

SÉNAT

PREMIERE SESSION ORDINAIRE DE 1972-1973

Annexe au procès-verbal de la séance du 21 novembre 1972.

AVIS

PRÉSENTÉ

au nom de la Commission des Affaires économiques et du Plan (1),
sur le projet de loi de finances pour 1973, ADOPTÉ PAR
L'ASSEMBLÉE NATIONALE.

TOME III

Développement industriel et scientifique.

RECHERCHE SCIENTIFIQUE, ÉNERGIE ATOMIQUE
ET INFORMATIQUE

Par M. Michel CHAUTY,

Sénateur.

(1) Cette commission est composée de : MM. Jean Bertaud, président ; Joseph Yvon, Paul Mistral, Michel Chauty, Raymond Brun, vice-présidents ; Joseph Voyant, Fernand Chatelain, Joseph Beaujannot, Jean-Marie Bouloux, secrétaires ; Charles Alliès, Octave Bajoux, André Barroux, Aimé Bergeal, Auguste Billiemaz, Maurice Blin, Georges Bonnet, Pierre Bouneau, Amédée Bouquerel, Robert Bouvard, Jacques Braconnier, Marcel Brégégère, Jean Cluzel, Francisque Collomb, Jacques Coudert, Maurice Coutrot, Pierre Croze, Georges Dardel, Léon David, Roger Delagnes, Henri Desseigne, Hector Dubois, Baptiste Dufeu, Charles Durand, Emile Durrieux, François Duval, Fernand Esseul, Jean Filippi, Jean Francou, Marcel Gargar, Lucien Gautier, Victor Golvan, Edouard Grangier, Léon-Jean Grégory, Paul Guillaumot, Alfred Isautier, Maxime Javelly, Alfred Kieffer, Pierre Labonde, Maurice Lalloy, Robert Laucournet, Marcel Lucotte, Pierre Maille, Paul Malassagne, Pierre Marzin, Louis Orvoen, Gaston Pams, Paul Pelleray, Albert Pen, Raoul Perpère, André Picard, Jules Pinsard, Jean-François Pintat, Auguste Pinton, Henri Prêtre, Maurice Sambron, Guy Schmaus, Michel Sordel, Raoul Vadepiéd, Amédée Valeau, Jacques Verneuil, Charles Zwickert.

Voir les numéros :

Assemblée Nationale (4^e législ.) : 2582 et annexes, 2585 (tomes I à III et annexe 17), 2586 (tome VIII), 2590 (tome V) et in-8° 685.

Sénat : 65 et 66 (tomes I, II et III, annexe 15) (1972-1973).

Lois de finances. — Développement industriel et scientifique - Energie nucléaire - Informatique - Recherche spatiale - Centre national pour l'exploitation des océans (C. N. E. X. O.).

SOMMAIRE

	Pages.
I. — La recherche :	
A. — Appréciation de l'effort national de recherche.....	3
B. — Exécution du VI ^e Plan.....	5
C. — Contribution des pouvoirs publics aux activités de recherche du secteur privé.....	5
D. — Travaux de recherche conduits au plan international.....	8
II. — Recherche nucléaire et utilisation de l'énergie atomique :	
A. — Evolution et perspectives de l'activité nucléaire.....	10
B. — Activités civiles du C. E. A.....	11
C. — Centrales électro-nucléaires en France et dans le monde.....	16
D. — Enrichissement de l'uranium.....	20
III. — L'informatique :	
A. — La conjoncture internationale.....	23
B. — Position de l'informatique française.....	25
C. — Bilan du Plan calcul.....	29
D. — L'I. R. I. A.....	33
IV. — Les activités spatiales :	
A. — Installations et équipement.....	36
B. — Activités propres du C. N. E. S.....	38
C. — La collaboration internationale.....	40
V. — Le Centre national pour l'exploitation des océans (C. N. E. X. O.) :	
A. — Equipement	43
B. — Activités en 1971 et au début de 1972.....	47
C. — Rôle particulier joué par la Marine nationale.....	51
D. — Coopération internationale	52

I. — LA RECHERCHE

A. — Appréciation de l'effort national de recherche.

Sans vouloir jouer sur les mots, la première difficulté à laquelle on se heurte dans le domaine de la recherche est de déterminer exactement l'effort entrepris dans ce domaine, tant par l'Etat que par les entreprises privées. C'est donc sous certaines réserves que nous allons tenter de montrer comment se répartit l'effort de notre pays dans ce secteur.

1° CRÉDITS PUBLICS (En millions de francs.)

Ces crédits se décomposent eux-mêmes en dotations soumises à coordination interministérielle, intéressant respectivement le Ministère du Développement industriel et scientifique et les autres départements, et dotations afférentes à certains programmes spécifiques.

a) *Crédits soumis à coordination.*

Pour les années 1970, 1971 et 1972, la répartition est la suivante :

Ministère du Développement industriel et scientifique.

DESIGNATION	1970	1971	1972
	(En millions de francs.)		
C. E. A. (part Recherche et développement)	1.403	1.432	1.613,96
C. N. E. S.	657,2	718	738,28
Plan calcul.....	190	230	200
Aide au développement.....	107	108	165
Ex-industrie :			
D. I. T. E. I. M. et D. G. R. S. T.	59,3	88,21	123,89
C. N. E. X. O.	55,3	82,93	80,94
I. R. I. A.	23,1	22,40	27,52
Fonds de la recherche.....	105	122,84	117,80
Totaux M. D. I. S.....	2.599,9	2.804,38	3.067,39
Affaires étrangères.....	9,1	122,49	167,08
Agriculture	232	260,68	291,43
Coopération	147,1	157,50	180,52
Education nationale.....	1.222,7	1.290,80	1.552,71
Equipement. — Transports.....	64,8	91,75	138,07
Santé publique.....	155	183,94	220,65
Divers	49,3	31,96	50,63
Totaux	4.479,9	4.943,50	5.668,48

b) *Crédits afférents à des programmes spécifiques.*

	1970	1971
Programmes militaires.....	2.800	2.900
Education nationale.....	995	1.075
Grands programmes aéronautiques civils...	593	624
Programmes internationaux.....	160	35

2° DÉPENSE NATIONALE BRUTE DE RECHERCHE

L'effort national brut de recherche se répartit comme suit entre le secteur public et le secteur privé :

	1970	1971	1972
Secteur public.....	9.695	10.210	11.060
Secteur privé.....	5.200	5.700	6.200
	14.895	15.910	17.260

Rapportée à la production intérieure brute, la part que la France accorde à la recherche a sensiblement décru puisqu'elle est passée de 2,49 % en 1967 à 1,95 % en 1972.

B. — Exécution du VI^e Plan.

Le VI^e Plan avait prévu, pour la période 1971-1975, un montant d'autorisations de programme s'élevant à 21.400 millions de francs, dont 1.900 pour le C. E. A.

Sur les 19.500 millions restants, 6.550 étaient prévus pour les recherches de base, 11.000 pour la recherche industrielle et 1.950 étaient destinés à des fins socio-économiques.

En tenant compte des autorisations de programme acquises et prévues (pour 1973), le taux de réalisation de l'objectif d'ensemble ressortira à 49 % à la fin de l'année prochaine, ce qui laisse à penser que l'objectif fixé ne sera pas atteint, du moins dans le secteur public.

C. — Contribution des pouvoirs publics aux activités de recherche du secteur privé.

Les interventions de l'Etat se manifestent dans le domaine privé de façon directe ou indirecte en utilisant diverses formules allant des subventions directes à des allègements fiscaux.

