement les réacteurs à eau lourde et les réacteurs à gaz à haute température. Ces deux types offrent en effet des perspectives favorables sous l'angle technique et économique et tous deux permettent d'envisager l'utilisation du thorium. De plus, leur excellente économie neutronique a pour conséquence une faible consommation spécifique et une utilisation *in situ* élevée des matières fissiles engendrées, ce qui conduit à une très bonne utilisation des ressources naturelles en uranium et en thorium.

A côté de ces avantages communs, il faut noter que:

- les réacteurs à eau lourde sont les seuls qui puissent fonctionner à l'uranium naturel et sont ceux qui nécessitent les moindres quantités d'uranium;
- les réacteurs à gaz à haute température offrent des promesses intéressantes dans les domaines du rendement thermodynamique et de la surgénération.

S'il semble donc actuellement que ces deux types de réacteurs présentent des avantages relativement équilibrés, il n'est toutefois pas possible de justifier une quelconque répartition entre eux de l'ensemble des convertisseurs avancés prévus dans les modèles II et IV.

Comme l'on dispose actuellement de données techniques et économiques plus nombreuses et plus sûres sur les réacteurs à eau lourde que sur les réacteurs à haute température, on conviendra arbitrairement de considérer les premiers comme représentatifs des convertisseurs avancés. Chaque fois qu'il sera possible, on nuancera cette hypothèse de travail en indiquant le sens des écarts éventuels qu'introduira le recours aux réacteurs à haute température.

On examinera ci-dessous plus en détail les divers modèles d'évolution précités.

4.2.1. *Modèle I: Réacteurs éprouvés*

Cette orientation suppose soit l'échec des nouvelles techniques telles que les convertisseurs avancés et les surgénérateurs rapides, soit leur arrivée à maturité industrielle avec un retard d'au moins dix ans par rapport à ce qui semble actuellement plausible. Cette évolution serait évidemment peu souhaitable. Mais heureusement elle n'est pas non plus très probable, étant donné les efforts de recherche et de développement déjà engagés et ceux que l'on se propose d'effectuer à l'avenir dans ces nouveaux domaines.

De plus, parmi tous les modèles d'évolution retenus pour un programme nucléaire, celui qui se limite aux réacteurs éprouvés offre les perspectives les moins favorables, tant en ce qui regarde les besoins quantitatifs de matières fissiles qu'en ce qui concerne l'utilisation de celles-ci. Ce modèle d'évolution ne peut donc servir de base à l'orientation d'un programme.

Cependant, étant donné la bonne connaissance que l'on a actuellement des possibilités et des limitations techniques des réacteurs éprouvés, ce modèle sera retenu aux fins de comparaison avec les autres orientations possibles.

4.2.2. *Modèle II: Réacteurs éprouvés — Convertisseurs avancés*

Cette évolution présente un degré relativement faible d'incertitude technique, étant donné l'état d'avancement des travaux de recherche et de développement sur les convertisseurs avancés, en particulier sur les réacteurs à eau lourde et sur les réacteurs à haute température.

Elle suppose essentiellement que ces réacteurs soient capables, d'ici quelques années, de fonctionner dans des conditions techniques et économiques au moins aussi favorables que les réacteurs de type éprouvé. L'ampleur de leur avantage éventuel de coût sera évidemment déterminant pour l'allure à laquelle ils relayeront les réacteurs de type éprouvé dans l'installation des puissances électriques nucléaires.

Cependant, dans la mesure où il recouvre toute la période allant jusqu'à la fin du siècle, le modèle II suppose aussi implicitement que les surgénérateurs rapides ne soient industriellement au point qu'avec un retard d'au moins dix ans par rapport à ce qui semble actuellement plausible. Cette condition qui n'est ni souhaitable, ni probable, à moins que l'effort de développement des réacteurs rapides ne soit universellement abandonné, constitue évidemment une contre-indication au choix de cette orientation.

- 1) L'avènement économique des *réacteurs à eau lourde* suppose la continuation des efforts de recherche et de mise au point, la construction de prototypes et le lancement d'un programme important de réalisations.

Si le succès de la filière à eau lourde semble assuré, une certaine incertitude plane encore sur le ou les types qui, dans cette filière, donneront le meilleur résultat. Rappelons ici que les liquides organiques sont relativement bien placés parmi les divers fluides de refroidissement, les réacteurs à eau lourde qui les utilisent ayant des rendements thermodynamiques plus intéressants, des circuits primaires moins coûteux, des problèmes de sécurité moins graves que ceux qui sont refroidis à l'eau légère, à l'eau lourde ou au gaz.

Quoi qu'il en soit, l'évolution ici examinée présente, par rapport à celle qui se limiterait aux réacteurs éprouvés, les avantages suivants:

- de moindres besoins en uranium naturel: cette économie s'élève à environ 147.000 tonnes, c'est-à-dire que les besoins sont réduits d'environ 23 %;
- de moindres besoins en uranium enrichi: cette économie correspond à environ 144.000 tonnes d'uranium naturel, c'est-à-dire que les besoins sont réduits d'environ 44 %, ceci pour autant que les réacteurs à eau lourde soient, comme il est généralement prévu, alimentés à l'uranium naturel;
- probablement, un investissement global légèrement moindre et l'obtention d'un prix de revient inférieur du kWh.

En ce qui regarde l'utilisation du plutonium, ce modèle d'évolution présente un inconvénient. En effet, le plutonium produit dans les réacteurs éprouvés ou dans les convertisseurs avancés ne pourrait pas, en l'absence de surgénérateurs rapides, être utilisé de la manière considérée comme la meilleure, c'est-à-dire pour faire de la surgénération à neutrons rapides.

On peut, dans une certaine mesure, pallier cet inconvénient:

- soit par la recherche de taux d'irradiation plus élevés, permettant de brûler *in situ* une bonne partie du plutonium produit. A cet égard, les réacteurs à eau lourde occupent la première place: 50 % de la puissance totale produite étant dus au plutonium engendré, contre un peu plus de 30 % pour les réacteurs à eau légère et un peu plus de 20 % pour les réacteurs graphite-gaz du type éprouvé;
 - soit par le recyclage du plutonium dans les réacteurs thermiques.
- 2) Le développement des *réacteurs à haute température* présente certaines incertitudes quant aux perspectives technologiques. Elles semblent un peu plus grandes que pour les réacteurs à eau lourde, mais il est impossible de dire si elles sont plus graves ou moins graves que celles liées au développement des surgénérateurs rapides.

Les réacteurs à haute température offrent des promesses intéressantes, en matière de rendement thermodynamique, d'utilisation du thorium et de surgénération thermique. Une place devrait donc leur être faite parmi les convertisseurs avancés et à côté des réacteurs à eau lourde, dans la mesure où ils deviendront économiques. Cette répartition correspond d'ailleurs assez bien à la nature et à l'ampleur des efforts effectués dans ce domaine par la Communauté européenne de l'énergie atomique.

4.2.3. *Modèle III: Réacteurs éprouvés — Surgénérateurs rapides*

Cette évolution suppose essentiellement que les surgénérateurs rapides soient capables, d'ici quelques années, de fonctionner dans des conditions techniques et économiques au moins aussi favorables que les réacteurs de type éprouvé et que les convertisseurs avancés.

Durant cette évolution, les quantités de plutonium produites dans l'ensemble des réacteurs installés ainsi que les besoins de plutonium pour la première charge des surgénérateurs rapides auront une incidence déterminante sur l'allure à laquelle les surgénérateurs rapides relayeront les réacteurs de type éprouvé dans l'installation des puissances électriques nucléaires.

L'inconvénient le plus grave d'une telle orientation tient, en fait, à l'incertitude qui plane encore sur le développement technique des surgénérateurs rapides et, en particulier, sur le moment où ils seront industriellement éprouvés et économiquement plus avantageux que les autres types de réacteurs.

4.2.4. *Modèle IV: Réacteurs éprouvés — Convertisseurs avancés — Surgénérateurs rapides*

Cette évolution suppose que les réacteurs éprouvés seront tout d'abord complétés par des convertisseurs avancés. Ensuite, approximativement à partir de 1980, les surgénérateurs rapides interviendront progressivement, dans la mesure où ils seront techniquement au point et économiquement avantageux par rapport tant aux réacteurs éprouvés qu'aux convertisseurs avancés.

Les programmes actuels de recherche et de développement de la Commission d'Euratom correspondent fort bien à cette orientation. Mais il est évident que cette action doit être continuée et amplifiée pour que les surgénérateurs rapides arrivent à la maturité industrielle dans les délais prévus. De plus, un programme important de construction de surgénérateurs rapides sera nécessaire pour que ce modèle soit économiquement supérieur à celui qui se limite aux réacteurs éprouvés ou à la combinaison «réacteurs éprouvés - convertisseurs avancés».

Il y a lieu d'ajouter cependant que l'évolution retenue en ce qui concerne l'importance relative des surgénérateurs rapides dans l'ensemble des installations nucléaires ne peut être justifiée avec rigueur. En effet, le développement des surgénérateurs rapides a été estimé en fonction des possibilités industrielles prévisibles. Il ne repose donc pas sur la préoccupation de minimiser les stocks de plutonium engendré dans les autres réacteurs et ne peut, à ce point de vue, être considéré comme le développement optimum. La croissance envisagée crée d'ailleurs des disponibilités excédentaires en plutonium, lesquelles ont conduit à envisager le recyclage de cette matière dans des réacteurs thermiques pendant une grande partie de la période envisagée.

Compte tenu du développement admis pour les surgénérateurs rapides, les avantages du modèle ici envisagé sont notamment les suivants:

- de moindres besoins en uranium naturel: par rapport au modèle qui se limite aux réacteurs éprouvés, les besoins sont réduits environ de moitié; relativement au modèle «réacteurs éprouvés - réacteurs à eau lourde», les besoins sont réduits de 34 %;
- de moindres besoins en uranium enrichi: par rapport au modèle «réacteurs éprouvés», les besoins sont réduits d'environ les deux tiers; relativement au modèle «réacteurs éprouvés - réacteurs à eau lourde», les besoins sont réduits d'environ 42 %. Il y a lieu de noter que la réduction serait plus importante encore en cas de recyclage du plutonium disponible dans les réacteurs thermiques, en attendant qu'il puisse faire l'objet d'une utilisation plus favorable dans les surgénérateurs rapides;
- la meilleure utilisation du plutonium produit dans les réacteurs éprouvés et dans les convertisseurs avancés;
- un coût global inférieur pour la production des quantités requises d'électricité et, par conséquent, le prix de revient moyen du kWh le plus favorable.

