

SÉNAT

PREMIERE SESSION ORDINAIRE DE 1969-1970

Annexe au procès-verbal de la 1^{re} séance du 25 novembre 1969.

RAPPORT GÉNÉRAL

FAIT

au nom de la Commission des Finances, du Contrôle budgétaire et des Comptes économiques de la Nation (1), sur le projet de loi de finances pour 1970, ADOPTÉ PAR L'ASSEMBLÉE NATIONALE,

Par M. Marcel PELLENC,

Sénateur,
Rapporteur général.

TOME IV

EXAMEN DES CREDITS ET DES DISPOSITIONS SPECIALES

(Deuxième partie de la loi de finances.)

ANNEXE N° 9

Développement industriel et scientifique.

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Rapporteur spécial : M. Roger HOUDET.

(1) Cette commission est composée de : MM. Alex Roubert, président ; Yvon Coudé du Foresto, Georges Portmann, André Dulin, vice-présidents ; Jacques Descours Desacres, Max Monichon, Geoffroy de Montalembert, secrétaires ; Marcel Pellenc, rapporteur général ; André Armengaud, Jean Berthoin, Edouard Bonnefous, Jean-Eric Bousch, André Colin, Antoine Courrière, André Diligent, Paul Driant, Yves Durand, Marcel Fortier, Lucien Gautier, Henri Henneguelle, Gustave Héon, Roger Houdet, Michel Kistler, Fernand Lefort, Modeste Legouez, Jean-Marie Louvel, Marcel Martin, René Monory, Paul Pauly, Mlle Irma Rapuzzi, MM. Joseph Raybaud, Paul Ribeyre, Robert Schmitt, Charles Suran, Louis Talamoni, Henri Tournan.

Voir les numéros :

Assemblée Nationale (4^e législ.) : 822 et annexes, 835 (tomes I à III et annexe 11), 836 (tome IX), 837 (tome IV) et in-8° 150.

Sénat : 55 (1969-1970).

Lois de finances. — Développement industriel et scientifique - Recherche scientifique - Energie nucléaire - Espace - Informatique - Océanographie - Coopération scientifique.

SOMMAIRE

	Pages.
Introduction	5
CHAPITRE I^{er}. — La politique et les moyens de la recherche	9
A. — La politique de la recherche	9
B. — Les moyens de la recherche et son développement	12
I. — Moyens financiers	12
a) Prévisions du V ^e Plan corrigé	12
b) Fonds de la recherche scientifique et technique	18
c) Les contrats de développement	20
d) L'enveloppe recherche	23
II. — Moyens administratifs	27
III. — Moyens en hommes affectés à la recherche et au développement	28
IV. — Brevets et licences	32
CHAPITRE II. — La recherche nucléaire	34
A. — Analyse des crédits	34
I. — Les ressources	34
II. — Les dépenses	36
III. — Les moyens en personnel	38
B. — Réalisations et programmes	40
I. — Production et approvisionnement en matières premières	40
II. — Production d'énergie nucléaire	44
III. — Activités de recherche fondamentale et appliquée	49
CHAPITRE III. — La recherche spatiale	52
A. — Analyse des crédits	52
B. — Prévisions du V^e Plan	54
C. — Les travaux d'installation au sol	55
D. — Les satellites	58
E. — Les lanceurs	60
Conclusion	60

	Pages.
CHAPITRE IV. — <i>Le plan calcul</i>	62
A. — L'objectif	62
B. — Structure et crédits	64
C. — Institut de la recherche d'informatique et d'automatique (I. R. I. A.)	66
D. — Aspects industriels	68
I. — La structure	68
II. — Les ordinateurs	69
III. — Les périphériques	70
IV. — Les composants	70
V. — Le software	71
Conclusion	71
CHAPITRE V. — <i>L'exploitation des océans</i>	72
A. — Analyse des crédits	72
B. — Moyens d'intervention	76
I. — Moyens au sol	76
II. — Moyens à la mer	77
C. — Programmes de recherche	78
CHAPITRE VI. — <i>La recherche française et la coopération internationale</i>	79
A. — La coopération européenne	79
B. — La recherche nucléaire	80
I. — Euratom	80
II. — Agence internationale de l'énergie nucléaire	83
III. — Agence européenne de l'énergie nucléaire	83
IV. — Le centre européen de recherche nucléaire	84
C. — La recherche spatiale	84
I. — Coopération bilatérale	84
II. — C. E. C. L. E. S. - E. L. D. O. et C. E. R. S. - E. S. R. O.	86
III. — Intelsat	90
D. — L'informatique	91
E. — La recherche océanographique	92
I. — Coopération avec l'O. N. U.	92
II. — Coopération européenne	92
III. — Coopération franco-américaine	93
IV. — Coopération franco-soviétique	93

Mesdames, Messieurs,

Les actions de recherche qu'elles soient fondamentales ou appliquées, scientifiques ou techniques, nucléaires, spatiales, océaniques, étaient placées depuis plusieurs années sous l'autorité du Premier Ministre, qui, par délégation, en chargeait un Ministre ou Secrétaire d'Etat. Les crédits étaient inscrits dans les « Services généraux du Premier Ministre ».

Ces activités relèvent maintenant de l'autorité du Ministre du Développement industriel et scientifique et les crédits précédemment inscrits aux « Services généraux du Premier Ministre », ont été transférés à son budget.

Quel était l'objectif visé par la première formule ? C'était d'assurer, par le Premier Ministre lui-même ou son délégué direct, l'arbitrage nécessaire entre les différents ministères ayant, parmi leurs attributions, des actions de recherche. La dispersion des crédits est telle qu'il est bien difficile de coordonner leur emploi et d'éviter certaines duplications. Malgré cette direction au sommet, malgré les travaux du Comité consultatif de la Recherche scientifique et technique, peu d'améliorations ont été apportées dans le regroupement budgétaire et la centralisation des décisions en matière de recherche. On doit reconnaître que cela est particulièrement difficile, citant seulement l'impossibilité de séparer la recherche fondamentale de l'enseignement scientifique et universitaire.

Qu'a-t-on visé en rattachant développements industriel et scientifique ? Certainement, accélérer le passage de la recherche appliquée en pleine mouvance dans la pensée intellectuelle moderne à l'industrialisation du progrès technique, garantie d'une bonne rentabilité de cette recherche mais aussi confirmation que la croissance industrielle dépend étroitement de son application.

Ce rattachement doit montrer symboliquement une volonté d'innovation plus grande que l'industrie et l'économie française ne l'ont manifesté depuis les dernières décades mais ce rattachement laisse toujours un contrôle trop dispersé des crédits et moyens affectés à la recherche dans son ensemble.

Non seulement les crédits sont dispersés dans différents budgets mais encore les crédits soumis, pour coordination, à la discussion du Comité interministériel sont seulement ceux inclus dans « l'enveloppe recherche ». L'enveloppe recherche regroupe une partie des moyens affectés par les différents ministères civils à des activités de recherche et de développement ; cette enveloppe s'est certes élargie en ces dernières années ; elle comprend notamment, depuis 1969, la quasi-totalité des dotations allouées à la recherche Outre-Mer (O. R. S. T. O. M., I. R. A. T.) mais laisse hors enveloppe la recherche universitaire financée sur les crédits d'enseignement, la recherche aéronautique civile, la recherche pétrolière conduite par l'I. F. P., les recherches de la Défense nationale.

En outre, certains organismes, comme le C. N. E. T., le B. R. G. M., les transports, compris cependant dans l'enveloppe, financent la plus grande partie de leur recherche par des crédits échappant à l'examen du Comité interministériel.

S'ajoutent à l'enveloppe recherche proprement dite, les crédits soumis à l'examen interministériel des programmes spécifiques lancés depuis dix ans : C. N. E. S., Aide au développement, Plan calcul, Recherche civile du C. E. A.

Cette situation est peu satisfaisante ; la division des crédits soumis à l'examen interministériel dans et hors enveloppe recherche semble indiquer qu'il s'agit de crédits de nature différente alors qu'ils ont souvent le même objet (Plan calcul et I. R. I. A.) ou intéressent des organismes de structure comparable (C. N. E. S. et C. N. E. X. O.).

Si on peut admettre que la recherche militaire, qui a une finalité et un caractère particuliers et la recherche universitaire liée à l'enseignement restent hors enveloppe, il n'en est pas de même du grand nombre de programmes et d'opérations qui ne relèvent pas encore de la coordination interministérielle.

Il serait nécessaire, lors de la préparation du budget de 1971 :

1° De recenser systématiquement à l'intérieur des différents budgets ministériels les crédits affectés à des activités de recherche et développement après avoir clairement identifié ces activités ;

2° D'individualiser ces crédits au niveau du chapitre et de l'article, en regroupant sur un même chapitre les crédits affectés à un même établissement ou à une même opération en distinguant les activités de recherche des autres activités de contrôle et exploitation.

3° De regrouper dans un même titre, des crédits ayant la même nature : actuellement, des crédits de contrats sont imputés sans raisons apparentes, aux titres III, IV, V ou VI, des crédits de fonctionnement au titre VI, etc.

D'autre part, la recherche s'effectue dans des structures extrêmement variées, qui sont allées en se diversifiant d'une façon peut-être excessive.

Suivant l'heureux regroupement partiel au sein du C. N. R. S. des actions de recherche fondamentale et appliquée réparties dans les universités et les laboratoires particuliers, l'apparition d'actions spécifiques a amené à créer autour d'équipes de chercheurs spécialisés, des organismes nouveaux (loi du 3 janvier 1967 : C. N. E. X. O., A. N. V. A. R., I. R. I. A.) s'ajoutant à des centres ou commissariats importants (C. E. A. et C. N. E. S.). Or, un fait nouveau naît de la loi d'orientation de l'enseignement supérieur : c'est l'autonomie des universités. Cette autonomie favorisera la spécialisation des universités, entraînant le regroupement des moyens importants en chercheurs et matériels, avec l'aide financière résultant de la collaboration de l'industrie et de l'université

Que deviendront, face à cette situation, certains des nouveaux organismes créés ?

En conclusion, la dispersion des crédits, des responsabilités, la multiplicité des organismes, la classification budgétaire rendent difficile une vue d'ensemble du problème global et capital posé par la recherche. Peut-on améliorer cette situation en vue d'une meilleure présentation certes, mais surtout d'un meilleur contrôle d'emploi des crédits engagés et d'un plus sûr jugement de l'efficacité des moyens mis en œuvre, en vue aussi de mieux fixer les directions de recherche, d'analyser plus sûrement les résultats scientifiques et industriels obtenus, de mesurer les succès, comme aussi les échecs inévitables dans une politique de recherche ?

Il appartient au nouveau Ministère chargé du développement scientifique de définir sa politique et les moyens de l'appliquer. Nous souhaitons que la charge parallèle du développement industriel, qui est la sienne, n'obscurcisse pas le rôle important qui doit être conservé à la recherche fondamentale.

CHAPITRE I^{er}

LA POLITIQUE ET LES MOYENS DE LA RECHERCHE

A. — La politique de la recherche.

La recherche moderne doit être l'objet d'une politique globale qui vise à trois objectifs liés l'un à l'autre. La connaissance sous toutes ses formes est pour l'homme un besoin aussi impérieux d'élever son niveau de vie intellectuelle que la quête de conditions d'existence journalière meilleures, est nécessaire à l'élévation de son niveau de vie matérielle.

La recherche permet de satisfaire ces deux besoins. La notion de recherche fondamentale pure n'est peut être qu'une abstraction qui donne l'orgueil de la difficulté vaincue, la satisfaction de transmettre son savoir à d'autres et de contribuer au progrès de l'humanisme. Mais les résultats de cette recherche pure se concrétisent de plus en plus rapidement en notre siècle et les deux objectifs de la recherche ne peuvent plus être dissociés. Cela implique la disparition de mentalités différentes, d'incompréhensions mutuelles entre tous ceux qui sont liés à l'action de recherche à tous ses niveaux, le travail en équipes se substituant au chercheur isolé dans son laboratoire personnel et l'intégration de plus en plus poussée de la recherche dans le développement industriel.

Cette intégration va de la recherche fondamentale qui étudie sans idée préconçue les lois de la nature à la recherche appliquée qui débouche sur une présomption d'applications possibles, puis au pré-développement débouchant sur la réalisation d'un prototype, une probabilité d'utilisation future et la prise de brevets, enfin au développement où jouent les questions de compétitivité et de marché mais qui sont *in fine* le réel aboutissement et la réussite de la recherche.

Cette interpénétration des différents modes de recherche assure entre eux un mouvement continu : la science fondamentale donne à l'industrie les moyens de se développer et de se moderniser, mais l'industrie lui rend des appareils plus complexes, plus précis, qui

lui permettent de progresser dans la recherche pure. La chaîne continue entre recherche fondamentale et développement a permis de construire en cinq ans les transistors alors que leur isolement a laissé s'écouler un siècle entre la découverte du principe de la photographie et la photographie elle-même.

Mais en même temps, les frontières nationales s'ouvrent de plus en plus tant aux relations intellectuelles internationales, à la mutation des chercheurs qu'aux productions et à la compétitivité industrielles. Dans cette concurrence mondiale, la découverte et la valeur d'un brevet importent autant que le management de l'industrie. Cela explique que chaque nation affecte une part d'autant plus grande de son revenu national aux actions de recherche mais ouvre aussi une course toujours plus onéreuse, et souvent regrettable, dans une discipline déterminée de la recherche, pour rattraper le retard pris sur la nation industrielle en pointe dans ce domaine.

Les coûts de la recherche croissent plus vite que l'activité inventive elle-même, ce qui doit amener à faire des choix d'autant plus difficiles qu'ils reposent toujours sur des critères économiques mais souvent aussi sur des impératifs politiques, liés au développement à en attendre. La création de moyens de défense et de protection a poussé les deux grands empires à consentir pour la recherche des sacrifices financiers et humains que les « retombées industrielles » ne compensent qu'en partie. L'Europe, soit collectivement, soit individuellement, tente, selon un processus analogue mais avec des moyens insuffisants, de combler le fossé qui la sépare de ses deux rivaux dans le domaine de la concurrence et de l'indépendance industrielles.

La France joue sa partie dans cette émulation scientifique : elle a consacré, depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, des efforts de plus en plus grands qui la placent, en valeur relative, parmi les nations de tête. Mais elle est arrivée à un niveau où *elle doit dépenser mieux avant de dépenser plus*. Le Comité consultatif de la recherche scientifique et technique a estimé que « le problème devient celui de l'efficacité considérée comme le rendement de conversion des capitaux absorbés dans l'effort de recherche et développement en résultats d'intérêt économique ».

Pour atteindre cet objectif, on est amené à faciliter l'exploitation industrielle de la recherche en donnant au développement sur la recherche fondamentale et appliquée une part plus impor-

tante des moyens d'action. Mais recherche et développement restant intimement liés, cela ne peut se concevoir que dans une croissance continue de ces moyens.

Or, le budget d'austérité 1970 qui nous est présenté arrête cette croissance et oblige à des choix plus impératifs et à une modification de la politique inscrite dans le V^e Plan.

Le C. C. R. S. T. se basant sur la réduction de l'effort public et sur les impératifs budgétaires 1970, a donc différé la modification des taux de répartition de cet effort entre la recherche et le développement. Il s'est attaché à définir des normes générales, applicables à tous les organismes de recherche en période d'austérité :

— hâter le déclin des secteurs ou des activités qui apparaissent relativement moins vivants et moins utiles ;

— stabiliser l'effort dans les disciplines où la rentabilité de la recherche est la moins immédiate ;

— ralentir la progression des secteurs nouveaux dont l'urgence ne justifierait pas l'abandon ou le ralentissement de recherches plus urgentes dans d'autres secteurs ;

— donner la priorité à l'équilibre du fonctionnement et de l'équipement des installations existantes, retarder le lancement de nouvelles opérations de construction ;

— assurer la cohérence des équipes de recherche existantes par l'amélioration du rapport techniciens-chercheurs.

Le Gouvernement, compte tenu des impératifs économiques et budgétaires, n'a pas remis en cause les objectifs à moyen ou long terme de la politique de recherche ; il a porté également les réductions de crédits d'équipement sur tous les secteurs de la recherche en donnant toutefois une priorité à l'océanographie et aux télécommunications.

*

* *

B. — Les moyens de la recherche et de son développement.

I. — MOYENS FINANCIERS

a) *Les prévisions du V^e Plan corrigé.*

Parmi les moyens que consacre la France à la recherche et au développement, seuls les crédits d'équipement soumis à discussion interministérielle au cours de la procédure budgétaire étaient programmés dans le V^e Plan avec la valeur d'un certain engagement de dépenses.

Une partie d'entre eux était programmée de façon globale : l'aide au développement et la recherche spatiale, auxquelles est venu s'ajouter, en 1966, le plan calcul, ainsi intégré au V^e Plan. Les objectifs initiaux prévoyaient pour les années 1966 à 1970, l'ouverture de 600 millions de francs d'autorisations de programme pour l'aide au développement, de 2.000 millions de francs pour la recherche spatiale, et de 600 millions de francs pour le plan calcul.

Dans les trois premières années d'exécution du V^e Plan, ces trois programmes ont connu un développement rapide, au-delà des prévisions. Début 1969, on prévoyait la réalisation des objectifs à près de 100 % pour le programme spatial, à 80 % et à 75 % respectivement pour l'aide au développement et le plan calcul.

La seule partie des crédits budgétaires programmée dans le détail concernait « l'enveloppe recherche » *stricto sensu*. L'objectif essentiel du V^e Plan était d'accroître le potentiel national de recherche grâce à l'ouverture de 3.900 millions de francs d'autorisations de programme pour l'équipement des organismes publics civils de recherche et pour la dotation du fonds de la recherche destiné à financer les « actions concertées ».

Or, dans ce domaine, le taux d'ouverture des autorisations de programme après quatre années d'exécution du Plan, est de 63 % alors que l'échéancier du V^e Plan prévoyait que 74 % des autorisations de programme auraient dû être accordées à cette date. Certaines disciplines ont un taux de réalisation relativement élevé : les mathématiques du fait de l'équipement des différents laboratoires en matériel de calcul et du développement rapide de l'I. R. I. A., l'océanographie, du fait de la création du CNEXO en cours du Plan, et la recherche agricole.

Les changements survenus depuis 1965 dans ce domaine en pleine évolution, et les restrictions budgétaires imposées par la conjoncture économique, ont conduit la commission de la recherche scientifique et technique à procéder à l'adaptation du V^e Plan au début de 1969.

Compte tenu des quatre budgets déjà votés et de la conjoncture budgétaire difficile, la commission de la recherche s'est prononcée sur les modifications à apporter pour l'achèvement du V^e Plan.

Elle a estimé que le niveau satisfaisant du taux de réalisation du Plan dans le domaine de l'aide au développement et du plan calcul, ainsi que la nature des recherches correspondantes, justifiaient une légère progression de l'enveloppe destinée à ces deux secteurs ; elle a reporté à la préparation du VI^e Plan l'examen d'ensemble du programme spatial.

Une revision très complète a été faite en revanche pour l'enveloppe-recherche *stricto sensu*. La commission a notamment admis que la durée d'exécution du Plan devait être prolongée d'un an pour ces crédits. Elle a arrêté à 4.040 millions de francs courants le montant des crédits finalement retenus pour les six années du Plan révisé, alors que l'objectif initial du V^e Plan était de 3.900 millions de francs 1965, et adopté une nouvelle ventilation par discipline de cette enveloppe globale.

Pour procéder à cette revision de la programmation initiale, la commission a tenu compte :

— des changements de priorités qui ont pu intervenir depuis le début du V^e Plan, en faveur de telle ou telle discipline. C'est ainsi que la commission a dû augmenter les dotations consenties à des disciplines « neuves » dont le plan initial n'avait pas pu prévoir l'essor (océanographie par exemple) ;

— des possibilités de consommation effective des crédits d'équipement par les différentes disciplines, et des possibilités réelles d'utilisation des équipements en fonction des équipes de recherche disponibles ou prévisibles.

Le tableau ci-après rend compte du degré de réalisation des objectifs du V^e Plan pour chacun des programmes soumis à la procédure interministérielle.

Il faut constater en outre que l'article 32 de la loi de finances pour 1969 a amené des réductions de crédit de recherche de 42 millions pour le fonctionnement et 20 millions pour l'équipement.

Enveloppe-recherche. — Crédits d'équipement. — Etat d'avancement du Plan par discipline (30 juillet 1969).

(Autorisations de programme en millions de francs.)