1° COMMANDES DE TRAVAUX DE RECHERCHE OU DE FOURNITURES

L'Etat peut intervenir dans le secteur privé en commandant des recherches et des études pour la satisfaction de ses propres besoins. Ses commandes sont passées essentiellement par les ministères techniques (Défense nationale, Postes et télécommunications, Transports...) sur leur budgets propres.

Les procédures d'études libres et d'amortissement technique correspondent donc à une véritable subvention liée à l'achat de matériel par l'Etat.

Les crédits correspondant à l'action de l'Etat client ne sont pas inscrits à l'enveloppe recherche.

2° ACTIONS INCITATIVES DE RECHERCHE DU TYPE « ACTIONS CONCERTÉES »

Les actions concertées sont une procédure d'incitation mise en œuvre par la D. G. R. S. T. (1) pour favoriser les recherches, aussi bien dans l'industrie que dans le secteur public, sur des thèmes reconnus par le Plan comme prioritaires. Dans le cas des entreprises, la subvention couvre généralement 50 % des dépenses correspondant au programme retenu.

On peut rattacher à ce type d'action, les actions « eau » et « nuisances » mises en œuvre par le Ministère de l'Environnement, l'action du « Comité de recherche en informatique », les actions thématiques programmées de l'Institut de recherche des transports et les actions de recherche du Plan Construction.

3° ACTIONS INCITATIVES DE DÉVELOPPEMENT

La procédure de l'aide au développement de la D. G. R. S. T. permet à l'Etat de prêter à l'industrie 50 % des sommes engagées dans la réalisation d'un prototype ou la mise au point d'un procédé nouveau, le remboursement n'étant effectué qu'en cas de succès commercial. La somme demandée à ce titre s'élève à 154 millions de francs pour 1973.

(1) Direction générale de la Recherche scientifique et technique.

4° CONVENTIONS PARTICULIÈRES AVEC CERTAINES ENTREPRISES DU SECTEUR ÉLECTRONIQUE

Tel est le cas des crédits correspondant aux conventions passées par l'Etat avec l'industrie au titre du « Plan calcul » s'élevant au total pour 1973 à 222 millions de francs (dont 154 millions de francs pour la convention avec la C.I.I.).

5° ACTIONS EN FAVEUR DES ORGANISMES DE RECHERCHE COLLECTIVE

Des subventions d'équipement peuvent être accordées à des organismes d'intérêt collectif tels que les centres techniques professionnels.

La procédure de pré-développement permet à l'Etat de soutenir des actions menées en commun par des centres techniques et par des sociétés industrielles, la participation de l'Etat au programme étant de 66 %.

6° AIDE A LA VALORISATION DES RECHERCHES

Pour aider à la valorisation des recherches l'Etat a mis en place en 1968 l'Agence nationale de valorisation de la recherche. Celle-ci a non seulement pour rôle de valoriser les inventions nées dans le secteur public mais également d'apporter son concours au secteur privé (sociétés et inventeurs isolés).

7° DIFFUSION A L'INDUSTRIE DES RÉSULTATS DES RECHERCHES PUBLIQUES

Il n'existe pas de diffusion systématique à l'industrie des résultats acquis dans les laboratoires publics. On peut cependant noter que tous les résultats d'actions concertées sont publiés. D'autre part, l'Etat a favorisé la mise en place auprès de l'A.N.V.A.R. du Centre de diffusion de l'innovation, qui a précisément pour but de réaliser le transfert des connaissances entre les différents secteurs de l'économie.

8° MISE A DISPOSITION DE LABORATOIRES PUBLICS

Il n'existe pas non plus systématiquement de mise à la disposition de l'industrie des installations de recherche des laboratoires publics. On doit cependant noter qu'un effort est fait en ce sens par certains organismes ; c'est en particulier le cas du C.E.A. qui, à l'occasion de contrats d'assistance industrielle, apporte le concours de ses équipes et de ses installations, moyennant partage ultérieur des redevances issues du programme.

9° DISPOSITIONS FISCALES

Des dispositions fiscales sont par ailleurs destinées à encourager les activités de recherche. Elles ont pour objet de dégrever les frais de recherche des entreprises (amortissement possible des immobilisations à 50 % la première année), de faciliter la création d'organismes de recherche et de favoriser les cessions de brevets et de licences (imposition à 10 % au lieu de 50 %).

D. — Travaux de recherche conduits au plan international.

1° PROGRAMMES MULTINATIONAUX

La France participe aux travaux d'un certain nombre d'organismes dont nous serons amenés à parler, tels que l'E. L. D. O. et l'E. S. R. O. orientés vers les recherches spatiales, le C. E. R. N. (Organisation Européenne étudiant la physique des particules) regroupant douze pays européens, EURATOM (Association européenne pour l'énergie atomique), la Conférence européenne de biologie moléculaire et l'Organisation européenne pour les recherches astronomiques.

2° COOPÉRATIONS BILATÉRALES

De nombreuses conventions de coopération concernant les domaines scientifiques majeurs tels que l'océanologie, la météorologie, l'espace, la recherche géologique, l'agronomie et la médecine ont été signées, en particulier avec les Etats-Unis, l'U.R.S.S., l'Allemagne ainsi, naturellement, qu'avec la Communauté économique européenne. Dans ce dernier cadre, on notera que sept demandes de coopération ont été proposées par la Communauté

économique européenne à treize pays européens extérieurs au Marché commun. Ces sept secteurs de recherche concernent l'informatique, l'océanographie, la météorologie, les nouveaux modes de transport, les télécommunications, la métallurgie et les nuisances.

*
* *

En conclusion de ce court chapitre, votre commission ne peut que regretter une fois de plus l'insuffisance de notre effort de recherche et le fait que l'objectif prévu par le VI^e Plan, bien que modeste, ne sera pas atteint. Elle se permet donc d'insister encore auprès du Gouvernement pour qu'un effort important soit entrepris, notamment, dans le domaine de la recherche fondamentale.

II. — RECHERCHE NUCLEAIRE ET UTILISATION DE L'ENERGIE ATOMIQUE

A. — Evolution et perspectives de l'activité nucléaire.

Après une longue période consacrée aux études et à l'expérimentation, l'activité nucléaire aborde aujourd'hui la phase industrielle et, à côté de ses applications militaires, se développe un secteur « civil » où les préoccupations d'ordre économique tendent à occuper une place prédominante. C'est donc aujourd'hui dans le cadre d'un régime concurrentiel faisant la plus large place au prix de revient, à la fiabilité et à la conquête d'un vaste marché, qu'il convient d'examiner la situation et les perspectives de la production nucléaire.

Cette évolution conduit, tout d'abord, à certains remaniements d'ordre institutionnel. Elle nécessite, en effet, une évolution difficile et délicate puisqu'elle conduit à passer d'une situation marquée par l'action essentielle d'institutions d'ordre étatique, telles que le C. E. A. en France, à un régime régi par le droit civil et commercial même si, à titre de client ou d'animateur, les Etats continuent à y jouer un rôle important.

Un deuxième aspect de cette évolution est la *démystification du domaine atomique*, longtemps chasse gardée d'une élite de chercheurs travaillant en laboratoire. Progressivement, les secrets jalousement gardés deviennent licences en attendant que toutes les connaissances tombent dans le domaine public.

Dans la pratique, cette nécessaire revision des concepts et des objectifs se traduit, dans notre pays, par une *nouvelle répartition des responsabilités et du travail* entre le C. E. A., l'E. D. F. et l'industrie privée.