L'inconvénient le plus grave d'une telle évolution tient, en fait, à l'incertitude qui subsiste quant au développement technique des surgénérateurs rapides et, en particulier, au moment où ils seront industriellement éprouvés et économiquement plus avantageux que les autres types de réacteurs.

Si nous ne pouvons a priori exclure un retard dans le développement des réacteurs rapides, ce qui reviendrait à limiter plus longtemps le programme aux réacteurs éprouvés et aux convertisseurs avancés, il faut noter que l'ampleur du risque ainsi encouru n'est pas très grave et qu'il y a possibilité d'en réduire encore la probabilité par un effort étendu et concerté en matière de recherche, de développement et de mise au point de la technologie des réacteurs rapides.

La souplesse et la capacité d'adaptation de ce dernier modèle, par le fait qu'il prévoit une étape intermédiaire relativement extensible, seront encore renforcées par le recours partiel, au cours de cette étape, aux réacteurs à haute température qui peuvent aboutir à la surgénération thermique, laquelle constituerait éventuellement une solution de rechange en cas de retard des surgénérateurs rapides. Cette souplesse d'adaptation n'est pas un des moindres avantages du modèle d'évolution envisagé ici.

4.3. Choix et justification

Il convient de rappeler ici, une nouvelle fois, que les modèles d'évolution exposés ci-dessus sont purement théoriques. L'évolution réelle sera certainement beaucoup plus complexe.

Sous cette réserve, on peut conclure qu'il convient de choisir, comme orientation générale, celle qui prévoit le recours successif aux réacteurs éprouvés, aux réacteurs à eau lourde et à haute température, puis enfin aux réacteurs surgénérateurs.

On trouvera ci-dessous les avantages essentiels de ce modèle, qui a pour effet de mettre la Communauté, au terme de la période envisagée, dans la meilleure position possible pour aborder l'avenir plus lointain, tant en ce qui concerne le développement industriel que la production d'énergie dans les meilleures conditions.

4.3.1. Conformité avec le développement actuel

Le modèle IV est le plus conforme à la situation industrielle actuelle ainsi qu'aux efforts de recherche et développement en cours dans la Communauté. C'est aussi celui qui concorde le mieux avec une évolution harmonieuse des techniques. Concrètement, il se fonde sur le succès, à échéance rapprochée, des programmes «eau lourde» et «haute température», ainsi qu'à échéance un peu plus lointaine, du programme «réacteurs rapides», c'est-à-dire, sous réserve des recherches sur la fusion nucléaire qui a été volontairement laissée de côté dans cette analyse, sur la réussite, selon un calendrier qui correspond à leur état d'avancement respectif, des grandes actions de la Communauté orientées vers l'avenir.

En fonction du succès de ces programmes de recherche, le modèle adopté conduit à un maximum d'indépendance pour la Communauté en ce qui concerne la construction et le fonctionnement des installations nucléaires.

4.3.2. Avantages économiques

Pour déterminer les avantages économiques du programme nucléaire, on a comparé le coût total de l'électricité produite par des centrales nucléaires selon le modèle I et selon le modèle IV à celui de la même production électrique dans des centrales thermiques classiques, avec un programme identique de mise en service. On notera qu'en ce qui concerne le modèle II et le modèle III, la comparaison aboutirait à des résultats intermédiaires s'inscrivant entre les deux extrêmes auxquels correspondent les modèles I et IV.

Nous n'avons retenu pour la comparaison que les centrales thermiques classiques fonctionnant au charbon et au fuel-oil, car les autres sources d'énergie utilisées pour la production d'électricité sont relativement limitées en quantités et ne sauraient couvrir le déficit résultant de l'absence de centrales nucléaires. Rappelons, en effet, que la production envisagée de 21.000 milliards de kWh d'ici la fin du siècle et de 44.000 milliards de kWh après cette date, soit globalement quelque 65.000 milliards de kWh, représente environ 160 fois la production d'électricité dans la Communauté en 1965.

Pour effectuer la comparaison, on a dû faire des hypothèses sur le prix des combustibles consommés dans les centrales classiques pendant toute la période. Or, on dispose à l'heure actuelle des indications de prix suivantes:

— *Charbon communautaire (fines lavées départ mine)*

Prix de liste: 14,59 à 18,42 U.C./t, dont Ruhr: 16,68 U.C./t

— *Charbon importé:* 13,— à 14,— U.C./t.e.c. cif

— *Fuel lourd:* 16,— à 20,— U.C./t, soit 11,— à 14,— U.C./t.e.c., départ raffinerie.

Sur cette base, on a choisi comme hypothèses de travail trois prix de référence pour la tonne d'équivalent charbon (à 7.000 kcal) rendue centrale, dans la Communauté:

— 12 U.C./t.e.c., comme niveau choisi volontairement bas dans la gamme des prix actuels des combustibles importés; ce prix semble correspondre d'autre part à la probabilité la plus grande en ce qui concerne le niveau moyen des prix à l'avenir;

— 10 U.C./t.e.c., comme limite minimum admissible, à relativement long terme, pour des combustibles importés;

— 15 U.C./t.e.c., comme limite supérieure basée sur les prix les plus favorables du charbon extrait dans la Communauté.

A prix constant, au niveau actuel, la comparaison donne les résultats suivants:

Économies résultant de la production d'énergie nucléaire par rapport à une production analogue exclusivement classique ⁽¹⁾ dans les centrales installées jusqu'à la fin du siècle ⁽²⁾

(en milliards d'U.C.A.M.E.)

Modèle d'évolution		Prix de référence du combustible fossile		
		10 U.C./tec	12 U.C./tec	15 U.C./tec
Modèle I	Valeur absolue	61,4	97,6	151,8
	Valeur actualisée ⁽³⁾ au taux de 4%	13,4	23,5	38,6
Modèle IV	Valeur absolue	101,8	139,3	195,6
	Valeur actualisée ⁽³⁾ au taux de 4%	21,9	32,2	47,6

(¹) a) Il ne s'agit ici que des centrales supplémentaires qui devraient être construites à la place des centrales nucléaires.

b) Pour la comparaison, on a admis que la consommation des centrales classiques serait de 2.000 kcal/kWh pendant toute la période.

(²) On admet par hypothèse que les centrales existant le 1. 1. 2000 fonctionnent jusqu'au terme de leur durée de vie estimée à 30 ans et que leur utilisation décroîtra de 100 heures par an environ au delà de l'an 2000.

(³) Valeur actualisée au 1. 1. 1970 — Taux d'actualisation à long terme, à valeur constante de la monnaie.

On peut dégager de ce tableau les considérations suivantes:

- 1) Quel que soit le modèle d'évolution de l'énergie nucléaire envisagé, sa rentabilité est nettement assurée par rapport à une production analogue dans des centrales classiques. Même dans l'hypothèse du prix le plus bas pour les combustibles fossiles (10 U.C./t.e.c. en moyenne durant toute la période), l'économie qu'entraîne le programme retenu (modèle IV) est de l'ordre de 100 milliards d'U.C. Dans l'hypothèse la plus vraisemblable (12 U.C./t.e.c.), l'économie est de l'ordre de 140 milliards d'U.C. Dans ce dernier cas, le détail des éléments de calcul se présente comme suit:

Dépenses de production de l'énergie électrique produite dans des centrales à installer jusqu'à la fin du siècle

(Valeurs absolues)

(en milliards d'U. C.)

	Classiques	Nucléaires Programme IV	Différence: Economie — Frais supp. +
Frais totaux de premier établissement	36,6	59,8	+ 23,2
Coût du combustible	225,0	53,2	— 171,8
Entretien, exploitation	27,7	37,0	+ 9,3
Coût global	289,3	150,0	— 139,3

- 2) Le tableau ci-dessous indique les prix des combustibles fossiles au niveau desquels il serait nécessaire de descendre, en moyenne sur toute la période, pour qu'il en résulte, par égalisation des dépenses totales, une annulation des économies entraînées par l'énergie nucléaire.

Prix moyens des combustibles fossiles qui annuleraient les économies de l'énergie nucléaire par rapport à l'énergie classique

(en U.C./t.e.c.)

	En valeur absolue	En valeur actualisée au taux de 4 %
Modèle I	6,6	7,4
Modèle IV	4,6	5,7

Les prix les plus significatifs à retenir sont ceux qui correspondent aux valeurs actualisées, notamment celui de 5,7 U.C./t.e.c. qui correspond au modèle d'évolution le plus probable, à savoir le modèle IV.

Le fait que les valeurs actualisées sont plus élevées que les valeurs absolues traduit bien cette sorte de pénalisation relative dont souffre l'énergie nucléaire par rapport à l'énergie classique, étant donné que les frais de premier établissement sont plus élevés dans les centrales nucléaires, tandis que les économies sur le combustible qui les compensent, et au delà, s'étalent sur une longue période et voient ainsi leur incidence réduite par l'actualisation.

- 3) Les économies qu'entraîne le modèle d'évolution IV par rapport à une même production électrique dans des centrales classiques sont très supérieures (de près de 50 %) à celles qui correspondent au modèle I.

En valeur absolue, cette différence en faveur du modèle IV par rapport au modèle I se monte à 40 milliards d'U.C., somme qui détermine l'ampleur maximum des dépenses de recherches et de développement que l'on pourrait théoriquement consentir dans la seule Communauté pour amener à leur maturité industrielle les nouvelles techniques des convertisseurs avancés et des surgénérateurs rapides. Or, il est bien certain que, dans la réalité, les dépenses globales de recherche et développement à engager pour la mise au point de ces nouvelles techniques n'atteindront qu'une fraction très minime de ce montant.

Ceci fait donc ressortir très clairement la supériorité économique du modèle IV.

4.3.3. *Avantages dans le domaine de l'approvisionnement*

Le modèle IV est aussi celui qui entraîne les moindres besoins en matière fissile pour installer les puissances prévues et assurer leur fonctionnement; en même temps, il assure la meilleure utilisation des ressources disponibles.

Que ces ressources se trouvent dans la Communauté ou qu'elles soient exploitées ailleurs dans le monde, il importe que l'orientation choisie soit celle qui prélève la moindre contribution sur les ressources globales en uranium, découvertes ou à découvrir, qui sont, en tout état de cause, limitées.

L'évolution préconisée entraîne la moindre consommation d'uranium et cette constatation est encore renforcée si l'on envisage, comme variante, le recyclage du plutonium dans les réacteurs thermiques, lequel permet d'économiser entre 16.000 et 39.000 tonnes d'uranium naturel, selon que l'on adopte, pour les besoins spécifiques de plutonium des réacteurs rapides, une hypothèse pessimiste ou optimiste.

