

# SÉNAT

SESSION EXTRAORDINAIRE OUVERTE LE 27 DECEMBRE 1962

Annexe au procès-verbal de la séance du 29 janvier 1963.

## AVIS

PRÉSENTÉ

*au nom de la Commission des Affaires économiques et du Plan (1),  
sur le projet de loi de finances pour 1963 (2<sup>e</sup> partie. — Moyens  
des services et dispositions spéciales), ADOPTÉ PAR L'ASSEMBLÉE  
NATIONALE.*

TOME VII

SERVICES DU PREMIER MINISTRE

(Energie atomique.)

Par M. Michel CHAMPLEBOUX,

Sénateur.

---

(1) Cette commission est composée de : MM. Jean Bertaud, président ; Paul Mistral, Etienne Restat, Joseph Yvon, Henri Cornat, vice-présidents ; René Blondelle, Auguste Pinton, Joseph Beaujannot, Jean-Marie Bouloux, secrétaires ; Louis André, Octave Bajeux, Jean Bardol, Auguste-François Billiemaz, Georges Bonnet, Albert Boucher, Amédée Bouquerel, Marcel Brégégère, Raymond Brun, Michel Champleboux, Henri Claireaux, Emile Claparède, Maurice Coutrot, Etienne Dailly, Léon David, Jean Deguise, Roger Delagnes, Henri Desseigne, Hector Dubois, Emile Durieux, Jean Errecart, Jean de Geoffre, Victor Golvan, Léon-Jean Grégory, Roger du Halgouet, Yves Hamon, Roger Houdet, René Jager, Michel Kauffmann, Henri Lafleur, Maurice Lalloy, Robert Laurens, Charles Laurent-Thouvery, Marcel Lebreton, Modeste Legouez, Marcel Legros, Henri Longchambon, Charles Naveau, Gaston Pams, Guy Pascaud, François Patenôtre, Pierre Patria, Marc Pauzet, Paul Pelleray, Lucien Perdereau, Jules Pinsard, Michel de Pontbriand, Henri Prêtre, Eugène Ritzenthaler, Eugène Romaine, Abel Sempé, Charles Suran, Gabriel Tellier, René Toribio, Henri Tournan, Camille Vallin, Emile Vanrullen, Jacques Verneuil, Pierre de Villoutreys.

Voir les numéros :

Assemblée Nationale (2<sup>e</sup> législ.) : 22 et annexes, 25 (tome II, annexe 19), 57 (tomes I et II, annexe VIII) et in-8° 9.

Sénat : 42 et 43 (annexe 20) (1962-1963).

## SOMMAIRE

	Pages.
<b>Introduction</b> .....	4
<b>I. — Production du combustible nucléaire</b> .....	4
A. — Recherches et exploitations minières.....	4
B. — Concentrés d'uranium.....	5
C. — Uranium métal.....	5
D. — Uranium enrichi.....	5
E. — Production de plutonium et traitement de l'uranium irradié .....	6
<b>II. — Production nucléaire d'énergie électrique</b> .....	7
A. — Centre de Marcoule.....	7
B. — Centrales de Chinon.....	7
C. — Centrale de Saint-Laurent-des-Eaux.....	8
D. — Centrale des monts d'Arrée.....	9
E. — Centrale des Ardennes.....	9
<b>III. — Perspectives de développement de la production nucléaire d'énergie électrique</b> .....	9
<b>IV. — Centres d'études nucléaires</b> .....	11
A. — Saclay .....	11
B. — Fontenay-aux-Roses .....	11
C. — Grenoble .....	12
D. — Cadarache .....	12
<b>V. — Situation de la production d'énergie électrique d'origine nucléaire à l'étranger</b> .....	13
A. — En Angleterre.....	13
B. — Aux Etats-Unis .....	13
C. — En U. R. S. S.....	14

	Pages.
<b>VI. — Crédits concernant le Commissariat à l'Energie atomique.....</b>	<b>14</b>
A. — Importance des crédits.....	14
B. — Utilisation des crédits.....	15
1° Fonctionnement des installations en place, poursuite des investissements en cours et mise en service des nouvelles installations.....	15
2° Opérations propres à 1963.....	21
C. — Crédits utilisés pour l'édification des centrales E. D. F....	23
D. — Crédits provenant du budget des Armées.....	24
E. — Financement de l'usine de Pierrelatte.....	24
<b>Conclusions .....</b>	<b>27</b>

Mesdames, Messieurs,

La Commission des Affaires économiques et du Plan a, comme les années précédentes, examiné l'utilisation prévue pour les crédits proposés par le Gouvernement au budget de l'exercice 1963 en ce qui concerne l'énergie atomique.

Elle a examiné d'une façon particulière l'évolution de la production d'électricité d'origine nucléaire ainsi que l'activité des différents centres du C. E. A.

Elle a pris connaissance de nombreux documents établis par le C. E. A. et E. D. F. ainsi que de diverses études publiées par la grande presse et la presse spécialisée.

Enfin, elle a consulté sur des points particuliers les services du Ministre chargé de l'Energie atomique, du Ministre de l'Industrie et d'E. D. F.

## **I. — Production du combustible nucléaire.**

### **A. — RECHERCHES ET EXPLOITATIONS MINIÈRES**

La politique générale du C. E. A. en matière de recherches et exploitations minières restera marquée en 1963 par deux aspects importants :

— d'une part, la production demeurera limitée à un niveau notablement inférieur aux capacités de production. On sait que le développement moins rapide que prévu des consommations obligera pendant de longues années encore, tant en France que dans l'ensemble du monde, à réduire la production de l'uranium. Le programme français d'approvisionnement pour 1963 demeure ainsi limité à 1.600 tonnes, dont 900 tonnes provenant des exploitations propres du C. E. A. essentiellement métropolitaines ; il en résulte la nécessité d'un effort maximum pour réduire les effectifs excédentaires, notamment en faisant appel à toutes les possibilités de reclassement ;

— d'autre part, le C. E. A. reste fidèle à sa politique de prix compétitifs qu'il suit depuis plusieurs années. Toutes les mesures ont été prises à cet égard pour permettre la mise en vigueur, à partir de 1963, d'un prix inférieur de 20 % à celui appliqué en 1962, s'alignant sur le prix américain de 8 dollars par livre d'U<sup>3</sup>O<sub>8</sub> (oxyde d'uranium) et plaçant ainsi la France au niveau des prix acceptés par les plus gros consommateurs mondiaux.