En dehors des activités de recherche fondamentale qui restent son apanage, le C. E. A. participe directement aux applications industrielles en raison du rôle à peu près exclusif qu'il joue dans la pro-

duction et la transformation de l'uranium, son enrichissement, le retraitement du combustible irradié, conduisant notamment à l'extraction du plutonium, et la mise au point de nouvelles filières.

Le développement du secteur électro-nucléaire donne tout naturellement à l'E. D. F. un rôle de plus en plus important. Cet établissement public ayant le monopole de la construction et de l'exploitation des centrales.

Quant à l'industrie privée, elle est également amenée à former de nombreux techniciens atomistes et à développer ses équipements para-nucléaires ou nucléaires pour faire face aux besoins du marché intérieur dans tous les domaines d'application de cette nouvelle technique (électricité, médecine, études des matériaux, protection contre les radiations, etc.).

C'est essentiellement d'une collaboration harmonieuse des secteurs étatique et privé, conditionnant l'emploi le plus judicieux de notre potentiel humain, technique et financier, que dépendra, à notre avis, le développement de nos activités nucléaires et, à travers lui, l'avenir économique de notre pays. On ne saurait oublier, en effet, que le relatif effacement de la France au plan industriel, à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle, est imputable à notre déficit constant en produits énergétiques.

B. — Activités civiles du C. E. A.

1° ACTIVITÉ MINIÈRE

a) Réserves prouvées en Métropole.

Les réserves prouvées concernant les différents bassins se présentent comme suit (en tonnes d'uranium contenu) :

	RESERVES	PERSPECTIVES	TOTAL
C. E. A.....	24.000	15.000	39.000
Secteur privé.....	9.000	4.000	13.000
	33.000	19.000	52.000

b) *Production.*

Métropole :

C. E. A.	1.210 tonnes.
Compagnie française des minerais d'uranium .	63 tonnes.

Outre-mer :

Compagnie des mines de Franceville	527 tonnes.
Société des mines de l'Air	593 tonnes.

c) *Perspectives d'évolution des différents sites uranifères.*

1. *Limousin et Ouest du Massif Central.* — C'est dans ce secteur que se trouve le principal site uranifère autour de la division de Crouzille et de l'usine de concentration de Bessines-sur-Gartempe. Dans l'état actuel des découvertes, une production annuelle de 1.000 à 1.500 tonnes paraît assurée jusqu'en 1995 et sans doute au-delà.

2. *Division du Forez.* — La division du Forez (qui exploite également dans le Morvan et le Livradois et concentre ses minerais à Saint Priest La Prugne (Allier) aura probablement épuisé tous ses gisements avant 1980.

3. *La division de Vendée,* dont l'usine de l'Ecarpière concentre la production, ainsi que celle du secteur privé en Bretagne, dispose de réserves lui garantissant une production de 500 à 600 tonnes par an jusque vers 1985.

4. Le gisement récemment découvert dans l'*Hérault* pourra sans doute fournir de 500 à 1.000 tonnes par an.

5. Le *gisement de Lozère,* exploité par une entreprise privée, pourrait sans doute porter sa production annuelle de 50 à 150 tonnes.

L'éventualité de la fermeture des mines du Forez a particulièrement retenu l'attention de votre commission ; elle pose, en effet, un grave problème pour une région où les activités de remplacement sont particulièrement difficiles à susciter.

d) *Situation du marché de l'uranium.*

En ce qui concerne l'uranium naturel, l'offre, soit 1.750 tonnes par an, reste en France largement supérieure à la demande. Malgré l'accroissement probable de celle-ci, la sécurité d'approvisionnement est donc assurée par les réserves connues auxquelles s'ajoutent les réserves constituées qui atteignent à l'heure actuelle environ dix mille tonnes.

Au plan mondial, la production qui est aujourd'hui (pays de l'Est exclus) de l'ordre de 19.000 tonnes (U. S. A. : 9.600 tonnes ; Canada : 3.600 tonnes ; République Sud-Africaine : 3.300 tonnes) est également freinée par la faiblesse de l'offre et l'importance des stocks (40.000 tonnes pour les U. S. A. seulement).

Le projet de déstockage mis au point par la Commission américaine de l'Energie atomique aura même pour effet de retarder le développement de la production. Toutefois, afin de ne pas mettre en péril les activités extractives, les principaux pays producteurs étudient les mesures de nature à remédier au marasme actuel du marché.

2° FILIÈRES EXPÉRIMENTALES ÉLECTRO-NUCLÉAIRES

a) *Filière à eau lourde.*

L'activité du C. E. A. est dans ce domaine limitée à l'exploitation du réacteur EL 4. Les études concernant cette filière sont donc pratiquement abandonnées. Nos techniciens estiment en effet que l'avenir de cette formule, que seul pratiquement le Canada continue à explorer, est assez problématique et lié, par ailleurs, aux possibilités d'approvisionnement en eau lourde.

b) *Filière à haute température.*

Comme nous l'avons signalé l'an dernier, *la percée commerciale de ce type de réacteur paraît aujourd'hui assurée aux Etats-Unis* où, en moins d'un an, deux réacteurs de 770 mégawatts et deux autres de 1.100 mégawatts viennent d'être commandés. De plus, un réacteur de démonstration de 300 mégawatts est également en construction en Allemagne, où l'on envisage d'en réaliser un de 1.100 mégawatts.

Enfin, sur le plan européen, un groupement de compagnies d'électricité Euro H. K. G. — incluant E. D. F. — s'est constitué pour coordonner les commandes éventuelles de ce type d'appareil, qui présente le triple avantage de fournir des températures très hautes, de pouvoir être extrapolé à une puissance unitaire très élevée et de permettre l'alimentation directe d'une turbine à gaz, sans perte d'énergie inhérente aux échangeurs thermiques et générateurs de vapeur, ou même d'un four de traitement de produits chimiques et métallurgiques.

Dans ce contexte international, la France porte aujourd'hui un vif intérêt à cette filière et entend participer à sa mise au point.

Compte tenu du fait qu'il s'agit d'un réacteur modéré par une gaine de graphite et refroidi à l'hélium, *nos techniciens bénéficient en effet, dans ce domaine, de l'expérience que la mise au point de la filière graphite-gaz leur a permis d'acquérir.*

C'est pourquoi une série d'accords viennent d'être signés entre la Compagnie américaine Gulf General Atomic, un groupe d'industriels français unis au sein du G. H. T. R. (groupement pour les réacteurs à haute température) et le C. E. A., accords ayant pour objet de mettre l'industrie française en mesure de réaliser d'ici à dix-huit mois un réacteur commercial analogue à ceux construits aux U. S. A.

Les chances de cette nouvelle filière apparaissent aujourd'hui si sérieuses que certains ne doutent pas qu'un réacteur de ce type puisse être commandé d'ici à deux ans par E. D. F.

Nous ne sommes pas en mesure d'apprécier la valeur d'une telle information mais nous mesurons tout l'intérêt que pourrait retirer notre pays du développement de *cette filière pour l'exploitation de laquelle notre dépendance vis-à-vis des Etats-Unis serait beaucoup moins marquée que dans le domaine des réacteurs à eau légère.*

c) Filière à neutrons rapides

1. Réacteur expérimental Rapsodie.

Le réacteur expérimental Rapsodie, qui fonctionne sans incident depuis cinq ans avec un taux de disponibilité de 89,1 % et a atteint dans sa version fortissimo 40.000 mégawatts, a permis de maîtriser la technologie du sodium, utilisé comme échangeur thermique, et le bien-fondé du choix des composants essentiels (pompes, barres de contrôle, etc.) et la validité des combustibles utilisés.