DISCIPLINES	OBJECTIF initial du V ^e Plan.	MODIFICATIONS apportées.	OBJECTIF révisé au 1 ^{er} avril 1969.	AUTORISATIONS DE PROGRAMME					POURCENTAGE de réalisation.	
				1966	1967	1968	1969	Total.	Objectif initial.	Objectif révisé.
Mathématiques	315,000	+ 62,806	377,806	34,356	56,688	69,046	66,963	227,053	72,1	60,1
Physique	1.254,000	+ 3,230	1.257,230	169,705	204,031	209,784	168,223	751,743	59,9	59,8
Chimie	400,000	— 17,893	382,107	43,094	53,184	48,729	60,474	205,481	51,4	53,8
Sciences de la terre.....	284,000	— 10,668	273,332	29,076	48,453	56,096	45,859	179,484	63,2	65,7
Océanographie	150,000	+ 79,744	229,744	18,950	28,015	29,896	48,397	120,258	80,2	52,3
Recherche agricole	390,000	+ 27,000	417,000	66,500	82,500	81,580	70,100	300,680	77,1	72,1
Biologie	344,000	+ 5,204	349,204	40,102	41,957	56,913	48,238	187,210	54,4	53,6
Médecine	246,000	+ 21,441	267,441	37,888	42,001	47,268	38,163	165,120	67,1	61,7
Bâtiment, travaux publics, urbanisme	162,000	— 10,140	151,860	14,900	24,100	27,860	20,400	87,260	53,8	57,5
Sciences humaines	120,000	— 23,689	96,311	9,999	10,339	18,560	12,625	51,523	42,9	52,4
Propriété industrielle (action concertée)	10,000	— 10,000	»	»	»	»	»	»	»	»
Opérations interdisciplinaires. Réserve générale	225,000	+ 12,945	173,354	30,374	42,288	34,037	53,328	160,027	71,1	92,3
Ajustement Ministère Education nationale (1).....	»	»	64,591	»	»	»	»	»		
				— 0,244	6,414	20,261	1,830	28,261	»	»
Total	3.900,000	+ 140,000	4.040,000	494,500	639,970	700,030	629,600	2.464,100	(2) 63	(3) 61

(1) Dû à la programmation à 125 % de ce Ministère et au matériel non ventilé.

(2) Période 1966-1970.

(3) Période 1966-1971.

La dépense intérieure de recherche et développement qui mesure l'ensemble des travaux de recherche et développement effectués sur le territoire national est passée de 2.400 millions de francs en 1958, soit 0,97 % du produit national brut, à 9.755 millions et 2,10 % du produit national brut en 1965, année de base du V^e Plan. L'objectif de ce dernier était d'élever ce pourcentage jusqu'à 2,5 % en 1970 et de fait, pendant les premières années du Plan, la dépense nationale de recherche passait à 2,17 % en 1966, 2,30 % en 1967, 2,37 % en 1968, le niveau absolu de dépenses étant alors de 13,6 milliards de francs.

Les premières estimations pour 1969 font apparaître une régression qui ramènera vraisemblablement l'effort global en matière de recherche et développement à 2,28 % du produit national brut.

Le tableau ci-après montre que ce taux est voisin de celui de la Grande-Bretagne, mais inférieur à celui des Etats-Unis et probablement de l'U. R. S. S.

ANNÉE 1967	DÉPENSES TOTALES de recherche et développement.		FINANCEMENT public plus enseignement (en pourcentage).	PART DES TRAVAUX de recherche et développement exécutés par l'industrie.
	En millions de dollars (1).	Pourcentage du produit national brut.		
France	2.507	2,3	65,2	54,2
Allemagne	2.127	1,8	43,9	66,8
Royaume-Uni	2.472	2,3	53,0	68,6
Italie	447	0,7	37,7	60,6
Japon	1.684	1,5	37,1	62,5
Etats-Unis (1966) ...	22.220	3,1	68,9	65,6

Source : O. C. D. E.

(1) Au taux de change de l'année de l'enquête.

La réalisation de l'objectif du V^e Plan (2,5 % du produit national brut) devait se faire, à partir de la base 1965 évaluée à 2 %, par une élévation annuelle de 1/10 de point.

En fait, en raison du rythme de croissance élevé dans les deux dernières années du IV^e Plan, le niveau atteint en 1965 fut supérieur aux estimations faites en 1963. A partir de ce point de

départ élevé, la progression de l'effort de recherche a suivi le taux prévu pendant les deux premières années d'exécution du V^e Plan pour fléchir en 1968 et se transformer en une régression en 1969. L'évolution probable de cette tendance fait prévoir que, malgré l'avance acquise en début de Plan, il sera impossible d'atteindre en 1970 l'objectif qui avait été retenu.

De cette évolution, retracée dans le tableau ci-dessous, il ressort que le point d'équilibre n'est pas encore atteint où les ressources que le pays consacre à la recherche et à son application dans l'économie évolueraient au rythme d'accroissement de la richesse nationale.

**Evolution des dépenses globales
consacrées par la France à la recherche et au développement.**

	1965	1966	1967	1968 (1)	1969 (2)
D. B. R. D. (normes de l'O. C. D. E. en millions de francs courants)	9.755	10.848	12.376	13.600	14.700
Pourcentage du produit national brut calculé sur ses anciennes bases ...	2,10	2,17	2,30	2,37	2,28

(1) Estimations provisoires.

(2) Prévisions.

Un objectif absolu de croissance ne peut à lui seul constituer une politique scientifique et la façon dont sont utilisés les moyens mis en œuvre n'est pas un problème moins important. Cette utilisation est retracée dans le tableau ci-joint :

Evolution des dépenses par catégories de recherches : fondamentale, appliquée, développement, dans les différents secteurs d'exécution.

DÉPENSES DE RECHERCHE et développement par secteur d'exécution.	RECHERCHE fondamentale.	RECHERCHE appliquée.	DÉVELOPPEMENT	DÉPENSES totales de recherche et développement.
	(En pourcentage de dépenses totales de recherche et développement.)			
Secteur de l'enseignement (C. N. R. S. compris) :				
1963	83	17		100
1964	86	14		100
1965	87	13		100
1966	88	12		100
1967	89	11		100
Secteur de l'Etat :				
1963	10	44	45	100
1964	10	43	47	100
1965	11	44	45	100
1966	11	43	46	100
1967	11	44	45	100
Secteur des entreprises :				
1963	Non évalué.	40	60	100
1964	Non évalué.	37	63	100
1965	5	33	62	100
1966	5	32	63	100
1967	6	32	62	100
Secteur des institutions sans but lucratif :				
1963	37	60	3	100
1964	37	59	4	100
1965	37	61	2	100
1966	38	59	3	100
1967	38	57	5	100
Ensemble :				
1963	14	39	47	100
1964	16	36	48	100
1965	18	34	48	100
1966	18	33	49	100
1967	19	34	47	100

b) *Fonds de la recherche scientifique et technique.*

Le Fonds de la recherche scientifique et technique a pour mission d'animer et de coordonner les actions concertées de recherche fondamentale et appliquée : ces actions sont temporaires et complètent les moyens dont disposent les laboratoires publics et privés. Le fonds donne ainsi une impulsion à des recherches trop nouvelles pour s'imposer naturellement ou trop coûteuses pour être entreprises par des laboratoires isolés. Le fonds intervenait sous forme d'actions concertées, d'opérations exceptionnelles et d'actions urgentes. En 1970, son intervention portera sur des actions concertées, des actions complémentaires coordonnées et des actions urgentes, des opérations exceptionnelles.

Les actions concertées, lancées depuis 1966, portent sur 20 disciplines ; elles ont été décrites dans nos précédents rapports : le Fonds y a consacré de 1961 à 1965, 431 millions (crédits de paiement), soit le dixième environ de l'enveloppe recherche. Pendant la durée du V^e Plan, les crédits affectés aux actions concertées sont ou seront de 508 millions, répartis comme suit :

ACTIONS CONCERTÉES	1966	1967	1968	1969	PROPOSITIONS 1970
Calculateurs	6	9	9	9	(a)
Automatisation	5	8	8	7	8
Electronique	16	21	22	20	22
Electrotechnique nouvelle	6,2	7	7	3	4
Mécanique	5	8	8	7	7
Instruments de mesure.....	2,2	2	4	3	5
Chimie macromoléculaire	5,5	7	5	3	4
Métallurgie	4	6	6	4	5
Pollution de l'air.....	»	»	2	3	2
Sciences de la terre.....	2	5	3	»	»
Eau	2	5	5	4,5	3
Recherche atmosphérique	3,5	6	6	4	4
Biologie moléculaire.....	5	5	6,5	6	5,5
Echanges respiratoires et circula- toires	2	3,5	5	4,5	4,5
Génie biologique et médical.....	3,2	5	6,5	6	5
Technologie agricole	4,5	6	7	5,5	6

(a) Action transférée à la délégation à l'informatique.

ACTIONS CONCERTÉES	1966	1967	1968	1969	PROPOSITIONS 1970
Lutte biologique	1	1,5	1,5	1,5	1,5
Urbanisation	3	5	6,5	»	(b)
Socio-économie du développement.	6,2	3,5	6,5	4	2,5
Enseignement programmé	1	1,5	1,5	»	(c)
Total	83,3	115	126	95	89

(b) Action transférée à l'article 2 (actions complémentaires coordonnées).

(c) Action reprise par la direction des enseignements supérieurs.

Par rapport aux objectifs révisés du V^e Plan le taux moyen de réalisation des actions concertées est de 62,2 %.

Les opérations exceptionnelles et les actions urgentes sont regroupées depuis 1968. Elles représentent 15 % des crédits totaux. Elles ont porté, en 1968, sur l'aide à l'I. N. S. E. R. M. pour les actions nationales, l'étude d'un grand accélérateur, la création du centre de recherches appliquées au développement économique et social, le programme biologique international, l'échange de chercheurs et l'installation d'un centre de calcul à la Faculté de médecine de Paris.

Les crédits budgétaires passent de 134 millions (autorisations de programme) en 1969, à 114,4 millions en 1970 (plus 10 millions de crédits optionnels) et 174,5 (crédits de paiement), en 1969, à 105 millions en 1970.

Ils seront répartis comme suit :

	AUTO-RISATIONS de programme.	CREDITS DE PAIEMENT	
		Actions nouvelles.	Services votés.
(En millions de francs.)			
Actions concertées.....	89	25,55	
Actions complémentaires coordonnées	15,4	7 »	
Actions urgentes et opérations exceptionnelles	8,5	5 »	
Etudes et recherches de la D. G. R. S. T.....	1,5	1 »	
Total	114,4	38,55	66,45
		105	

Par rapport à 1969, les réductions de crédits sont compensées par le transfert de l'action « calculateurs » à la délégation à l'informatique (9 millions), des actions enseignement programmé, urbanisation et socio-économie, à d'autres organismes.

Les actions nouvelles dites actions complémentaires coordonnées toucheront : l'opto-électronique (2,7 millions), la métrologie (1,7 million), l'activation sélective en chimie organique (3,5 millions), la biologie (3 millions), l'urbanisation (4,5 millions).

Les opérations exceptionnelles (3 millions) intéressent le centre de calcul de la Faculté de médecine de Paris, la biologie internationale et les échanges de chercheurs (1,65 million).

Un crédit de 1,5 million permettra à la D. G. R. S. T. d'effectuer par elle-même des études de prospective lui permettant d'assurer sa mission de coordination.

c) Les contrats pour le développement de la recherche.

Mise en place en 1965, cette procédure vise à faire participer l'Etat aux risques pris par les entreprises pour le développement des résultats de la recherche, c'est-à-dire la mise au point de prototypes, de produits ou de procédés nouveaux.

Cette intervention de l'Etat s'effectue sous forme de subventions remboursables en cas de succès, dans la limite de 50 % du coût des opérations.

Les crédits mis à la disposition de l'aide au développement depuis 1966 sont retracés dans le tableau ci-dessous :

	OBJEC- TIFS V ^e Plan 1966-1970.	1966	1967	1968	1969	OBJEC- TIFS revisés.	REALI- SATION fin 1969	
		(En millions de francs.)						(En pour- centage.)
Autorisations de programme.	600	59	122	150	147 (1)	700	61	

(1) Dont 44 versés au Fonds d'action conjoncturelle et 19,5 transformés en prêts du F. D. E. S.

Jusqu'à la fin de 1968 l'effort a essentiellement porté sur les secteurs suivants :

- la construction électrique et électronique (un tiers environ des crédits) ;
- la construction mécanique (22 % des crédits) ;
- la chimie et les transports (11,5 % et 11,7 % des crédits respectivement) ;
- les textiles, la papeterie (8 % des crédits).

Au début de 1969, un certain optimisme a conduit à reviser en hausse les objectifs du V^e Plan compte tenu d'une dotation de 147 millions de francs prévue pour l'année. Or, en cours d'année, cette dotation a été doublement amputée :

- d'une somme de 19,5 millions de francs transformée en prêts F. D. E. S. ;

- d'un montant de 44 millions de francs versé au Fonds d'action conjoncturelle.

Pendant le second semestre de 1968, en effet, le nombre des demandes d'aide au développement avait fléchi, ce qui a entraîné une consommation ralentie des crédits au cours du premier trimestre de 1969. A la fin du mois de juillet 1969, 57 millions de francs seulement avaient été engagés sur les thèmes suivants :

THEMES	NOMBRE de contrats.	MONTANTS (En millions de francs.)
Machines-outils automatisées.....	3	6,9
Transformation des produits agricoles.....	6	7,4
Instruments de mesure.....	7	4,3
Techniques des coussins d'air.....	2	6,7
Nuisance et sécurité des transports.....	3	8
Matériel de travaux publics.....	1	4
Dessalement de l'eau de mer.....	1	3
Divers	9	16,7
Total	32	57

Les crédits inscrits au chapitre 66-01 pour l'aide au développement ont donc été très lourdement frappés par les mesures de blocage indifférenciées prises en juillet 1969. Ces mesures ont pour effet de retarder de trois à six mois l'engagement de nouveaux projets de développement car les crédits de l'année 1969 sont actuellement épuisés, alors que le nombre et le montant des demandes d'aide ont fortement repris. De la sorte, compte tenu des autorisations de programme effectivement disponibles en 1969, soit 83,5 millions de francs, les objectifs révisés du V^e Plan ne seront, à la fin de l'année, réalisés qu'à 61 %.

Les autorisations de programme prévues pour 1970, qui s'élèvent à 126 millions de francs, seront inférieures à la dotation initiale de 1969 (— 14,2 %), mais supérieures aux crédits réellement disponibles en 1969, surtout si l'on y ajoute les 10 millions de francs de crédits optionnels inscrits au F. A. C. (au total : + 62,9 %). Elles sont néanmoins inférieures aux crédits de 1968 (150 millions de francs) et s'établissent au niveau de 1967 (122 millions de francs). Eu égard à la conjoncture actuelle, le budget de la recherche enregistre un ralentissement de son expansion. Les crédits de l'aide au développement ont suivi cette évolution.

Les crédits prévus dans le budget de 1970 permettront d'assurer la poursuite des travaux engagés au cours des années antérieures et d'entreprendre un certain nombre de recherches nouvelles.

Lors de la préparation du VI^e Plan, cette procédure et les crédits qui lui sont attribués feront l'objet d'un examen approfondi en vue d'adapter ce type d'intervention aux besoins de l'économie française.

Au début de l'année 1969, onze entreprises ont commencé à rembourser, sur les chiffres d'affaires qu'elles ont réalisés en 1968, les subventions qui leur avaient été accordées. Ces versements se sont élevés à 428.000 F. Si cette somme peut paraître faible par rapport aux crédits affectés à ce type d'intervention, de 1965 à 1968 (338 millions de francs), il faut cependant noter qu'elle est en progression puisque, en 1968, un seul remboursement était intervenu et que, en toute hypothèse, un délai nécessairement long s'écoule entre le versement d'une subvention et son remboursement.

Ce délai résulte de la nature même des opérations de développement. En effet, rares sont les opérations d'une durée inférieure

à deux ans, et, entre l'achèvement d'un projet et la commercialisation du produit ou du procédé, il s'écoule un délai d'une durée qui est variable suivant les secteurs et les produits, mais qui peut atteindre plusieurs années. De plus, une période de franchise a été accordée à certaines sociétés entre la date d'achèvement de leur projet et celle qui marque le début du remboursement. Cette période correspond à la phase d'industrialisation, de démarrage des pré-séries, de l'implantation commerciale...

Les remboursements qui ont été effectués correspondaient à des opérations de durée relativement courte, relevant des thèmes suivants :

Gros matériel électrique ;

Machines-outils ;

Appareils de mesure ;

Electronique.

d) *L'enveloppe recherche.*

L'enveloppe recherche *stricto sensu* voit sa dotation :

— en crédits de fonctionnement, croître de 1.425 millions à 1.510 millions, soit une augmentation de 6 % mais en réalité, les mesures nouvelles étant limitées à 50 millions, une croissance réelle de 3,5 % correspondant à la création de 335 emplois nouveaux, dont un tiers à l'Education nationale.

Si l'on extrait les organismes étudiés en d'autres chapitres (C. N. E. X. O., I. R. I. A., F. R. S. T.), l'augmentation en mesures nouvelles est de 39 millions, correspondant à la création de 275 postes dans les divers laboratoires de recherches ;

— en crédits d'équipement, la dotation diminue de 629 millions à 528 millions, plus 15 millions de crédits optionnels soit une diminution de 16 %. Cette dotation tombe à 359 millions, sans les organismes précités, contre 435 millions en 1969, soit une réduction de 20 %.

TABLEAU I
Budget de la Recherche pour 1970.

	FONCTIONNEMENT Mesures nouvelles.			CRÉATIONS d'emplois.		ÉQUIPEMENT (A. P.)		
	1969	1970		1969	1970	1969	1970	
		Notifiées.	Inscrites au budget (1).				Autorisa- tions de pro- gramme.	Plus crédits option- nels.
(En millions de francs.)								
Enveloppe- Recherche ..	80,30	54,20	49,83	1.041	335	629,60	528,37	15
C. N. E. S....	14,50	20	20,33	(2) 80	(2) 93	(3) 467	473	5
Aide au déve- loppement ..	»	»	»	»	»	147	126	10
Plan calcul ...	»	»	»	»	»	173,53	166	8

(1) Après divers ajustements au titre des économies et de l'alignement monétaire.

(2) Intégration d'agents de la Sopemea.

(3) Compte non tenu d'un transfert de 65 millions à provenir du C. E. A. et 11 millions de la D. A. T. A. R.

N. B. — Il faut ajouter, pour avoir une vue complète des crédits de recherche soumis à la discussion interministérielle, la part que le C. E. A. consacra à la recherche civile en 1970, sur la subvention totale de 1.826,90 millions de francs (+ 10 millions de francs de crédits optionnels) qu'il est proposé de lui allouer. Cette part s'élèvera à 1.200 millions de francs environ, dont 400 millions de francs au titre des investissements.

TABLEAU II
Ensemble des crédits soumis à discussion interministérielle.
(Prévisions 1970.)

	FONCTIONNEMENT	EQUIPEMENT (Autorisations de programme.)
Enveloppe-recherche	1.548,12 (Evaluation.)	(1) 528,37
Recherche spatiale	125,48	(2) 473 »
Aide au développement.....	»	(3) 126 »
Plan calcul	»	(4) 166 »

(1) Plus 15 millions de francs de crédits optionnels.

(2) Plus 5 millions de francs de crédits optionnels.

(3) Plus 10 millions de francs de crédits optionnels.

(4) Plus 8 millions de francs de crédits optionnels.

TABLEAU III
Détail des crédits affectés à l'enveloppe-recherche.
(Prévisions 1970.)

MINISTÈRES	FONCTIONNEMENT	AUTORISATIONS de programme.
Santé publique et travail.....	123 »	30 »
Agriculture	189 »	32 »
Coopération	142,03	3,50
Education nationale	946,25	216,10
Equipement. — Transports.....	46,50	20,52
Industrie	42,20	21,50
Fonds de la recherche.....		(1) 114,40
Postes et télécommunications.....	»	30 »
C. N. E. X. O.....	20,04	50,35
I. R. I. A.....	15,22	4,20
Divers ministères	23,88	5,80

(1) Plus 10 millions de francs de crédits optionnels.

Evolution des crédits de recherche.

Ensemble des crédits soumis à discussion interministérielle.

	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969 (1)
<i>Enveloppe-Recherche.</i>											
Fonctionnement	164	237	303,4	390,9	517,8	671,6	737,8	828,2	1.042,2	1.291,3	1.424,4
Equipement (A. P.)..	78	154,8	188,5	253,3	316	418,3	394,6	494,5	639,9	700	629,6
<i>Recherche spatiale.</i>											
Fonctionnement	»	»	»	1,7	6,3	14,1	22,8	27,1	45,6	97,1	107,2
Equipement (A. P.)..	»	»	42	90,2	174,7	260	299,2	360	543	596	(2) 467
<i>Aide au développement (A. P.).....</i>	»	»	»	»	»	»	10	59	122	150	147
<i>Plan calcul (A. P.)...</i>	»	»	»	»	»	»	»	12	103,2	160	173,5

(1) Compte non tenu des autorisations de programme versées au Fonds d'action conjoncturelle.

(2) Compte non tenu de transferts à venir : 65 millions de francs du C. E. A. et 11 millions de francs de la D. A. T. A. R.

En France, comme dans tous les pays industrialisés, l'intervention de l'Etat est importante en matière de recherche et de développement.