#### B. — CONCENTRÉS D'URANIUM

Les trois usines de traitement de minerais de Bessines, de l'Ecarpière et du Forez, gérées par la Société industrielle des minerais de l'Ouest, et l'usine de Gueugnon, gérée par le C. E. A., continueront à assurer le traitement des minerais provenant des mines du C. E. A. et de celles des exploitations privées dans des conditions qui n'ont cessé d'être meilleures d'année en année et qui sont maintenant très satisfaisantes.

#### C. — URANIUM MÉTAL

L'usine de traitement du Bouchet, gérée par le C. E. A., et celle de Malvesi, gérée par la Société de raffinage de l'uranium, continueront à assurer la transformation des concentrés en métal. Les raisons ci-dessus évoquées concernant le développement des consommations obligent à limiter également la production de ces usines à 70 % environ de leur capacité.

L'usine du Bouchet poursuivra parallèlement ses travaux d'études et de promotion de techniques en vue de l'obtention de procédés toujours meilleur marché.

L'usine de Malvesi, parallèlement à la production de métal naturel, assurera également la retransformation des produits appauvris.

#### D. — URANIUM ENRICHÉ

La France ne produit pas d'uranium enrichi en uranium 235 qui constitue la partie utilisée pour les réactions nucléaires susceptibles de produire de l'énergie.

Ce sont les Etats-Unis qui fourniront, dans le cadre de l'Euratom, l'uranium enrichi nécessaire au fonctionnement de l'usine des Ardennes construite par moitié par la Belgique et la France.

La C. E. A. poursuivra en 1963 l'usine de séparation des isotopes de l'uranium de Pierrelatte qui produira de l'uranium enrichi.

Le démarrage du pilote de l'usine basse s'est effectué dans de bonnes conditions en décembre 1962.

Le montage des installations de l'usine basse se poursuit. Le génie civil de l'usine moyenne est très avancé. Les installations des services généraux sont terminées ou sur le point de l'être.

Le but principal de l'usine de Pierrelatte est de faire face à des besoins militaires, mais espérons qu'elle sera également utile à des fins civiles.

L'uranium enrichi qui y sera produit reviendra beaucoup plus cher que celui sortant des usines américaines, de taille beaucoup plus importante, mais il faut considérer qu'il sera possible d'utiliser cet uranium sans contrôle strict et précis, en particulier pour la construction d'un réacteur prototype original, et conserver l'entière propriété industrielle de la conception et de la réalisation de cet ensemble.

Il serait bon toutefois d'éviter pour la France dans l'avenir ce que la revue *Energies* intitule dans son numéro 405 du 21 septembre 1962 « Les mécomptes nucléaires en Grande-Bretagne », et en particulier une surproduction de matières fissiles.

#### E. — PRODUCTION DE PLUTONIUM ET TRAITEMENT DE L'URANIUM IRRADIÉ

Le plutonium continue à être produit à Marcoule dans les usines de production d'énergie électrique G1, G2 et G3.

Une difficulté s'était présentée en ce qui concerne l'utilisation des centrales de Chinon pour la fabrication de plutonium utilisable militairement. Cette difficulté avait trouvé des échos au Sénat lors du vote du IV<sup>e</sup> Plan dans les propos des Rapporteurs de la Commission, MM. Cornat et Bonnet.

Un accord a été réalisé qui prévoit que, seule, l'usine de Chinon E. D. F. - 1 sera utilisée à cet effet ; E. D. F. ne supportera aucune dépense supplémentaire. Une partie de la charge de combustible sera réalisée à l'aide de cartouches d'uranium naturel destinées à rester moins longtemps dans le réacteur.

Ces cartouches seront constituées par des barreaux pleins placés à la périphérie.

Ces dispositions n'empêcheront pas Electricité de France de disposer de toute l'expérience industrielle nécessaire pour arriver à produire l'électricité d'origine nucléaire à un prix compétitif.

## II. — Production nucléaire d'énergie électrique.

### A. — CENTRE DE MARCOULE

Les installations de récupération d'énergie construites par Electricité de France ont bénéficié d'une amélioration dans leur fonctionnement qui a porté la puissance utilisable à 70 MW au lieu de 60 MW en 1961.

### B. — CENTRALES DE CHINON

#### 1° *Mise en place de la centrale E. D. F. - 1.*

E. D. F. - 1 a divergé pour la première fois le 16 septembre 1962. On sait que cette opération consiste à charger le réacteur de façon à y placer une quantité d'uranium suffisante pour constituer la « masse critique ». En-dessous de cette masse critique, la réaction en chaîne ne peut s'amorcer ; au-delà de cette masse critique, elle s'amorce normalement. Cette masse critique est calculée à l'avance à partir de données théoriques et il est important de vérifier le calcul par expérience, la valeur exacte de la masse critique étant une des données essentielles du calcul neutronique du réacteur.

Dans le cas d'E. D. F. - 1, la concordance entre le calcul et l'expérience a été satisfaisante et a déjà fourni des informations qui peuvent être utilisées pour la suite de la mise au point du réacteur.

Après cette expérience, le réacteur a été déchargé et un certain nombre de vérifications ont été entreprises, notamment en ce qui concerne le contrôle du réacteur.

Parallèlement, on procède à la mise au point progressive des différents appareils nécessaires pour le chargement, le déchargement et la conduite du réacteur, principalement les treuils commandant les barres de contrôle et la machine de chargement proprement dite.

Il convient de rappeler que ces appareils sont des prototypes qui nécessitent, de ce fait, des mises au point plus importantes qu'un dispositif déjà éprouvé.

Une fois le réacteur chargé à nouveau, on procède à une série d'essais neutroniques qui fourniront différents renseignements directement utilisables, non seulement pour la conduite du réacteur E. D. F. - 1, mais pour la mise en service et l'exploitation des réacteurs E. D. F. - 1, E. D. F. - 2 et E. D. F. - 3. Ce n'est qu'une fois ces essais terminés que l'on procédera progressivement à la montée en puissance.