D'autre part, elle entraîne aussi les moindres besoins en uranium enrichi et limite donc sous cet angle la dépendance de la Communauté, dans le cas où sa capacité d'enrichissement pour le marché civil resterait faible ou nulle. Si l'on décidait, par contre, de construire dans la Communauté la capacité d'enrichissement requise, l'orientation choisie aurait de toute façon pour avantage de minimiser les investissements nécessaires.

De plus, elle conduit, surtout dans l'hypothèse du recyclage thermique du plutonium disponible, à l'utilisation la plus rationnelle de cette matière.

Enfin et surtout, la supériorité de l'évolution retenue repose sur l'introduction progressive des surgénérateurs, qui constituent la technique d'utilisation la plus complète de la fission nucléaire de l'uranium et le seul moyen d'y puiser la satisfaction des besoins mondiaux en énergie pendant une très longue période.

5. PROGRAMME D'ORIENTATION À LONG TERME

5.1. Investissements

En fonction de ce qui précède, la réalisation des objectifs à long terme de production d'énergie nucléaire définis ci-dessus implique la mise en service de centrales nucléaires, choisies parmi les divers types qui ont atteint ou atteindront la maturité industrielle au cours de la période envisagée, selon le schéma d'évolution suivant.

Jusqu'aux environs de 1975, l'essentiel de la puissance nucléaire sera installée en réacteurs de type éprouvé, c'est-à-dire en réacteurs à eau légère et en réacteurs à gaz-graphite, chacun de ces deux types prenant approximativement la moitié de la puissance installée. Ils seront relayés à partir de 1975 par des convertisseurs avancés, puis progressivement à partir de 1980 par des réacteurs surgénérateurs à neutrons rapides. Les réacteurs éprouvés cesseront de se développer à partir de 1990 environ, tandis que les convertisseurs avancés ne plafonneront que vers l'an 2000. A la fin du siècle, les surgénérateurs représenteront la moitié de la puissance totale, tandis que les réacteurs éprouvés n'en constitueront plus que le cinquième et les avancés moins du tiers. Cette évolution est exprimée plus en détail dans le tableau I ci-annexé.

On peut admettre que la production d'électricité se répartira à peu près proportionnellement de la même façon entre les divers types de réacteurs. Son évolution est reprise dans le tableau II ci-annexé.

Les besoins cumulés en uranium naturel, y compris les quantités nécessaires pour l'enrichissement, sont, on l'a vu, nettement inférieurs à ceux des autres évolutions concevables. Ils se montent cependant à environ 54.000 tonnes pour la période 1970-1979 et à environ 122.000 tonnes pour la décennie suivante. Globalement ils atteignent environ 332.000 tonnes jusqu'en l'an 2000. L'évolution de ces besoins est reprise dans le tableau III ci-annexé.

Quant aux besoins particuliers en uranium enrichi, ils figurent dans le tableau IV. On verra qu'ils restent dans des limites raisonnables. Ces quantités seront cependant encore réduites si l'on effectue le recyclage thermique du plutonium disponible.

En ce qui concerne toujours l'approvisionnement, on examinera encore l'évolution des disponibilités en plutonium. Le tableau V indique les quantités qui pourront être récupérées dans les combustibles irradiés provenant des réacteurs de type éprouvé et des réacteurs à eau lourde. Les quantités de plutonium nécessaires au fonctionnement des surgénérateurs et celles engendrées par eux n'ont pas été reprises au tableau. Les chiffres sont, en effet, difficiles à déterminer à l'heure actuelle. Ils dépendent très largement des hypothèses admises concernant la consommation spécifique des surgénérateurs. A cet égard, il convient de souligner que les programmes de recherche sur les surgénérateurs rapides doivent se fixer comme objectif d'arriver à des consommations spécifiques suffisamment favorables pour permettre l'installation des puissances prévues dans cette catégorie de réacteurs.

Le tableau VI examine les capacités de retraitement qui seront nécessaires, notamment pour récupérer le plutonium présent dans les combustibles irradiés.

On verra que les quantités disponibles de ceux-ci deviennent rapidement assez importantes pour justifier de grandes usines de retraitement.

Enfin, on trouvera dans les tableaux VII et VIII les investissements requis pour mettre en service les centrales nucléaires prévues et les frais globaux de production d'électricité nucléaire. Retenons seulement ici que, pour chacune des trois décennies successives, les investissements atteindraient respectivement environ 7, 16 et 38 milliards d'unités de compte A.M.E., soit environ 60 milliards pour l'ensemble de la période.

Quant au coût global de la production d'électricité nucléaire, il s'élève à environ 93 milliards d'unités de compte pour toute la période 1970-1999. Durant le restant de leur vie, les centrales mises en service avant l'an 2000 nécessiteront des dépenses supplémentaires de 60 milliards d'U.C. Elles auront produit au total 65.000 milliards de kWh répartis sur 60 années. Le coût moyen du kWh à prix constant serait d'environ 3,5 mills (millième d'unité de compte A.M.E. ou de U.S. dollar).

Les chiffres d'investissements ci-dessus donnent, d'autre part, une première indication sur l'ordre de grandeur des valeurs susceptibles d'être assurées contre les dommages matériels.

5.2. Facteurs d'incertitude et variantes possibles

- 1) Pour les raisons précédemment indiquées, on a fait l'hypothèse que les deux types de réacteurs éprouvés (graphite-gaz et eau légère) se développeront parallèlement. Il n'est cependant pas exclu qu'à la suite de l'évolution technique, l'un se développe davantage que l'autre. Une telle évolution n'aurait guère de conséquences sur les coûts globaux et relativement peu sur l'approvisionnement global en uranium naturel.

Néanmoins, la quantité nécessaire d'uranium enrichi augmenterait ou diminuerait selon que la filière à eau légère prendrait plus ou moins d'importance, avec cette réserve cependant que, pour ces réacteurs, le plutonium pourrait peut-être se substituer à l'U 235.

- 2) Le recyclage du plutonium dans des réacteurs thermiques pourra s'effectuer pendant la période qui se situe entre le moment où ce recyclage deviendra techniquement possible (vers 1975) et celui où de grandes quantités de plutonium seront nécessaires pour installer des puissances importantes en surgénérateurs. Sans que pour autant la quantité totale disponible soit réduite de façon appréciable, cet emploi du plutonium comme matière fissile pour les réacteurs à eau légère contribuera à résoudre les problèmes de stockage de cette matière et à en abaisser le coût, ainsi qu'à réduire sensiblement la nécessité de capacité d'enrichissement.

- 3) Ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, on a considéré, à titre d'hypothèse de calcul, que les réacteurs à eau lourde étaient représentatifs de la catégorie des convertisseurs avancés. Dans la réalité, le recours partiel à d'autres types de réacteurs — notamment des réacteurs à haute température — pourrait entraîner certaines modifications dans les besoins d'approvisionnement.

D'une part, en effet, les réacteurs à haute température devraient permettre d'utiliser du thorium, ce qui réduirait les besoins en uranium. D'autre part, les autres convertisseurs ont des besoins spécifiques en uranium plus élevés que les réacteurs à eau lourde et ils nécessitent de l'uranium enrichi. Il n'est cependant pas exclu qu'il soit économiquement avantageux de faire fonctionner les réacteurs à eau lourde avec ce dernier type de combustible ou avec du thorium, plutôt qu'avec l'uranium naturel pour lequel ils sont actuellement conçus.

- 4) Le cycle thorium n'a pas été explicitement pris en considération, car les données techniques et économiques que l'on possède à ce sujet ne permettent pas encore de faire des prévisions.
- 5) Le programme prévoit que les surgénérateurs atteindront le stade industriel vers 1980 ou peu après. Cette prévision constitue une incertitude technique majeure et tout retard dans le développement des surgénérateurs favoriserait les réacteurs thermiques et, en particulier, le recyclage thermique du plutonium.
- 6) Il faut noter, enfin, que les conditions économiques différentes dans les divers pays de la Communauté risquent d'entraîner, au moins au début de la période, des orientations quelque peu divergentes.

6. PROGRAMME INDICATIF À MOYEN TERME

Au cours de la période 1970-1979, les investissements suivants devraient être effectués en vue d'atteindre les objectifs de puissance électrique prévus pour 1980, c'est-à-dire 40.000 MWe.

6.1. Centrales nucléaires

6.1.1. Réacteurs éprouvés: gaz-graphite et eau légère

- 1) Il y a actuellement dans la Communauté, en service, en construction ou prévues, une vingtaine de centrales équipées de ces réacteurs, lesquelles totaliseront environ 4.000 MWe, à fin 1969.
- 2) Il est prévu d'atteindre environ 14.000 MWe à fin 1974 et 31.000 MWe à fin 1979.

La réalisation de ces objectifs implique la construction d'une quarantaine de centrales électriques équipées de réacteurs ayant une dimension d'au moins 500 MWe, s'élevant progressivement à 1.000 MWe et dont la mise en service s'étagerait comme suit:

- entre 1970 et 1974: mise en service de douze à quinze centrales, pour une puissance totale de 10.000 MWe;
- entre 1975 et 1979: mise en service d'environ vingt-cinq centrales, pour une puissance totale de 21.000 MWe.

- 3) Quant au recyclage du plutonium dans les réacteurs à eau légère, on pourrait alimenter ainsi, vers la fin de 1979, une capacité nucléaire d'environ 8.500 MWe.

6.1.2. Convertisseurs avancés

- 1) Il est vraisemblable qu'un ou plusieurs types passeront du stade du prototype à celui de la réalisation industrielle avec des puissances unitaires de l'ordre de 500 à 1.000 MWe. Les perspectives de coût de ces réacteurs sont favorables. Dans la Communauté, l'orientation actuelle de la recherche et du développement, ainsi que de l'expérimentation industrielle, incline à donner une priorité aux réacteurs à eau lourde et aux réacteurs à haute température.
- 2) Il est prévu que la puissance installée en convertisseurs avancés atteindra environ 8.000 MWe à la fin de l'année 1979.

Cet objectif implique tout d'abord la réalisation de deux ou trois réacteurs prototypes de 200 ou 300 MWe. L'un de ceux-ci devrait être un prototype industriel Orgel qui, si la décision était prise rapidement, pourrait être en service dès le tout début de la période. Ensuite, il faudra mettre en service une dizaine de centrales équipées de convertisseurs avancés, principalement à eau lourde, de puissance unitaire élevée (500 à 1.000 MWe).

6.1.3. Surgénérateurs rapides

- 1) Il est prévu que ces réacteurs, utilisant du plutonium comme matière fissile, atteindront la maturité industrielle à la fin de la période couverte par le présent programme indicatif.
- 2) Pour atteindre cette maturité, il est nécessaire de mettre en service au moins un prototype d'une puissance de 100 MWe vers 1972 et un ou deux prototypes de grande puissance (500 MWe ou plus) vers 1979.