L'examen comparatif des tableaux retraçant :

— l'un, l'évolution des dépenses consacrées par la France à la recherche et au développement depuis 1963 ;

— l'autre, l'exécution des travaux de recherche et de développement effectués dans les entreprises et les organismes professionnels,

permet de constater que, si l'Etat finance en moyenne plus des deux tiers de la dépense nationale brute de recherche et de développement, il n'en exécute directement qu'une fraction bien moindre (44 % environ).

Cette répartition s'explique, d'une part, par l'importance des crédits d'aide au développement qui par nature sont destinés aux entreprises pour les inciter à des innovations industrielles ou commerciales et, d'autre part, par les marchés d'études ou de prototypes que l'Etat passe avec les entreprises pour la réalisation de travaux de recherche qui ne peuvent être exécutés par les organismes publics.

De tels marchés n'offrent d'intérêt que s'ils permettent une réduction du coût des opérations, et une gestion plus souple des programmes de recherche. Ils supposent que les entreprises intéressées aient une taille suffisante et une gestion dynamique et efficace. En tout état de cause l'aide de l'Etat ne doit pas aboutir à rendre l'entreprise moins sensible aux exigences du marché, mais permettre au contraire d'améliorer sa capacité concurrentielle.

Evolution des dépenses consacrées par la France à la recherche et au développement depuis 1963.

SOURCES DE FINANCEMENT	1963	1964	1965	1966	1967	1968 (1)	1969 (1)
	(En millions de francs courants.)						
I. — Dépenses publiques	4.624 (68,5 %)	5.682 (67,2 %)	6.932 (68,2 %)	7.755 (68,3 %)	8.836 (69 %)	9.669,7 (68,8 %)	10.404,6 (68,7 %)
II. — Dépenses privées financées par les entreprises et les institutions sans but lucratif	2.038	2.769	3.158	3.549	3.970	4.400	4.750
Dépense nationale brute de recherche et de développement :							
Total (I + II)	6.462	8.451	10.090	11.304	12.806	14.069,7	15.154,6
(—) Sommes dépensées à l'étranger.....	— 232	— 365	— 464	— 628	— 569	»	»
+ Dépenses financées par l'étranger...	+ 187	+ 242	+ 359	+ 416	+ 413	»	»
Dépense intérieure brute de recherche et de développement.....	6.417	8.328	9.985	11.092	12.650	»	»
— Dépenses totales de recherche en sciences humaines	— 131	— 181	— 230	— 244	— 274	»	»
D. B. R. D. (normes O. C. D. E.)	6.286	8.147	9.755	10.848	12.376	13.600	14.700
Pourcentage du produit national brut calculé sur ses bases 1959...	1,58	1,87	2,10	2,17	2,30	2,37	2,28

(1) Estimations provisoires pour 1968, prévisions pour 1969.

**Travaux de recherche et développement effectués dans les entreprises
et les organismes professionnels.**

	1965	1966	1967	1968 (chiffres provisoires).
Dépenses intérieures totales de recherche et développement exécutées par les entreprises (en millions de francs courants).....	5.145	5.850	6.714	7.500
Financement de ces dépenses de recherche et développement :				
Par l'Etat (en millions de francs) (1).....	1.834	2.137	2.602	
(En pourcentage)	(35,7)	(36,5)	(38,8)	
Par des sources étrangères et internationales (en millions de francs).....	295	323	291	
(En pourcentage)	(6,6)	(5,5)	(4,2)	
Par les entreprises françaises (en millions de francs)	3.015	3.390	3.821	
(En pourcentage)	(58,7)	(58)	(57)	
Pourcentage moyen du chiffre d'affaires consacré aux dépenses de recherche et développement (organismes professionnels non compris) :				
Sur dépenses totales de recherche et développement	3,2	3,4	3,6	
Sur dépenses de recherche et développement financées par les ressources propres des entreprises	1,9	1,9	1,89	

(1) Des sources internationales redistribuant une partie des fonds provenant des cotisations françaises.

II. — LES MOYENS ADMINISTRATIFS

La Délégation générale à la recherche scientifique et technique assure la coordination des moyens de recherche et l'animation de la politique scientifique. C'est un échelon léger de 121 personnes qui font face à une tâche importante d'études, échelon dont le Délégué général occupe un rôle essentiel d'animateur de la politique européenne de la recherche scientifique.

Elle dispose d'un crédit de fonctionnement de 5.829.161 F. Elle reçoit une subvention de 445.000 F (chap. 43-01) pour couvrir des interventions particulières telles que publication et diffusion d'ouvrages, organisation de colloques ou séminaires, rétribution de collaborations qui lui sont apportées par des organismes scientifiques.

Les autres organismes existant, notamment, ceux créés par la loi du 3 janvier 1967, sont étudiés séparément ainsi que leur financement.

III. — LES MOYENS EN HOMMES CONSACRÉS A LA RECHERCHE ET AU DÉVELOPPEMENT

Du point de vue quantitatif le retard de la France en matière de recherche a entraîné un recrutement massif de chercheurs en France, au cours des dernières années ; de ce fait, l'accroissement annuel moyen du personnel de recherche a été très supérieur à l'accroissement démographique, d'une part, et à celui de la population active, d'autre part.

Le nombre de chercheurs français avait été estimé, par la Commission de la Recherche du V^e Plan, en effectifs physiques, à 56.000 en 1965, et leur chiffre prévisionnel pour 1970 avait été fixé à 97.000.

La répartition de ces chiffres par secteur était la suivante (en personnes physiques) :

SECTEURS	EFFECTIFS			PREVISIONS 1970
	En 1965.	En 1966.	En 1967.	
<i>Secteur de l'Education nationale.</i>				
1° Enseignement supérieur :				
— Sciences exactes et naturelles.....	15.500	»	»	28.500
— Sciences humaines	4.600	»	»	9.500
Total	20.100	23.550	32.520	38.000
2° C. N. R. S. :				
— Sciences exactes et naturelles.....	4.000	»	»	7.500
— Sciences humaines	900	»	»	1.500
Total	4.900	5.085	7.280	9.000
<i>Secteur de l'Etat.....</i>	8.000	9.845	10.800	12.000
<i>Secteur des entreprises</i>	22.000	25.000	27.000	36.000
<i>Institutions sans but lucratif.....</i>	1.000	1.160	1.220	2.000
Total général en personnes physiques...	56.000	64.640	71.540	97.000
Total général en équivalent temps plein.	»	47.015	52.255	»

L'évolution de nos ressources annuelles en diplômés scientifiques, retracée dans le tableau ci-après, dont la progression est due conjointement à la poussée démographique et à l'augmentation du taux de la scolarité, semblait permettre la réalisation des objectifs fixés pour 1970 :

Ressources en licenciés ès sciences et ingénieurs.

ANNEES	1960	1962	1964	1966	1975	1980
Ressources scientifiques en personnes physiques de 25 ans.....	7.918	9.464	10.872	12.644	26.645	32.085
Pourcentage fraction active de la classe d'âge	1,8	2,2	2,5	2,8	4,1	4,9

En ce qui concerne les docteurs ès sciences, qui constituent l'encadrement des laboratoires de recherche, le retard français était également très important. Or, depuis 1952, le taux de croissance annuelle du nombre de doctorats délivrés est passé de 3 % à 13 %. De 1961 à 1966, le nombre des docteurs ès sciences a évolué de la façon suivante :

	1961	1966
Docteurs d'Etat	237	689
Docteurs ingénieurs	146	244
Docteurs 3° cycle.....	358	961

En l'absence de chiffres relatifs au nombre global des chercheurs en 1968 et 1969 et d'estimations précises pour 1970, il est difficile d'évaluer précisément le degré de réalisation des objectifs du V° Plan en ce qui concerne la formation des chercheurs. Toutefois, sur la base des taux de progression de certaines catégories mieux connues (enseignants, chercheurs, emplois de chercheurs de l'enveloppe recherche), on peut estimer à 8 % le taux moyen annuel d'accroissement de l'ensemble des effectifs.

Notre position relative dans la compétition internationale n'est pas particulièrement mauvaise comme l'indique le tableau ci-dessous :

Nombre de chercheurs dans différents pays.

P A Y S	ANNEE	NOMBRE de chercheurs en équivalent temps plein.
Etats-Unis	1965	503.600
U. R. S. S.	1962	(1) 416.000
Grande-Bretagne	1965	53.865
République fédérale d'Allemagne	1964	33.880
Belgique	1963	5.540
Pays-Bas	1964	9.260
Italie	1965	19.994
Japon	1967	160.100
France	1966	47.015

(1) Estimation.

Mais l'aspect qualitatif des ressources en hommes de la recherche est différent.

L'un des principaux obstacles à la meilleure utilisation du personnel scientifique provient de son peu de goût pour la mobilité sous toutes ses formes, que ce soit d'un domaine de la recherche à un autre, du secteur universitaire au secteur industriel ou de la recherche vers les circuits de production.

Cet inconvénient est aggravé par la réticence des milieux industriels à engager des chercheurs de formation universitaire, réticence illustrée par le tableau suivant dont les chiffres sont une moyenne établie sur les années 1965-1966 :

SECTEUR DE RECRUTEMENT	FORMATION universitaire.	FORMATION ingénieurs.
Recherche universitaire	900	»
Recherche d'Etat (C. N. R. S., C. E. A., armées, etc.)	390	485
Recherche industrielle	300	980
Total	1.590	1.465

Un groupe de travail « Problèmes des hommes et des chercheurs », chargé d'étudier cette question en 1969, a souligné l'influence déterminante de la mobilité des chercheurs sur la diffusion plus rapide des techniques et l'amélioration de la liaison entre recherche et développement industriel. Mais le souci de la sécurité de l'emploi, les différences de structure du secteur public et privé constituent des obstacles qui n'ont pu être encore levés.

On retrouve d'ailleurs cette absence de mobilité sur le plan géographique.

Les scientifiques français émigrent peu et la France est, parmi les pays développés, l'un de ceux qui souffrent le moins de l'exode de savants vers les Etats-Unis.

Emigration de personnel qualifié à destination des U. S. A.

ORIGINE	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Tous pays	9.848	12.482	12.323	11.749	13.449	20.760
Pays sous-développés	3.197	4.344	4.152	3.604	5.540	10.254
Pays développés	6.651	8.138	8.171	8.145	7.909	10.506
France	102	141	162	168	180	223
Dont ingénieurs	35	59	51	77	88	116

En réalité l'aspect le plus grave de la qualité de la recherche provient du fait qu'en face d'une offre accrue de personnel scientifique, notamment de formation universitaire, des réticences à l'emploi de ce type de personnel se confirment dans l'industrie.

Conçue à l'origine essentiellement en vue de faire face à l'évolution rapide de la science, et afin d'assurer le transfert du savoir des laboratoires de recherches aux unités de production, la politique de mobilité revêt maintenant un certain caractère d'urgence. En effet, le secteur public est le principal utilisateur du personnel de recherche de formation universitaire, mais il n'apparaît pas souhaitable que les effectifs de chercheurs de ces secteurs s'accroissent indéfiniment. Le flux de chercheurs du secteur public vers le secteur privé doit donc être important, diversifié, et tout autant composé de chercheurs dont le pouvoir de création est resté-intaet que de chercheurs susceptibles d'assumer d'autres fonctions.

Ce n'est que par l'utilisation de chercheurs de formation universitaire que l'industrie privée sera mise à même d'apprécier la valeur de ce type de personnel. Il est alors permis d'espérer qu'un courant d'échanges s'établira, permettant de promouvoir une meilleure utilisation par l'économie nationale, des sommes consacrées par la collectivité, à la recherche.

*
* *

IV. — BREVETS ET LICENCES

Il ne suffit pas que l'Etat poursuive ou encourage les actions de recherche scientifique, il doit veiller à ce qu'une exploitation industrielle et commerciale des inventions suive les travaux des chercheurs français publics ou privés. C'est le but de l'Agence nationale de valorisation de la recherche (A. N. V. A. R.) créée par la loi du 3 janvier 1967 mais qui n'a commencé à fonctionner qu'en fin 1968.

L'A. N. V. A. R. est un organisme léger (50 personnes) qui fait surtout appel à des experts extérieurs. Depuis l'origine, elle a examiné près de 400 inventions ; elle gère les brevets du C. N. R. S. et des laboratoires publics et aide les entreprises moyennes à développer des inventions particulièrement importantes.

Elle a retenu 56 dossiers du secteur public sur les 196 présentés et 24 dossiers du secteur privé sur les 317 examinés par la commission des inventions.

L'A. N. V. A. R. porte un effort spécial sur les secteurs dans lesquels le déficit de la balance des redevances de licences est le plus grand (pharmacologie, appareils de mesure, chimie macromoléculaire, industries alimentaires).

Les crédits de fonctionnement de l'A. N. V. A. R. sont passés de 1 million en 1968 à 4,4 millions en 1970, somme bien faible pour assurer sa tâche.

Balance française des brevets et licences.

(En millions de francs.)

	1965	1966	1967
Recettes	319	341	249,9
Dépenses	716	803	701,3
Solde	— 397	— 462	— 451,4
Taux de couverture.....	44,6 %	42,5 %	34,9 %

N. B. — Cette statistique exclut les échanges croisés de techniques mais comprend les échanges relatifs à la propriété commerciale (marques, modèles industriels).

Ventilation, par pays, de la balance française des brevets et licences.

PAYS	RECETTES			DEPENSES			SOLDE		
	1965	1966	1967	1965	1966	1967	1965	1966	1967
(en millions de francs.)									
Etats-Unis	81,7	88,4	65,2	356,0	373,1	393,4	— 274,3	— 284,7	— 328,2
Suisse	21,8	38,1	19,0	174,1	226,4	147,8	— 152,3	— 188,3	— 128,8
Allemagne	25,6	26,4	19,5	39,5	45,5	37,7	— 13,9	— 19,1	— 18,2
Zone Sterling	57,2	42,9	28,1	51,1	58,2	48,9	+ 6,1	— 15,3	— 20,8
Italie	32,5	27,9	23,2	18,2	13,2	12,1	+ 14,3	+ 14,7	+ 11,1
Belgique-Luxembourg	31,8	24,2	19,1	22,6	26,4	19,0	+ 9,2	— 2,2	+ 0,1
Divers	68,4	93,1	75,8	54,5	60,2	42,4	+ 13,9	+ 32,9	+ 33,4
Total	319,0	341,0	249,9	716,0	803,0	701,3	— 397,0	— 462,0	— 451,4

CHAPITRE II

LA RECHERCHE NUCLEAIRE

Le Commissariat à l'énergie atomique.

Créé en octobre 1945, le C. E. A. est un organisme public de caractère scientifique et industriel, doté de l'autonomie financière et administrative. Il est chargé des recherches en vue des diverses utilisations de l'énergie nucléaire et du développement de ces utilisations. Une part de ses activités est consacrée aux applications militaires ; elles sont financées sur des crédits transférés du budget des armées. Nous évoquerons ici les activités civiles du C. E. A., tant celles soumises à la procédure interministérielle que celles non incluses dans cette procédure.

A. — Analyse des crédits.

La subvention au C. E. A. est complétée par des ressources propres. Les recettes n'étant pas affectées, c'est au niveau des dépenses que se fait la ventilation, d'une part, entre le fonctionnement et l'équipement, d'autre part, entre les diverses activités.

1. — LES RESSOURCES

La subvention budgétaire inscrite au chapitre 62-00 du Ministère du Développement industriel et scientifique s'élève en 1970 à :

— Autorisations de programme : 1.826,9 millions de francs ;

— Crédits de paiement : 1.795 millions de francs,

s'y ajoutent des ressources propres et des reliquats sur exercices antérieurs.

Le montant de ces ressources et leur évolution de 1964 à 1970 figurent dans le tableau ci-après :

PROGRAMME civil.	CHAPITRE 62-00.	PRETS du F. D. E. S.	RESSOUR- CES propres.	RELIQUAT sur exercices antérieurs.	TOTAL des autori- sations de programme.
(En millions de francs.)					
1964	1.542	118	150	40	1.850
1965	1.064	120	246	50	2.080
1966	1.862	»	296	»	2.158
1967	1.950	»	284	30	2.264
1968	2.058	»	110	190	2.358
1969	(1) 1.948	»	240	238	2.426
1970	1.826	»	400	150	2.376
Différence 1970- 1968 (en pourcen- tage)	— 6,25	»	+ 67	— 36,5	— 2

(1) Compte tenu de 47.600 (A. P.) annulé par arrêté du 24 janvier 1969 et 62 millions versés au Fonds d'action conjoncturelle.

La ventilation des ressources propres, en 1969 et 1970, se présente comme suit :

CATEGORIE DE RESSOURCES	PREVISIONS 1970		RAPPEL 1969	
	AUTORISA- tions de programme.	CREDITS de paiement.	AUTORISA- tions de programme.	CREDITS de paiement.
(En millions de francs.)				
Ventes et produits divers.....	45	45	34	34
Contrats de recherche.....			11	11
Recettes en provenance de contrats d'association avec Eura- tom	10	10	»	»
Recettes provenant d'études de centrales et de mise à disposi- tion de matières de base (notam- ment à E. D. F.).....	305	305	139	139
Participation d'E. D. F. au finan- cement de Phénix.....	40	40	56	22
Total	400	400	240	206

La réduction de la subvention (— 6,25 %) et du montant des reliquats sur exercices antérieurs est donc compensée en partie par l'accroissement des ressources propres, si bien que l'ensemble des ressources ne diminue que de 2 % par rapport à 1969.

En dehors de ses activités civiles que nous étudions ici, le C. E. A. collabore au programme militaire : à ces fins, il recevra une contribution du budget des armées de 2.033 millions (autorisa-tions de programme), alors qu'il a reçu les années précédentes :

	AUTORISATIONS DE programme.	CREDITS DE paiement.
	(En millions de francs.)	
1967	2.336	2.884
1968	2.372	2.345
1969	2.092	2.395
1970	2.033	»

II. — LES DÉPENSES

Les crédits des exercices 1968 et 1969 ont été répartis, conformément au tableau ci-dessous, entre :

- d'une part, les dépenses d'études et de fonctionnement et celles d'équipement ;
- d'autre part, la recherche et la production.

	FONCTION- NEMENT et études.		EQUIPE- MENTS		TOTAL	
	1968	1969	1968	1969	1968	1969
	(En millions de francs.)					
Recherche :						
Générateurs d'énergie.....	189	214	149	253	338	467
Recherche fondamentale.....	176	175	150	111	326	286
Radioéléments	16	19	5	6	21	25
Etudes de production.....	72	60	26	51	98	111
Protection et sûreté	50	47	10	9	60	56
Autres recherches appliquées.....	25	22	6	3	31	25
Support technique.....	236	233	97	42	333	275
Total recherche.....	764	770	443	475	1.207	1.245
Production	614	585	104	66	718	651
Gestion et support général.....	443	454	37	23	480	477
Fonte des effectifs.....	»	— 2	»	»	»	— 2
Total	1.821	1.807	584	564	2.405	2.371
Dotation affectée en cours d'année.....					45	52
Total général.....					2.450	2.423

Les prévisions de dépenses 1970 sont basées sur :

- les charges inéluctables et difficilement compressibles (salaires, charges d'emprunts, engagements internationaux) ;
- la fabrication des éléments combustibles pour les centrales nucléaires ;
- la nécessité d'assurer le développement des tâches prioritaires (réacteur Phenix).

Ces dépenses sont affectées aux trois missions dont le C. E. A. a la charge. Sans préjuger des variations budgétaires internes qui peuvent survenir après des études plus complètes, la répartition provisoire et approchée est de :

GRANDES MISSIONS	BUDGET DE 1969	PROJET DE BUDGET de 1970. (Ventilation indicative.)
	(En millions de francs.)	
Recherche	1.400	1.305
Production	700	803
Services communs.....	271	248
Total réparti.....	2.371	2.356
Réserve non répartie.....	52	20,9
Total général.....	2.423	2.376,9

Si l'on examine la répartition des dépenses par nature, examen fait par le tableau ci-dessous :

	BUDGET 1969	BUDGET 1970
Etudes et fonctionnement.....	1.807	1.906
Investissements	564	450
Réserve non répartie.....	52	20,9
	2.423	2.376,9

on remarque que la hausse prévue entre 1969 et 1970 pour les études et le fonctionnement n'est qu'apparente, elle couvre les dépenses incompressibles (salaires, variations de change) et celles, prévues, qui ne peuvent être écartées (uranium enrichi pour piles expérimentales, combustible pour Phenix, éléments combustibles pour centrales nucléaires), mais, par insuffisance, le C. E. A. devra

abandonner d'autres tâches et prendre des mesures internes de conversion et compression d'effectifs qui amènera au licenciement de 2.000 personnes environ.

Aucun équipement d'études ne sera renouvelé malgré la surcharge des centres calculs du C. E. A. qui appelleraient des modifications urgentes.