E. D. F. - 1 étant le premier réacteur *de puissance* mis en service en France, Electricité de France attache une grande importance à ces essais, qu'elle n'hésitera pas à prolonger pour qu'ils soient complets, même si cela devait retarder la fourniture d'énergie proprement dite.

### 2° E. D. F. - 2.

La construction du caisson sous pression en acier d'E. D. F. - 2 est maintenant terminée. La construction de ce caisson n'a donné lieu à aucune difficulté particulière, grâce à l'expérience qu'Electricité de France et les constructeurs avaient pu acquérir au cours de la construction du caisson d'E. D. F. - 1, construction qui avait donné lieu à un certain nombre de difficultés.

L'essai sous pression de ce caisson se fera dans quelques semaines et la construction de la centrale se poursuit normalement.

### 3° E. D. F. - 3.

Le caisson en béton précontraint d'E. D. F. - 3, qui constitue une réalisation exceptionnelle, est en cours de construction. Aucune difficulté importante n'a été rencontrée jusqu'à ce jour. L'ensemble de la construction de la centrale se poursuit favorablement, grâce en partie à l'expérience acquise au cours de la réalisation d'E. D. F. - 2.

## C. — CENTRALE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX

La capacité en eau de refroidissement du site de Chinon étant entièrement absorbée par E. D. F. - 1, E. D. F. - 2 et E. D. F. - 3, Electricité de France a choisi un autre site pour la réalisation de la centrale E. D. F. - 4, qui constituera un nouveau progrès technique par rapport à E. D. F. - 3. Le site retenu est situé à Saint-Laurent-des-Eaux, sur la rive gauche de la Loire, entre Orléans et Blois.



Le réacteur E. D. F. - 4 aura une puissance d'au moins 400 MW ; il comportera un caisson en béton précontraint et les échangeurs de chaleur seront incorporés à l'intérieur de ce caisson.

#### D. — CENTRALE DES MONTS D'ARRÉE

E. D. F. - 4 est construit pour partie par le Commissariat à l'Energie atomique (le réacteur) et pour le reste par Electricité de France. Les études essentielles sont terminées. L'aménagement du site à Brennilis (Finistère) est actuellement réalisé et les principaux marchés ont été passés au cours du deuxième semestre 1962, notamment ceux concernant le turbo-alternateur, les échangeurs et les turbo-soufflantes du circuit de refroidissement de gaz carbonique.

Toutefois, les gaines prévues en béryllium n'étant pas encore au point, il sera, pour débiter, utilisé de l'uranium légèrement enrichi gainé en acier inoxydable.

#### E. — CENTRALE DES ARDENNES

La centrale de Chooz de la Société d'énergie nucléaire des Ardennes est en cours de construction, le marché de matériels a été passé en septembre 1961 et le marché de génie civil au début de l'année 1962. Les galeries et chambres souterraines destinées à abriter le réacteur sont en cours de perforation.

### III. — Perspectives de développement de la production nucléaire d'énergie électrique.

Les perspectives de développement de la production française d'électricité d'origine nucléaire ne subissent pas de modification par rapport à l'année précédente.

Les experts s'accordent à penser que les centrales qui seront mises en service vers 1968-1970 seront compétitives en France avec les centrales thermiques classiques. Ce n'est cependant que vers 1966-1967, époque à laquelle on disposera de l'expérience des premières années de fonctionnement de la centrale de Chinon et d'une meilleure connaissance des résultats atteints à l'étranger, que la date de ce progrès décisif pourra être confirmée.

Le programme du IV<sup>e</sup> Plan comporte au total 800 MW, dont 400 MW seront mobilisés par la centrale E. D. F. - 4 à engager en 1963. Ce programme, comme celui du III<sup>e</sup> Plan, a pour but de poursuivre l'expérimentation de cette nouvelle forme d'énergie. Par contre, si les espoirs se réalisent d'un succès économique du nucléaire, le programme du V<sup>e</sup> Plan pourrait s'élever à 2.000 MW.

La production d'électricité d'origine nucléaire sera de l'ordre de 1,8 TWh en 1965. Elle pourrait atteindre 10 TWh en 1970 et 20 TWh en 1975, soit respectivement 6 et 10 % de la production totale d'électricité.

Les études de coût du kilowattheure d'origine nucléaire reposent encore dans une certaine mesure sur des hypothèses que seule l'expérience permettra de confirmer totalement, notamment en ce qui concerne la durée de vie des centrales, leur disponibilité annuelle et la tenue des combustibles sous irradiation.

Une étude récente, dont la presse s'est fait l'écho, compare comme suit les prix de revient probables des deux types principaux de centrale nucléaire et des centrales thermiques classiques à charbon :

TYPES DE CENTRALES	CENTRALE moderne au charbon (Europe).	REACTEUR uranium enrichi eau ordinaire.	REACTEUR uranium naturel graphite.
<i>Structure du coût du kWh.</i>			
Amortissement des investissements....	26 %	39 %	52 %
Exploitation de la centrale et entretien.	8	16	16
Combustible .....	66	45	32
	100 %	100 %	100 %
<i>Coût du kWh en centimes (F).</i>			
Nombre d'heures d'utilisation annuelle à pleine puissance :			
8.000 .....	3,55	3,43	3,30
6.000 .....	3,80	3,80	3,80
4.000 .....	4,30	4,80	4,56

Ce tableau montre que la centrale à uranium naturel graphite conduit au prix de combustible par kilowattheure le plus bas et qu'elle est relativement bien placée pour concurrencer le thermique classique pour les longues utilisations. Aucune opinion définitive ne peut cependant être encore formulée sur le choix de la meilleure filière nucléaire. Il n'est pas impossible que les deux filières se révèlent très voisines et qu'elles doivent toutes deux trouver place dans un programme global optimum.