2. Réacteur expérimental Phenix.

La construction de ce réacteur de 250.000 mégawatts se poursuit sans incident et la première phase des essais est en cours depuis avril. On aborde actuellement la seconde phase avec le remplissage en sodium des circuits secondaires.

Après chargement progressif du cœur en produits fissiles, la divergence est prévue pour la fin juin 1973 et la mise en service pour l'automne de la même année.

3. Surgénérateur prototype industriel de 1.200 mégawatts.

L'examen du projet de loi devant permettre la construction et l'exploitation de ce réacteur en collaboration avec la R. W. E. (Allemagne) et E. N. L. (Italie) nous a fourni l'occasion de vous exposer les caractéristiques de cette installation qui sera la première au monde réalisée à l'échelle industrielle.

Votre commission insiste à nouveau, à ce propos, sur *la nécessité pour notre pays de coopérer avec tous les pays d'économie avancée, s'il entend conserver une chance de commercialiser cette technologie au plan mondial.* Elle estime, de plus, que vouloir limiter notre coopération avec l'étranger à la mise au point de deux prototypes enlèverait toute portée pratique aux accords conclus.

3° ACTIVITÉS DU C. E. A.

DANS LE DOMAINE DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE

Les recherches fondamentales au C. E. A. s'exercent dans les domaines suivants :

- physique nucléaire et physique des particules élémentaires ;
- physique des plasmas et fusion contrôlée ;
- physique du solide (magnétisme et défauts des solides) ;
- physico-chimie des rayonnements ionisants ;
- métallurgie et chimie (de corps utilisés pour les besoins nucléaires : composés fluorés, transuraniens, etc.) ;
- biologie (utilisation de radio-isotopes, influence des rayonnements).

Ces recherches, dont le programme est examiné régulièrement par le Comité consultatif de la recherche scientifique et technique et qui ont fait l'objet d'une étude prospective à l'occasion de la

préparation du VI^e Plan, sont coordonnées avec celles des laboratoires de l'Education nationale (Centre national de la recherche scientifique et enseignement supérieur).

Elles sont menées dans les centres de Saclay, Grenoble, Fontenay-aux-Roses, qui accueillent en permanence un nombre de chercheurs extérieurs au C. E. A. et contribuent ainsi de façon importante à l'effort national dans le domaine de la recherche fondamentale (en 1972, 750 chercheurs n'appartenant pas au C. E. A. travaillent à temps plein dans ces laboratoires aux côtés de 900 chercheurs et ingénieurs du C. E. A.).

Dans les disciplines où le C. E. A. développe une recherche fondamentale, il fournit, soit la totalité de l'effort du pays dans ce domaine (études en vue de la fusion contrôlée), soit une part majeure (physique des particules élémentaires et physique nucléaire, utilisation des faisceaux de neutrons des réacteurs en vue d'études de physique et de biologie, physico-chimie des rayonnements ionisants, chimie des composés fluorés, utilisation en biologie et en médecine des isotopes).

C. — Centrales électro-nucléaires en France et dans le monde.

1° CENTRALES ÉLECTRO-NUCLÉAIRES FRANÇAISES EN SERVICE

Il existe actuellement en France dix réacteurs ou centrales nucléaires couplées au réseau de distribution d'électricité. Huit utilisent la filière « française » uranium naturel graphite-gaz.

Les caractéristiques et la production de ces installations sont rappelées dans le tableau ci-dessous :

CENTRALES	PUISSANCE électrique installée (mégawatts).	DATE de couplage.	PRODUCTION en 1971 (en millions kWh).
Marcoule G I.....	40	Août 1959.	628
Marcoule G II.....	40	Avril 1960.	
Chinon I.....	70	Juin 1963.	236
Chinon II.....	200	Mars 1965.	1.012
Chinon III.....	480	Août 1966.	1.866
Saint-Laurent I.....	480	Mars 1969.	2.113
Saint-Laurent II.....	515	Août 1971.	907
El 4.....	73	»	150
Bugey I.....	540	Août 1972.	915
Chooz	280	Février 1967.	

Conditions de fonctionnement en 1971 et 1972.

Chinon I. — En raison du coût d'exploitation très élevé de cette installation, celle-ci ne sera plus désormais appelée à fournir de l'énergie électrique qu'aux périodes de demande maximale.

Chinon III. — Différents incidents : vibrations et corrosion des aciers par le gaz carbonique qui se manifestent au-dessus de 385° ont conduit à limiter la puissance à 330 mégawatts.

Saint-Laurent I. — Depuis sa remise en route, la puissance de ce réacteur est limitée à 450 mégawatts en raison de la nécessité de procéder à certains réglages du cœur et des échangeurs.

Saint-Laurent I. — La période d'essai s'étant terminée sans problème particulier, la puissance maximale devrait pouvoir être atteinte prochainement.

Bugey I. — Cette centrale est encore en période d'essai et fonctionne donc à puissance réduite.

En incluant la part française de la centrale de Chooz implantée en France, la production atteinte a été, en 1971, de 7.827 millions de kilowatts-heure, en progression de 73 % par rapport à l'année 1970.

Ce chiffre est à rapprocher des productions enregistrées à l'étranger (en milliards de kilowatts-heure), soit : U. S. A. 39,5 : + 67 % ; Royaume-Uni 27,6 : + 5 % ; Allemagne de l'Ouest 5,8 : — 3,5 % ; Italie 3,4 : + 6 %.

2° CENTRALES FRANÇAISES EN CONSTRUCTION ET EN COMMANDE

Quatre centrales font actuellement l'objet d'une commande ferme de l'E. D. F. Ce sont :

— Fessenheim I et II, d'une puissance nominale de 930 mégawatts chacune, et

— Bugey II et II, d'une puissance de 937 mégawatts.

Seuls sont engagés pour l'instant les travaux de construction de Fessenheim I et II et de Bugey II.

Toutes ces installations utilisent, au point de vue nucléaire, la filière uranium enrichi à eau pressurisée dite P. W. R., licence Westinghouse, dont le détenteur en France est la Société Framatome, filiale du Groupe Creusot-Loire.

Aucune décision n'a encore été prise pour les futures commandes. E. D. F. étudie actuellement les offres qui lui ont été faites par les compagnies C. G. E. (licence B. W. R. General Electric) Babcock Atlantique (licence P. W. R. Babcock) et Framatome. Toutefois, il convient de rappeler qu'E. D. F. a pris option sur deux centrales nucléaires du type Bugey II qui, dans le cas où ces options seraient levées, seraient commandées également à Framatome.

En ce qui concerne l'emplacement des futures centrales nucléaires, les sites retenus sont :

— Dampierre-en-Burly, sur la rive droite de la Loire, à 8 kilomètres en aval de Gien, où pourraient être construites quatre unités de 1.200 mégawatts ;

— Saint-Laurent-des-Eaux, où seraient édifiées deux unités de 1.200 mégawatts.

A propos de ces sites, votre commission observe qu'en raison du débit d'étiage souvent très faible de la Loire, le refroidissement des condenseurs ne manquera pas de poser de sérieux problèmes et nécessitera sans doute la construction de tours de réfrigération atmosphérique.