L'état d'avancement des travaux du budget de 1970 permet de donner, à titre indicatif et sous réserve des arbitrages restant à intervenir, la répartition suivante des dépenses :

	FONCTIONNEMENT	EQUIPEMENTS	TOTAL
Recherche :			
Générateurs d'énergie	207	227	434
Recherche fondamentale	170	71	241
Radioéléments	23	5	28
Etudes de production.....	63	68	131
Protection et sûreté.....	44	7	51
Autres recherches appliquées....	28	3	31
Support technique	243	34	277
Total recherche	778	415	1.193
Production	685	35	720
Gestion et support général.....	437	7	444
Total	1.900	457	2.357
Dotation affectée en cours d'année.....			20
Total général			2.377

III. — LES MOYENS EN PERSONNEL

En 1969, l'effectif du personnel du C. E. A. s'élève à un peu plus de 28.000 personnes, dont :

Cadres et ingénieurs	5.725
Autres personnels	22.298

La répartition par catégories professionnelles est la suivante :

Personnels scientifiques et techniques.	18.932 (67 %)
Personnels administratifs	6.235 (22,05 %)
Personnels d'intendance	1.067 (3,8 %)
Personnels de sécurité.....	2.027 (7,15 %)

Le tableau ci-après donne l'évolution des effectifs des personnels scientifiques et techniques relevant du budget sur ressources civiles, en fonction des différentes missions :

	1967.	1968.	1969.
Etudes appliquées à la production d'énergie et à la construction de générateurs.....	2.135	2.070	1.941
Recherche fondamentale	1.535	1.620	1.711
Etudes sur les radio-isotopes.....	196	186	178
Etudes sur la sûreté et la protection.....	535	530	529
Etudes de production.....	625	575	520
Autres recherches appliquées.....	74	83	190
Support technique de la recherche.....	2.435	2.420	2.389
Total recherche et développement...	7.535	7.484	7.458
Production (y compris radio-éléments).....	6.392	6.311	6.168
Gestion et support général.....	4.000	3.980	3.937
Total	17.927	17.775	17.563

Les effectifs affectés aux études sur les générateurs d'énergie ont donc subi une baisse sensible depuis 1967, ainsi que ceux consacrés aux études de production, du fait de l'aboutissement de la construction de l'usine de Pierrelatte. En revanche, la recherche fondamentale a bénéficié d'un certain accroissement ; on remarquera surtout l'augmentation des effectifs classés sous la rubrique « Autres recherches appliquées », qui témoigne du désir et des possibilités du C. E. A. dans le sens d'une diversification de ses études vers des domaines non nucléaires, comme le dessalement, les études technologiques avancées, etc. Cette diversification aurait pour but de faire profiter l'industrie non nucléaire des progrès techniques acquis grâce aux recherches dans le secteur nucléaire.

Depuis 1964, l'accroissement annuel des effectifs, par le jeu des recrutements et des départs, est en régression constante. Il semble même qu'en 1969 le nombre des départs sera pour la première fois supérieur à celui des recrutements.

	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	31-8-69.	TOTAL
Recrutements	3.669	2.646	2.179	1.504	779	132	10.909
Départs	445	562	538	575	521	406	3.047
Soldes	+ 3.224	+ 2.084	+ 1.641	+ 929	+ 258	- 274	+ 7.862

L'évolution du rôle du C. E. A dans l'effort nucléaire français, où pour certaines réalisations il est peu à peu relayé par l'E. D. F. et le secteur industriel, rend progressive la réduction des effectifs. De récentes décisions la prévoient et essaient de l'organiser à terme en raison des garanties d'emploi dont jouit le personnel et des délais consécutifs d'application de toute mesure d'incitation au départ.

B. — Réalisations et programmes.

I. — PRODUCTION ET APPROVISIONNEMENT EN MATIÈRES NUCLÉAIRES

La C. E. A. participe à la production d'uranium naturel directement ou par l'intermédiaire de ses filiales. Compte tenu des réserves actuellement connues, qui représentent plus de 10 % des réserves du monde non communiste, la production française ou contrôlée par la France devrait atteindre près de 4.000 tonnes en 1973 ainsi réparties :

France : 1.200 tonnes ;
Gabon : 400 à 700 tonnes ;
Niger : 1.500 tonnes ;
République Centrafricaine : 500 tonnes.

Les besoins d'uranium de la France comparés aux capacités qui viennent d'être indiquées doivent, après un palier dû à l'absence de nouvelles commandes de centrales nucléaires depuis 1966, passer d'un niveau de 1.600 tonnes par an en 1970 à celui de 2.000 à 2.500 tonnes par an en 1975, puis dépasser 3.500 tonnes par an en 1980, avec à cette date un taux de croissance assez rapide, de l'ordre de 500 tonnes par an.

Désormais, c'est donc sur le marché mondial que l'industrie française a situé ses perspectives de développement. Les premières commandes récemment obtenues à l'étranger sur des bases purement commerciales sont une première indication du réalisme de cette orientation. Pour accroître leur efficacité commerciale sur les marchés extérieurs où règne une compétition assez vive, le C. E. A. et ses associés ont créé un groupement d'intérêt économique : « Uranex », chargé de vendre à l'étranger.

Si le développement des centrales nucléaires connu depuis 1966 aux U. S. A., Japon, Allemagne et Grande-Bretagne se maintient, il y aura une progression parallèle de la demande de combustible de réapprovisionnement et peut-être une hausse des prix de l'uranium naturel.

La C. E. A. continue ses études et travaux en vue de l'exploitation des gisements connus :

Niger.

a) *Société des mines de l'Air (SOMAIR) :*

La décision de porter la capacité de production de 1.000 à 1.500 par an a finalement été prise à la fin de l'année 1968.

Le programme de mise en exploitation se poursuit normalement.

Des négociations engagées depuis plusieurs mois avec des intérêts allemands (Société Urangesellschaft) et italiens (ENI) ont permis d'aboutir en juillet dernier à un accord de principe sur leur entrée dans le capital de SOMAIR à raison de 8,125 % chacun. Cette prise de participation, souhaitée par les autorités nigériennes, devrait apporter à la société lorsqu'elle se sera réalisée, des moyens de financement intéressants et une garantie d'enlèvement d'une partie de la production à hauteur minimale de 250 tonnes par an.

b) *Le C. E. A.* poursuit de son côté ses recherches dans la région d'Agadès, avec des résultats encourageants.

Gabon.

a) *Compagnie des mines d'uranium de Franceville (COMUF) :*

Les travaux d'exploitation du gisement de Mounana se poursuivent normalement. La découverte en 1967 d'une large extension de ce gisement, puis ensuite d'un nouveau gisement important à 2 kilomètres de la mine actuelle, assure à COMUF un accroissement important de ses réserves lui permettant d'envisager une augmentation de sa capacité de production. La date de cette extension dépendra de la conjoncture du marché mondial de l'uranium ;

b) *Le C. E. A.* poursuit d'autre part ses travaux dans la région de l'estuaire du fleuve Como à l'Est de Libreville. Les résultats des sondages effectués s'avèrent assez décevants.

Il est d'autre part associé aux travaux de recherche poursuivis par la COMUF dans la région de Franceville.

République Centrafricaine.

a) *Compagnie des mines d'uranium de Bakouma (URBA) :*

Après des négociations poursuivies de juillet à novembre 1968, l'URBA a été fondée en avril 1969, au capital de 44 millions de francs réparti de la manière suivante :

- République Centrafricaine : 20 % ;
- Commissariat à l'énergie atomique : 40 % ;
- Compagnie française des minerais d'uranium : 40 %.

Les premiers travaux de mise en valeur des gisements de la région de Bakouma ont commencé mais les études de traitement d'un minerai difficile ne sont pas encore achevées ;

b) *Le C. E. A.* achève la reconnaissance des anomalies repérées par prospection aérienne dans la région de Bangassou.

Il convient encore de signaler que les négociations entreprises avec l'Iran, d'une part, et l'Indonésie, d'autre part, ont été menées à bien et que des accords de prospection ont été signés avec le C. E. A. au début de l'année 1969. Des conversations sont par ailleurs toujours en cours avec le Brésil.

Uranium enrichi. — L'usine de Pierrelatte assure la totalité des besoins militaires. Elle assure les besoins civils du C. E. A. qui se limitent pratiquement à l'approvisionnement des piles de recherche. Pierrelatte est maintenant en exploitation normale ; il est nécessaire d'assurer une meilleure sécurité d'exploitation et d'améliorer la rentabilité des installations.

Mais il faut prévoir l'augmentation de nos besoins civils, notamment en raison de l'adoption de la filière de réacteurs à uranium enrichi. Le problème se pose de la construction d'une usine de séparation des isotopes française ou plus probablement européenne.

L'étude économique est particulièrement difficile. Le prix de l'uranium enrichi dépend de trois facteurs : taille de l'usine, prix de l'électricité, niveau technique. A ce point, la comparaison d'une usine de la capacité de Pierrelatte à une usine américaine de séparation isotopique de trente fois supérieure en capacité lui est

nettement défavorable car on a calculé que les investissements ne varient que comme la racine carrée de la capacité. D'autre part, Pierrelatte paie son courant sur la base de 0,045 le KWh, alors que l'usine américaine reçoit le sien à 0,02 le KWh ; or, le coût de l'électricité intervient pour plus de 35 % dans le coût de la séparation.

L'intérêt se porte donc de plus en plus sur la réalisation éventuelle d'une source européenne de production d'uranium enrichi. Cette préoccupation conduit la Grande-Bretagne, l'Allemagne et les Pays-Bas à s'associer pour étudier les caractéristiques techniques et économiques d'un nouveau procédé de séparation par ultracentrifugation. La comparaison entre ce nouveau procédé et celui de diffusion gazeuse utilisé à Pierrelatte et aux U. S. A. est suivie par le C. E. A. qui avait commencé de telles études depuis plusieurs années.

Les usines à plutonium de Marcoule et La Hague ont fonctionné normalement en 1968. Le réacteur G 1 a été arrêté définitivement le 15 octobre 1968. A La Hague, l'atelier pilote pour le traitement des combustibles inachevés au plutonium des piles à neutrons rapides a reçu pour la première fois des éléments combustibles de Rapsodie.

Le C. E. A. poursuit en accord avec le C. N. R. S. l'étude et la production des *transuraniens* (tritium, neptunium, curium et californium).

La production française en eau lourde est assurée par l'usine de Mazingarbe construite pour des besoins militaires. Cette usine qui utilise un procédé original de fabrication basé sur un échange entre ammoniac et hydrogène, a une capacité annuelle de 20 tonnes.

Cette production permet de compléter les approvisionnements nécessaires au démarrage de certains réacteurs, d'assurer les besoins courants du C. E. A. et de constituer un stock de sécurité.

Le marché mondial actuel est caractérisé par une conjoncture de pénurie : le principal fournisseur, les Etats-Unis, ayant une production limitée à 180 tonnes/an. Mais le Canada a en construction des usines d'une capacité totale de 1.200 tonnes/an et sera le principal fournisseur sur le plan mondial à partir de 1974.

Une première conséquence de cette situation a été la vente, cet été, à l'Inde d'une usine de capacité de 66 tonnes par an par les industriels — C. C. M. Sulzer et L'Air liquide — ayant construit, avec les Houillères du bassin du Nord et du Pas-de-Calais et le Commissariat à l'énergie atomique, l'usine de Mazingarbe. D'autres pays, Allemagne, Japon, Pakistan, Roumanie, Argentine, Norvège, ont sollicité des propositions de prix d'installations.

La construction de plusieurs usines de 1.000 tonnes d'ammoniac par jour, en France, est en cours d'études. A chacune de ces unités pourrait être adjointe une production d'eau lourde de 65 à 70 tonnes par an. Ceci permettrait de parvenir à une production totale de plusieurs centaines de tonnes d'eau lourde par an dans de très bonnes conditions de compétitivité avec les productions réalisées ailleurs.

Cette possibilité permettrait de développer des filières de réacteurs à eau lourde sans procéder à l'achat à l'extérieur du modérateur et, au contraire, en faisant travailler l'industrie nationale pour sa production. Il serait donc très souhaitable que, soit pour des besoins français propres, soit pour l'exportation, d'autres usines d'ammoniac adjoignent à leur fabrication une unité de production d'eau lourde suivant ce procédé.

II. — LA PRODUCTION D'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Malgré les succès techniques obtenus par le C. E. A. dans la production d'électricité nucléaire par utilisation de la filière uranium naturel-graphite-gaz, le problème de la production d'énergie nucléaire est complètement à revoir tant du point de vue économique comparativement à d'autres sources d'énergie que techniquement et économiquement, par rapport à l'utilisation d'autres filières. Le problème doit être examiné, non plus dans un cadre national, mais dans un cadre européen, voire international.

Sur le plan national, il y a lieu de redéfinir les tâches respectives du C. E. A. et de l'E. D. F. telles qu'elles étaient arrêtées par le protocole du 21 février 1968 pour les centrales futures : l'E. D. F. restera maître d'œuvre mais les ingénieurs du C. E. A. seront intégrés dans le cadre des études de l'E. D. F.

Il existe dans le monde (hors U. R. S. S. et Chine), 62 centrales électronucléaires en service, d'une puissance de 10.089 MWe. Il

est prévu la construction de 131 nouvelles centrales de 89.000 MWe. La France vient en troisième rang, derrière les U. S. A. et la Grande-Bretagne.

PAR FILIERES	NOMBRE de centrales.	PUISSANCE totale (en MWe).
Graphite-gaz	30	5.025
Eau lourde	6	465
Eau ordinaire pressurisée	9	2.292
Eau ordinaire bouillante	10	1.128
Divers	7	999
	62	10.089

En Europe on prévoit l'installation d'ici à 1980 d'une puissance électrique nucléaire de 40.000 MWe qui pourra satisfaire 25 % des besoins en électricité. Actuellement on pense que ces besoins seront couverts pour 2/5 par des réacteurs à graphite-gaz, 2/5 par des réacteurs à eau légère, 1/5 par des convertisseurs avancés ; l'emploi de surrégénérateurs n'étant encore qu'une prévision. Mais cette répartition sera certainement modifiée compte tenu des études et controverses en cours, notamment sur l'emploi de réacteurs à eau lourde utilisant l'uranium faiblement enrichi ou l'uranium dopé au plutonium.

En France la controverse est encore plus vive sur le choix de la filière unique utilisée. Il est indéniable que cette filière ne permet pas de rendre compétitives les centrales nucléaires avec les centrales classiques, surtout avec le coût actuel du fuel qui abaisse le prix de la thermie à 0,6 centime. Par contre, les critiques sur le choix *technique* de la filière sont plus discutables : il est certain que les arrêts fréquents de nos centrales, notamment de celle de Saint-Laurent-des-Eaux quelques mois après sa divergence, pendant lesquels elle avait fourni au réseau national 900 millions de kWh, sont dûs à des défaillances mécaniques ; les centrales étrangères de filières différentes ont connu les mêmes défaillances à l'origine.

La commission consultative pour la production d'électricité et le rapport Couture de mai 1969 avaient examiné le problème énergétique dans son ensemble et particulièrement la production d'électricité d'origine nucléaire.

Le Gouvernement a pris le 13 novembre 1969 la décision importante de faire construire 3 centrales nucléaires à uranium enrichi.

La réussite et l'avance des Américains imposent leurs filières à uranium enrichi aux pays acquéreurs de centrales, d'autant que l'approvisionnement en uranium enrichi n'engage pas l'indépendance nationale tant que la production d'énergie nucléaire n'atteint qu'un faible pourcentage de la consommation totale d'électricité.

Le développement de ces centrales dans les pays européens occidentaux les amènera vraisemblablement à construire une usine d'enrichissement multinational comme le prouvent les projets en cours. En ce qui concerne les connaissances techniques le C. E. A. a déjà développé un important programme de recherche, par la construction de moteurs nucléaires de sous-marins, qui pourrait être rapidement orienté vers les centrales électriques.

La participation du C. E. A. et de l'E. D. F. à la construction des centrales de Chooz et de Tihange leur apporte des renseignements intéressants.

Sur le plan de l'enrichissement de l'uranium par diffusion gazeuse, le C. E. A. expérimente dans un important pilote *civil* à Pierrelatte un étage complet (compresseur et diffuseurs équipés de barrières). Des résultats sont espérés avant fin 1971.

Le C. E. A. se penche aussi sur les *perspectives d'avenir* des réacteurs par les surrégénérateurs à neutrons rapides :

A. — Le réacteur expérimental à neutrons rapide Rapsodie a été mis en service régulier le 30 août 1967, sept mois seulement après sa divergence. Depuis cette date jusqu'au 14 juillet 1969, le réacteur a effectué 10 campagnes d'irradiation, en fonctionnant 420 jours à pleine puissance ; son taux de disponibilité, pour cette période de près de deux ans, s'établit à 86,2 % et s'améliore encore régulièrement puisqu'il a été respectivement de 94,4, 96 et 99,4 % pour les trois dernières campagnes. Ces chiffres prennent leur valeur quand on les compare à ceux d'E. R. B. 2 par exemple (divergence en novembre 1963, taux de disponibilité pour la période 1965-1968 inférieur à 33 %).

L'excellent comportement de Rapsodie entraîne deux conséquences très favorables pour le programme français de réacteurs à neutrons rapides :

— il va rendre possible une nouvelle amélioration des performances et des possibilités expérimentales de Rapsodie dont la puissance, déjà portée en décembre 1967 de 20 à 24 MWth, va être augmentée en 1970 jusqu'à 40 MWth ;

— il permet d'accumuler une expérience statistique irremplaçable sur les éléments combustibles de la filière : à la fin de chacune des campagnes, des assemblages combustibles ont été retirés du réacteur pour examen ; les derniers résultats de ces examens montrent un bon comportement des quelques 2.500 éléments combustibles du cœur de Rapsodie, qui ont pourtant atteint un taux de combustion supérieur d'environ 65 % aux taux nominal des spécifications.

B. — Toutes les nations industrielles ont abordé depuis quelques années — ou vont prochainement le faire — une nouvelle étape : celles des centrales dites de « démonstration », conçues pour faire la preuve des possibilités industrielles de la filière, mais gardant toutefois un caractère expérimental et de ce fait — et aussi à cause de leur puissance encore relativement limitée — ne pouvant encore prétendre à la compétitivité.

Cette étape se matérialise par la construction du réacteur *Phénix*, centrale de 250 MWe dont les études d'avant-projet ont été terminées en avril 1968 ; à cette date ont commencé les études de projet permettant la mise au point et le lancement des appels d'offres des divers composants ; dès 1968, d'autre part, ont débuté une partie des fabrication en usine ainsi que les travaux sur le site de Marcoule.

La mise en sodium de la centrale (l'une des dates-clé de la réalisation des réacteurs à neutrons rapides) est prévue pour avril 1972, la marche en puissance étant attendue pour 1973.

Les études et la réalisation de la centrale sont menées par une équipe mixte où sont intégrés, dans une même hiérarchie fonctionnelle, des agents du C. E. A., d'Electricité de France et de l'industrie (Groupement atomique Alsacienne—Atlantique), sous la direction d'un chef de projet C. E. A., assisté d'un adjoint E. D. F. Un protocole conclu entre E. D. F. et C. E. A. règle les relations des deux établissements, pour la construction de la centrale et pour son exploitation ; E. D. F. prend à sa charge 20 % du financement de *Phénix*.

Tant par son calendrier que par ses performances, cette réalisation se place en très bon rang parmi les projets comparables en cours à l'étranger. En effet :

— la construction de la centrale soviétique BN 350 (150 MWe + dessalement de l'eau de mer), commencée à la fin de 1964, connaît un certain retard ;

— le prototype britannique PFR (250 MWe), dont la construction a débuté à la fin de 1966 et dont la mise en service était prévue pour 1971, vient de connaître de graves ennuis qui retardent sa réalisation d'un an au moins ;

— la construction du prototype allemand SNR (Schneller Natrium Reaktor, 300 MWe) ne pourra commencer avant le deuxième semestre de 1970 ; cette centrale est construite dans le cadre d'un accord de collaboration entre l'Allemagne et les pays du Bénélux, et sa réalisation est à la charge d'un groupement industriel comprenant les Sociétés Siemens, Interatom, Belgonucléaire et Neratoom ;

— aux Etats-Unis, aucune décision ferme concernant la construction de centrales à neutrons rapides n'a encore été prise ; un important programme de développement est en cours, comprenant notamment la construction d'un gros réacteur d'essais de combustibles (FFTF, 400 MW th, plus de 100 millions de dollars) dont l'achèvement est prévu pour 1973 ; sous la pression croissante de l'industrie, d'autre part, divers projets précis sont à l'étude et plusieurs centrales prototypes à neutrons rapides pourraient être engagés presque simultanément, à partir de 1970.