#### IV. — Centres d'études nucléaires.

##### A. — SACLAY

Avec un effectif dépassant 5.000 personnes fin 1962, Saclay constitue le centre de recherche le plus important du C. E. A. Ce centre groupe les réacteurs de recherches et les assemblages critiques qui permettent l'étude des différents projets de réacteur de puissance, l'étude de l'effet des radiations sur les matériaux, la production des radio-éléments ainsi que de multiples recherches de physique, de chimie et de biologie. D'autre part, Saclay dispose de plusieurs accélérateurs de particules, dont en particulier le synchrotron à protons Saturne, destiné à des recherches fondamentales en physique des hautes énergies, et un accélérateur linéaire à électrons utilisé essentiellement pour des recherches de physique nucléaire.

Pour le centre de Saclay, l'année 1963 verra essentiellement le démarrage de la construction d'un nouveau réacteur d'essai de flux élevé, essentiellement destiné à l'étude de matériaux de structure, l'amélioration des performances de l'accélérateur linéaire, la mise en service du nouvel accélérateur Van de Graaff de 12 MeV et, à la fin de l'année, la mise en service du nouveau cyclotron à fréquence variable. Il faut encore signaler la poursuite et l'extension de l'effort d'enseignement de l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires (I. N. S. T. N.).

##### B. — FONTENAY-AUX-ROSES

Le centre de Fontenay-aux-Roses, avec un effectif de 1.500 personnes, groupe essentiellement les recherches consacrées à la fusion contrôlée, recherche entreprise dans le cadre d'un contrat avec

Euratom. Trois réacteurs de recherches fonctionnent dans ce centre ; ils sont utilisés principalement pour le contrôle des matériaux et des recherches de protection.

L'année 1963 n'apportera pas de modification essentielle des activités du centre de Fontenay-aux-Roses. Elle verra l'extension des laboratoires radiochimique et radiométallurgique.

#### C. — GRENOBLE

Le centre d'études nucléaires de Grenoble a un effectif de plus de 1.200 personnes fin 1962 à la suite de l'effort de décentralisation à partir des centres de la région parisienne. En plus du réacteur Mélusine, la construction du nouveau réacteur de recherches Siloë, pile-piscine de 10 MW thermique, s'est poursuivie en 1962.

Siloë doit diverger au début de 1963 et sera un outil précieux pour les recherches du centre d'études nucléaires de Grenoble dans le domaine de la physique du solide et de la chimie sous radiation.

#### D. — CADARACHE

Le centre d'études nucléaires de Cadarache, dont la construction avait débuté en 1960, est le centre dont l'évolution a été la plus rapide en 1962 et se poursuivra au cours de 1963.

Cadarache comprend essentiellement le réacteur d'essais Pégase de 30 MW de puissance dont le démarrage aura lieu courant 1963. A ce réacteur est associé un important laboratoire d'examen des combustibles irradiés. Cet ensemble est destiné à l'étude des éléments combustibles des réacteurs de puissance refroidie par gaz.

Le second ensemble important de Cadarache est le réacteur Rapsodie, un réacteur expérimental de 20 MW thermique fonctionnant à neutrons rapides et refroidis par du sodium liquide. La construction de ce réacteur se poursuivra en 1963.

Enfin, Cadarache comprend le réacteur à uranium enrichi et eau légère destiné au prototype à terre de sous-marin.

## V. — Situation de la production d'énergie électrique d'origine nucléaire à l'étranger.

### A. — EN ANGLETERRE

Le programme nucléaire anglais de production de l'électricité est basé essentiellement sur la même filière, uranium naturel-graphite-gaz carbonique, que le programme français.

Avec les deux centrales de Berkeley et Bradwell qui viennent d'être mises en service, le Royaume-Uni dispose de 900 MW environ. Les centrales en cours de construction ou actuellement décidées porteront ce chiffre à 4.000 MW en 1966 et au moins à 5.000 MW en 1968. Chaque centrale comporte deux réacteurs identiques, généralement de 250 MW chacun.

Dans une filière voisine utilisant l'oxyde d'uranium enrichi gainé d'acier, un prototype de 27 MW a été construit et a divergé en 1962.

Le projet Dragon réalisé dans le cadre O. C. D. E. avec le concours de l'Euratom et utilisant du combustible dispersé dans du graphite est en cours de construction.

D'autre part, le réacteur expérimental de Dounreay, à neutrons rapides, a été mis en service en 1962. Les résultats obtenus sont satisfaisants et, selon les dernières informations reçues, un projet de réacteur analogue serait envisagé dès 1963 pour une puissance importante.

### B. — AUX ETATS-UNIS

Les efforts américains ont porté surtout sur les filières utilisant comme combustible l'uranium enrichi et comme modérateur et refroidisseur l'eau naturelle. Les réacteurs à eau pressurisée actuellement en service — Shippingport, Indian Point (avec surchauffe au mazout), Yankee — totalisent 350 MW environ, et les réacteurs à eau bouillante — Dresden, Elk River, Humboldt Bay — environ 260 MW. Des prototypes sont en service ou en construction pour expérimenter diverses autres filières qui mettent en œuvre un modérateur organique, le sodium ou l'eau lourde.

Enfin, le réacteur rapide Enrico Fermi de 60 MW doit être signalé ; il doit entrer en service en 1963. Sa puissance pourra être portée à 150 MW avec la deuxième charge de combustible.

C. — EN U. R. S. S.

Le programme a, comme aux U. S. A., un caractère qualitatif plutôt que quantitatif. Les réalisations sont beaucoup plus limitées qu'il n'avait été envisagé il y a quelques années.

Un réacteur à uranium enrichi et eau pressurisée 210 MW est entré en service en 1962 à Voronej.

Un réacteur de 100 MW du type uranium enrichi — graphite — eau ordinaire sous pression est également en service à Beloyarsk.

Enfin, un réacteur de recherche à neutrons rapides (B 5) fonctionne de façon satisfaisante.