6.2. Industries connexes

6.2.1. Extraction d'uranium

- 1) Les réserves d'uranium de la Communauté actuellement connues et exploitables à un prix situé entre 8 et 10 U.C./lb U_3O_8 , ne représentent que la moitié de la consommation globale estimée jusqu'à fin 1979.
- 2) Il convient par conséquent d'intensifier la prospection et, dans la mesure où celle-ci est fructueuse, de développer les installations de traitement des minerais, de raffinage et de conversion.

D'autre part, il convient que les entreprises de la Communauté s'efforcent d'acquérir des ressources propres dans les pays tiers.

6.2.2. Uranium enrichi

Les capacités actuelles de séparation isotopique dans le monde occidental paraissent suffisantes pour couvrir les besoins d'ici 1980. Toutefois, l'évolution des conditions d'approvisionnement pourrait rendre opportune une initiative, au sein de la Communauté, dans ce domaine.

6.2.3. Fabrication des éléments de combustible

- 1) Au cours de la période 1970-1979 le fonctionnement des centrales nucléaires prévues au présent programme nécessitera approximativement :

- pour les réacteurs gaz-graphite: environ 23.000 tonnes d'uranium naturel ;
- pour les réacteurs à eau légère: environ 6.000 tonnes d'uranium légèrement enrichi ;
- pour les convertisseurs avancés (réacteurs à eau lourde): environ 4.000 tonnes d'uranium naturel.

Pour façonner ces quantités, il y a lieu de prévoir des installations de fabrication d'éléments de combustible d'une capacité assez importante pour arriver à des prix comparables à ceux qui sont pratiqués en dehors de la Communauté, c'est-à-dire :

- pour l'uranium faiblement enrichi, une capacité égale ou supérieure à 300 tonnes par an ;
- pour l'uranium naturel, une capacité minimum d'environ 1.000 tonnes par an.

- 2) La fabrication des éléments de combustible à partir des quantités de matières prévues ci-dessus implique la mise en service des capacités de production suivantes (en uranium contenu) :

a) Pour l'uranium naturel :

- entre 1970 et 1974, une capacité globale d'environ 1.500 t/a,
- entre 1975 et 1979, une capacité globale d'environ 3.500 t/a, ce qui porterait la capacité globale à fin 1979 aux environs de 5.000 tonnes par an.

b) Pour l'uranium faiblement enrichi :

- entre 1970 et 1974, une capacité globale d'environ 500 t/a,
- entre 1975 et 1979, une capacité globale d'environ 700 t/a, ce qui porterait la capacité globale à fin 1979 aux environs de 1.200 tonnes par an.

6.2.4. *Retraitement des combustibles irradiés*

- 1) Il est prévu que les quantités à retraiter augmenteront d'année en année. Exprimées en uranium contenu, elles atteindront, à fin 1979, un niveau annuel d'environ :

- 2.100 tonnes d'uranium naturel provenant des réacteurs gaz-graphite ;
- 450 tonnes d'uranium faiblement enrichi provenant des réacteurs à eau légère ;
- 550 tonnes d'uranium naturel provenant des convertisseurs avancés (réacteurs à eau lourde).

L'activité de retraitement des combustibles irradiés provenant des réacteurs de puissance débutera dans la Communauté avec la mise en service des usines Eurochemic pour les éléments de combustible à uranium faiblement enrichi et du Cap-de-la-Hague pour les éléments à uranium naturel.

- 2) Pour pouvoir retraiter tous les éléments à uranium faiblement enrichi qui sortiront des réacteurs prévus au présent programme, une nouvelle usine d'une capacité d'environ 450 tonnes par an devra entrer en service au plus tard vers 1975.
- 3) L'évacuation et le stockage définitif des déchets de produits de fission, récupérés lors du retraitement des combustibles irradiés, nécessiteront que soient prises en temps utile des dispositions appropriées, compte tenu toutefois de la simplification que ne manquera pas d'introduire dans ce domaine la valorisation correspondant à une utilisation à grande échelle de certaines composantes de ces déchets sous forme de sources isotopiques intenses (césium 137, strontium 90, neptunium 237, etc.).

L'activité des déchets de fission atteindra à la fin 1979 un niveau annuel d'environ :

22.10⁸ curies dans les 2.100 tonnes de combustibles provenant des réacteurs graphite-gaz,

21.10⁸ curies dans les 450 tonnes de combustibles provenant des réacteurs à eau légère,

10.10⁸ curies dans les 550 tonnes de combustibles provenant des réacteurs à eau lourde.

- 4) En relation avec les activités industrielles de retraitement, il faut s'attendre à un développement important dans le domaine du transport des matières radioactives, notamment des combustibles irradiés.

Sur base des quantités à retraiter annuellement à fin 1979, comme indiqué ci-dessus, on peut sommairement estimer à 75.000 tonnes le tonnage annuel total qu'il conviendra de transporter, inclus les augmentations de poids que nécessiteront les précautions de sécurité à prendre contre les radiations et pour le confinement des combustibles durant leur transport.

Ce tonnage annuel est à comparer aux quelque 80 millions de tonnes de charbon ou 56 millions de tonnes de fuel que l'on aurait à transporter pour assurer une production équivalente d'électricité par des centrales classiques.

6.2.5. *Fabrication d'eau lourde*

- 1) Compte tenu des mises en service prévues pour les réacteurs utilisant ce modérateur, les besoins s'élèveront à un minimum de 4.000 et à un maximum d'environ 7.000 tonnes jusqu'à fin 1979, les besoins spécifiques variant en effet, selon le type de réacteur, entre 0,5 et 0,8 tonnes par MWe.
- 2) Cette évolution justifie la mise en service d'une ou plusieurs usines de production d'eau lourde pour une capacité d'environ 500 t/a au début de la période envisagée, s'élevant à environ 1.000 t/a à la fin. Ceci, bien entendu, pour autant qu'elles puissent arriver à un prix de revient voisin du prix de vente pratiqué sur le marché mondial.

6.3. **Tableau synthétique**

Pour plus de clarté on peut tenter de résumer en un tableau les principales caractéristiques du programme indicatif 1970-1979.

Programme indicatif

Début 1970 — fin 1979

OBJECTIFS			INVESTISSEMENTS	
	Date (fin d'année)	Réalisations (à la date considérée)	Période (1/1—31/12)	Réalisations (par période)
1. RÉACTEURS				
a) éprouvés	1969	4.000 MWe (env. 20 centrales)	1970-1974	12-15 centrales de 500 à 1.000 MWe (10.000 MWe)
	1974	14.000 MWe (env. 35 centrales)	1975-1979	25 centrales (21.000 MWe) d'environ 1.000 MWe pour la plupart
	1979	31.000 MWe (env. 60 centrales)		
b) convertisseurs avancés	1969	200 MWe (3 prototypes)	1970-1974	2 prototypes (800 MWe) et 3 ou 4 centrales (2.000 MWe)
	1974	3.000 MWe (5 prototypes et 3 ou 4 centrales,	1975-1979	env. 6 centrales (5.000 MWe) de 500 à 1.000 MWe
	1979	8.000 MWe (5 prot. + env. 10 centrales)		
c) rapides	1972	100 MWe	1970-1974	1 prototype (100 MWe)
	1979	1.000 MWe } prototypes	1975-1979	2 prototypes (900 MWe) de 300 à 500 MWe
2. INDUSTRIES CONNEXES				
a) Production d'uranium	Période 1970-1979	Extraction et traitement global de: 27.000 tonnes d'uranium naturel	1970-1979	Installations de traitement de minerais
b) Fabrication d'éléments de combustible	Période 1970-1979	Fabrication globale de: 23.000 t U nat. pour gaz- graphite	1970-1974	- Uranium naturel: 1 usine (1.500 t/a) - Uranium enrichi: 1 usine (500 t/a)
		6.000 t U enrichi pour eau légère 4.000 t U naturel pour eau lourde	1975-1979	- Uranium naturel: max. 3 usines (3.500 t/a) - Uranium enrichi: max. 2 usines (700 t/a)
c) Retraitement de combus- tibles irradiés	1979	Capacité annuelle de retraite- ment 2.100 t U naturel 450 t U enrichi 550 t U nat. (pour réacteur eau lourde)	1975-1979	Uranium enrichi: 1 usine (450 t/a)
d) Fabrication d'eau lourde	Période 1970-1979	Fabrication de 4.000 à 7.000 t	1970-1974	1 ou 2 usines (500 t/a)
			1975-1979	1 usine (500 t/a)

7. ESQUISSE DE L'ÉTAPE ULTÉRIEURE (Période 1980-1989)

Il importe de donner une idée générale de l'évolution de la production d'électricité nucléaire et des investissements qu'elle implique dans la Communauté au delà de la période du programme indicatif proprement dit, ceci notamment afin de permettre que soient prises en temps voulu, c'est-à-dire en bonne partie avant 1980, les décisions nécessaires.

7.1. Centrales nucléaires

- 1) *Réacteurs éprouvés*: L'objectif est une puissance de 70.000 MWe en service à fin 1989, impliquant la construction entre 1980 et 1989 de 30 à 40 réacteurs d'environ 1.000 MWe ou davantage, pour une puissance d'environ 39.000 MWe. Toujours par hypothèse, ces réacteurs seraient également répartis entre graphite-gaz et eau légère.
- 2) *Convertisseurs avancés*: L'objectif est une puissance de 46.000 MWe en service à fin 1989, ce qui implique la construction pendant les dix années qui précèdent de 30 à 40 réacteurs d'environ 1.000 MWe ou davantage, pour une puissance d'environ 38.000 MWe.
- 3) *Surgénérateurs rapides*: L'objectif est une puissance de 19.000 MWe, ce qui implique la construction d'une vingtaine de réacteurs d'environ 1.000 MWe par unité.

7.2. Industries connexes

- 1) *Uranium*: les besoins sont estimés à environ 122.000 tonnes d'uranium naturel dont environ 31.000 tonnes seront transformées en 12.000 tonnes d'uranium faiblement enrichi.
- 2) *Séparation isotopique*: on doit envisager, pour cette période, l'installation d'une usine dans la Communauté.
- 3) *Éléments de combustible*: les besoins pour la première charge et la consommation courante seront d'environ:
50.000 tonnes d'uranium naturel pour les réacteurs gaz-graphite,
12.000 tonnes d'uranium faiblement enrichi pour les réacteurs à eau légère,
24.000 tonnes d'uranium naturel pour les convertisseurs avancés (sous réserve qu'une partie de ceux-ci ne fonctionne à l'uranium enrichi).