3° EQUIPEMENT ET PRODUCTION ÉLECTRO-NUCLÉAIRE EN EUROPE, AUX ÉTATS-UNIS ET AU JAPON

a) *Équipement.*

La situation, dans les pays considérés, se présentait comme suit au 1^{er} octobre 1972 :

	UNITES EN SERVICE		UNITES EN COMMANDE	
	Nombre.	Puissance en 10 ⁶ watts.	Nombre.	Puissance en 10 ⁶ watts.
U. S. A.	46	26.171	98	93.836
Grande-Bretagne	15	5.901	8	9.374
France	11	2.735	5	3.997
République fédérale d'Allemagne	8	2.309	12	11.032
Japon	6	1.756	20	13.963
Espagne	3	1.120	5	4.620
Suisse	3	1.048	1	800
Suède	3	932	8	6.442
Italie	4	581	1	822
Belgique	1	140	3	1.720
Pays-Bas	1	57	1	477
Norvège	1	»	»	»

Sur ces unités en service ou en commande, 147 utilisent la filière uranium enrichi-eau pressurisée (licence Westinghouse ou Babcock) et 88, la filière uranium enrichi-eau bouillante (licence General Electric), mais la part de cette dernière dans les commandes nouvelles a sensiblement décliné depuis trois ans.

Comme on peut le constater, la France qui occupe actuellement le troisième rang pour la puissance installée est menacée à brève échéance de perdre cette position en raison de la faiblesse relative de son programme d'équipement largement dépassé par ceux du Japon, de l'Allemagne fédérale, de la Grande-Bretagne, de la Suède et de l'Espagne.

Votre commission insiste donc très vivement auprès du Gouvernement pour que le programme prévu au VI^e Plan soit non seulement tenu mais renforcé.

b) Production.

La production électro-nucléaire des principaux pays du monde a évolué comme suit de 1970 à 1971 :

	1970	1971
	(En millions de kilowatts/heure.)	
Etats-Unis	23.574	39.494
Grande-Bretagne	26.286	27.642
Communauté européenne.....	15.342	18.918
Japon	3.223	6.758
Suisse	1.945	1.912
Canada	1.055	4.279
Espagne	924	2.523

La part de production des différents types de réacteur se répartit comme suit :

- Réacteurs refroidis au gaz : 39,9 % contre 43,2 % ;
- Réacteurs à eau bouillante : 28,8 % contre 23,4 % ;
- Réacteurs à eau pressurisés : 28,2 % contre 26,8 % ;
- Autres types de réacteurs : 8,1 % contre 6,8 %.

Le principal producteur d'électricité nucléaire de la Communauté des Six a été la France avec 7,8 milliards de kilowatts/heure, en progrès de 73 % par rapport à 1970. Mais nous avons vu que

cette suprématie n'aurait qu'un temps compte tenu de l'effort considérable réalisé, en particulier, par l'Allemagne fédérale, la Suède et l'Espagne.

D. — Enrichissement de l'uranium.

La mise en œuvre de centrales nucléaires de plus en plus nombreuses pose, comme nous l'avons déjà signalé l'an dernier, le problème de l'enrichissement de l'uranium. L'Europe dépend, en effet, aujourd'hui, presque totalement dans ce domaine des Etats-Unis dont la capacité excédentaire de traitement va être progressivement absorbée par la nécessité d'alimenter en combustible les quelque cent centrales nucléaires qui entreront en service d'ici à 1980, outre-Atlantique.

On estime, dans ces conditions, que de nouvelles usines d'enrichissement devront être mises en chantier à partir de 1973 ou, au plus tard, 1974, pour être prêtes à fonctionner vers 1978, 1979 (1).

Dès lors, la question se pose pour les Européens de savoir s'ils acceptent de continuer à dépendre des Américains, sans garantie formelle d'approvisionnement, ou s'ils veulent acquérir leur indépendance énergétique en se dotant des moyens d'obtenir sur place l'uranium enrichi dont ils auront besoin.

Convaincu pour sa part de l'urgence de la décision à prendre, le C. E. A. vient de réaliser avec des sociétés allemandes, anglaises, italiennes, hollandaises et belges, auxquelles doivent se joindre l'Atomenergi suédoise et la Société d'uranium espagnole, un groupement d'intérêt économique dénommé Eurodif, dont l'objectif est d'étudier les perspectives technico-économiques offertes à de nouvelles usines d'enrichissement de l'uranium par diffusion gazeuse.

Ce rapprochement avec l'Allemagne, les Pays-Bas et la Grande-Bretagne est d'autant plus intéressant que, jusqu'à maintenant, ces deux derniers pays s'étaient tenus à l'écart des projets de réalisation d'une usine de diffusion gazeuse, compte tenu de leur adhésion à une formule différente faisant appel à l'ultra-centrifugation.

Concernant cette dernière technique, nos experts n'en contestent pas la valeur, mais ils estiment que sa mise au point à l'échelle industrielle demandera sans doute encore plusieurs

(1) Plusieurs entreprises américaines ont déjà soumis des projets de construction de telles usines au Gouvernement fédéral.

années. Il leur apparaît donc indispensable, au moins dans un premier temps, de faire appel à la diffusion gazeuse, seul procédé qui, en dépit de ses inconvénients (coût élevé et consommation importante d'énergie) a fait la preuve de sa fiabilité et de sa rentabilité.

C'est de la capacité de nos partenaires à prendre une décision rapide, dans un tel domaine, que dépendra en grande partie l'avenir d'une Europe économiquement, donc réellement, indépendante.

*
* * *

Nos conclusions concernant ce chapitre essentiel de notre économie se ramènent à trois observations principales.

En premier lieu, nous tenons à insister, comme nous l'avions fait l'an dernier, pour que l'effort de prospection des sites uranifères soit activement poursuivi et que **la France accroisse encore son stock de sécurité**. Il ne faudrait pas, en effet, que la faiblesse actuelle de la demande intérieure nous incite à exporter une partie de notre production alors que d'ici quelques années, la situation risque d'être totalement retournée par un accroissement rapide de nos besoins en matières fissiles.

En second lieu, nous déplorons le retard pris par **notre pays dans le domaine de l'équipement électro-nucléaire**.

La comparaison avec nos partenaires européens est à ce sujet éloquente puisqu'elle nous situe, pour les unités en commande, loin derrière la République fédérale d'Allemagne et la Grande-Bretagne et après la Suède et l'Espagne. Ce retard est d'autant plus regrettable que nous sommes encore aujourd'hui au premier rang des producteurs d'énergie nucléaire dans la Communauté des Six.

Notre troisième observation concerne le choix des futures centrales pour lequel **il nous semblerait regrettable**, pour des raisons d'ordre industriel et commercial, et compte tenu de l'étroitesse de notre marché, **de rechercher une diversification systématique des filières et des producteurs**.

Nous souhaitons, également, que la France parvienne à convaincre ses partenaires européens de **l'urgence de la décision à prendre concernant la mise en chantier d'une usine d'enrichissement de l'uranium**. Il serait dramatique que l'Europe, qui dépend

aujourd'hui à plus de 90 % de l'extérieur pour ses besoins énergétiques, ne prenne pas conscience de la possibilité que lui offrent ses ressources en uranium d'échapper à cette servitude.

Enfin, **vo**tre **com**mission **se** **pré**occupe **vive**ment **de** **l'ave**nir **du** **C. E. A.** dont le rôle lui apparaît mal défini, compte tenu du glissement des activités nucléaires vers l'E. D. F., maître-d'œuvre des centrales atomiques, les entreprises privées titulaires des licences étrangères P. W. R. et B. W. R., les Universités et différents organismes de recherche publics et privés.

Cette incertitude lui apparaît d'autant plus préoccupante que le C. E. A. a réalisé, au cours de la dernière décennie, des équipements considérables et engagé un nombreux personnel et que la contraction de cet organisme laisse aujourd'hui inoccupées d'importantes installations dans plusieurs régions de France entraîne **le licenciement d'une notable fraction des chercheurs et autres employés du Commissariat qui ne trouvent pas facilement des possibilités de reclassement.**

Elle demande donc instamment au Gouvernement de lui définir le domaine industriel, scientifique et technique qui sera, dans l'avenir dévolu au C. E. A.