VI. — Crédits concernant le Commissariat à l'Energie atomique.

A. — IMPORTANCE DES CRÉDITS

Les dotations demandées au chapitre 62-00 du budget du Premier Ministre (I : Services généraux) sont les suivantes :

- autorisations de programme..... 1.372.000.000 F
- crédits de paiement..... 1.204.000.000 F

Ces dotations ont été arrêtées compte tenu des prêts du F. D. E. S. et des ressources propres évalués conformément au tableau ci-dessous :

	PROGRAMME nouveau autorisé.	MOYENS de paiement prévus pour 1963.
	En francs.	
Prêts du F. D. E. S.....	148.000.000	150.000.000
Ressources propres.....	65.000.000	65.000.000

Dès lors, l'enveloppe des ressources prévues pour 1963 au titre du Commissariat à l'Energie atomique s'établit, compte non tenu du transfert à provenir du budget des Armées, à :

	PROGRAMME nouveau 1963.	MOYENS de paiement.
	En francs.	
Subventions inscrites au chapitre 62-00 du budget du Premier Ministre.....	1.372.000.000	1.204.000.000
Prêts du F. D. E. S.....	148.000.000	150.000.000
Ressources propres.....	65.000.000	65.000.000
	1.585.000.000	1.419.000.000

A ces chiffres s'ajoute un crédit de 57 millions de francs représentant les contributions attendues d'Euratom dans le cadre de la collaboration entre le C. E. A. et l'organisme international.

#### B. — UTILISATION DES CRÉDITS

Dans le cas des dotations ainsi prévues, majorées des transferts à provenir en cours d'année du budget des Armées, l'activité du Commissariat à l'Energie atomique pour 1963 consistera :

— d'une part à assurer le fonctionnement des installations existantes sur la base du niveau de développement atteint à la fin de l'année 1962, à poursuivre les investissements en cours et à mettre en service les installations achevées dans le courant de l'année 1963.

— d'autre part, à entreprendre certaines opérations propres à 1963 qui constituent la suite des opérations antérieurement autorisées et réalisées.

Chacune de ces séries d'opérations appelle un commentaire particulier :

1° *Fonctionnement des installations en place, poursuite des investissements en cours et mise en service des nouvelles installations.*

Il convient tout d'abord de rappeler que, dans le cadre du budget du Commissariat à l'Energie atomique, toutes les dépenses prévues au titre d'une année donnée sont couvertes par une autorisation de programme, qu'il s'agisse de dépenses de fonctionnement ou de dépenses d'investissement.

Dès lors, les autorisations de programme nouvelles prévues pour 1963 sont utilisées par priorité pour assurer le fonctionnement

des installations en place et la mise en service des installations qu'il est prévu d'achever en cours de l'année. Les installations en place, les investissements en cours et la mise en service des installations devant être achevés en 1963, doivent être examinés séparément, en ce qui concerne d'une part les installations de production et, d'autre part, les installations de recherche.

a) Installations de production.

*Exploitation des unités de production existantes.*

— Mines : l'exploitation poursuivie par le Commissariat s'exécute au sein de trois divisions minières : du Forez, de la Crouzille (près de Limoges) et de Vendée.

— Unités de concentration des minerais : les usines de concentration sont situées à proximité des lieux d'extraction du minerai, de manière à réduire les charges de transport. Les usines de concentration sont situées à Bessines, l'Escarprière et à Gueugnon.

— Usine de fabrication d'uranium métal : traitant les concentrés fabriqués dans les usines qui viennent d'être énumérées, les usines d'uranium métal sont situées au Bouchet, dans la région parisienne, et à Malvesi, près de Narbonne.

— Centre de production de plutonium de Marcoule : les piles G 1, G 2, G 3 de Marcoule produisent du plutonium et de l'électricité. Le plutonium est séparé des barreaux irradiés dans l'usine chimique également située à Marcoule et l'électricité est utilisée par Electricité de France.

*Poursuite des investissements en cours.*

Les deux grandes réalisations de production en cours de réalisation sont :

— l'usine de séparation des isotopes de l'uranium de Pierrelatte ;

— l'usine de traitement des combustibles irradiés de la Hague.

A propos de l'usine de Pierrelatte, il convient de noter que la loi-programme du 27 juillet 1957 avait assuré, par une inscription directe au budget du Premier Ministre, le financement d'une première tranche évaluée à 250 millions de francs.

Maintenant l'usine de Pierrelatte est financée sur les dotations transférées au chapitre 62-01 du budget du Premier Ministre à partir du budget des Armées.



En ce qui concerne l'usine de la Hague, il faut noter que son financement est assuré pour partie grâce aux crédits inscrits au chapitre 62-00 du budget du Premier Ministre et pour partie sur des crédits transférés du budget des Armées.

Ce financement mixte s'explique par l'intérêt à la fois civil et militaire du plutonium qui pourra être extrait grâce aux installations de l'usine de la Hague.

b) Centres de recherche.

Poursuite des recherches générales autour des accélérateurs et des réacteurs construits au cours des années passées.

*Les accélérateurs* : le tableau ci-après fournit la liste des accélérateurs de particules en service ou décidés aux centres d'études nucléaires de Fontenay-aux-Roses, Saclay et Grenoble (mise à jour au 1<sup>er</sup> février 1962) :

TYPE	DATE de mise en service.	EMPLACEMENT
SA. M. E. S. 600 kV (générateur de neutron)..	1959	Fontenay-aux-Roses.
Van de Graaf 2 MV.....	1954	Saclay.
Van de Graaf 5 MV.....	1953	Saclay (1).
Van de Graaf tandem 12 MeV.....	1963	Saclay.
Cyclotron 11 MeV (en protons).....	1954	Saclay.
Cyclotron à énergie variable Philips.....	1964	Saclay.
Cockroft et Walton (« Haefely ») 300 kV (générateur de neutrons).....	1956	Saclay (1).
Accélérateur linéaire C. S. F. à électrons 28 Mev (2) (pour un courant crête de 85 mA).....	1958	Saclay.
Synchrotron à protons « Saturne » 3 Mev....	1958	Saclay.
SA. M. E. S. 150 kV (accélérateur d'ions)....	1958	Saclay.
SA. M. E. S. V 1 (ions) 600 kV, 2 mA.....	1958	Grenoble.
SA. M. E. S. V 2 (électrons) 600 kV, 2 mA....	1958	Grenoble.
SA. M. E. S. V 4 (électrons) 1,2 mV, 2 mA....	1959	Grenoble.
Philips GN 1 (générateur de neutrons) 300 kV.	1959	Grenoble.
SA. M. E. S. GEP 1 (générateur de neutrons pulsés) 150 kV.....	1959	Grenoble.
SA. M. E. S. GNP 2 (générateur de neutrons pulsés) 300 kV.....	1961	Grenoble.
SA. M. E. S. P 1 (ions) 1,2 MV, 3 mA.....	1961	Grenoble.