Dans la seconde moitié de la période 1980-1989, les installations de fabrication d'éléments à uranium faiblement enrichi devraient atteindre une capacité totale de 1.200 à 1.400 t/a, et celles pour les éléments à uranium naturel 8.000 à 10.000 t/an.

- 4) *Retraitement*: la capacité de retraitement devrait être approximativement:
 - pour les combustibles à uranium naturel:
d'environ 3.000 t/a en début de période,
d'environ 8.000 t/a en fin de période;
 - pour les combustibles à uranium enrichi:
d'environ 450 t/a en début de période,
d'environ 1.000 t/a en fin de période.

Etant donné les faibles besoins des surgénérateurs rapides, on peut admettre qu'ils seront couverts:

- par les usines de retraitement des combustibles à uranium naturel pour ce qui concerne les ouvertures (80 t/a à fin 1989),

- par les usines de retraitement des combustibles à uranium enrichi pour ce qui concerne le cœur (40 t/a à fin 1989).

La mise en service d'une première installation de retraitement de combustibles à uranium enrichi d'une capacité d'environ 450 t/a sera nécessaire en début de période. Elle devra être complétée en fin de période par une seconde usine, de même capacité. Il faudra décider en outre, pendant la période, la construction de deux usines de 2.500 t/a pour retraiter les éléments à uranium naturel.

- 5) *Eau lourde*: une capacité de production de 2.000 à 4.000 t/a sera nécessaire. Elle pourrait se répartir au maximum sur deux usines.

8. CONCLUSIONS

Cette vue d'ensemble des objectifs communautaires à atteindre et des investissements qui les conditionnent constitue l'esquisse d'un programme indicatif au sens de l'article 40 du traité d'Euratom.

Pour déterminer cette évolution prévisible, il a été tenu compte, dans la mesure du possible, des difficultés à surmonter, des choix à opérer, des variantes éventuelles, ainsi que des incertitudes que comporte toute prévision et qui sont d'ailleurs variables selon l'éloignement de la période envisagée.

La nécessité du relais nucléaire n'est plus contestée et ni l'ampleur, ni l'urgence de son intervention dans la consommation globale d'énergie ne doivent plus être démontrées. Il en résulte que les objectifs et les investissements indiqués ci-dessus constituent le minimum indispensable.

On ne peut néanmoins espérer que le développement nucléaire de la Communauté s'effectue spontanément sous l'effet de la concurrence dans le marché commun. La création d'industries complexes basées sur des techniques nouvelles est aléatoire, tout autant que les travaux de recherche et de mise au point nécessaires. Les risques et les charges très lourdes qui doivent être assumées imposent, d'une part, un effort de coopération et de concentration industrielle, d'autre part, surtout dans la phase de transition, une action concertée des pouvoirs publics et de l'industrie selon un programme qui rencontre l'accord des parties intéressées.

Dans la mesure où le programme esquissé ci-dessus fera l'objet d'un tel accord, la Commission d'Euratom est décidée, pour ce qui la concerne, à faire tout ce qui est en son pouvoir pour aboutir à sa réalisation. Elle se propose notamment d'énoncer et de mettre en œuvre la politique industrielle la plus appropriée aux objectifs à atteindre.

ANNEXE

TABLEAU I

Évolution de la puissance installée par catégorie de réacteurs

Année au 1 ^{er} janvier	Graphite-gaz		Eau légère		Convertisseurs avancés (eau lourde)		Surgénérateurs		Total MWe
	MWe	%	MWe	%	MWe	%	MWe	%	
A. Programme indicatif									
1970	2.000	50	1.800	45	200	5			4.000
1975	7.000	41	7.000	41	3.000	18			17.000
1980	15.500	39	15.500	39	8.000	20	1.000	2	40.000
B. Orientation à long terme									
1985	27.000	34,5	27.000	34,5	18.000	23	6.000	8	78.000
1990	35.000	26	35.000	26	46.000	34	19.000	14	135.000
1995	35.000	15,5	35.000	15,5	96.000	43	60.000	26	226.000
2000	35.000	9,5	35.000	9,5	115.000	31	185.000	50	370.000

TABLEAU II

Production annuelle d'électricité nucléaire par catégorie de réacteurs

(en milliards de kWh)

Année	Graphite-gaz	Eau légère	Convertisseurs avancés (eau lourde)	Surgénérateurs	Production nucléaire globale
<i>A. Programme indicatif</i>					
1970	14	12,6	1,4	—	28
1975	49	49	21	—	119
1980	108,5	108,5	56	7	280
<i>B. Orientation à long terme</i>					
1985	185	185	126	42	538
1990	231,5	231,5	322	133	918
1995	208	208	667	420	1.503
2000	163	163	785	1.295	2.406

TABLEAU III

Besoins en uranium naturel ⁽¹⁾
(Y compris les quantités nécessaires pour l'enrichissement ⁽²⁾)

(en 10³ tonnes d'uranium métal contenu)

Période		Besoins par période			Besoins totaux cumulés
Début: 1 ^{er} janvier	Fin: 31 décembre	Graphite-gaz	Eau légère	Convertisseurs avancés (eau lourde)	
A. Programme indicatif					
1970	1974	7	9	1	17
1975	1979	16	18	3	54
B. Orientation à long terme					
1980	1989	50	48	24	176
1990	1999	42	31	83	332

⁽¹⁾ Première charge et consommation.⁽²⁾ Dans l'hypothèse où les convertisseurs avancés sont du type à eau lourde.

TABLEAU IV

Besoins cumulés en uranium enrichi ⁽¹⁾(en 10³ tonnes)

Période		Quantités	
Début: 1 ^{er} janvier	Fin: 31 décembre	Par période	Cumulées
<i>A. Programme indicatif</i>			
1970	1974	2	2
1975	1979	4	6
<i>B. Orientation à long terme</i>			
1980	1989	12	18
1990	1999	8	24

⁽¹⁾ Le degré d'enrichissement envisagé diffère selon la période. En outre, ce tableau repose sur l'hypothèse que les convertisseurs avancés sont du type à eau lourde et uranium naturel.

TABLEAU V

Production de plutonium dans les réacteurs éprouvés et dans les convertisseurs avancés ⁽¹⁾

(en tonnes de plutonium, composition isotopique moyenne)

Période		Graphite-gaz		Eau légère		Convertisseurs avancés (eau lourde)		Total cumulé en fin de période
Début: 1 ^{er} janvier	Fin: 31 décembre	par période	cumulé fin de période	par période	cumulé fin de période	par période	cumulé fin de période	
A. Programme indicatif								
1970	1974	9	9	6	6	2	2	17
1975	1979	24	33	16	22	10	12	67
B. Orientation à long terme								
1980	1984	41	74	27	49	23	35	158
1985	1989	62	136	41	90	57	92	318
1990	1994	63	199	38	128	125	217	544
1995	1999	54	253	33	161	201	418	832

⁽¹⁾ Quantités théoriquement récupérables dans les combustibles irradiés.

TABLEAU VI

Besoins de capacités de retraitement par catégories de réacteurs ⁽¹⁾

(en tonnes par an)

Année	Graphite-gaz	Eau légère	Convertisseurs avancés (eau lourde)	Surgénérateurs	
				Cœur	Couverture
A. <i>Programme indicatif</i>					
1970	250	60	—	—	—
1975	910	160	140	—	—
1980	2.100	450	550	—	—
B. <i>Orientation à long terme</i>					
1985	3.300	700	1.200	16	34
1990	4.800	1.000	3.000	50	100
1995	4.400	1.000	5.300	80	200
2000	4.000	900	8.000	250	600

⁽¹⁾ On a admis que, par rapport à la date de mise en service de la puissance électrique, les besoins de retraitement interviennent avec un retard de:

- 2 ans pour le graphite-gaz, l'eau lourde, le cœur et les couvertures axiales des surgénérateurs;
- 3 ans pour l'eau légère et les couvertures radiales des surgénérateurs.

TABLEAU VII

Investissements pour les centrales nucléaires

Valeurs absolues cumulées de 1970 à la fin de chacune des années considérées

(en milliards d'unités de compte)

Année	Graphite-gaz	Eau légère	Convertisseurs avancés (eau lourde)	Surgénérateurs	Total ⁽¹⁾
<i>A. Programme indicatif</i>					
1974	1,0	0,8	0,5	—	2,3
1979	2,7	2,2	1,4	0,2	6,5
<i>B. Orientation à long terme</i>					
1984	4,6	3,7	3,1	1,2	12,6
1989	6,0	4,8	7,9	3,5	22,2
1994	6,0	4,8	15,9	10,1	36,8
1999	6,0	4,8	18,9	30,1	59,8

⁽¹⁾ En raison des arrondissements, les montants de la colonne «Total» peuvent ne pas correspondre à la somme des chiffres des diverses colonnes.

TABLEAU VIII

Coût global de la production d'électricité nucléaire

Valeurs absolues cumulées de 1970 à la fin de chacune des années considérées

(en milliards d'unités de compte)

Année	Frais de premier établissement	Coût du combustible	Exploitation et entretien	Total ⁽¹⁾
<i>A. Programme indicatif</i>				
1974	2,3	0,5	0,1	2,9
1979	6,5	1,9	0,5	9,—
<i>B. Orientation à long terme</i>				
1984	12,6	4,4	1,5	18,5
1989	22,2	8,6	3,3	34,1
1994	36,8	14,5	6,1	57,4
1999	59,8	22,4	10,8	93,—

⁽¹⁾ Montants arrondis.

C. AVIS DU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL

Au cours de sa 52^e session, tenue à Bruxelles les 23 et 24 février 1966, le Comité a adopté son avis sur le texte reproduit au chapitre B ci-dessus, à l'unanimité, 68 conseillers étant présents ou représentés.