Si l'on tient compte, d'une part, de l'excellent fonctionnement de *Rapsodie* et de l'expérience que ce réacteur, ainsi que les diverses autres installations de Cadarache, ont permis et permettront encore d'accumuler et si l'on considère, d'autre part, le bon départ de la réalisation de *Phénix*, on peut estimer que la France se place en bon rang dans la course engagée par les grands pays avancés pour la mise au point des réacteurs à neutrons rapides. Cette réussite est d'ailleurs reconnue par plusieurs pays qui viennent de conclure avec nous (Japon, Inde), ou qui négocient actuellement des contrats d'irradiation, d'expertise ou d'acquisition de savoir-faire.

Il convient de bien souligner que cette âpre compétition internationale n'est pas une affaire purement scientifique : les considérations et les intérêts industriels y revêtent une importance croissante. Aussi le souci du C. E. A. doit être de faciliter, dans les accords conclus ou en cours de négociation, l'action de l'industrie française à l'étranger.

III. — LES ACTIVITÉS DE RECHERCHE FONDAMENTALE ET APPLIQUÉE

En *physique des particules élémentaires*, l'expérimentation sur Saturne seul synchrotron à protons national s'est ouverte à de nouveaux types de recherche, tels que la physique nucléaire à haute énergie. Les équipes ont poursuivi leurs travaux sur le synchrotron du C. E. R. N. Elles préparent l'expérimentation auprès du nouvel accélérateur géant (70 GeV) de Serpukhov (à partir de 1971).

La construction des grandes chambres à bulles dont le C. E. A. est devenu le spécialiste européen se poursuit : Mirabelle pour Serpukhov, Gargamelle et la grande chambre à hydrogène liquide pour le C. E. R. N.

Parallèlement, un effort très important est concentré sur les moyens de dépouillement automatique et de calcul de la masse de clichés fournis par ces chambres.

En *physique nucléaire*, la priorité est donnée aux recherches prévues auprès de l'accélérateur linéaire à électrons de 300 MeV de Saclay (A. L. S.) dont les essais de marche se sont déroulés pendant tout 1968 et dont la mise en service a eu lieu au début de 1969. Les caractéristiques de cet appareil permettent des recherches originales.

Pour des études de physique du solide et de résonance magnétique, la priorité est donnée à la construction de la pile à très haut flux franco-allemande, qui entrera en service à Grenoble en 1971. La préparation de l'expérimentation auprès de cette pile se poursuit, tant à Grenoble, autour du réacteur *Mélusine* qu'à Saclay autour d'*El 3*.

En *physique des milieux ionisés*, les compressions budgétaires ont contraint à abandonner le projet d'une expérience de striction tubulaire, dite « Superstator » qui aurait permis d'approcher des conditions thermonucléaires. Les principales activités de la physique des plasmas se reportent sur des expériences d'inter-action entre champs électromagnétiques et plasmas. Par ailleurs, ces services sont en cours de transfert à Grenoble.

Deux expériences du C. E. A. sur les *rayonnements spatiaux à haute énergie* sont actuellement satellisées, dans le cadre d'un programme établi en accord avec le C. N. E. S. : l'une sur Esro 2, lancée le 18 mai 1968, l'autre sur Heos A 1, lancée le 5 décembre 1968 ; toutes deux se déroulent parfaitement.

L'action entreprise sur les *déchets radioactifs* a pour objectif d'augmenter l'efficacité des procédés de décontamination, de rendre plus sûr le confinement des résidus radioactifs et de diminuer les prix de revient des traitements et des stockages. En particulier dans le cas des déchets liquides, de très haute radioactivité, composés surtout des produits de fission provenant du traitement des combustibles irradiés, leur stockage en cuve est onéreux et ne peut être utilisé indéfiniment. Un procédé moins coûteux de vitrification vient d'être mis au point qui fixe, d'une manière sûre, la radioactivité des résidus.

Le C. E. A. s'est efforcé de diversifier son action de recherche appliquée en dehors du domaine proprement nucléaire.

Après la mise en place en 1967 de l'infrastructure nécessaire, les études de dessalement se sont poursuivies à un rythme accru, en 1968, à Grenoble, à Cadarache, à Saclay et à la station d'essai de Toulon, mise à la disposition du C. E. A. par la Marine nationale, dans le cadre d'un accord de collaboration avec la direction technique des constructions navales.

Dans le cadre de sa politique de coopération avec l'étranger, le C. E. A. a participé à Nouakchott en Mauritanie à l'usine qui alimente la ville en eau potable et en électricité depuis la fin de 1968.

La grande variété des techniques mises en œuvre dans les réalisations nucléaires a amené la création au C. E. A. d'équipes de spécialistes, disposant de laboratoires dotés de moyens puissants qui n'ont pas toujours leur équivalent en France.

En dehors des activités directement liées à l'atome, la plupart des domaines de la technologie avancée se trouvent ainsi couverts : mécanique, métallurgie, échanges thermiques, très hautes et très basses températures, vide, corrosion, matériaux réfractaires, métrologie, électronique, etc.

Dans la mesure où les programmes nucléaires laissent une partie de ces moyens disponibles, il est du plus haut intérêt de les mettre au service du développement industriel français en général, dans les secteurs où le besoin s'en fait sentir.

Par la force des choses, le problème de la diversification n'est pas entièrement nouveau pour le C. E. A. Bénéficiaire, dans le cadre très large de son ordonnance constitutive de 1945, d'une grande souplesse, et ayant toujours associé étroitement l'industrie à ses recherches, il a été amené dans certains domaines à pratiquer la formule des recherches sous contrat (dessalement, électronique, etc.).

Le C. E. A. pourrait donc, sans difficulté majeure, intensifier et développer des ~~activités de diversification~~. Il faudrait toutefois se garder de tomber dans la dispersion, de sacrifier les missions nucléaires du C. E. A., et son effort de recherche fondamentale, à un souci de rentabilité à court terme, qui aboutirait vite à une diminution du niveau scientifique et technique des équipes.

La diversification ne devrait en aucun cas être abordée comme une activité de substitution, trouvée pour assurer le meilleur emploi d'équipes compétentes. L'enjeu est bien au-delà, dans la contribution à un effort national de progrès technique et industriel.

La création de laboratoires tournés vers l'extérieur comme le L. E. T. I., devrait répondre à un besoin reconnu et aider à combler un retard là où le niveau technologique de l'industrie est insuffisant.

Il ne s'agirait pas de faire concurrence aux centres de recherches industriels, qui ont fait la preuve de leur efficacité, ni de se substituer à eux. Il faudrait collaborer avec eux, et compléter leur action dans des études de pointe, pour lesquelles les compétences existent au C. E. A. Ce travail en commun est d'ailleurs le meilleur moyen d'assurer le transfert des connaissances — et souvent du personnel — vers l'industrie.

Il suppose un type de gestion nouveau adapté à une telle orientation qui assure l'émergence des initiatives les plus intéressantes ~~et un contrôle précis des résultats obtenus~~ dans le cadre d'une politique générale. Des études sont en cours sur ce sujet.

CHAPITRE III

LA RECHERCHE SPATIALE

A. — Analyse des crédits.

Le Centre national d'études spatiales (C. N. E. S.) reçoit une subvention de fonctionnement (chap. 36-80) de 125.480.000 F. Les dépenses du programme de recherches spatiales sont couvertes par une subvention d'équipement de 473 millions de francs en autorisations de programme et de 471.800.000 F en crédits de paiement.

I. — SUBVENTION DE FONCTIONNEMENT

Le tableau ci-après retrace l'évolution de la subvention de fonctionnement depuis neuf années :

1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
1.740.000	3.940.000	14.140.000	21.025.000	25.951.000	42.141.000	94.510.000	112.720.000	125.480.000
	+ 125 %	+ 350 %	+ 50 %	+ 23 %	+ 63 %	+ 125 %	+ 19 %	+ 11 %

L'augmentation de subvention est la plus faible depuis l'origine. Elle correspond au recrutement de 93 agents (59 ingénieurs et cadres, 13 techniciens et 11 administratifs) par titularisation de 93 contractuels de la SOPEMA qui étaient rétribués sur crédits d'équipement. Une somme de 330.000 F couvre l'incidence de la dévaluation sur les campagnes hors de France.

Le personnel du centre comprendra ainsi 1.065 personnes. Ce personnel croît rapidement, notamment en personnel administratif.

Evolution depuis l'origine du C. N. E. S. du nombre et de la nature des emplois créés.

	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Ingénieurs et cadres	26	66	181	225	280	386	474	657
Mécaniciens	5	8	108	100	118	150	205	»
Employés et personnel	17	39	87	128	126	162	217	245
Ouvriers	3	5	15	21	15	16	21	70
	51	118	391	474	529	714	917	972

II. — SUBVENTION D'INVESTISSEMENT (Chap. 66-00)

Les crédits inscrits à ce chapitre sont comparables à ceux de 1969 ; ils s'élèveront à 473 millions de francs (A. P.) et 472,7 millions de francs (C. P.) contre 467 et 488 millions de francs l'année précédente.

	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Autorisations de programme	89	160	231	286	360	496	596	467	473
Crédits de paiement	84	140,5	195	259	333	473	590	488	472
Progression en pourcentage	»	+ 74	+ 41	+ 32	+ 28,5	+ 42	+ 25	- 19	»

En réalité, la dotation d'équipement de 1969 doit être portée à 543 millions par augmentation de crédits venant du transfert de 11 millions de la D. A. T. A. R. pour la réalisation du centre de Toulouse et de 65 millions du C. E. A. pour études au titre du C. E. C. E. S. et par diminution due à l'imputation de 41,3 millions versés au fonds d'action conjoncturelle.

Le budget 1970 prévoit en outre 5 millions de francs de crédits optionnels.

Sur ces crédits, 363,2 millions seront affectés au programme national et 109,8 millions au programme international.

B. — Prévisions du V^e Plan.

Le V^e Plan prévoyait des engagements de 2.000 millions portés ensuite à 2.460 millions. Les crédits accordés à ce jour, 2.832 millions, respectent très sensiblement les prévisions modifiées.

Le V^e Plan n'envisageait que la mise en place d'une organisation et de moyens intellectuels et matériels dont la rentabilisation doit être définie par le VI^e Plan.

Le programme spatial français est orienté à long terme, vers l'acquisition d'une capacité européenne dans le domaine des applications de l'espace. Il répond en particulier à la nécessité pour les Etats européens de ne pas tomber progressivement dans une situation de dépendance vis-à-vis des grandes nations industrielles dans le domaine du transfert et de la diffusion de l'information.

La technique spatiale tend à se substituer très rapidement aux techniques classiques dans tous les secteurs du transfert de l'information. L'incapacité à la dominer placerait les Etats européens dans une situation dangereuse et les excluerait de plus d'un marché économique important. La capacité technique ainsi acquise pourra s'étendre à d'autres domaines dont l'importance, encore que grande, ne justifierait peut-être pas, à elle seule, de tels efforts : météorologie, ressources terrestres...

Cette option fondamentale implique la nécessité de rompre le monopole des Etats-Unis et de l'U. R. S. S. et de développer dans les domaines essentiels, et en particulier dans celui des lanceurs, une capacité technique indépendante. Par ailleurs, il est évident que l'effort envisagé n'a de sens qu'à l'échelle européenne ; l'effort national doit donc être conçu en fonction de ces objectifs, d'une part, et comme l'un des moteurs de l'effort européen, d'autre part.

Cette orientation sous-entend l'établissement d'un équilibre entre la recherche fondamentale et les applications ; outre l'intérêt intrinsèque qu'elle présente, la recherche fondamentale est essentielle au dynamisme du programme spatial à la fois par l'effet d'attraction qu'elle exerce sur les individualités brillantes dont l'influence s'étend à l'ensemble des activités, et par la qualité des problèmes techniques qu'elle suscite.

Dans le cadre des mesures de stricte économie du budget 1970, le C. N. E. S. tentera de sauvegarder les programmes essentiels à savoir :

- les projets Symphonie et Europa II poursuivis normalement ;
- le champ de tir de Guyane achevé en 1970 ;
- les projets Eole, Diamant B et D 2-A continués normalement ;
- le programme D2-B retardé de six mois ;
- une réduction des programmes fusées-sondes, ballons, et des actions de recherche fondamentale rendue nécessaire par la diminution des crédits globaux.

C. — Les travaux d'installation au sol.

Pour la réalisation de ses programmes, le C. N. E. S. dispose de trois centres spatiaux : Brétigny, Toulouse et Kourou (Guyane), d'un réseau de stations et de deux centres de lancement à Air-sur-Adour et Gap.

Le réseau de stations de localisation (Diane), de télémesure et de télécommande (Iris) du C. N. E. S. permet de situer et de « suivre » les satellites dans l'espace avec précision, de recevoir et de leur envoyer des signaux. Opérationnel depuis février 1966, il comprend aujourd'hui 6 stations.

Une autre station, en construction à Fortaleza (Brésil), assurera la réception d'informations sur les lanceurs au cours des opérations du C. S. G.

STATIONS	LOCALISATION Diane.	TELEMESURE et télécommande Iris.
Brétigny-sur-Orge (France)		×
Ile de Grande Canarie (Espagne).....		×
Kourou (Guyane)	×	
Ouagadougou (Haute-Volta)		×
Brazzaville (Congo)		×
Prétoira (Afrique du Sud)	×	×

Les centres de lancement de ballons d'Aire-sur-l'Adour continuent à attirer la plus grande partie des travaux scientifiques européens réclamant l'utilisation de ballons stratosphériques. Certains lancements ont lieu, pendant l'été, dans un centre annexe, implanté à Gap.

La création d'un *Centre spatial à Toulouse* a été décidée par le Gouvernement, dans le cadre de l'aménagement des compétences régionales, qui attribue à la région Midi-Pyrénées une vocation aérospatiale bien définie.

A la suite du protocole intervenu entre le Ministre chargé du Plan et de l'Aménagement du Territoire et le Ministre de la Recherche Scientifique au mois de juin 1969, le C. N. E. S. doit implanter à Toulouse dans une première phase (V^e et VI^e Plan) l'essentiel de ses activités techniques, sauf celles des divisions de Lanceurs et Equipements au sol.

Le V^e Plan avait prévu une somme de 65 millions de francs pour ce centre. Cette prévision, inférieure de moitié à ce qui était nécessaire, n'aura permis en fin de plan que de construire une surface couverte de 25.700 mètres carrés et d'y transférer 200 personnes des divisions ballons, fusées-sondes et calcul avec les moyens de travail correspondants.

Le projet définitif de transfert des activités techniques du C. N. E. S. y compris la direction, sera réalisée en 1971-1972 par le transfert des divisions satellites et techniques et des moyens d'essais de Brétigny.

Il prévoit 47.000 mètres carrés de surface construite.

Le coût prévisionnel de cette opération s'étalant de 1966 à 1972 est le suivant :

- financement C. N. E. S., 68,60 millions de francs ;
- financement D. A. T. A. R., 68 millions de francs.

Ces chiffres ressortent du protocole entre la D. A. T. A. R. et le Ministre délégué à la Recherche scientifique. Il faut remarquer que les prévisions actuelles sont deux fois supérieures à celles du V^e Plan.

Le Centre spatial de Guyane (C. S. G.) voit se terminer, pour le programme national, les installations de l'aire de lancement Diamant en cours de réception (le remplissage du 1^{er} étage statique de

Diamant B est prévu pour octobre 1969). Tous les moyens de mesure à deux exceptions près, sont actuellement en fonctionnement. Le C. S. G. sera donc à même d'effectuer les prochains lancements de satellites à l'aide de Diamant B prévus pour 1970 (Dial - Peole D2-A).

Pour le programme Europa II, la zone des ergols est en cours de réception. Le génie civil de l'aire de lancement et du centre (blockhaus) est terminé. Les installations (fluides, électricité, équipements mécaniques, climatisation) sont en cours de réalisation, selon le programme établi. L'ensemble des installations techniques devrait être achevé et réceptionné par le C. E. C. L. E. S. en avril 1970.

— le montant des dépenses engagées à ce jour pour la réalisation du programme national et du programme complémentaire (conférence du C. E. C. L. E. S. en 1966) payé par le budget de l'Etat pour faciliter l'installation du C. E. C. L. E. S. en Guyane est, en millions de francs, de :

— programme initial	330
— programme complémentaire	55
— actualisation partielle et revision des prix.....	41,6
	<hr/>
Total engagé	426,6

— le montant des dépenses engagées au titre du programme C. E. C. L. E. S. à fin 1969 sera de 110 millions de francs, soit la totalité du montant du contrat C. E. C. L. E. S.-C. N. E. S., montant auquel il convient de rajouter 11,2 millions de francs environ de revisions de prix, comme prévu dans ledit contrat ;

— le coût total de la réalisation du C. S. G. sera donc de : $426,6 + 121,2 = 547,8$ millions de francs.

Depuis le premier lancement, qui a eu lieu en avril 1968 en Guyane, 16 fusées-sondes à poudre ou à liquide auront été lancées à la fin de l'année 1969.

Un certain nombre de fusées-sondes (une douzaine) seront lancées en 1970. Deux d'entre elles emporteront une expérience allemande.

L'année 1970 sera l'année des premiers lancements de satellites à partir du C. S. G. Trois lancements de la fusée Diamant B sont prévus. Actuellement, les essais préparatoires de mise en

œuvre de l'engin sont en cours sur l'ensemble de lancement. Le premier Diamant B devrait mettre en orbite le satellite franco-allemand Dial en mars-avril. Le deuxième devrait mettre en orbite le satellite français Péole en juin-juillet. Enfin, le troisième aura la charge de satelliser le satellite français D-2 A en octobre-novembre.

L'ensemble de lancement C. E. C. L. E. S. sera mis en service en 1970. La comptabilité avec un engin d'essai Europa sera vérifiée au cours du second semestre, sans qu'on procède à un lancement.

Les premiers lancements de la fusée Europa auront lieu à partir du C. S. G. en 1971. Il s'agit des deux lancements d'essai, F 11 et F 12, prévus pour avril et octobre 1971. La collaboration avec le C. E. C. L. E. S. se poursuivra ensuite par les lancements opérationnels des fusées Europa, en particulier pour les mises en orbite de satellites géostationnaires.

Le C. N. E. S. fait connaître régulièrement aux organismes spatiaux étrangers les possibilités importantes qu'offre le C. S. G. et les qualités de ce centre de lancement. Son utilisation internationale est encore très incertaine.

D. — Les satellites.

L'année 1969 a enregistré définitivement, face à la diminution de crédits, l'abandon du projet de satellite franco-soviétique Roseau : parmi les satellites scientifiques, c'était celui dont les études étaient le moins avancées.

Aucun lancement de satellite n'a eu lieu en 1968 et 1969 après les lancements faits les :

1° 26 novembre 1965 : A-1, capsule technologique lancée par une fusée Diamant-A.

2° 6 décembre 1965 : FR-1, satellite scientifique (étude de l'ionosphère) lancé par une fusée américaine Scout. (Ce lancement marquait l'aboutissement du premier accord C. N. E. S. - N. A. S. A.). Prévu pour une durée de vie de trois mois, FR-1 a fait preuve d'une longévité exceptionnelle puisqu'il n'a totalement interrompu ses émissions qu'après 39 mois sur orbite.)

3° 17 février 1966 : Diapason ou D-1 A, satellite scientifique (expérience de géodésie) mais surtout banc d'essai technique pour l'industrie nationale, lancé par une fusée Diamant A.

4° 8 février 1967 : Diadème-I ou D-1 C, satellite scientifique (expérience de géodésie) lancé par une fusée Diamant A.

5° 15 février 1967 : Diadème II ou D-1 D, frère du précédent, lancé par une fusée Diamant A.

Pour l'avenir on prévoit le lancement des satellites suivants :

1° Mars 1970 : Dial, satellite scientifique allemand, sera mis sur orbite à l'occasion du premier lancement d'essai de la fusée Diamant B.

2° Eté 1970 : Péole, satellite technologique et scientifique, sera mis sur orbite à l'occasion du second lancement d'essai de la fusée Diamant B si l'opération Dial a réussi.

3° Automne 1970 : D-2, satellite scientifique (étude du rayonnement du soleil et de la géocouronne), sera lancé par une fusée Diamant B.

4° Novembre 1970 : Eole, satellite expérimental d'application (météorologie), sera lancé par une fusée américaine Scout.

5° 1972 : Symphonie, satellite expérimental d'application (télécommunications) franco-allemand, sera lancé par une fusée Europa-II.

Le satellite scientifique D-2 sera porteur de cinq expériences proposées par le service d'aéronomie du C. N. R. S. qui a construit l'équipement. Le prototype de ce satellite rigoureusement conforme aux modèles de vol est en cours d'intégration ; ce modèle de vol est actuellement câblé.

Le satellite météorologique Eole doit recueillir les informations de température et de pression atmosphérique transmises par 500 ballons lâchés dans l'hémisphère Sud. La maquette électrique sera intégrée en décembre 1969 ; le prototype sera intégré au premier trimestre 1970 et le modèle de vol sera prêt au troisième trimestre 1970. Les ballons porteurs, expérimentés pour une durée de vie moyenne de deux à trois mois, sont en construction industrielle. Eole doit être lancé par une fusée Scout.