(1) Sera transféré à Cadarache en 1963.

(2) Extension à 45 MeV prévue en 1963.

*Les réacteurs* : le tableau ci-dessous fournit la liste des réacteurs nucléaires français de recherche en service ou décidés.

Réacteurs de recherche et d'essais.

N O M	D A T E de divergence.	T Y P E			O B J E T
		Combustible.	Modérateur.	Fluide caloporteur.	
EL 1 (Zoé).....	15-12-48	UO <sub>2</sub> naturel.	D <sub>2</sub> O	D <sub>2</sub> O	Recherche.
EL 2 .....	21-10-52	U naturel.	D <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	Recherche et production de radioéléments.
EL 3 .....	4-7-57	U légèrement enrichi.	D <sub>2</sub> O	D <sub>2</sub> O	Recherche, essais de matériaux et production de radioéléments.
Mélusine .....	1 <sup>re</sup> -7-58	U enrichi.	H <sub>2</sub> O piscine.	H <sub>2</sub> O	Recherche.
Triton .....	30-6-59	U enrichi.	H <sub>2</sub> O piscine.	H <sub>2</sub> O	Etudes de protection.
Minerve .....	29-9-59	U enrichi.	H <sub>2</sub> O piscine.	Néant.	Analyse pureté des matériaux.
Ulysse .....	23-7-61	U enrichi.	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	Enseignement (I. N. S. T. N.).

Assemblages critiques.

N O M	DATE de divergence.	T Y P E			O B J E T
		Combustible.	Modérateur.	Fluide caloporteur	
Aquilon .....	11-8-56	U naturel.	D <sub>2</sub> O	Néant.	Etudes de réseaux.
Proserpine .....	17-3-58	Divers.	H <sub>2</sub> O et B e O	Néant.	Etudes de criticité.
Alise .....	18-6-59	U enrichi.	H <sub>2</sub> O	Néant.	Etudes de réseaux.
Rubéole .....	5-7-59	U O <sub>2</sub> enrichi.	B e O	Néant.	Etudes de réseaux.
Marius .....	7-1-60	U naturel ou enrichi.	Graphite.	Néant.	Etudes de réseaux.
Peggy .....	2-2-61	U enrichi.	H <sub>2</sub> O	Néant.	Maquette critique de Pégase.
Rachel .....	4-61	Pu.	Néant.	Néant.	Etudes sur les neutrons rapides.
Alecto .....	8-11-61	Pu en solutions.	H <sub>2</sub> O	Néant.	Etudes de criticité.
César .....	Fin août 1964.	De base : U naturel d'essais : variable.	Graphite.	C O <sub>2</sub>	Etude neutronique des combustibles pour la filière uranium naturel, graphite, gaz jusqu'à 450° en pression ambiante.

*Poursuite des investissements en cours.*

— réacteurs d'études :

Pégase : cette pile utilisera comme combustible l'uranium enrichi, comme modérateur l'eau ordinaire. Elle doit permettre d'étudier le comportement des barreaux combustibles des piles de puissance productrices d'électricité. Elle utilisera le gaz comme fluide de refroidissement.

Ce réacteur d'étude permettra d'améliorer la tenue des combustibles dans les piles destinées à la production d'énergie électrique.

Siloë : cette pile, implantée au centre d'études nucléaires de Grenoble, est une pile-piscine qui utilisera l'uranium enrichi comme combustible, l'eau ordinaire comme modérateur et comme fluide

caloporteur. Cette pile-piscine permettra de réaliser les irradiations indispensables aux chercheurs du centre d'études nucléaires de Grenoble.

Cabri : ce réacteur, qui est en cours de construction au centre de Cadarache, utilisera l'uranium enrichi comme combustible, l'eau ordinaire comme modérateur et comme fluide caloporteur. Il est destiné aux études de sûreté des piles.

— réacteurs expérimentaux et prototypes :

Rapsodie : c'est la première pile à neutrons rapides inscrite au programme du Commissariat à l'Energie atomique. Il s'agit d'une pile expérimentale surrégénératrice. Elle fournira des enseignements dans le domaine des éléments combustibles au plutonium et sur les problèmes d'évacuation de la chaleur par le sodium fondu. Elle est en cours de construction à Cadarache. Une collaboration entre le Commissariat et Euratom s'est instaurée à propos de cette réalisation.

Prototype à terre de réacteur pour sous-marins. Cette réalisation est financée par des crédits transférés du budget des Armées. Il s'agit d'un réacteur à uranium enrichi et à eau ordinaire.

EL 4 : il s'agit d'un prototype de réacteur de puissance modéré à l'eau lourde et refroidi par gaz carbonique sous pression. Cette réalisation doit permettre de juger à l'expérience s'il conviendra d'ouvrir une nouvelle filière de centrales nucléaires qui pourrait éventuellement, dans l'avenir, prendre le relais de l'actuelle filière de réacteur uranium naturel graphite. L'utilisation de l'eau lourde comme modérateur doit permettre, en économisant des neutrons, d'obtenir une combustion plus complète de l'uranium que dans les réacteurs modérés au graphite. Dans un premier temps on utilisera un combustible facile à réaliser, utilisant un uranium légèrement enrichi.

*Mise en service des ouvrages achevés en 1963.*

Sous cette rubrique, il convient de noter tant les ouvrages entièrement achevés dans le courant de l'année 1963 que les ouvrages qui ne seront achevés qu'après 1963 mais pour lesquels il convient, dès cette année, de prévoir l'instruction et la mise en place des équipes responsables du fonctionnement.

Les réacteurs qui doivent entrer en fonctionnement en 1963 sont les suivants :

- Pégase ;
- Siloë ;
- Cabri ;
- César.

En ce qui concerne le prototype à terre de réacteur pour sous-marins, bien que son fonctionnement ne commence qu'en 1964, il convient de prévoir, dès 1963, la formation des équipes nécessaires.