Le texte de cet avis est le suivant :

AVIS DU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL

sur le «Premier programme indicatif pour la Communauté européenne de l'énergie atomique»

LE COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL,

vu la demande d'avis de la Commission de la C.E.E.A., en date du 29 juin 1965 sur le «Premier programme indicatif pour la Communauté européenne de l'énergie atomique» (doc. EUR/C/1000/2/65),

vu l'article 40 du traité instituant la C.E.E.A.,

vu la décision du bureau du Comité en date du 24 mai 1965 — confirmée lors de sa réunion des 9 et 10 septembre 1965 — prise en application des articles 13 et 23 du règlement intérieur, de saisir, à titre principal, la section spécialisée nucléaire pour les problèmes économiques et, à titre complémentaire, la section spécialisée nucléaire pour les problèmes sociaux, sanitaires et de l'enseignement,

vu l'avis de la section spécialisée nucléaire pour les problèmes économiques, en date du 2 février 1966 (doc. CES 470/65 fin),

vu l'avis des membres de la section spécialisée nucléaire pour les problèmes sociaux, sanitaires et de l'enseignement, exprimé lors de la réunion tenue en commun avec la section spécialisée saisie, à titre principal, le 2 février 1966,

vu le rapport de la section spécialisée nucléaire pour les problèmes économiques, présenté par le rapporteur, M. Todisco (doc. CES 424/65 fin),

vu ses délibérations lors de la 52^e session plénière tenue les 23 et 24 février 1966, séance du 24 février,

considérant la grande importance que revêt le développement des applications pacifiques de l'énergie nucléaire pour l'économie de la Communauté, et en particulier, pour la satisfaction des besoins en énergie et pour un développement industriel adapté aux rapides progrès en cours dans le monde;

considérant que l'ampleur et la complexité des problèmes techniques, ainsi que l'importance des moyens financiers nécessaires aux investissements, requièrent avant tout un programme indicatif jusqu'à 1980, portant sur la production d'énergie électrique fournie par les réacteurs nucléaires, ce programme devant faciliter la coordination des activités industrielles dans ce secteur sur le plan communautaire et orienter la recherche technologique et scientifique;

considérant que la publication du «Premier programme indicatif», plus de sept ans après l'institution de la C.E.E.A., ne doit plus être ajournée;

considérant d'autre part que le développement des activités nécessaires pour atteindre les objectifs indiqués dans ce programme demande l'élaboration d'une politique commune dans le domaine de l'énergie nucléaire et en particulier celle d'une politique industrielle commune;

considérant que cette tâche devrait être accomplie par les organes compétents de la C.E.E.A. dans les meilleurs délais et que le Comité économique et social y apportera toute son attention lors d'une consultation,

A ADOPTÉ L'AVIS SUIVANT:

Le comité approuve le «Premier programme indicatif pour la C.E.E.A.» sous réserve des observations suivantes de caractère général ou particulier.

A. Considérations sur le programme indicatif dans son ensemble

1. Titre du «Programme indicatif»

Il est proposé d'ajouter au titre, le sous-titre suivant: «Production d'énergie électrique à l'aide des réacteurs nucléaires».

Cette adjonction rendrait le titre plus précis et plus conforme au sujet traité, eu égard à ce qu'énonce la Commission elle-même au sujet du domaine d'application (paragraphe 1.2).

En outre, il sera plus facile, à l'avenir, de faire la distinction entre le document qui nous est soumis et d'autres premiers « Programmes indicatifs », qui sont également souhaitables selon l'esprit et la lettre de l'article 40 du traité et qui concerneront par exemple la propulsion navale, le dessalement des eaux marines ou saumâtres, la production de vapeur industrielle.

2. *Utilité d'une programmation indicative périodique pour la C.E.E.A.*

Il est impossible de nier l'utilité d'une programmation indicative pour le développement de l'énergie nucléaire: d'ailleurs, le traité lui-même l'affirme à l'article 40, lorsqu'il déclare que ces programmes de caractère indicatif ont pour but d'encourager des personnes et des entreprises à investir dans l'industrie nucléaire et de coordonner les investissements.

Du point de vue technique, considérant l'importance des recherches appliquées, des mises au point et des réalisations industrielles nouvelles dans un domaine évoluant aussi rapidement et exigeant des moyens aussi importants que celui de la technique nucléaire, l'opportunité d'un programme indicatif donnant une orientation sur le plan communautaire et favorisant l'échange d'informations techniques sur une base de référence commune, apparaît évidente.

Du point de vue économique, il est essentiel, dans la Communauté, d'une part, d'éviter, dans la mesure du possible, les doubles emplois et, d'autre part, sans agir pour autant en contradiction avec les règles d'une saine concurrence, de favoriser les concentrations industrielles au niveau communautaire, dans le cadre des réalisations qui se sont avérées les plus valables. En ce sens, les programmes indicatifs peuvent, pour la Commission également, servir de référence, en particulier pour l'élaboration de la politique industrielle nucléaire, dont le retard dans l'exécution comporterait des risques graves.

Du point de vue social, la connaissance largement répandue des perspectives de développement de l'énergie nucléaire favorise la préparation en temps utile, dans chacun des milieux intéressés, de mesures permettant l'adaptation au changement des conditions intervenant dans divers domaines, comme celui de l'emploi, celui de la rééducation et du perfectionnement professionnel, ainsi que celui de la protection sanitaire et de la sécurité des travailleurs

et des populations. Il ne faut toutefois pas oublier que l'évolution de certains problèmes sociaux sera également déterminée, en même temps, par l'évolution de l'utilisation de toutes les autres sources d'énergie et que, par suite, les solutions correspondantes devront s'avérer valables aussi dans le cadre, plus large, de l'utilisation industrielle de l'énergie.

3. *Initiatives et actions de politique nucléaire commune en vue d'atteindre les objectifs indiqués par le programme*

a) *L'absence ou l'intervention tardive d'initiatives communautaires* dans le cadre d'une politique nucléaire commune prévoyante compromettrait, ou tout au moins retarderait, l'application même du programme indicatif. Les dommages qui en résulteraient se présenteraient sous forme d'un coût plus élevé de l'énergie et d'une plus grande dépendance économique de la Communauté par rapport au monde extérieur, ceci étant dû à un développement industriel insuffisant et à une incidence passive plus accentuée de la rubrique « énergie » dans la balance commerciale.

Si l'on ne prend pas à temps les mesures nécessaires, ce déséquilibre entre la Communauté et le monde extérieur sera d'autant plus accentué que sera plus accéléré le développement de l'énergie et de l'industrie nucléaires des pays tiers avancés qui, en fait, ont amplifié ces derniers temps les objectifs de leurs programmes et les moyens permettant de les réaliser, en rapprochant les échéances de réalisation.

b) *La politique nucléaire de la Communauté* devrait donc éliminer en temps utile, les obstacles qui entravent le développement industriel, créer les conditions nécessaires et promouvoir celles qui sont favorables audit développement, garantir les ressources indispensables, notamment en combustibles nucléaires et, enfin, préparer les solutions les plus adéquates à certains problèmes présentant un intérêt social particulier.

Abstraction faite des problèmes financiers, les obstacles sont essentiellement constitués par les barrières nationales et par l'insuffisance dans la coordination entre les divers secteurs intéressés, à savoir le secteur de la production d'énergie électrique, celui des industries de construction de réacteurs et d'équipements nucléaires et celui des administrations publiques, plus particulièrement les administrations compétentes pour la recherche scientifique et technologique. Les initiatives assumées pour surmonter ces obstacles devront conduire, d'une part, à la coopération entre les industries des divers pays membres — en vue d'obtenir des débouchés à la production non seulement

dans ce marché plus vaste qu'est le marché commun, mais également, et plus encore, en direction des pays tiers — et devront, d'autre part, aboutir à la collaboration entre les divers secteurs intéressés, collaboration qui peut se traduire par des exemples concrets de mise en œuvre dans la réalisation de prototypes de réacteurs et d'autres installations industrielles expérimentales, ainsi que dans celle d'installations de séparation d'isotopes.

c) *Les conditions complémentaires*, qui ne peuvent néanmoins pas être négligées si l'on veut assurer le développement du secteur nucléaire, touchent à divers domaines; les plus spécifiques, et qui requièrent une harmonisation des politiques actuelles, — harmonisation indispensable à la réalisation du marché commun — ont trait, par exemple, aux assurances contre les risques, au transport du combustible irradié, à l'élimination des déchets. Mais les régimes fiscaux et les régimes de concession concernant la production et la distribution d'énergie électrique auront, eux aussi, une grande influence sur le développement, surtout s'ils sont destinés à favoriser l'installation d'unités de grande dimension — unités qui sont les plus économiques — et à promouvoir l'interconnexion des réseaux, compte tenu des exigences de la politique régionale et des problèmes des transports.

d) En outre, si nous considérons *l'approvisionnement en matériaux nucléaires*, ce seront toujours les mesures de coordination sur le plan communautaire, envisagées dans le cadre de la politique énergétique, qui pourront favoriser le plus efficacement, en ce qui concerne les matières brutes, une prospection minière plus poussée (notamment dans les pays tiers) et qui seront les plus susceptibles de promouvoir, en ce qui concerne les matières transformées, la mise sur pied d'installations appropriées (d'enrichissement de l'uranium en particulier).

Ces mesures seront certainement conformes à l'esprit du traité et, en particulier, à l'esprit du chapitre VI; il ne sera toutefois pas possible d'ajourner une révision des dispositions de ce chapitre, révision destinée à rendre plus facile et plus libre l'accès aux sources de combustible nucléaire, et ce d'une manière conforme à l'évolution des besoins et des disponibilités internationales, telle qu'elle est apparue depuis la création de la Communauté jusqu'à ce jour.

e) En ce qui concerne, enfin, les *problèmes présentant un intérêt social particulier*, le Comité réaffirme la nécessité de préparer en temps utile les solutions les plus adéquates et constate en même temps que ceci sera de toutes façons facilité par le fait que le développement de l'énergie nucléaire se fera progressivement. On obtiendra ainsi, d'une part, la pleine réalisation de ces objectifs sociaux que sont l'amélioration professionnelle résultant

d'une plus grande qualification et, d'une manière plus générale, l'élévation du niveau de vie, tandis qu'on résoudra, d'autre part, de façon satisfaisante, les problèmes relatifs aux radiations et aux matières radioactives, qui relèvent du domaine de la protection et de la sécurité.

Il est important de souligner que les caractéristiques de ces problèmes incitent à trouver les solutions les plus favorables, du point de vue économique également, dans le plus large cadre communautaire, plutôt que dans le cadre national: il suffit de citer, à cet égard, la réglementation pour la protection des travailleurs contre les radiations, la protection du milieu contre la contamination radioactive — plus spécialement en ce qui concerne l'évacuation des déchets — le transport de matériaux hautement radioactifs et la couverture des risques de responsabilité civile.

4. *Validité des principes directeurs choisis pour la programmation*

Les principes directeurs du «Premier Programme indicatif», à savoir, d'une part, l'avantage économique que permettent les coûts moins élevés et la sécurité de l'approvisionnement en énergie — dans le cadre plus vaste de la politique énergétique de la Communauté européenne — et, d'autre part, le développement industriel, sont estimés valables. Il faudrait par ailleurs leur ajouter une autre considération de caractère économique, qui paraît importante et qui n'a pas été formulée dans le programme indicatif: l'influence particulièrement favorable que l'énergie nucléaire exercera sur l'évolution des coûts. En effet, le combustible nucléaire a, sur le coût total du kilowatt-heure produit, une incidence nettement inférieure à celle des combustibles fossiles, étant donné que, dans la production électrique nucléaire, ce sont les coûts d'installation qui l'emportent de loin; en outre, d'éventuelles hausses de prix de l'uranium, du plutonium ou du thorium, seraient compensées (et peut-être plus que compensées) par les réductions prévisibles du coût dans le cycle du combustible (dans la construction des éléments de combustible et dans leur retraitement, ainsi qu'à la suite de l'accroissement du taux de combustion ou d'irradiation).