III. — L'INFORMATIQUE

L'industrie informatique ne semble plus devoir connaître la « croissance sauvage » qui a été la sienne pendant une dizaine d'années.

Cependant, l'importance de son apport, la nécessité de son implantation et de son développement, sont désormais incontestées.

Pour les pouvoirs publics, elle doit être envisagée à la fois comme un secteur industriel de pointe, comme un support de la recherche et des progrès de la connaissance, enfin comme un instrument au service de l'économie tout entière, puisqu'elle intervient tant dans la *gestion* que dans le processus de la *décision des entreprises*.

La prise en considération de ces trois aspects est indispensable pour acquérir ou conserver la maîtrise du phénomène informatique.

A. — La conjoncture internationale.

La répartition du parc d'ordinateurs au 1^{er} janvier 1972 était la suivante (en nombre d'ordinateurs installés) :

- 87.430 aux Etats-Unis ;
- 36.030 en Europe occidentale ;
- 8.730 au Japon ;
- 5.500 en Union soviétique.

La prépondérance des Etats-Unis reste écrasante, mais il est à noter qu'en 1971 l'accroissement du parc d'ordinateurs a été de 18 % pour l'Europe occidentale contre 11 % seulement aux Etats-Unis, mais 20 % au Japon.

Même si l'accroissement en valeur est légèrement inférieur à ces taux, du fait d'une certaine diminution du coût de production et de l'essor important des miniordinateurs, de faible valeur unitaire, le dynamisme de l'industrie informatique reste donc remarquable.

Aussi le développement de l'informatique donne-t-il lieu à des prévisions optimistes. Certains spécialistes escomptent même un quadruplement du nombre d'unités installées dans le monde d'ici à 1980.

Pour l'Europe, cet optimisme semble d'autant plus justifié que le marché européen reste ouvert et que l'on y est loin des phénomènes de saturation qui peuvent déjà se manifester dans certains secteurs aux Etats-Unis. En outre, le développement des petits ordinateurs rend l'informatique accessible à la fois techniquement et financièrement, à un nombre croissant d'utilisateurs. Enfin, il est permis de se demander si le recul observé ces dernières années ne dissimule pas un phénomène positif : les déceptions provoquées souvent par l'ordinateur venaient d'une mauvaise estimation de ses possibilités. Or, comme le faisait ressortir récemment M. Allègre, Délégué à l'informatique, on commence à voir apparaître une « deuxième génération d'utilisateurs », plus soucieux de la rentabilité de l'ordinateur que de ses prouesses techniques. A la maladie infantile succède peu à peu l'ère de la maturité. Utilisé à bon escient et dans des conditions satisfaisantes, l'informatique ne peut que voir multiplier ses usages et son implantation est appelée à se généraliser dans tous les secteurs.

L'informatique reste dominé par I. B. M. qui contrôle 57 % du marché mondial (en valeur des livraisons en 1971). Quatre autres firmes possèdent une part supérieure à 5 % :

- Honeywell-Bull : 8 % ;
- Univoc : 5,50 % ;
- Burrughs : 5,50 % ;
- N. C. R. : 5,1 %.

Quant aux firmes européennes, elles ne détiennent que des parts extrêmement modestes du marché :

- 2,3 % pour I. C. L. (Grande-Bretagne), qui a connu des difficultés au cours de l'année 1972 ;
- 1,5 % pour Siemens (République fédérale d'Allemagne) ;
- 0,9 % pour la C. I. I. (1).

Cette faiblesse des firmes européennes aurait pu conduire les Etats à renoncer à créer une industrie informatique nationale compétitive sur les marchés extérieurs et à entrer dans la voie

(1) Compagnie industrielle pour l'informatique.

d'une spécialisation très poussée soit dans le software, soit dans la construction de petits matériels pour lesquels il auraient une chance d'occuper une position dominante et de réaliser des profits suffisants.

Une telle solution a été finalement écartée par la France. L'idée maîtresse du Plan calcul est d'associer l'intervention étatique et l'industrie privée en vue de doter le pays d'une industrie informatique autonome, à vocation générale, et compétitive sur le marché mondial. Il s'agit à la fois d'éviter une dépendance totale à l'égard des constructeurs étrangers et de ne pas priver l'ensemble de l'économie — notamment l'industrie électronique — des effets d'entraînement irremplaçables que peut donner la réalisation de matériels informatiques.

B. — Position de l'industrie informatique française.

1° LE MARCHÉ DES ORDINATEURS

a) *Grande et moyenne informatiques.*

En ce qui concerne la *grande et moyenne informatique* (ordinateurs ayant une valeur de vente supérieure à 0,3 million de francs), la C. I. I. est le seul représentant de l'industrie française. Elle détient actuellement près de 9 % du parc d'ordinateurs installés sur le territoire et sa part dans les ventes réalisées annuellement sur le marché français s'accroît rapidement.

Minime en 1968, cette part est passée à 10 % en 1970 et à plus de 17 % en 1971. Elle occupe, à ce titre, la troisième place derrière I. B. M. (plus de 50 %) et Honeywell-Bull (près de 20 %).

Il n'est pas exclu que, d'ici quelques années, la C. I. I. occupe la deuxième place en France pour la livraison annuelle de systèmes informatiques, devançant ainsi Honeywell-Bull.

A l'exportation, la C. I. I. a réalisé 23 % de son chiffre d'affaires en 1971. L'effort a porté essentiellement sur l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne, la Roumanie, le Brésil, et certains pays africains.

b) *Petite informatique.*

Dans le domaine de la *petite informatique* (ordinateurs ayant une valeur de vente inférieure à 0,3 million de francs) on distingue :

— le marché des mini-ordinateurs de gestion, dans lequel Logarax est la seule firme française. Cette société détient près de 20 % du marché, et possède également une bonne implantation au Benelux. Elle est en compétition avec certains grands constructeurs, tels qu'I. B. M. ou Honeywell, mais également avec des firmes allemandes spécialisées dans ce secteur (Nixdorf) ;

— le marché des mini-ordinateurs temps réel, où l'industrie nationale détient une part dominante du marché français (60 %) et peut faire face, sur le plan européen, à la concurrence des firmes américaines.

Dans ce dernier secteur, trois constructeurs français sont présents :

C. I. I. qui détient entre 30 % et 40 % du marché, avec ses machines 10010, 10020 et sa nouvelle gamme Mitra 15 ;

Télémechanique, qui présente trois ordinateurs : T 1000, T 2000 et T 1600 ;

Intertechnique, qui présente l'ordinateur Multi 8 et vient de mettre sur le marché son successeur, le Multi 20.

c) *Evolution du parc des ordinateurs en France.*

CLASSE	SITUATION au 1 ^{er} janvier 1970.		SITUATION au 1 ^{er} janvier 1971.		SITUATION au 1 ^{er} janvier 1972.	
	Nombre	Valeur.	Nombre	Valeur.	Nombre	Valeur.
Petits (valeur comprise entre 0,25 et 1,4 million de francs).	2.879	2.200	3.960	2.775	4.655	3.265
Moyens (valeur comprise entre 1,4 et 7 millions de francs).	1.658	4.150	1.798	5.030	1.855	5.950
Gros (valeur supérieure à 7 millions de francs).....	158	1.500	220	2.860	288	4.030
Total	4.695	7.850	5.978	10.665	6.798	13.245

Traduit en pourcentage, le tableau ci-dessous donne les taux de croissance suivants entre 1970 et 1972 :

	N O M B R E	V A L E U R
	(En pourcentage.)	
Petits	+ 61	+ 65
Moyens	+ 12	+ 43
Gros	+ 82	+ 168
Total	+ 44,8	+ 68,7

2° LE MARCHÉ DES PÉRIPHÉRIQUES

De nombreuses sociétés françaises ont une activité importante dans le domaine des périphériques, terminaux et collecteurs de données. On peut citer, notamment, le groupe 3 S (Sagem-S. A. T.-C. S. C. E.), Sintra, C. I. T. (division Alcatel et Transal), T. R. T. et Thomson-C S F.