Les développements ci-dessous ont eu pour objet de présenter :

— les charges que le Commissariat à l'énergie atomique devra assumer en 1963 pour assurer le fonctionnement des installations existantes ;

— les charges qu'il doit prévoir pour poursuivre les investissements en cours ;

— les dépenses qu'il convient d'inscrire à son budget pour assurer la mise en service des investissements qui seront achevés dans le courant de l'année 1963 ou assez tôt en 1964, pour justifier soit la mise en place des équipes de fonctionnement nécessaires, soit la préparation de cette mise en place.

Les dotations prévues pour couvrir l'ensemble de ces charges représentent environ 80 % des crédits demandés pour 1963.

Au-delà de ce pourcentage, les dotations prévues permettront de lancer des opérations propres à 1963 qui constitueront, soit la suite inéluctable des opérations déjà autorisées, soit la suite logique de celles-ci, aucune orientation nouvelle d'importance majeure n'étant prévue dans le domaine des applications civiles.

## 2° Opérations propres à 1963.

### a) Opérations inéluctables.

Celles-ci concernent :

#### *Le traitement des déchets.*

Le Commissariat à l'Énergie atomique assure, soit le stockage, soit le traitement des déchets de manière à écarter tous les risques qui, sans les précautions nécessaires, pourraient accom-

pagner le développement de l'équipement nucléaire dans le pays. Parallèlement à son développement général, il doit donc prévoir l'accroissement des charges correspondantes.

*Augmentation du coût de la recherche.*

Les dotations prévues à ce titre doivent permettre de tenir compte, partiellement au moins, du fait que le développement même de la science impose, lors du renouvellement de certains appareillages scientifiques, l'acquisition de matériel plus perfectionné, mais plus onéreux. Les dotations ainsi prévues doivent permettre de conserver aux centres d'études du Commissariat toute leur efficacité.

*Logement du personnel.*

La dispersion même des installations du Commissariat à l'Energie atomique impose la réalisation de programmes de logement permettant de fixer le personnel de haute qualification nécessaire au fonctionnement des installations de production et de recherche.

**b) Opération constituant la suite logique du programme autorisé.**

A ce titre, le programme du Commissariat à l'Energie atomique pour 1963 prévoit les seules opérations suivantes :

Au-delà des moyens nécessaires au fonctionnement des installations existantes achevées au cours de l'année 1963 il importe, pour donner à ces installations toute leur efficacité, d'assurer le ferment nécessaire au développement de la recherche. Dans ce but, il est prévu, au sein des crédits demandés au Parlement, une dotation permettant d'augmenter de façon modeste l'effectif des équipes en place. Cet effort doit s'accompagner de la continuation, en 1963, de travaux d'infrastructure axés sur l'achèvement de la reconstruction du centre de Fontenay-aux-Roses et sur le développement malheureusement ralenti des centres de province : Grenoble et surtout Cadarache.

*Nouveau réacteur d'irradiation.*

Le budget de 1962 comprenait des crédits en vue de la poursuite des études préliminaires à la réalisation d'une pile d'irradiation.

En effet, d'une part, le Commissariat doit faire procéder à des irradiations dans des piles étrangères ; de l'autre, la pile EL 2 qui a divergé le 21 octobre 1952 aura quinze ans lorsqu'une nouvelle pile d'irradiation, dont la construction pourrait commencer en 1963, entrerait en service.

Dès lors, il a été décidé d'inclure dans les crédits demandés pour 1963, au titre de la subvention au Commissariat à l'Énergie atomique, l'autorisation de programme nécessaire pour entreprendre la construction d'une pile d'irradiation.

Aux termes de l'ordonnance du 19 octobre 1945 créant le Commissariat à l'Énergie atomique, le budget de cet organisme ne peut être arrêté de façon analytique qu'après le vote de la subvention prévue à son profit au budget général. Les indications ci-dessus ne constituent donc pas le budget du Commissariat à l'énergie atomique : ce sont les lignes d'orientation qui seront retenues pour l'élaboration du budget du Commissariat à l'énergie atomique, dans la perspective de la subvention demandée au chapitre 62-00 du budget du Premier Ministre.

#### C. — CRÉDITS UTILISÉS POUR L'ÉDIFICATION DES CENTRALES E. D. F.

Les dotations analysées ci-dessus comprennent les crédits nécessaires à la fabrication des éléments combustibles destinés aux centrales E. D. F. et à la réalisation des études nucléaires.

Le programme 1963, prévu à ce titre, devant être financé par des prêts du Fonds de développement économique et social s'élève à 148 millions de francs, conformément à l'analyse ci-après :

— fabrication d'éléments combustibles.....	103 millions.
— part forfaitaire des études concernant la filiale uranium, graphite, gaz.....	25
— part forfaitaire des études concernant la filiale uranium, eau lourde .....	20
	<hr/>
	148 millions.

En revanche, la construction des centrales incombe à Electricité de France.

#### D. — CRÉDITS PROVENANT DU BUDGET DES ARMÉES

Les crédits inscrits au budget des armées au titre du chapitre 51-91 « Etudes spéciales » (§ 1<sup>o</sup>) « Atome » s'établissent à :

- 1.915 millions en autorisations d'engagement ;
- 1.646 millions en crédits de paiement.

La majeure partie de ces crédits devra être transférée au budget du Commissariat en 1963.

#### E. — FINANCEMENT DE L'USINE DE PIERRELATTE

Bien que les crédits nécessaires à la construction de l'usine de Pierrelatte ne figurent pas dans les crédits civils faisant l'objet de l'examen par votre Commission, il a semblé utile de connaître l'importance des dépenses.

##### 1<sup>o</sup> Engagements et paiements effectués.

Les engagements cumulés à la fin de 1962 pour les travaux d'études et de réalisation de la séparation des isotopes de l'uranium représentent plus de 300 millions de francs pour les études et plus de 1.100 millions de francs pour la construction.

Les paiements effectués s'établissent à environ 950 millions.