On constate que, généralement, non seulement dans les milieux de l'Euratom, mais également dans ceux de la C.E.C.A. et de la C.E.E., il est admis que le développement de l'énergie nucléaire ne portera pas préjudice, en principe, aux autres sources d'énergie, étant donné la croissance rapide des besoins en ressources énergétiques et vu l'opportunité d'une différenciation toujours plus rationnelle de l'exploitation desdites ressources en fonction des caractéristiques propres aux différentes utilisations.

Il est rappelé cependant que — ne serait-ce que de façon limitée et transitoire — des difficultés particulières à caractère économique et social sont

susceptibles de surgir, spécialement dans le secteur charbonnier, et que, dans ce cas, des mesures appropriées auront dû être prévues dans le cadre d'une politique énergétique commune.

5. *Nécessité de faire preuve de prudence dans les prévisions*

Il est estimé qu'il faut faire preuve d'une grande prudence dans l'interprétation des chiffres relatifs aux prévisions portant sur le développement de l'énergie nucléaire, en particulier pour ce qui est de ceux qui ont trait à la période postérieure à 1980. A cette fin, il serait plus opportun de ne pas conférer le caractère d'«objectifs», mais celui de simples perspectives, aux prévisions relatives à la puissance installée et à la production d'électricité nucléaire au delà de la date sus-indiquée. Au moment de la publication, des caractères d'imprimerie d'un plus petit format devraient permettre de distinguer les prévisions et les objectifs du programme des perspectives qui visent simplement à indiquer l'orientation pour la période plus lointaine; ce système devrait en particulier être adopté pour les tableaux récapitulatifs annexes.

Quant aux données de caractère technique, on ne saurait taire que le document EUR/C/4000/4/64 mérite d'être hautement apprécié: il représente un très gros travail et il a le mérite de réunir pour la première fois des informations et des données sur tous les aspects d'un sujet complexe, sous une forme organique, vraiment utile pour assurer la diffusion des connaissances.

Toutefois, une grande circonspection est souhaitée dans l'interprétation de certaines des précisions figurant dans ce document: elles pourraient être entendues comme des données sûres, alors que les problèmes qui y sont inhérents n'ont pas encore été étudiés de manière définitive.

En fait, ce document ne rassemble pas seulement des données et des informations, mais les élabore souvent et procède parfois à des choix qui n'apparaissent pas toujours comme tels: pour cette raison, il est jugé opportun de souligner plus nettement que le document constitue davantage un rapport qu'une simple annexe documentaire au «Premier Programme indicatif», en lui donnant précisément le titre «Rapport documentaire» (en maintenant d'ailleurs le sous-titre actuel: «Situation et perspectives de l'énergie nucléaire dans la Communauté européenne»).

6. *Importance et portée diverses qu'il convient d'attribuer aux indications relatives aux différentes périodes, à moyen et à long terme*

Le Comité estime qu'il faut se préparer en temps voulu aux développements plus lointains également mais, par ailleurs, il ne désire pas que ces derniers

retiennent toute, ou presque toute l'attention, alors que des décisions concrètes et plus pressantes doivent être prises à plus brève échéance, eu égard aux initiatives industrielles.

A ce propos, il faut tenir compte, en considérant tous les aspects entrant en jeu, du rôle important assumé par les réacteurs éprouvés qui, s'ils travaillent dans les conditions auxquelles le programme indicatif se réfère, seront compétitifs vers 1970 vis-à-vis des centrales thermo-électriques classiques et constitueront pratiquement l'unique source d'énergie électrique nucléaire dans les prochaines années et produiront, en 1990 encore, la majeure partie de cette dernière.

En particulier, le programme indicatif devrait tenir compte des réductions importantes du coût du kWh produit par les réacteurs éprouvés, telles qu'elles sont intervenues récemment et interviendront par la suite.

Ces réductions justifieront des recherches appliquées, des mises au point et des engagements financiers à moyen terme importants, sans compter que les mêmes problèmes se manifesteront à plus longue échéance pour les réacteurs de puissance dont le type sera différent du modèle actuel et qui à leur tour s'affirmeront toujours davantage comme des réacteurs «éprouvés».

7. *Utilité de la référence à une classification des différents types de réacteurs et à un modèle d'évolution*

La classification des types de réacteurs et le choix d'un modèle de référence pour l'évolution desdits types constituent l'infrastructure de l'actuel programme indicatif. La section pense qu'en fait, la Commission ne pouvait pas se dispenser d'avoir recours à ces hypothèses de travail fondamentales.

Pour être aussi efficace que possible, une classification ne doit être ni trop analytique ni trop synthétique. Dans le cas présent, la classification choisie, prévoyant seulement trois grandes catégories de réacteurs — éprouvés, convertisseurs avancés, surgénérateurs rapides — apparaît plutôt comme synthétique. Alors qu'elle constitue une bonne base pour définir les modèles d'évolution dans le programme indicatif de la Communauté (ces modèles devant nécessairement être simples et peu nombreux), elle ne reflète pas de façon adéquate la situation de la technologie nucléaire dans le monde lorsqu'elle est adoptée (comme c'est le cas dans le document EUR/4000) pour décrire, d'une façon générale, les différents types de réacteurs et en examiner l'actuel degré de développement pour ce qui est de la réalisation industrielle; il conviendrait

donc de tenir compte de la diversité de ce degré de développement entre les divers types de réacteurs groupés dans la catégorie des convertisseurs avancés.

Étant donné les diverses incertitudes quant au rythme de l'affirmation industrielle des nouveaux types de réacteurs — affirmation qui se produira plus rapidement selon les uns et moins rapidement selon les autres — un modèle d'évolution doit présenter autant de souplesse que possible: le modèle IV, auquel la Commission donne sa préférence et qui sert de base pour la mise en œuvre de tout le programme, apparaît comme le plus avantageux et comme le plus souple, étant donné qu'il peut comprendre — à la limite, comme cas particuliers — également les modèles II et III.

Les avantages de ce choix sont ceux mis en lumière dans le programme indicatif lui-même au chapitre 4.3 et, surtout, le moindre coût global de l'électricité produite en même temps que la meilleure utilisation des ressources disponibles en combustibles.

8. *Opportunité d'une participation active et originale des industries de la Communauté à l'évolution de la technologie nucléaire*

Il y a quelques années encore, le progrès de la technique nucléaire des pays de la Communauté «suivait» généralement celui des pays tiers les plus avancés dans ce secteur, à part quelques exceptions limitées.

Aujourd'hui, par contre, divers développements intéressants et non dépourvus d'originalité sont enregistrés dans le domaine de la recherche industrielle et dans celui de la réalisation des installations. Ces développements doivent être efficacement soutenus et élargis. Un progrès industriel nucléaire de la Communauté qui dépendrait trop — pendant quelques décennies — des progrès réalisés par la technique et l'industrie extra-communautaires, serait, à coup sûr, chose à déplorer et ce pour de nombreuses raisons, au premier rang desquelles figurent les raisons économiques. L'évolution des divers types de réacteurs se poursuivra en effet, pendant longtemps encore, non pas en vue de parvenir à entrer en concurrence avec les centrales thermo-électriques traditionnelles — concurrence escomptée dans quelques années —, mais pour réaliser des avantages économiques toujours plus considérables. Ainsi se développeront dans le monde de puissantes structures industrielles et commerciales, avec des débouchés sur un marché toujours plus vaste. Des accords bilatéraux et multilatéraux seront toujours possibles, mais la capacité contractuelle de la Communauté dépendra de ce qu'elle sera en mesure d'offrir comme monnaie d'échange sur le plan scientifique, technique et des réalisations concrètes de type avancé.

Pour cette raison, il est estimé que la conception et la construction de prototypes de réacteurs doivent être prévues dans la Communauté; à la suite d'initiatives prises tant dans le domaine national que dans le domaine communautaire, et encouragées, coordonnées et aidées par la Commission: cette dernière peut favoriser, en particulier, les formes communautaires de participation industrielle, mais son action serait certainement plus efficace sur le plan concret si, comme cela est souhaité, les ressources budgétaires dont elle dispose à ce titre étaient accrues de manière appropriée.

D'autre part, en ce qui concerne la construction des prototypes, l'importance et le rythme des engagements ne sauraient dépasser les possibilités industrielles et financières réelles de la Communauté.

De même, afin de garantir à la Communauté une marge convenable de sécurité d'approvisionnement, il est souligné qu'il est nécessaire, pendant la période couverte par le programme indicatif, de prendre l'initiative, au niveau communautaire, de construire une importante installation d'enrichissement de l'uranium; cette marge de sécurité ne semble pas suffisamment garantie par les indications actuelles.

9. *Opportunité de mettre en relief, dans le programme, les différences de caractère (prévisions et indications) de ses divers éléments*

La distinction entre prévisions et indications apparaît opportune, lorsqu'elle est possible, étant donné l'influence qu'elle peut avoir sur les divers choix et décisions.

Les aspects plus généraux du développement de l'énergie nucléaire, à savoir ceux qui sont fortement influencés par l'évolution mondiale, revêtent un caractère qui est principalement de prévision.

Le caractère d'indication est au contraire prédominant lorsque les alternatives présentent des probabilités analogues de succès, ou sont de nature particulière, étant liées aux conditions dans lesquelles se trouve la Communauté.

A ce propos, il serait bon de faire apparaître dans le rapport technique également (document EUR/4000 actuel) — qui, bien que n'étant pas partie intégrante du programme indicatif, se trouve mentionné dans celui-ci — sous une forme claire et systématique en les réunissant dans un chapitre spécial, les sources bibliographiques des principales données et informations, communautaires et extra-communautaires, qui ne possèdent pas toujours, dans leur élaboration et leur présentation, une homogénéité telle qu'il soit possible de les confronter directement.