Le satellite franco-allemand de télécommunications Symphonie est destiné à distribuer des programmes de radiodiffusion et télévision. La réalisation de ce projet soulève beaucoup de difficultés, notamment par la recherche d'accords avec Intelstat. Son lancement et son utilisation opérationnelle ne sont pas prévus avant 1972-1973.

E. — Les lanceurs.

En dehors des fusées sondes d'origine militaire et de fusées américaines, le C. N. R. S. n'a utilisé qu'une fusée de conception et fabrication française Diamant-A. Il poursuit actuellement la mise au point du Diamant-B constitué de trois étages.

Le premier étage de Diamant-B est directement inspiré du premier étage de Diamant-A et du deuxième étage de Coralie ; il utilise les mêmes ergols que Coralie.

La mise au point du premier étage sera terminée en 1969 pour les éléments séparés (moteur, générateur, réservoirs) et les éléments associés deux à deux (essais de chasse et essais de compatibilité structure-propulsion). Le premier des cinq essais de qualification (Q) de l'ensemble propulsif complet aura lieu dans le dernier trimestre ; le dernier essai se fera en février 1970.

Le second étage est inchangé par rapport à Diamant-A.

Le troisième étage utilisera comme propulseur celui que C. E. C. L. E. S.-E. L. D. O. développe pour servir à l'étage de périgée d'Europa-II. Ce développement est placé sous la responsabilité de C. E. C. L. E. S. qui rencontre quelques difficultés retardant sa qualification au deuxième semestre 1970.

Les performances espérées pour Diamant-B le situent sur le même plan que le Black-Arrow anglais et le Scout américain. Il risque donc d'être concurrencé par le Black-Arrow qui est en avance dans sa réalisation.

Conclusion.

L'analyse des dotations budgétaires et l'examen des projets en cours montrent que des sommes énormes ont été utilisées au titre du V^e Plan, que des efforts intellectuels ont été dépensés sans ménagement et que le C. N. E. S. a ainsi joué le rôle de coordinateur qui lui était confié. Mais les résultats réels obtenus sont bien

minces en face de ces efforts : ils sont minces si on les compare à l'arsenal des engins et aux résultats obtenus par les deux empires, ils sont minces en valeur absolue puisqu'aucun lancement français n'a eu lieu depuis 1967, que notre participation à l'E. S. R. O. risque d'être réduite. On peut se demander si les investissements considérables faits dans les moyens au sol, notamment en Guyane, correspondront à l'utilisation réelle de ces moyens. Cette situation se complique du malaise qui pèse sur les meilleurs techniciens du C. N. E. S. qui semblent avoir perdu la foi dans leur mission.

Dans le domaine spatial comme dans le domaine nucléaire la réalité réside dans la définition d'une politique à long terme, dans l'estimation des besoins et des possibilités nationales de les couvrir. La dimension nationale, pour nous comme pour nos voisins européens, n'est pas suffisante pour y développer une recherche appliquée d'une industrie susceptible d'obtenir des réalisations satisfaisantes et de combler, même en partie, le « fossé » qui sépare l'Europe des deux empires technologiques. La vie du C. N. E. S. dépend de sa collaboration technique et financière avec ses homologues européens ; son isolement mènera à une agonie rapide par l'octroi de crédits importants en soi mais insuffisants pour accomplir des programmes trop ambitieux.

CHAPITRE IV

LE PLAN CALCUL

A. — L'objectif.

L'informatique est destinée à prendre une place sans cesse croissante dans l'économie moderne.

Il est donc nécessaire de faire prendre conscience sur le plan national du « fait informatique » ; d'où le premier aspect de la mission du délégué à l'informatique : action de promotion de l'utilisation de l'informatique, notamment dans les administrations.

L'industrie nationale de l'informatique est appelée à se développer, parce que le produit, qu'il soit matériel (ordinateurs, périphériques) ou intellectuel (software) revêt un caractère stratégique sur le plan économique ; son chiffre d'affaires est déjà important et son rythme de croissance est très soutenu (30 % par an) ; l'industrie de l'informatique prend place parmi les premières sur le plan mondial. C'est déjà une industrie de masse et une grande industrie d'équipement.

C'est aussi une industrie de pointe faisant bénéficier l'économie d'importantes retombées (par exemple : les composants électroniques) et à ce titre, accélérateur du progrès et de la capacité d'innover d'un pays.

L'informatique et l'électronique pénétrant chaque jour davantage dans tous les domaines industriels sont des techniques qu'il est indispensable de maîtriser.

Il en résulte que tout pays souhaitant rester dans le peloton de tête des nations développées, ne peut pas ne pas disposer isolément ou collectivement d'une industrie de l'informatique.

En face d'industries à capitaux étrangers installées sur notre sol, qui ont d'incontestables avantages, l'objectif est d'aboutir à la mise sur pied d'une véritable industrie française de l'informatique, c'est-à-dire d'une industrie capable de concevoir, de fabriquer et de vendre des matériels compétitifs en qualité, en prix et en délais sur un marché international très concurrentiel.

Le problème est de faire en sorte qu'il existe à terme une industrie privée compétitive, donc rentable, qu'il est nécessaire d'aider dans les premières années de sa vie qui ne peuvent manquer d'être particulièrement difficiles. Il s'agit d'un mode d'action relativement nouveau qui se veut aussi peu « interventionniste » que possible. La politique menée doit éviter de tomber dans les deux erreurs suivantes :

— de la part des industriels : agir en éternels assistés se contentant d'une opération d'une ampleur réduite sur un marché bien protégé ;

— de la part de l'administration : assumer la responsabilité de l'opération.

Il s'agit en fin de compte, de réaliser une opération de politique industrielle et non une opération de prestige, pas plus qu'une démonstration de la capacité française à fabriquer tel ou tel ordinateur sans avenir commercial réel.

Objectif certes ambitieux mais qui, pour une nation industrielle, vaut la peine d'être poursuivi.

Rappelons par les tableaux suivants la situation des pays industriels au regard de la fabrication et l'équipement en calculateurs. Le parc français s'accroît au rythme d'un doublement tous les deux ans.

Répartition des chiffres d'affaires par secteur.

	CHIFFRE affaires total 1967 (millions de francs hors taxes).	POURCENTAGE	RÉPARTITION			Composants.
			Matériels grand public.	Biens d'équipement dont informatique.		
(En pourcentage.)						
<i>Europe.</i>						
Allemagne	7.921	100	45,1	27,1	10,0	27,8
Italie	2.330	100	45,3	35,7	13,5	19,0
France	6.849	100	22,5	44,8	15,4	32,7
Belgique	896	100	52,4	15,8	1,7	31,8
Grande-Bretagne	7.315	100	15,1	53,5	12,0	31,4
<i>Autres pays.</i>						
Japon	15.546	100	43,0	34,0	6,0	27,0
Etats-Unis	135.000	100	17,5	60,0	10,2	22,5

On peut constater que la France occupe une place extrêmement importante dans la production des matériels informatiques à l'échelle européenne. En effet, elle occupe le premier rang devant la Grande-Bretagne et l'Allemagne. Cette situation est due évidemment à l'implantation des filiales de sociétés américaines en France : I. B. M. France et Bull General Electric.

Evolution de la composition du parc français en fonction de la spécialisation.

(En nombre d'ordinateurs.)

ANNEES	GESTION	SCIENTIFIQUES	UNIVERSELS	INDUSTRIELS	TOTAUX
1 ^{er} janvier 1963.....	365	144	»	15	524
1 ^{er} janvier 1964.....	548	188	»	32	768
1 ^{er} janvier 1965.....	753	232	»	43	1.028
1 ^{er} janvier 1966.....	1.157	273	50	74	1.554
1 ^{er} janvier 1967.....	1.525	271	271	106	2.173
1 ^{er} janvier 1968.....	1.814	344	893	170	3.221
1 ^{er} janvier 1969.....	1.951	476	1.504	257	4.183

Au 1^{er} janvier 1968, sur les 3.221 appareils du parc :

1.389 étaient construits par I. B. M. ;

951 étaient construits par Bull General Electric ;

381 étaient construits par C. I. I.

B. — Structure et crédits.

Le Plan calcul entre dans sa quatrième année d'existence. La Délégation à l'Informatique assume la responsabilité de la coordination des mesures et actions menées dans cette voie ; elle assure une triple mission :

— créer les moyens scientifiques et technologiques nécessaires au développement autonome d'une industrie nationale de calcul ;

— coordonner et organiser l'implantation et la mise en œuvre des équipements de traitement et d'information au sein des organismes publics et parapublics dans le pays ;

— promouvoir l'enseignement et la formation du personnel de tous niveaux dans les techniques de l'informatique.

Cette délégation compte 22 personnes ; ses frais de fonctionnement sont de 1.566.414 F.

L'Institut de recherches d'informatique et d'automatique, organe de conception et d'information (I. R. I. A.) recevra en 1970 une subvention (chap. 36-82) de fonctionnement de 15.220.873 F et des crédits d'équipement (ch. 66-03) de 4.200.000 F (A. P.) et 7.854.000 F (C. P.).

Les crédits de fonctionnement augmentent de 2.500.000 F, augmentation correspondant à la création de 60 emplois nouveaux. L'I. R. I. A. comptera donc 193 agents dont :

84 chercheurs ;

109 techniciens et administratifs.

Enfin, par l'intermédiaire de la Délégation à l'informatique, le Plan calcul bénéficiera d'une subvention d'équipement de 166 millions (A. P.) et 145 millions (C. P.) et de 8 millions de crédits optionnels.

Evolution des crédits du Plan Calcul.

DÉSIGNATION	1968		1969		1970	
	Autorisations de programme.	Crédits de paiement.	Autorisations de programme.	Crédits de paiement.	Autorisations de programme.	Crédits de paiement.
I. R. I. A.						
Subvention de fonctionnement.	»	7.000.000	»	13.400.000	»	15.220.000
Subvention d'investissement ..	24.000.000	10.000.000	19.000.000	22.000.000	4.200.000	7.854.000
	24.000.000	17.000.000	19.000.000	35.400.000	4.200.000	23.074.000
Plan Calcul	145.000.000	130.000.000	179.000.000	145.000.000	166.000.000	145.000.000
Total	169.000.000	147.000.000	198.000.000	180.000.000	170.200.000	168.074.000

La dotation sera répartie comme suit entre les divers chapitres du programme :

	1969	1970
	(En millions.)	
Calculateurs :		
Gamme I	87	70
Gamme II	15	15
Gamme III	4	5
Petits calculateurs		2
Périphériques	38,7	35
Composants	21,1	20
Software	5,2	3
Actions spécifiques	8,95	8
Divers	»	8
	179,95	166

C. — L'Institut de la recherche d'informatique et d'automatique (I. R. I. A.).

L'I. R. I. A. créé par la loi du 3 janvier 1967 a pour tâche essentielle d'effectuer les recherches de base au plus haut niveau et de former les spécialistes dont notre pays a besoin.

En 1969, l'activité de l'I. R. I. A. a porté sur la recherche, l'enseignement et les contacts avec les laboratoires étrangers.

Les activités de recherche sont réparties en 9 directions :

- structures et programmation ;
- informatique appliquée ;
- automatique appliquée ;
- architecture des machines et périphériques ;
- informatique numérique ;
- automatique et informations économiques ;
- logique et automates ;
- structures nouvelles de machines ;
- informatique de gestion.

En informatique médicale, d'importants travaux ont été conduits avec les services hospitaliers (Villejuif, Saint-Louis), notamment sur le diagnostic automatique sur le bilan hépatique, sur la compatibilité entre donneurs et receveurs de greffes.

Dans le domaine de la conception des machines, l'I. R. I. A. s'est penché sur le petit ordinateur dont l'industrialisation devrait être rapidement poussée pour répondre aux besoins du marché.

En informatique numérique, des études ont été conduites sur les grands systèmes d'équations aux dérivées partielles et de leur contrôle optimal.

Dans le domaine de l'enseignement programmé, les travaux ont porté sur la conception d'un banc d'essais des méthodes, du software et des terminaux en partant de l'ordinateur C. A. E. 90, 80, et la recherche d'un matériel économique spécialisé à l'enseignement programmé.

Dans le domaine de l'enseignement, l'I. R. I. A. s'est volontairement limité à l'enseignement à un très haut niveau dispensé dans le cadre de séminaires et de colloques, notamment de séminaires de sensibilisation à l'informatique destinés aux responsables supérieurs des administrations et des entreprises : cent quarante conférences ont été données. Trois colloques ont été organisés sur l'information scientifique et la documentation automatique, sur la démonstration automatique, sur l'optimisation. Des stages de sensibilisation ont réuni des membres de la Cour des Comptes, du Conseil d'Etat, des formateurs éventuels, des élèves de l'E. N. A.

L' I. R. I. A. a vocation de *centre de rencontre et d'échanges* pour les spécialistes de l'informatique : chercheurs, universitaires, usagers des ordinateurs. Onze missions étrangères ont été accueillies à ce jour et sept missions françaises ont visité l'Algérie, l'Espagne, la Grande-Bretagne, Israël, la Pologne, la Roumanie et l'U. R. S. S.

A un niveau très élevé, l'I. R. I. A. a accompli sa double mission de recherche, et plus particulièrement d'enseignement. Mais il lui est nécessaire de s'attacher également à la formation de personnels qualifiés destinés aux applications pratiques et à l'utilisation des machines. L'industrie étrangère forme ces spécialistes ; l'industrie française doit le faire mais aidée par l'I. R. I. A. qui jouera ainsi son rôle d'animateur du Plan Calcul.

D. — Aspects industriels.

Les aspects industriels du Plan calcul couvrent essentiellement trois domaines :

- celui des ordinateurs proprement dits, confiés au C. I. I. ;
- celui des périphériques où la S. P. E. R. A. C. joue le rôle de chef de file ;
- celui des composants pour lesquels l'Etat a signé une convention avec la Compagnie générale des semi-conducteurs.

I. — LA STRUCTURE

Un des objectifs du Plan calcul était de proposer aux industriels un programme ayant suffisamment d'ampleur pour faciliter naturellement la constitution d'un ou deux groupes industriels puissants, nécessaires à la survie d'une industrie française de l'électronique soumise à une très vive concurrence internationale et en particulier américaine. Ce nouvel ensemble industriel devrait posséder les deux pôles de croissance de l'industrie électronique que sont :

— une production compétitive de composants électroniques (et en particulier de circuits intégrés), car l'absence de source d'approvisionnement autonome de composants condamne l'industrie des matériels électroniques à une indépendance apparente mais précaire ;

— une production de matériels informatiques ; ces derniers constituent un débouché essentiel des fabricants de composants et commandent par ailleurs toutes les applications nouvelles de l'électronique, dans les domaines aussi variés et importants que la gestion administrative, les transports, les télécommunications, la médecine, l'enseignement et bien entendu, l'industrie.

Au bout de deux ans, les objectifs « structurels » sont en voie d'être atteints. Les structures de l'industrie électronique française sont complètement transformées par :

— le regroupement des « moyens informatiques » des trois principaux groupes industriels électriciens et électroniciens français : la C. S. F., la C. G. E., le Groupe Schneider ;

— le regroupement des « moyens périphériques » de Thomson et de la Compagnie des Compteurs et la négociation d'accords entre la C. G. E. et le Groupe Thomson ;

— la fusion de Thomson et de la C. S. F., qui permettait en particulier de créer une nouvelle firme : la Sescosem dans le domaine des composants qui est actuellement la deuxième firme européenne dans ce secteur, juste derrière le groupe Philips.

Dans le domaine de l'informatique, la nouvelle structure industrielle devra présenter des garanties effectives quant à l'aptitude à la réussite finale : en établissant des bases saines entre les deux groupes et leurs filiales et une concentration permanente entre les pouvoirs publics, la délégation à l'informatique et les industriels.

L'imbrication des intérêts respectifs des deux groupes et la répartition des compétences devront être déterminées dans le but d'assurer une convergence présente des efforts et d'éviter une divergence à terme qui condamnerait la réussite de l'opération informatique.

II. — LES ORDINATEURS

Le premier prototype (P 1) annoncé au Sicob 1968 sous le nom d'Iris 50 a été présenté en recette le 20 décembre 1968 dans une configuration comprenant l'unité d'échange multiplexée, la mémoire, l'alimentation définitive, un lecteur de carte, une imprimante et des dérouleurs de bandes magnétiques. Des programmes de tests et des mesures diverses ont été exécutés en présence d'une commission comprenant des experts de la délégation à l'Informatique et d'organismes publics. La recette a été exécutée conformément aux dispositions prévues dans la Convention Plan Calcul.

Pour un prix de location mensuel voisin de l'I. B. M. 36/40 (2.000 dollars), le débit des informations échangées vers les périphériques de l'Iris 50 est double de celui de son concurrent.

Le premier prototype de P 0 a été présenté aux experts de la délégation le 15 juillet 1969. La version militaire de P 0 a été présentée sous le nom d'Iris 35 au salon du Bourget.

A l'exception de l'ordinateur P 2, dont la réalisation a été différée pour des raisons essentiellement liées à la politique commerciale de la C. I. I. (le type P 2 serait en concurrence avec le 10 070 fabriqué sous licence américaine par le C. I. I.), on peut donc considérer que la phase du développement est maintenant bien avancée.

III. — LES PÉRIPHÉRIQUES

La Convention « Périphériques » signée le 2 juillet 1968 avec la Société Sperac, prévoyait le développement d'un certain nombre de matériels périphériques. Après un démarrage difficile, cette société semble avoir maintenant su maîtriser ses problèmes.

Elle a développé :

- un terminal à clavier : 1 005 dont le premier prototype a été terminé en janvier 1968 ;
- un terminal lourd de transmissions de données, le 5 005 dont le prototype a été terminé en avril 1969 ;
- une unité de visualisation alphanumérique : le 6 300 dont le premier prototype a été terminé en avril 1969 ;
- une unité de mémoires à disques amovibles : le MD 17 dont le prototype a été terminé en février 1969 ;
- enfin un certain nombre d'autres matériels avancés sont en cours d'études.

IV. — LES COMPOSANTS

Des développements multiples ont été réalisés en 1968 et en 1969 dans le domaine des composants, notamment :

- le développement de 7 types de circuits intégrés T 2 L lents, réalisés par le Sescosem en décembre 1968 ;
- le développement de 7 types de circuits intégrés T 2 L rapides et de 3 types de circuits mémoires spéciaux, sera terminé fin 1969 ;
- le développement de mémoires à tore pour les calculateurs P 0 et P 1 par la Cofelec et la Radiotechnique, terminé fin 1968. Le développement de mémoires à tore pour le calculateur P 3 sera terminé fin 1969. Les sociétés couvriront 70 % de la demande du C. I. I.

Un grand nombre d'entreprises de composants ont bénéficié des effets d'entraînement technologique à travers les développements du Plan Calcul.

La Sescosem, qui avait produit en 1968 environ 60.000 circuits intégrés en réalisera un million en 1969.

V. — LE SOFTWARE

L'année 1969 verra aboutir un nombre important de développements dans le domaine du software.

Au cours du premier semestre 1969 a été terminée la première partie du software de gestion de la machine 10 070 fabriquée par la C. I. I. sous licence S. D. S.

Au cours du deuxième semestre 1969, sera terminé l'ensemble du software de la machine Iris 50, enfin au début de l'année 1970 devraient prendre fin les développements du software gestion de la 10 070 et le software de la machine P 3.

Conclusion.

Nous rappellerons, dans ce rapport, les conclusions que nous tirions de l'examen du projet de loi de finances 1969.

Si les difficultés rencontrées dans la mise au point industrielle du plan calcul sont inhérentes à une telle entreprise, si elles doivent être surmontées, ce sera sans doute au prix de charges financières plus importantes que prévues, qui ne permettront pas de libérer l'Etat en 1971 de l'aide financière qu'il apporte à cette industrie et qui fausse actuellement la compétitivité comparative avec des constructions étrangères.

Le C. I. I. devrait s'attaquer rapidement à un marché qui, jusqu'alors, n'était pas chargé, celui des petits et moyens ordinateurs. Cela permettrait d'apporter une contribution particulière à l'économie nationale, en facilitant la solution du problème des méthodes de gestion des entreprises moyennes. Un constructeur étranger s'intéresse activement à ce marché en apportant déjà un modèle répondant à la demande de cette clientèle.

L'I. R. I. A. accélère paradoxalement la prise de conscience dans les milieux économiques de l'importance de l'informatique, au moment même où la concurrence étrangère atteint de nouveaux milieux et où l'organisme industriel français produit surtout des machines sous licence étrangère.

CHAPITRE V

L'EXPLOITATION DES OCEANS

Créé par la loi du 3 janvier 1967, le C. N. E. X. O. a procédé, durant l'année 1968, à la mise en place progressive de ses services et à la préparation du programme d'orientation « Océan ». L'année 1969 marque avec le lancement d'un certain nombre d'opérations sélectionnées à partir du programme d'orientation, le véritable démarrage de l'action de l'organisme. Celle-ci, il convient de le rappeler, ne s'exerce pas seulement dans le domaine de la recherche et du développement technique, mais s'étend également à la réalisation et la gestion d'équipements lourds et à la formation de chercheurs. Elle est appelée, d'autre part, conformément à la vocation tracée à l'établissement, à déboucher sur une activité d'exploitation.