D'autres groupes importants ont également une activité informatique, tels Matra, Crouzet, Schlumberger, L. T. T. et Schneider Electronique.

Par ailleurs, une vingtaine de petites sociétés développent des matériels dans ce domaine.

Mais, tout comme celui des ordinateurs, le marché des périphériques est dominé par I. B. M. et Honeywell.

Il convient cependant de souligner qu'au sein de la compagnie Honeywell, le groupe français occupe une place très importante en matière de périphériques et contrôle de manière presque exclusive la fabrication et les marchés des imprimantes parallèles, des machines à cartes perforées, et des petits disques magnétiques.

L'avantage commercial des firmes américaines offrant sur le marché des matériels dont les études sont déjà largement amorties sur le marché américain, reste le principal obstacle à l'équilibre d'un secteur qui reste très fragile.

3° L'INDUSTRIE DU « SOFTWARE »

A l'occasion de l'examen du budget précédent, votre commission avait souligné l'importance du développement du « Software » et évoqué, en même temps que la bonne position de la France en ce domaine, la crise qui commençait à s'y manifester à la fin de 1971.

Les résultats de l'année 1971 font, en effet, apparaître un tassement de la croissance du chiffre d'affaires, notamment dans le secteur des « prestations machine ».

Pour l'exercice 1972 les estimations laissent prévoir un nouveau ralentissement, particulièrement sensible dans le secteur des prestations intellectuelles, tandis que les prestations en « engineering de systèmes informatiques » connaissent une forte croissance.

Evolution du chiffre d'affaires du Software entre 1969 et 1972 (1).

	1969	1970	1971	1972
	(En millions de francs.)			
Chiffre d'affaires (hors taxes) des S. S. C. I.....	570	750 (+ 31,5 %)	950 (+ 26,5 %)	1.130 (+ 19 %)
Prestations intellectuelles..	240	330 (+ 37,5 %)	430 (+ 30 %)	510 (+ 18,5 %)
Prestations machines.....	290	370 (+ 27,5 %)	455 (+ 23 %)	535 (+ 17,5 %)
Engineering Systemes.....	40	50 (+ 25 %)	65 (+ 30 %)	85 (+ 30 %)

(1) L'ensemble des chiffres figurant dans ce tableau porte sur le secteur des sociétés de services et conseil en informatique indépendantes, à l'exclusion :

- des filiales « S. C. I. » des constructeurs d'ordinateurs ;
- des sociétés réalisant plus de 50 % de leur chiffre d'affaires avec leurs maisons-mères.

Entre parenthèses, figurent les taux de croissance par rapport à l'année précédente.

C. — Bilan du Plan calcul.

1° LES RÉALISATIONS

1971 a vu l'achèvement de la première convention Plan calcul, signée le 13 avril 1967 entre l'Etat et les industriels. L'objectif essentiel était qu'à la fin de la période 1967-1971 soit matérialisée l'existence d'une industrie nationale significative dans le domaine des ordinateurs. Dans ce but, un programme technique et un plan de croissance ambitieux avaient été assignés à la *Compagnie internationale pour l'informatique, pilier industriel du Plan calcul*.

En examinant le bilan de cette période de quatre années, on peut affirmer que les objectifs ont été atteints :

La C. I. I. possédait à son catalogue, fin 1971, comme prévu, quatre ordinateurs développés dans le cadre du Plan calcul, situés dans la gamme des moyennes et grosses machines : Iris 45, Iris 50, Iris 60 et Iris 80.

En outre, la C. I. I. a développé hors Plan calcul une gamme de mini-ordinateurs pour applications spécifiques (industrielles, télé-informatique, etc.) comportant le Mitra 15-20 et le Mitra 15-30.

La C. I. I. a réalisé, en 1971, un chiffre d'affaires hors taxes de 654 millions de francs (+ 280 % par rapport à 1967, + 29 % par rapport à 1970), légèrement supérieur à ses prévisions.

Son chiffre d'affaires en « équivalent-vente » (obtenu en supposant que les matériels livrés sont achetés et non loués) est, en 1971, de 517 millions de francs et le carnet de commandes au 31 décembre 1971 est de 750 millions de francs (+ 32 % par rapport à 1970).

La C. I. I. emploie, au 30 juin 1972, plus de 7.000 personnes réparties dans ses centres de Louveciennes, Toulouse, Les Clayes, Vélizy et dans les délégations régionales.

2° LES NOUVEAUX OBJECTIFS

Le 2 août 1971, l'Etat et les actionnaires de la C. I. I. (Thomson-C. S. F., C. G. E., Schneider, I. D. I., Kali Société Therese) ont signé une deuxième convention Plan calcul, renouvelant pour cinq ans l'aide de l'Etat, avec des objectifs pour 1975 qui marquent une nouvelle orientation.

Les signataires de la convention souhaitent vivement voir la C. I. I., qui représente, grâce au premier Plan calcul, un potentiel industriel et commercial significatif, s'engager dans une politique d'accords préférentiels avec d'autres firmes européennes, de façon à constituer, face aux grandes sociétés américaines (I. B. M., Honeywell, notamment) une industrie capable de développer une stratégie offensive sur le plan mondial.

L'objectif technique de la deuxième convention est le développement d'une gamme nouvelle d'ordinateurs, destinés à succéder à la série Iris vers les années 1975. Toutefois, compte tenu des négociations internationales en cours au moment de la signature, les caractéristiques précises des matériels qui seront réalisés par la C. I. I. ne figurent pas dans le texte de la nouvelle convention Plan calcul.

Une société de financement destinée à soulager la C. I. I. du poids financier des locations d'ordinateurs, a été créée par la C. I. I. et un pool bancaire français.

Un nouveau plan de cinq ans prévoit les besoins et ressources financiers de la Compagnie et fixe un rythme de croissance de 25 % par an. A ce propos, il convient de noter que le choix d'un tel taux constitue un objectif ambitieux, étant donné l'état du marché, et la puissance des moyens de financement qu'il faut réunir à cet effet.

3° LE PROBLÈME DE LA LOCATION DES APPAREILS

Lors de l'examen du projet de budget pour 1971, votre commission avait souligné la place importante des mécanismes de location dans l'industrie informatique et préconisé, pour la C. I. I. l'institution d'un système de financement la dégageant de la charge financière considérable qu'impliquait la mise en place de ces mécanismes pour une firme venant d'accéder au marché.

La création récente de la C. I. L. O. M. I. (Compagnie internationale pour la location de matériel informatique), société de financement au capital initial de 20 millions de francs, a répondu à cette préoccupation.

La C. I. L. O. M. I. achète à la C. I. I. tous les matériels faisant l'objet d'un contrat entre cette dernière et son client. Les matériels sont immédiatement mis à la disposition de la C. I. I. dans le

cadre d'un contrat de crédit bail adossé. Le chiffre d'affaires de la C. I. L. O. M. I. est constitué des loyers de crédit bail qu'elle facture à la C. I. I. Les matériels sont vendus à un prix égal aux valeurs actualisées d'un nombre de redevances de location déterminé en fonction de la durée de vie moyenne en clientèle du produit pour l'année considérée. Le prix de cession à la C. I. L. O. M. I. ne peut dépasser 95 % du tarif vente.