B. Considérations sur l'articulation des divers chapitres

1. Chapitre premier

Conformément aux considérations formulées aux points A. 5 et A. 6 en ce qui concerne la valeur différente qu'il convient d'attribuer aux prévisions à moyen et à long terme, il est proposé de mettre particulièrement en relief les points suivants au paragraphe 1.3:

— que le «Programme indicatif» ne concerne que la décennie 1970-1980,

— que des prévisions pour une décennie ultérieure ne sont pas avancées à titre d'«objectifs», mais simplement en tant qu'orientation («perspectives»),

— qu'il sera procédé dans l'avenir à des rectifications toutes les fois que ce sera nécessaire et à des révisions quinquennales, auxquelles correspondra naturellement un «avancement» de cinq ans de la décennie qui fait l'objet du «Programme indicatif» et de la décennie suivante, qui fait l'objet d'une orientation.

Un exemple de texte en ce sens figure dans le rapport.

En ce qui concerne le paragraphe 1.4, les considérations formulées à la fin du point A.5 du présent avis inclinent à suggérer le titre «Documentation» au lieu de «Document de référence». Le texte de ce paragraphe devrait se limiter à énoncer la phrase suivante (qui reprend ce qui est dit dans le premier alinéa dudit paragraphe):

«Les principales études et les principaux documents pris en considération lors de l'élaboration du présent «Programme indicatif» font l'objet d'un rapport documentaire publié séparément sous le titre «Situation et perspectives de l'énergie nucléaire dans la Communauté européenne.»

2. Chapitre 2

Il est à noter qu'à la page 6 du «Premier Programme indicatif», les paragraphes numérotés 2.4 et 2.5 traitent de sujets qui font partie des objectifs de la politique énergétique, tandis qu'il conviendrait de distinguer plus nettement le paragraphe 2.6, qui a trait au développement industriel.

Cette observation tend à suggérer une articulation légèrement modifiée des paragraphes du chapitre 2, qui se présenteraient alors comme suit ⁽¹⁾:

2.1 Conformité avec les objectifs de la politique énergétique

2.1.1. Approvisionnement à bon marché

2.1.2. Sécurité de l'approvisionnement

2.1.3. Utilisation rationnelle des réserves énergétiques

2.1.4 Autres objectifs énergétiques

2.2 Développement des industries productrices de matériaux et d'équipements nucléaires.

Pour souligner en outre que l'énergie nucléaire au sens strict exercera une influence bénéfique sur le développement d'autres industries, il serait opportun d'insérer dans le deuxième alinéa du dernier paragraphe (entre la première et la deuxième phrase), une phrase rédigée comme suit:

«En outre, la production de matériaux et d'équipements d'un type nouveau et de haute qualité destinés à être utilisés dans les installations nucléaires, aura un rôle de stimulant vis-à-vis de nombreux secteurs industriels, du domaine de la métallurgie à celui de l'électronique, de la chimie à la mécanique, sans oublier les industries du bâtiment, en favorisant les recherches appliquées et le perfectionnement technique.»

3. Chapitre 5

Il est proposé de supprimer dans le titre de ce chapitre le mot «Programme», qui pourrait sembler trop contraignant pour des prévisions à aussi long terme.

En outre, le sous-titre 5.1 (actuellement: «Investissements») devrait être modifié comme suit: «Production et investissements». En effet, que ce soit dans le texte ou dans les tableaux figurant en annexe, on indique non seulement les installations et, partant, les investissements, mais également les productions d'énergie électrique (en kWh), d'uranium et de plutonium (en tonnes).

4. Chapitres 6 et 7

Conformément à ce qui a déjà été énoncé au point B.1, il faudrait supprimer les mots «à moyen terme» dans le titre du chapitre 6 («Programme indicatif à moyen terme»), car il est hors de doute que le «Programme indicatif» n'a trait qu'à cette période (1970-1979); il en est de même du titre du chapitre 7 («Esquisse de l'étape ultérieure»), qui devrait se lire comme suit: «Perspectives pour la décennie ultérieure (1980-1989)».

5. Tableaux annexés

Comme déjà mentionné en A.5, les chiffres de la partie B de chacun des 8 tableaux devraient figurer

⁽¹⁾ Le texte en italique signifie une modification par rapport à celui du «Premier programme indicatif».

en caractères plus petits, sous la forme d'une «note» — intitulée «Perspectives à long terme» — au tableau en question, qui concernerait uniquement le programme indicatif proprement dit, ceci évitant la nécessité d'un rappel par l'actuel sous-titre («A. Programme indicatif»).

C. Considérations de caractère particulier

1. *L'utilisation rationnelle des réserves* (page 6 du «Programme indicatif», paragraphe 2.4)

Il est suggéré de mentionner explicitement, outre les autres motifs, celui qui — dans la perspective de l'épuisement des combustibles fossiles d'ici un à deux siècles — doit inciter à un recours aussi rapide que possible à l'énergie nucléaire, c'est-à-dire de préciser en quoi consiste l'utilisation «rationnelle» (terme préférable à «optimale») des réserves énergétiques.

A titre d'exemple, on pourrait ajouter la phrase suivante à la fin du second alinéa, après «recourir massivement et dès que possible à l'énergie nucléaire» (et en mettant deux points à la place du point): «ainsi, on disposera de plus grandes ressources énergétiques totales et les utilisations d'énergie pourront également être différenciées de façon plus rationnelle, en fonction des caractéristiques spécifiques de chaque source». En outre, la référence faite uniquement au rapport américain «Civilian Nuclear Power» de 1962 nous semble insuffisante et la comparaison du troisième alinéa entre la Communauté et les États-Unis ne paraît pas faire ressortir une nette différence dans les chiffres, à moins que viennent s'y ajouter d'autres considérations de nature à mettre en lumière d'autres aspects de cette confrontation.

2. *Durée annuelle d'utilisation des centrales nucléaires* (page 9 du «Programme indicatif»)

Dans le tableau des «Objectifs minima de production d'énergie nucléaire» la «durée annuelle d'utilisation» des centrales (indice du «facteur de charge») prévue est de 7.000 heures pour la décennie 1970-1980 et décroît légèrement pour les décennies suivantes.

Il serait nécessaire de connaître les calculs ayant conduit à la prévision des chiffres précités, attendu que, d'une part, la Commission avait précédemment estimé devoir se référer à une durée annuelle d'utilisation de 6.000 heures jusqu'à 1980 et se situant entre 5.750 et 5.000 heures pendant la période s'étendant de 1985 à l'an 2000, et étant donné, d'autre part, l'importance que le facteur d'utilisation présente dans les calculs de prévision du coût du kWh nucléaire.

3. *Rédaction concernant le modèle III, dans la version italienne* (page 13 du «Programme indicatif»)

La version italienne devrait constituer une traduction fidèle de la version française. Au lieu de «ma i superconvertitori intervengono solamente dal 1980 in poi», il faudrait dire: «ma il complemento è fornito da superconvertitori e solamente a partire dal 1980»; faute de cette modification, le sens de la phrase se trouve faussé et les mots «ma» et «solamente» n'ont pas de raison d'être.

En outre, on préfère la dénomination «convertitori progrediti» (ou «avanzati»), qui correspond à la dénomination française «convertisseurs avancés», à «convertitori perfezionati», dénomination qui donne à penser à une réalisation «parfaite», obtenue grâce à des techniques meilleures, sans innovations, ce qui n'est généralement pas le cas pour les réacteurs rentrant dans cette catégorie.

4. *Fluides de refroidissement des réacteurs modérés à l'eau lourde* (page 15 du «Programme indicatif», seconde phrase du deuxième alinéa du point 1)

Il serait opportun de supprimer la mention du seul liquide organique, ou bien de mentionner également les possibilités offertes par les autres fluides de refroidissement.

5. *Besoins des réacteurs à eau lourde en uranium enrichi* (page 15 du «Programme indicatif», second tiret)

Au lieu de «pour autant que les réacteurs à eau lourde soient, comme il est généralement prévu, alimentés à l'uranium naturel», il est estimé plus prudent de dire «dans le cas où les réacteurs à eau lourde seraient alimentés à l'uranium naturel . . .» (suppression des mots «comme il est généralement prévu»).

6. *Le modèle IV considéré en relation avec les convertisseurs avancés* (page 19 du «Programme indicatif», troisième phrase du paragraphe 4.3.1)

Au lieu de dire, dans les textes italien et allemand, que le modèle IV se fonde sur le succès, à échéance rapprochée, «del programma Orgel e del programma Dragon», on doit parler de la réussite des réacteurs modérés à l'eau lourde et des réacteurs à gaz à haute température (comme il est dit dans les textes français et néerlandais).

7. *Prototypes de convertisseurs avancés* (page 27 du «Programme indicatif», paragraphe 6.1.2, point 2)

A la fin de la première phrase du second alinéa («Cet objectif implique tout d'abord la réalisation

de deux ou trois réacteurs prototypes de 200 ou 300 MWe), il serait opportun d'ajouter la précision suivante: «pourvu qu'ils soient valables du point de vue technique et économique».

Au début de la phrase suivante, il faudrait dire «sollte» au lieu de «müßte» dans le texte allemand et «dovrebbe» au lieu de «dovrà» dans le texte italien.

8. *Uranium enrichi* (page 28 du «Programme indicatif», paragraphe 6.2.2)

En conformité avec ce qui est dit à propos de l'uranium enrichi à la fin du point A.8 du présent avis, il est proposé de renforcer le sens du texte du paragraphe en disant «rend opportune une initiative . . . » au lieu de «pourrait rendre opportune une initiative . . . ».

9. *Tableau «Programme indicatif»* (page 32 du «Programme indicatif»)

Au point 2 b), «Industries connexes — Fabrication d'éléments de combustible», il serait intéressant, du point de vue technologique et industriel, de donner une indication relative également à la répartition entre combustibles métalliques et céramiques, en plus de celle relative à la répartition entre uranium naturel et uranium enrichi.

10. *Tâche de la Commission en vue de la réalisation du «Premier Programme indicatif»* (page 35 du «Programme indicatif», dernier alinéa du texte)

Le dernier alinéa de la page 35 devrait être modifié comme suit:

«Dans la mesure où le programme esquissé ci-dessus fera l'objet d'un tel accord, la Commission d'Euratom est décidée, pour ce qui la concerne, à faire tout ce qui est en son pouvoir pour en atteindre les objectifs. Elle se propose notamment de faire en sorte que soit conçue une politique industrielle propre à permettre la réalisation des objectifs à atteindre, notamment en ce qui concerne les programmes des entreprises publiques et la coordination de ces programmes.»

11. *Tableaux annexes au «Programme indicatif»*

Il serait opportun de donner aux tableaux annexes une présentation aussi uniforme que possible pour ce qui est des titres, des sous-titres et de la présentation.

Un exemple des retouches à apporter à la forme des tableaux est donné dans le rapport.

Bruxelles, le 24 février 1966.

*Le président
du Comité économique et social*

Piero GIUSTINIANI