##### 2<sup>o</sup> Dépenses globales prévues.

En ce qui concerne les crédits pour les années à venir, il n'y a rien de changé par rapport aux déclarations du Ministre d'Etat à l'occasion des discussions sur la loi de finances rectificative de 1962 :

a) La loi du 23 juillet 1957 a ouvert une autorisation de programme de 250 millions et invité le Gouvernement à calculer et à demander les compléments financiers nécessaires ;

b) La loi-programme du 8 décembre 1960 relative à certains équipements militaires a prévu ces compléments cal-



culés sur la base d'un devis de 1.750 millions, conformément à l'analyse ci-après :

— construction de l'usine.....	1.500 millions.
— essais et démarrage.....	250 —
	<hr/>
	1.750 millions.

Il était précisé que cette donation ne comprenait pas le financement des usines chimiques et des logements assuré en dehors de ce devis.

c) Les résultats de certaines études et la réalisation de la construction ont conduit à certaines revisions techniques qui se sont répercutées sur le devis ayant servi de base aux inscriptions budgétaires inscrites dans la loi programme du 8 décembre 1960 relative à certains équipements militaires.

Sans entrer dans des considérations techniques détaillées, il faut indiquer que les difficultés rencontrées concernaient principalement les deux domaines suivants : la corrosion et la criticalité.

Sur le premier point, il convient de préciser qu'il a été décidé d'utiliser un alliage léger à base d'aluminium et de renoncer à l'acier. Or, cet alliage léger, qui donne satisfaction en ce qui concerne la corrosion, entraîne des difficultés technologiques : soudure, préfabrication en atelier, dilatation, dont la solution a entraîné un accroissement de dépenses.

Les résultats des études portant sur la criticalité ont conduit à prendre certaines précautions qui ont alourdi le montant du devis.

Compte tenu de ces divers éléments, les autorisations d'engagement comprises dans la loi du 23 juillet 1957 et dans la loi programme du 8 décembre 1960 relative à certains équipements militaires ont dû être revisées.

Une première revision, établie aux conditions économiques du milieu de l'année 1960, a conduit aux chiffres ci-après :

— construction .....	2.900 millions.
— essais et démarrage.....	1.000 —
	<hr/>
	3.900 millions.

C'est dans cette nouvelle perspective financière que le Gouvernement a demandé, pour 1962, un complément de 200 millions de francs dans le cadre de la première loi de finances rectificative sur 1962. Ce complément fut voté au milieu de l'année 1962.

Aux conditions économiques de novembre 1961, le devis de l'usine de Pierrelatte a été arrêté à :

— constructions .....	3.400 millions.
— essais et démarrage.....	1.000
— recherches et développement.....	100
	<hr/>
	4.500 millions.

Les compléments nécessaires sur la base du devis rappelé ci-dessus doivent être demandés chaque année dans la loi de finances. Pour 1963, ils sont inclus dans les dotations proposées au titre du chapitre 51-91 du budget des armées (section commune) intitulé « Etudes spéciales ».

IV. — Le degré d'incertitude du montant du devis mentionné ci-dessus tient :

— à l'évolution des conditions économiques à prévoir d'ici la fin de la construction du complexe de Pierrelatte ;

— à la définition des parties dites « hautes » et « très hautes » de l'usine pour lesquelles les choix techniques, subordonnés aux études en cours, ne sont pas définitivement et complètement arrêtés.

### Conclusions.

Les crédits prévus au budget du Premier Ministre pour être affectés au C. E. A. sont majorés de 30 % en ce qui concerne les crédits de paiement et de 15 % en ce qui concerne les crédits d'engagement.

Votre Commission a analysé l'utilisation de ces crédits. La plus grande partie se trouve utilisée par la poursuite de programmes déjà approuvés et par la mise en marche de nouvelles réalisations.

Le fonctionnement et le développement des centres de recherche absorbent également des crédits importants.

Dans une matière nouvelle et essentiellement mobile, les majorations n'ont pas semblé excessives à votre Commission.

Ces crédits en cause ne concernent pas l'utilisation militaire de l'énergie atomique. Toutefois, il n'a pas été possible à votre Commission d'ignorer la question de la fabrication du plutonium et la construction de l'usine de séparation des isotopes de Pierrelatte.

Votre Commission se félicite qu'un accord soit intervenu entre le C. E. A. et E. D. F. pour la production du plutonium à l'usine E. D. F. 1 de Chinon, qui vient d'être mise en divergence ; accord qui n'entraînera pas pour E. D. F. de frais supplémentaires et qui lui permettra de poursuivre ses essais en vue de la production de l'énergie à un prix compétitif.

Les usines suivantes : E. D. F. 2 et E. D. F. 3 ne devront pas fournir de plutonium de qualité militaire.

Votre Commission a manifesté des inquiétudes en ce qui concerne l'usine de Pierrelatte, concernant les incertitudes pesant sur les usines hautes et très hautes et sur le prix de revient de l'uranium enrichi, qui risque de n'être pas compétitif pour les usages civils.

Votre Commission tient à marquer la première divergence de la première usine nucléaire construite pour la production d'énergie électrique.

Elle approuve la politique qui tend à tirer de cette première divergence le plus de renseignements possible, quitte à retarder la montée en puissance et la production de kWh pour une usine pratiquement périmée avant de naître.

Elle constate avec satisfaction la poursuite normale des travaux E. D. F. 2 et E. D. F. 3 et la mise en chantier prochaine de E. D. F. 4 à Saint-Laurent-les-Eaux. Ainsi, le IV<sup>e</sup> Plan se réalise à la cadence prévue, 200 MW par an, soit une centrale de 400 MW tous les deux ans.

Elle constate également que se poursuit sur un rythme important la réalisation de nouvelles filières aux monts d'Arrée et dans les Ardennes, pendant que d'autres filières sont à l'étude dans les centres du C. E. A.

Votre Commission constate qu'il est toujours prévu pour les usines qui seront mises en service vers 1970 un prix du kWh d'origine nucléaire qui sera compétitif avec celui produit par les centrales thermiques. Elle espère que l'abondance actuelle des sources classiques d'énergie permettra, en attendant, de faire face aux besoins d'énergie sans cesse croissants qui se manifestent dans notre pays.

Compte tenu des observations présentées, votre Commission des Affaires économiques et du Plan donne un avis favorable à l'adoption des crédits du budget des services généraux du Premier Ministre concernant l'énergie atomique.