A. — Analyse des crédits.

Le C. N. E. X. O. bénéficie de deux subventions : l'une, de fonctionnement, est inscrite au chapitre 36-81 du budget du Développement industriel et scientifique ; l'autre, d'équipement, figure au chapitre 66-02 du même budget.

Le montant de ces subventions et leur évolution depuis la création du C. N. E. X. O. apparaissent dans le tableau suivant :

	1968	1969	1970 (prévisions).
	(En millions de francs.)		
Equipement (autorisation permanente).....	25	(1) 40,6	(2) 50,35
Fonctionnement	7	12,2	20,04
Effectifs	50	85	125

(1) Dont 13,5 millions de francs versés au Fonds d'action conjoncturelle.

(2) Plus 5 millions de francs en crédits optionnels.

A sa création, le C. N. E. X. O. avait prévu un effectif de 400 personnes en 1975.

a) *La subvention de fonctionnement.*

De 12,24 millions de francs en 1969, elle passe à 20,04 millions de francs en 1970, soit une augmentation de 68,7 %.

Cet accroissement comprend l'incidence en année pleine, des emplois autorisés en 1969, ainsi qu'une prévision pour les augmentations générales de salaires et les avancements, de plus les crédits correspondant à la création de 40 postes nouveaux accordés au C. N. E. X. O. pour l'année 1970. La plupart de ces postes sont destinés au Centre océanologique de Bretagne (C. O. B.), dont le démarrage effectif interviendra en 1970 puisque les deux premiers laboratoires (Biologie et Géologie) doivent être mis en service en mars.

Pour cette même raison, l'accroissement des crédits de fonctionnement proprement dits sera affecté, pour plus de 70 % de son montant, au C. O. B.

Le C. N. E. X. O. s'étant vu confier la gestion des équipements lourds d'intérêt général, il doit donc en supporter les charges financières. Les crédits demandés sur ce poste sont destinés à couvrir les dépenses de fonctionnement d'engins ou de navires dont la mise en service interviendra en 1970 : notamment le premier navire de type Norois construit par le C. N. E. X. O. En outre, les frais de gestion du navire d'accompagnement du bathyscaphe Archimède, supportés antérieurement par le C. N. R. S., seront à la charge du C. N. E. X. O. à compter du 1^{er} janvier 1970.

b) *La subvention d'équipement.*

De 40,6 millions de francs en 1969, la dotation passe à 50,35 millions de francs en 1970 (+ 24 %). Il faut toutefois préciser que sur les autorisations de programme de 1969, 13,5 millions de francs ont été bloqués au fonds d'action conjoncturelle et qu'en revanche en 1970, 5 millions de francs inscrits au F. A. C. pourront s'ajouter aux crédits initiaux.

Les demandes présentées initialement par le C. N. E. X. O. s'élevaient à la somme de 82.600.000 F. L'abattement conduira en premier lieu le C. N. E. X. O. à ralentir son effort dans certains secteurs. C'est ainsi que dans le domaine de la connaissance et de l'exploitation de la matière vivante, les études destinées à amélio-

rer la connaissance du cycle de la matière vivante, du comportement des différentes espèces et de leur reproduction ne pourront connaître le développement prévu. La reconnaissance du plateau continental permettant d'établir sa cartographie et d'apprécier ses richesses minérales susceptibles d'exploitation, ne pourra pas être aussi accélérée qu'il l'avait envisagé.

Des opérations devront également être abandonnées :

Le C. N. E. X. O. est obligé en effet de renoncer à la construction d'un deuxième navire de type Norois qui lui aurait pourtant permis de répondre aux demandes des organismes tant en ce qui concerne la Méditerranée que l'océan Atlantique, le navire « *Jean-Charcot* » étant réservé aux missions lointaines.

La réalisation d'une deuxième bouée-laboratoire devant être implantée dans l'Atlantique ne pourra pas, d'autre part, être entreprise en 1970.

Enfin, l'effort que le C. N. E. X. O. était disposé à consentir en matière d'équipement de navires ou d'engins, devra être considérablement réduit alors que celui-ci paraissait pourtant justifié en raison du caractère polyvalent des missions qui doivent être confiées à ces moyens.

Dans le domaine de la construction d'équipements immobiliers, les réductions budgétaires auront pour effet de ralentir la réalisation du Centre Océanologique de Bretagne et, par conséquent, de retarder le démarrage de l'ensemble de ses installations.

Le C. N. E. X. O. devra également renoncer à disposer d'un siège définitif, dont la construction, compte tenu de l'exiguïté des locaux actuellement occupés et du montant du loyer, était pourtant souhaitée.

Le ralentissement de certaines études et l'abandon des opérations mentionnées ci-dessus constitueront donc, pour l'Océanologie française, un lourd handicap dont le rattrapage dépendra exclusivement des ressources budgétaires qui seront accordées au C. N. E. X. O. au cours des prochaines années.

Nous devons constater que l'effort français est bien inférieur à celui que consentent l'Allemagne fédérale (130 millions), la Grande-Bretagne (150 millions), le Japon (300 millions) où les U. S. A. (2.500 millions). Il est donc à craindre que nous prenions de plus en plus de retard dans les recherches océanographiques.

En 1969, sur la subvention de 40.600.000 F, 13.600.000 F avaient été affectés aux cinq thèmes prioritaires, soit :

— Exploitation de la matière vivante.....	3.800.000	28 %
— Exploitation des matières minérales et fossiles	2.000.000	15 %
— Reconnaissance et aménagement de la marge continentale et littorale.....	4.300.000	31 %
— Lutte contre la pollution.....	1.500.000	11 %
— Action de l'océan sur les conditions météorologiques et climatiques.....	2.000.000	15 %
	<hr/>	
	13.600.000	

En attendant l'équipement du centre océanologique de Bretagne, la C. N. E. X. O. a passé avec les organismes publics et privés des contrats pour une valeur de 15.200.000 F pour les études des cinq thèmes.

Les autorisations de programme prévues pour 1970 se répartiraient de la façon suivante :

I. — *Connaissance et exploitation des océans :*

Thème n° 1 : Connaissance et exploitation de la matière vivante	4.750.000 F.
Thème n° 2 : Connaissance et exploitations des matières minérales et fossiles	3.550.000 F.
Thème n° 3 : Connaissance et aménagement de la marge continentale	3.950.000 F.
Thème n° 4 : Lutte contre la pollution de l'eau de mer ...	2.000.000 F.
Thème n° 5 : Connaissance de l'action de l'océan sur les conditions météorologiques et climatiques	1.950.000 F.
	<hr/>
	16.200.000 F.

<i>Report</i>		16.200.000 F.	
 II. — <i>Moyens à la mer</i> :			
Navires de surface	500.000 F.		
Bouées	5.000.000 F.		
Equipement des navires et engins en service	8.050.000 F.		
		<hr/>	
	13.550.000 F.	13.550.000 F.	
 III. — <i>Constructions et équipements</i> :			
Centre océanologique de Bre- tagne	19.600.000 F.		
Centre océanologique de Polyné- sie (étude)	200.000 F.		
Equipement C O B : première dotation :			
Stock outillage	400.000 F.		
Bibliothèque	100.000 F.		
		<hr/>	
	20.300.000 F.	20.300.000 F.	
 IV. — <i>Coopération interna- tionale</i>			
	300.000 F.	300.000 F.	
		<hr/>	
		50.350.000 F.	

B. — Les moyens d'intervention.

I. — LES MOYENS AU SOL

Les moyens au sol seront regroupés à Brest au *Centre polyvalent d'océanologie*.

Les deux laboratoires en cours de construction — le laboratoire de géophysique et de géologie et le laboratoire de biologie — seront mis en service le 1^{er} avril 1970.

En ce qui concerne les bâtiments constituant le support technique de ces laboratoires, il faut signaler que :

— la première tranche des entrepôts sera achevée vers le 1^{er} février 1970 ;

— le bâtiment abritant le poste de garde et le standard téléphonique sera achevé vers le 1^{er} mars 1970 ;

— les travaux de gros œuvre de la chaufferie et du poste électrique sont dès maintenant terminés ;

— l'achèvement des travaux de gros œuvre d'un bâtiment technique et de la réalisation du réseau d'eau surchauffée est prévu respectivement pour le 1^{er} mars 1970 et la fin de l'année 1969.

D'autres constructions sont également en cours : il s'agit d'une première tranche d'ateliers et d'un hall de montage, pour lesquels les travaux de gros œuvre seront terminés vers le 1^{er} mai 1970. Le bassin d'épreuves sera en outre mis en chantier avant la fin de l'année.

Les prévisions de dépenses pour la tranche en cours s'élèvent à 60 millions aux conditions économiques du 1^{er} janvier 1968. Cette tranche, qui devait être initialement terminée en 1971, ne sera sans doute achevée qu'en 1972, compte tenu de la conjoncture budgétaire de 1969 et de 1970.

II. — MOYENS A LA MER

Le C. N. E. X. O. assure actuellement le financement de la construction de trois navires et d'un engin. Il convient cependant de noter que, sur ces trois navires, un seul est destiné à satisfaire ses besoins propres.

Il s'agit du premier navire de type Norois, navire de recherche polyvalent, qui sera livré en octobre 1970. Les deux autres navires seront principalement utilisés, l'un par l'Institut scientifique et technique des pêches maritimes (ISTPM), l'autre par l'ORSTOM.

La SP 3000 est pratiquement achevée et les essais à quai auront lieu avant la fin de l'année. Son équipement a toutefois dû être différé, pour des raisons budgétaires.

L'*Argyronète*, réalisé conjointement par le C. N. E. X. O. et l'Institut français du pétrole, est en cours de construction au C. E. M. A. Le planning prévu est suivi, la livraison devant intervenir au milieu de l'année 1971.

En 1970, il sera entrepris une étude d'un navire de reconnaissance des fonds marins et d'un bateau d'appui sous-marin. Par ailleurs, en raison des mesures de blocage imposées au C. N. E. X. O. en 1969, la construction d'une bouée-laboratoire, type BORHA 2, destinée à remplacer celle actuellement en service en Méditerranée, se trouve reportée en 1970.

C. — Les programmes de recherche.

Ces programmes ont porté sur cinq thèmes prioritaires susceptibles de déboucher rapidement sur des applications économiques :

— *Exploitation de la matière vivante.* Les recherches ont eu pour objectif une meilleure connaissance du cycle de la matière vivante. Leur application pratique concerne le développement de la pêche au thon, la mise au point d'un procédé de pêche électrique, la transformation des produits de la pêche. Dans le domaine de la mariculture, des expériences sont poursuivies pour l'élevage de certaines espèces (crevettes, daurades) ;

— *Exploitation des matières minérales et fossiles.* La reconnaissance de la couverture sédimentaire du plateau continental français doit permettre la localisation de gisements de graviers et autres matériaux de construction dont les réserves terrestres s'épuisent rapidement ;

— *Reconnaissance de la marge continentale et du littoral.* L'accent a été mis ici sur la maîtrise des techniques de plongée profonde, qui est l'une des conditions de toute action dans ce domaine. Diverses expériences ont été menées, portant sur l'immersion fictive d'animaux ; elles permettront de passer en 1970 à des expériences en vraie grandeur avec des hommes ;

— *Lutte contre la pollution.* Compte tenu des leçons de l'accident du *Torrey Canyon*, le principal effort porte en 1969 sur la mise au point d'un dispositif de récupération et de pompage au large, des nappes d'hydrocarbures. En 1970, la lutte contre la pollution comportera, en outre, l'étude des mécanismes de diffusion des pollutions chimiques ainsi que des recherches sur les pollutions bactériennes ;

— *Action de l'océan sur les conditions météorologiques et climatiques.* Les études et expériences porteront sur :

- les interactions océan-atmosphère et la possibilité de mettre en place un système de roulage des navires ;
- l'action des éléments sur les structures en mer (corrosion, effets de la houle, etc.).

CHAPITRE VI

LA RECHERCHE FRANÇAISE ET LA COOPERATION INTERNATIONALE

L'examen des crédits affectés à la recherche montre que leur importance est encore très insuffisante pour pousser jusqu'au développement les recherches appliquées indispensables au développement industriel national, à l'invention de techniques nécessaires à la progression des industries de pointe. Il montre aussi que dans certains domaines, des projets trop ambitieux ne pourront cependant jamais combler le retard pris sur les projets réalisés par des nations aux ressources considérables et que les crédits massifs accordés à ces disciplines, seront finalement dispensés en vain et ne mèneront pas à des résultats positifs.

Limiter pour certaines disciplines la recherche au cadre national — ceci est vrai pour nos voisins européens comme pour nous-mêmes — est une erreur : il faut rechercher des collaborations internationales grâce auxquelles on évitera les doubles emplois tels que la mise au point de progrès techniques découverts par d'autres et déjà poussés au stade industriel.

Nous en sommes bien conscients mais il faut reconnaître que ces collaborations internationales sont rendues difficiles par le sentiment nationaliste des pays intéressés, le respect du secret de la recherche et de son développement, le bénéfice à sauvegarder des retombées industrielles.

Nous essaierons pour les domaines les plus importants de faire le point de la recherche dans le cadre des échanges internationaux et particulièrement de la coopération européenne.

A. — La coopération européenne.

Les ministres de la science de la C. E. E. s'étaient réunis à Luxembourg le 10 décembre 1968 pour rechercher une coopération scientifique et technique entre leurs pays. Un groupe de travail dit « groupe de la politique de la recherche scientifique et technique » s'est réuni plusieurs fois en 1969 sous la présidence de M. Aigrain, délégué général à la recherche scientifique et technique.

Ce groupe a retenu sept secteurs de recherche dans lesquels la coopération se présente plus favorablement : informatique, télécommunications, océanologie, moyens de transport, nuisances, métallurgie, météorologie. Il a d'abord examiné les causes des difficultés rencontrées à ce jour dans le développement des actions technologiques européennes. Puis il a arrêté une liste de 47 actions à entreprendre, actions de nature très différentes portant sur tous les stades de la recherche depuis les études jusqu'au développement industriel.

Il a envisagé la création de centres communs ou de services d'intérêt public — gérés en commun. Le Groupe, suivant la mission qui lui était donnée, a confronté les méthodes, les plans, les programmes et les budgets de recherche des pays intéressés pour une coordination des études prospectives et des options. Il a examiné ainsi les problèmes de l'échange d'informations scientifiques et de scientifiques eux-mêmes et ceux de la formation des chercheurs.

Un groupe de hauts fonctionnaires essaie, depuis le 30 juin 1969, d'opérer une sélection parmi les 47 projets recensés.

B. — La recherche nucléaire.

I. — EURATOM

Des recherches dans le domaine nucléaire sont poursuivies dans le cadre de l'Europe des Six. La participation française inscrite au budget sera de 50 millions en 1970 contre 80 millions en 1969 et 110 millions en 1968.

La Communauté européenne poursuit des recherches dans son « centre commun de recherches », géographiquement partagé entre Ispra (Italie), Karlsruhe (Allemagne), Mol-Geel (Belgique) et Petten (Pays-Bas). Elle participe aussi, dans des contrats d'association, à des recherches menées par les pays membres.

Le centre commun de recherches emploie environ 2.200 agents.

L'établissement d'Ispra est de loin le plus important (près de 1.600 agents). Il a consacré le tiers de son temps en 1969 à des études sur les réacteurs modérés à l'eau lourde et les deux autres tiers à de multiples recherches générales (physique, chimie, métallurgie, technologie des matériaux, etc.). Le réacteur *Essor* destiné

à des essais de cœurs de réacteurs à eau lourde (principalement du type Orgel, modéré par liquide organique) y a divergé en 1967 et a été mis en service à sa puissance nominale au début de 1969.

L'institut des transuraniens de Karlsruhe poursuit l'étude des propriétés chimiques et métallurgiques des éléments plus lourds que l'uranium (plutonium principalement).

Le bureau central des mesures nucléaires de Mol-Geel se consacre à des mesures très précises des constantes nucléaires et à la préparation d'étalons de grande pureté.

L'établissement de Petten a, comme celui d'Ispra, une compétence générale. Il dispose d'un réacteur d'irradiation déjà ancien. Il se consacre à des études de matériaux nucléaires.

Les études poursuivies par Euratom en association avec la France se situent dans trois domaines : protection sanitaire contre les radiations, fusion thermonucléaire contrôlée, réacteurs à neutrons rapides. Cependant, depuis 1968, le programme intérimaire de recherche d'Euratom n'a reçu aucune dotation financière permettant à la Communauté de maintenir sa participation aux contrats d'association. Un régime provisoire a été instauré, permettant seulement à Euratom de maintenir en place son personnel de recherche. Les dépenses de recherche autres que celles de ce personnel ont été entièrement prises en charge par le C. E. A.

Pour 1970, la commission propose de lancer dans son centre commun des recherches non nucléaires, principalement en informatique et sur les nuisances, mais ceci pose un problème juridique, car ces domaines échappent à la compétence d'Euratom si l'on s'en tient au Traité de Rome. On est toujours à la recherche d'un accord sur les programmes futurs, qui pourraient être partagés en une partie d'intérêt commun aux Six et une partie complémentaire.

Enfin se pose le problème du personnel en surnombre (380 agents) qui devrait être mis en disponibilité.

En ce qui concerne *la coordination des recherches*, la France n'a cessé, depuis plusieurs années, de mettre en garde ses partenaires contre les risques de duplication entre les programmes communautaires et nationaux et contre les dangers de la dispersion des efforts de recherche de l'Euratom et du saupoudrage des crédits du budget commun.

Elle a soutenu que, conformément à la lettre (art. 4) et à l'esprit du Traité, les programmes de l'Euratom constituaient un complément des programmes nationaux et devaient être à ce titre centrés sur quelques grandes actions prioritaires reflétant l'intérêt commun et justifiant le regroupement et la coordination des efforts, par exemple les réacteurs surrégénérateurs à neutrons rapides, les réacteurs à eau lourde, la fusion thermonucléaire contrôlée, la mesure des étalons nucléaires, la radioprotection.

Aussi ces programmes devraient-ils être bâtis sur de réels objectifs communs et non pas, comme cela s'est trop fait par le passé, par addition des revendications particulières des six partenaires conduisant à une mosaïque d'activités disparates.

C'est la raison pour laquelle la délégation française au sein du Conseil avait proposé et obtenu en décembre 1967 que le programme commun ne comporte que les actions reconnues unanimement d'intérêt commun (1), et que les programmes particuliers n'intéressant que certains partenaires fassent l'objet d'entreprises communes (prévues explicitement par le Traité) groupant les participants intéressés au titre de programmes complémentaires.

Mais certains partenaires de la France n'ont pas renoncé à obtenir, par le biais du programme commun de recherche de l'Euratom, un soutien financier à des programmes ou des centres nationaux en proie à des difficultés internes et répondant à des préoccupations particulières très éloignées de l'intérêt général. Aussi un désaccord subsiste-t-il entre les six partenaires sur la vocation et les objectifs des activités de recherche de l'Euratom.

Un compromis est recherché avant la fin de l'année, compromis aux termes duquel la coordination des recherches nationales et communautaires pourrait se trouver renforcée. Les discussions sont très difficiles et l'avenir de l'Euratom est très compromis.

Sur le plan de la production d'énergie nucléaire, la Commission exécutive du Marché commun et le Parlement européen ont inclus cette étude dans une étude plus générale de la politique commune de l'énergie. Nous limitant à l'énergie nucléaire, nous constaterons que l'Europe se heurte aux mêmes difficultés et a les mêmes hésitations que la France. Actuellement, la puissance nucléaire des Six est 2.308 MWe, alors qu'il était prévu 4.000 MWe

(1) Conformément à l'article 7 du Traité d'Euratom, l'unanimité des six Etats est requise pour l'adoption des programmes.

en 1970. On peut toutefois constater que les centrales de 600 MWe à réacteur à eau légère sont concurrentielles des centrales classiques lorsque le combustible fissile ne coûte pas plus de 8 U. C. par thermie équivalent charbon ; il n'en est pas de même des centrales à uranium naturel graphite-gaz. La comparaison avec les U. S. A. est faussée par le fait que l'industrie américaine s'intéresse à un immense marché où les concentrations sont plus faciles d'une part, qu'elle ne se heurte pas, d'autre part, aux difficultés d'intégration de grandes unités dans les réseaux existants de plusieurs états membres.

L'Europe envisage l'installation, en 1980, d'une puissance électrique nucléaire de 40.000 MWe couvrant un quart de ses besoins. Le choix optimum d'une filière d'avenir est prématuré, dans l'ignorance où nous restons des délais de mise au point des surrégénérateurs.

Mais il semble bien qu'on s'oriente vers l'utilisation d'une filière à uranium faiblement enrichi ou dopé au plutonium - eau lourde. L'Europe recherche aussi la mise au point communautaire des convertisseurs avancés.

Se pose pour l'Europe — comme pour la France — le problème de la construction d'une usine de séparation isotopique. Cette usine sera obligatoirement à la taille européenne. Les négociations ouvertes entre l'Allemagne, la Hollande et la Grande-Bretagne, pour construire une usine de séparation des isotopes, par ultracentrifugation sans consultation préalable des Six montrent les divergences rencontrées et les difficultés d'une européanisation de l'industrie nucléaire.

II. — AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

La contribution de la France (budget des Affaires étrangères) sera pour 1970 de 3,6 millions de francs.

Cette organisation groupe 98 pays de l'Ouest et de l'Est : elle siège à Vienne et est administrée par un conseil de gouverneurs comprenant un représentant français.

III. — AGENCE EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

La France participe à travers l'Euratom aux travaux de cette agence, notamment dans l'étude et la réalisation du réacteur à températures très élevées, Dragon. Sa participation en 1970 sera de 925.000 F.

IV. — CENTRE EUROPÉEN DE RECHERCHE NUCLÉAIRE

(C. E. R. N.)

Au milieu des difficultés que rencontrent les organismes internationaux ou européens de recherche, on peut se réjouir de la réussite et des bons résultats obtenus par le C. E. R. N. La contribution de la France (budget des Affaires étrangères) sera en 1970 de 83.600.000 F.

Le Gouvernement français a pris une heureuse décision en acceptant sa participation à la construction d'un laboratoire européen de recherche fondamentale sur la structure de la matière et la physique de hautes énergies ; la pièce maîtresse en sera un accélérateur de particules dont l'énergie fissile sera de 300 Ge V, le plus important accélérateur mondial dont le site d'implantation n'est pas encore déterminé. Il doit être en opération en 1977.

Le C. E. A. participe déjà avec le C. E. R. N. à la construction de la chambre à bulles à hydrogène Gargamelle qui s'intégrera dans le Centre de Meyrin.

C. — La recherche spatiale.

I. — LA COOPÉRATION BILATÉRALE

a) *Avec la République fédérale allemande.*

Une étroite coopération est maintenue entre scientifiques français et allemands pour la construction en commun du satellite expérimental de télécommunications Symphonie.

Un protocole d'accord signé en février 1969 prévoit la mise sur orbite du satellite scientifique allemand Dial par la fusée Diamant B, à l'occasion du premier lancement de qualification du lanceur national français, en 1970, au Centre spatial guyanais. Le réseau de stations du C. N. E. S. centralisera l'ensemble des opérations de localisation, de télémessure et de télécommande concernant ce satellite.

En application d'une convention passée entre la France et la République fédérale d'Allemagne, deux fusées Véronique seront

mises à la disposition de l'Institut ionosphérique de Breisach pour des expériences organisées au C. S. G. pendant le second semestre de 1969.

b) *Avec l'U. R. S. S.*

L'abandon du programme Roseau est dû aux difficultés financières consécutives à l'établissement du budget pour 1969. Compte tenu du développement souhaité dans les domaines des satellites d'application, il était inévitable qu'un ou plusieurs satellites scientifiques soient abandonnés. Le choix s'est porté sur le programme Roseau qui était le moins avancé et pour lequel peu de dépenses avaient été engagées. Ce choix n'impliquait aucune option politique.

Si cet abandon est définitif, le partenaire soviétique n'en maintient pas moins son offre de lancement ultérieur d'un satellite français par une fusée soviétique.

La Commission franco-soviétique prévue par l'accord de coopération spatiale de 1966 s'est réunie à Paris et à Moscou ; elle a pu faire le point des travaux poursuivis au sein des groupes de travail pour l'étude scientifique de l'espace, des télécommunications spatiales, de la météorologie et de l'aéronomie. L'abandon du projet Roseau pour des raisons financières n'a nullement entravé la collaboration entre les deux pays.

Son aspect le plus spectaculaire demeure le projet d'expérience de télémétrie lunaire dans lequel un réflecteur « laser » construit par la France et dont deux modèles ont déjà été livrés, sera déposé sur le sol lunaire par une fusée soviétique en 1970.

c) *Avec les Etats-Unis.*

Les échanges avec les Etats-Unis sont toujours aussi actifs : des missions du C. N. E. S. se sont rendues dans ce pays et de nombreux spécialistes américains ont participé à des entretiens avec leurs homologues français et visité les installations spatiales françaises.

La N. A. S. A. joue un rôle essentiel dans les programmes français de géodésie par satellites, en collaborant aux campagnes de localisation par laser et d'observations Doppler ou visuelles de satellites français et américains.

Le C. N. E. S. et la N. A. S. A. sont également associés dans le cadre du programme international de recherches ionosphériques par satellites Isis.

Plusieurs expériences françaises consacrées à l'étude de la haute atmosphère ont été embarquées sur certains satellites américains.

II. — CENTRE EUROPÉEN DE CONSTRUCTION DE LANCEURS D'ENGINS (C. E. C. L. E. S. - E. L. D. O.)

ET CENTRE EUROPÉEN DE RECHERCHES SPATIALES (C. E. R. S. - E. S. R. O.)

Le projet de budget pour 1970 dégage un montant de 109,74 millions de francs pour notre coopération au C. E. C. L. E. S. - E. L. D. O. et au C. E. R. S. - E. S. R. O.

La mise au point de la fusée Europa II se poursuit. Neuf lancements ont été effectués de la base de Woomera (Australie), depuis juin 1964. L'échec partiel des derniers lancements a entraîné un retard dans le déroulement du programme. Un lancement aura encore lieu de Woomera en 1970, les quatre derniers lancements prévus au programme, qui s'achèvera en 1971, auront lieu depuis le centre de la Guyane.

Les crédits inscrits au budget de 1970 pour la poursuite du programme E. L. D. O. s'élèvent à 77,94 millions de francs, au lieu de 100 millions de francs en 1969. Parmi les partenaires de la France, la Grande-Bretagne et l'Italie ont décidé de ne plus participer au programme du lanceur Europa II et le financement du déficit entraîné par leur défection a été réparti entre les quatre pays restants. La France souhaiterait que dès 1971 soit entreprise la réalisation d'un lanceur puissant permettant la mise en orbite d'un satellite de télécommunications en 1976 ou 1977.

Le C. E. R. S. - E. S. R. O. a procédé à ce jour au lancement et à l'exploitation de quatre satellites scientifiques mis en orbite par des fusées américaines (E. S. R. O. I, I B, II et H. E. O. S. I).

Aucun lancement n'est prévu pour 1970 ; en revanche, trois nouveaux satellites scientifiques seront lancés en 1971 et 1972 par des fusées américaines Scout ou Thor-Delta.

Le C. E. C. L. E. S. traverse une crise politique et financière en raison de la défection de deux de ses membres, qui le conduit à reviser constamment ses effectifs de survie et laisse peser sur lui de grandes incertitudes.

Lors de la Conférence spatiale européenne de Bonn en novembre 1968, la majorité des Etats membres du C. E. C. L. E. S., dans le cadre des accords généraux intéressant les deux organisations (C. E. C. L. E. S. - C. E. R. S.), avait accepté de prendre en considération un nouvel objectif qui, dans l'enveloppe de 626 millions U. C., renonçait à la démonstration de la capacité d'Europa II à placer une charge utile représentative sur orbite stationnaire, mais maintenait la qualification d'Europa II par la réussite de satellisations sur orbite de transfert elliptique. Ce nouveau plan objectif appelé T 9 prévoyait donc deux lancements à partir de la base de Guyane (tirs dits F 11 et F 12), le dernier étant prévu pour le premier semestre 1971.

Cette proposition n'avait pas reçu l'accord du Royaume-Uni et ne bénéficiait que d'un vote positif *ad referendum* de l'Italie.

Peu de temps avant la session du Conseil au cours de laquelle le budget 1969, basé sur la résolution des ministres du C. E. C. L. E. S. prise à Bonn dans les conditions rappelées ci-dessus, devait être voté, le Gouvernement du Royaume-Uni déclara qu'il considérait le plan T 9 comme un « nouveau programme » au sens de la Convention et se déclarait « non intéressé » ; l'Italie ne se considérant pas satisfaite, ni de la nouvelle répartition des travaux découlant du plan T 9, ni de l'offre franco-allemande de participation au programme Symphonie, ne leva pas son vote *ad referendum*. Le budget 1969 ne pouvait donc pas être voté, l'Organisation se voyait dans l'obligation de continuer ses travaux sur la base de dispositions provisoires prévues par le règlement financier.

Une nouvelle conférence des ministres du C. E. C. L. E. S. fut donc convoquée le 15 avril 1969.

Elle décida :

— la poursuite du programme sur les bases retenues lors de la Conférence de Bonn ;

— l'invitation au Conseil de voter le budget 1969 tel qu'il avait été présenté par le Conseil ;

— que les contributions totales de l'Italie et du Royaume-Uni seraient plafonnées respectivement à 57,6 millions U. C. à répartir entre la France, l'Allemagne, la Belgique et les Pays-Bas. Cette répartition fait actuellement l'objet de pourparlers entre ces pays.

Par ailleurs, l'Australie, le Royaume-Uni et l'Italie se sont engagés à n'exercer leurs droits de vote résiduels que d'une manière qui ne nuise pas à l'exécution du programme en cours. De plus, le Royaume-Uni s'est engagé à fournir ou à permettre à son industrie de fournir des lanceurs « Blue Streak », ou des éléments, jusqu'en 1976, aussi bien à l'Organisation qu'aux Etats membres, même en cas de dissolution de cette dernière.

Dans ces conditions le conseil a décidé d'étudier :

— les moyens de réaliser rapidement un programme de production dans les conditions économiques les meilleures ;

— la mise en œuvre, à titre de prochaine étape, d'un programme de lanceurs « Europa III » correspondant en principe au lancement de satellites d'application géostationnaires d'une masse de 400 à 700 kg. Cette étude devra notamment examiner : les objectifs, le calendrier, le coût, les conditions de participation industrielle et financière, la répartition des travaux, la gestion et le contrôle, les formes de contrats les plus appropriées...

Afin de mener à bien ces études, une structure provisoire a été mise en place, incorporant une nouvelle direction dénommée Direction des activités futures.

Depuis la réunion des Ministres d'avril 1969, l'organisation a procédé au lancement de F 8 le 2 juillet 1969. Les deux étages ont fonctionné correctement ; le largage de la coiffe et la séparation des deuxième et troisième étages se sont effectués normalement. Le troisième étage a vraisemblablement explosé en vol, quelques secondes après la séparation, l'explication la plus plausible étant un fonctionnement intempestif du système de destruction en vol de cet étage ; le satellite a fonctionné correctement durant les quelques minutes de son vol suborbital. Le conseil a demandé que l'on parvienne au degré de confiance le plus élevé possible dans le succès de F 9, la réussite de ce tir primant sur la date de son lancement ; la date prévue de ce tir, préalablement fixée à novembre 1969, a dû être reportée à avril 1970. Le conseil doit prochainement prendre position sur l'ensemble du programme ; dans la limite impartie des 626 millions U. C., il semble que l'on s'oriente vers la poursuite du programme T 9 avec le calendrier suivant : F 9 en avril 1970 ; F 11 en mars-avril 1971 ; F 12 en septembre-octobre 1972, en conservant une option pour un tir F 13 en février-mars 1972 si cela est nécessaire.

L'avenir du C. E. R. S. paraît aussi incertain. Le budget de 1969 a été voté sans difficultés mais la France a adopté une position réservée sur le programme de transition à définir. Actuellement, un groupe de travail étudie la possibilité de fusionner le C. E. R. S. et le C. E. C. L. E. S. et de définir un programme spatial européen unique et cohérent.

Un abandon de notre participation au C. E. R. S. aurait une incidence négligeable sur l'activité des centres spatiaux du C. N. E. S. qui n'interviennent pas actuellement d'une manière directe dans ces programmes. L'incidence serait plus importante sur l'industrie aérospatiale qui a reçu, de 1965 à 1968, des contrats pour un montant de 150 millions de francs, soit la totalité de la contribution française au C. E. R. S. Cet abandon, s'il se prolongeait, tout en ne remettant pas profondément en cause l'existence de l'industrie française, créerait des difficultés supplémentaires dans certains domaines, tels que les équipements embarqués sur satellites où les besoins du C. E. R. S. complémentaires de ceux du C. N. E. S. peuvent être nécessaires pour maintenir un plan de charge suffisant aux équipes industrielles spécialisées qui ont été créées.

D'autre part, si la crise du C. E. C. L. E. S. entraînait l'abandon du projet Europa III, cela n'aurait pas de répercussion sur le centre de la Guyane, dans la mesure où seraient poursuivis la production et le lancement des lanceurs Europa II. Il se poserait cependant un problème grave à l'industrie aérospatiale car ce projet constitue actuellement le seul programme prévisible de développement de propulseurs à liquide. Le maintien de la compétence française, en avance dans ce domaine, serait sérieusement remis en cause. Le montant des contrats qui pourraient être passés à l'industrie française, pendant la durée du VI^e Plan, pour le développement d'Europa III est évalué à 480 millions de francs.

Un abandon, après le lancement de Symphonie, de la production d'Europa II, en plus des répercussions qu'il aurait sur l'industrie aérospatiale, poserait un problème grave pour le fonctionnement du Centre de la Guyane.

En effet, la base de lancement Europa II, dont la mise en œuvre est assurée par une équipe industrielle permanente d'environ 40 personnes, payée par le C. E. C. L. E. S., supportera plus du tiers des frais de fonctionnement du C. S. G. qui devraient être pendant

le VI^e Plan de 60 à 75 millions de francs par an. Quant à la perte de charge, pour l'industrie aérospatiale française, elle peut être évaluée à 100 millions de francs sur le VI^e Plan.

III. — L'ORGANISATION INTELSAT

Créé en 1964 pour exploiter les liaisons de télécommunications internationales par satellites, Intelsat ne disposait à l'époque, que du satellite Intelsat I (*Early Bird*). Actuellement, le système compte au total 7 satellites opérationnels :

- Intelsat I : F 1 (Océan Atlantique).
- Intelsat II : F 2 (Océan Pacifique).
- F 3 (Océan Atlantique).
- F 4 (Océan Pacifique).
- Intelsat III : F 2 (Océan Atlantique).
- F 3 (Océan Indien).
- F 4 (Océan Pacifique).

Le nombre de pays membres participant au système est maintenant de 69 avec des quotas variant de 52,9 % (U. S. A.) à 0,009 % (Soudan). Le quota de la France est de 5,29 %.

L'ensemble du système Intelsat est exploité grâce à 35 stations terriennes ; ce nombre sera plus que doublé d'ici la fin de l'année 1972. De même, par la mise en place en 1971 du système de satellites Intelsat IV, la capacité totale du système sera largement augmentée : chaque satellite pourra transmettre 6.000 voies téléphoniques (1.000 par Intelsat III). Pour les quatre années de 1965 à 1968, le montant total des contrats industriels de réalisation passés à l'industrie a été de 122 millions de dollars, répartis de la manière suivante :

Etats-Unis	98	millions de dollars.
Europe	21,5	
Australie	1,1	
Japon	1,4	
	122	millions de dollars.

Au sein de l'Europe, la répartition des principales tâches a été la suivante :

Royaume-Uni	8,38	millions de dollars.
France	4,94	millions de dollars.
Allemagne	3,35	millions de dollars.

Ce n'est qu'à partir de 1968 que la participation non américaine aux contrats de réalisation, a atteint 20 %.

La contribution financière de la France (5,29 %) est versée par l'Administration des Postes et Télécommunications.

Les accords d'Intelsat venant à expiration, une conférence a réuni en mars 1969 les 69 membres de l'association. Les U. S. A. se sont efforcés de maintenir leur position actuelle monopolistique (majorité de vote de 53 %), d'empêcher la mise en place de systèmes non contrôlés par Intelsat (tel le projet Symphonie) en dehors des cadres nationaux, de maintenir la gérance du Comsat en refusant la personnalité juridique à l'organisation, d'appliquer le système d'adjudication pour les fournitures, de refuser tout amendement aux règles actuelles de la propriété industrielle.

Ces conversations continuent : il en découlera de prochaines orientations, dont l'importance ne peut échapper, pour la coopération européenne en matière de satellites de télécommunications, tant du point de vue de la maîtrise des satellites de télévision que de l'ouverture d'un marché potentiel très important pour les industries européennes.

*

* *

D. — L'informatique.

Le groupe Aigrain a inscrit dans ses travaux l'étude de l'informatique ; il en a chargé un sous-groupe présidé par M. Allègre, délégué à l'informatique.

Il a été proposé une série d'actions communautaires sur :

1° Le développement d'un système européen de traitement de l'information. Des études sont faites collectivement par les cinq constructeurs européens (C. I. I., Olivetti, Philips, Siemens, Telefunken) et la firme britannique I. C. L.

2° La politique de promotion de la recherche et de la formation par la création d'un institut européen semblable à l'I. R. I. A.

3° L'encouragement à la diffusion de l'informatique (système de gestion intégrée administrative, bibliothèque européenne de programmes).

*

* *

E. — La recherche océanographique.

I. — *Coopération au sein de l'O. N. U.*

Cette coopération porte sur les sciences et techniques de la mer en général, sur l'utilisation pacifique des fonds marins et devrait se concrétiser dans les activités liées à la décennie internationale d'exploration des océans : les Etats-Unis ont, en effet, présenté une proposition de décennie internationale d'exploration des océans dont les modalités de mise en œuvre ont fait l'objet d'un examen par le C. N. E. X. O.

La France s'est portée co-auteur du projet qui a été adopté par l'Assemblée générale des Nations Unies le 21 décembre 1968.

L'UNESCO a appuyé les efforts de sa commission océanographique intergouvernementale (C. O. I.) pour réaliser un début d'action concertée entre les différents Etats membres et les autres organisations de la famille des Nations Unies (O. A. A., A. M. M., O. M. C. I.). Les activités de la C. O. I. se sont manifestées au sein de différents groupes de travail et réunions auxquels ont participé un ou plusieurs représentants du C. N. E. X. O.

Cette coopération porte notamment sur :

— l'organisation du système mondial intégré de stations de données océaniques (S. M. I. S. O.), qui se propose de parvenir à mettre en commun les données provenant de toutes les mers du globe ;

— les questions juridiques liées aux recherches sur l'océan dans le cadre de la C. O. I. ;

— la formation et l'enseignement, également dans le cadre de la C. O. I.

II. — *Coopération européenne.*

Les Ministres chargés de la recherche dans l'Europe des Six avaient décidé, en 1967, de retenir un certain nombre de thèmes de coopération dont l'océanographie.

Le groupe spécialisé « Océanographie », créé au sein du groupe de réflexion, s'est réuni pour faire l'inventaire détaillé des

possibilités de coopération et établir un programme, à court et à long terme, avec la participation du C. N. E. X. O. : il a arrêté deux thèmes d'études :

- constitution d'un réseau intégré de bouées de mesures ;
- études sur les pollutions marines.

Le C. N. E. X. O. participe activement aux projets de la C. I. E. S. M. (Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Méditerranée).

Enfin, le C. N. E. X. O. a contribué financièrement à une expérience internationale du marquage des populations de harengs sur le Bloden Ground en Mer du Nord, dans le cadre du Conseil international pour l'exploration de la mer.

III. — *Coopération franco-américaine.*

Des contacts ont été pris afin de définir des thèmes précis de coopération. On en est actuellement à la phase de l'élaboration de programmes de recherches et d'expérimentation, liée à un échange de chercheurs dans les cinq domaines suivants :

- fabrication de protéines de poissons ;
- technologie de la plongée profonde ;
- études et réalisation de bouées océanographiques ;
- lutte contre la pollution ;
- formation et échange de chercheurs.

En 1969, le C. N. E. X. O. a fait participer une équipe scientifique française à la campagne « Joïdes » entreprise par les États-Unis, ayant pour objet la recherche sur l'origine et les processus de formation des bassins océaniques, dans l'océan Pacifique.

IV. — *Coopération franco-soviétique.*

Il a été décidé, en janvier 1968, de constituer un groupe de travail mixte en matière d'océanographie.

Un certain nombre de thèmes de recherche en commun ont été définis entre la France et l'U. R. S. S. Ils concernent :

- les études géologiques et géophysiques du bassin algéro-provençal ;

— les recherches relatives à l'interaction océan-atmosphère qui seront entreprises à partir de la Bouée Laboratoire et de bouées satellites ;

— les études d'hydroptique, relatives aux mesures de l'absorption en Mer Noire et en Méditerranée.

En juillet-août 1969, a eu lieu en Méditerranée une expérience de mesure des échanges océan-atmosphère dite « Cofrasov I » et qui a mis en œuvre le navire de recherches soviétiques « Mikhaïl Iomosov » et la bouée laboratoire française.

* *
*

Sous le bénéfice des observations qui précèdent, la Commission des Finances soumet à l'appréciation du Sénat les crédits de la recherche scientifique du budget du Ministère du Développement industriel et scientifique pour 1970.