Le tableau suivant retrace les résultats actuels, et prévus pour 1973 et 1974, du nouveau système.

	VOLUME ACTUEL des cessions à C. I. L. O. M. I.	CHIFFRE D'AFFAIRES annuel (loyer de crédit bail).
	(En millions de francs.)	
1971	140	10,7
1972	250	77,7
1973	310	171,9
1974	385	281,8

Le pourcentage des matériels loués en gestion par rapport à l'équivalent vente de la production C. I. I. doit évoluer comme suit :

- 1971..... 55 % ;
- 1972..... 67 % ;
- 1973..... 90 % de location ;
- 1974..... 90 % de location.

Le développement de la location, qui rend les systèmes accessibles à un plus grand nombre d'utilisateurs, contribue de manière importante à l'augmentation du cash flow et permet ainsi un plus grand autofinancement des investissements.

4° LES ACCORDS INTERNATIONAUX

La C. I. L. s'est orientée, dès sa création, vers une politique de coopération avec d'autres firmes.

Rappelons qu'au cours de l'exécution de la première convention Plan calcul, la C. I. I. a créé, avec l'entreprise américaine « Control Data Corporation » et avec la firme anglaise « International Computer Limited », une filiale « Multinational Data ». Société d'études

chargée de la promotion de normes techniques communes aux trois compagnies et dont le capital est divisé en trois parts égales entre les trois sociétés-mères. Le premier « standard » commun élaboré par cette firme vient d'être annoncé.

La deuxième convention « Plan calcul » a réaffirmé la nécessité pour la C. I. I. d'une coopération prioritaire avec des sociétés européennes, sans pour autant lui faire perdre son caractère national.

La signature, le 30 janvier 1972, de l'accord paritaire C. I. I./Siemens, a marqué une étape importante dans cette évolution.

Cette firme allemande était, dans sa branche informatique, liée à l'entreprise américaine R. C. A. L'abandon par R. C. A. de ses activités informatiques, annoncé brusquement en août 1971, a contraint Siemens à rechercher rapidement un nouveau partenaire.

L'accord entre C. I. I. et Siemens a été suivi d'une négociation, en voie d'achèvement actuellement, pour en préciser les modalités d'application, nécessairement complexes. Mais les principes de cet accord sont les suivants :

- dès maintenant, mise en commun de la commercialisation des produits existants ;
- pour l'avenir, conception et commercialisation communes d'une gamme unique de produits, qui pourraient être mis sur le marché vers 1975.

L'accord conclu, premier pas vers la constitution d'un puissant ensemble européen intégré, laisse subsister l'autonomie de la C. I. I. et de la branche Informatique de Siemens. Il ne s'agit donc nullement d'une fusion.

A l'heure actuelle, deux autres entreprises européennes sont vivement intéressées par une adhésion à l'ensemble en gestation :

- Philips négocie depuis plusieurs mois son « entrée » avec C. I. I. et Siemens. Philips semblerait prêt à accepter les conditions posées par C. I. I. et Siemens (spécialisation dans les petits ordinateurs) et pourrait signer l'accord à son tour d'ici la fin de l'année.

- I. C. L. : le Gouvernement britannique, qui vient de renouveler une aide financière substantielle à cette société, a fait connaître officiellement qu'il souhaitait qu'elle s'associât avec C. I. I. et Siemens. Une entrevue doit avoir lieu tout prochainement entre les ministres responsables des trois pays intéressés.

En définitive, la politique que la C. I. I. poursuit, sous l'impulsion des pouvoirs publics, consiste à bâtir un ensemble informatique européen intégré, seul capable de rivaliser avec les américains (notamment I. B. M.) et les japonais, et dans lequel chacune des grandes firmes européennes (Siemens, C. I. I. et si possible I. C. L.) sera à égalité avec les autres. Il faut constater une grande continuité dans les efforts menés dans ce sens par la C. I. I. et l'Etat depuis le début du Plan calcul.

Cependant, le succès de la coopération ainsi engagée suppose, de la part de la France, un effort particulier dans le domaine de la commercialisation. En effet, la nécessaire égalité de situation entre les firmes contractantes doit s'entendre non seulement sur le plan financier, mais également en ce qui concerne l'aspect commercial. Face à des firmes anciennement implantées et particulièrement efficaces sur le plan de la commercialisation, comme Siemens, l'informatique française, si elle ne met pas l'accent sur la définition d'une politique commerciale, risque de ne pas tirer de la coopération internationale les mêmes avantages que ses partenaires. Il est souhaitable, en conséquence, que la C. I. I. se voie dotée de moyens suffisants pour implanter, sur les marchés qui lui sont ouverts, les personnels et les infrastructures correspondant aux exigences de la clientèle.

D. — L'Institut de recherches d'informatique et d'automatique (I. R. I. A.)

1° LES MISSIONS DE L'I. R. I. A.

Organisme créé en 1967 pour assister la délégation à l'informatique, l'I. R. I. A. poursuit deux types de missions :

— une mission de formation et d'information, extrêmement riche puisqu'elle comporte aussi bien l'enseignement de base, délivré par l'intermédiaire du Centre d'études pratiques d'informatique et d'automatique (C. E. P. I. A.), que l'organisation de conférences ou de colloques où se rencontrent des spécialistes de tous pays pour étudier les problèmes essentiels qui se posent à l'informatique ;

— une mission de recherche qui concerne à la fois les méthodes et les applications nouvelles qui peuvent être développées.

2° LA NOUVELLE ORIENTATION DE L'I. R. I. A.

Un comité interministériel du 25 février 1972 a abouti à une nouvelle orientation de l'I. R. I. A. allant dans le sens d'une décentralisation à la fois géographique et technique de cet organisme :

— décentralisation géographique : les travaux de recherche ne devront plus être concentrés dans la région parisienne et beaucoup devront s'effectuer suivant la formule de contrats passés entre l'I. R. I. A. et les organismes extérieurs. Dix millions de francs d'autorisations de programme seront d'ailleurs affectés à des actions « d'irrigation de la recherche » vers la province ;

— décentralisation technique : il a été décidé de créer à Voluceau un laboratoire de recherche en informatique et automatique « Laboria », employant un effectif maximum de 100 chercheurs. Ce laboratoire doit être rattaché administrativement à l'I. R. I. A., mais avec un budget clairement individualisé.

D'autre part, le Comité interministériel a estimé que l'I. R. I. A., sous l'autorité du Délégué à l'informatique, remplirait en plus des missions qui lui ont été confiées par la loi du 3 janvier 1967 et par le décret du 25 août 1967, les fonctions assurées jusqu'ici par le Comité de recherche en informatique qui devra être supprimé. Le Comité interministériel demande également que l'I. R. I. A. n'exerce pas directement de recherche ni action pilote, qui devront être confiées par l'institut à différentes équipes extérieures ou au Laboria. Le souci du Comité étant sur ce point dominé par le désir de décentraliser sur le territoire national les travaux de recherche, jusqu'alors concentrés dans la région parisienne.

Pour répondre à ces recommandations, l'I. R. I. A. a mis en place un service de synthèse et d'orientation de la recherche en informatique. L'institut mettra également, dans un premier temps, à la disposition des laboratoires installés à Rennes, les dix postes budgétaires de chercheurs qui seront demandés pour l'année prochaine.

Il a été demandé, enfin, que soit créé au sein de l'I. R. I. A. un bureau technique qui procédera, pour le compte du Délégué à l'informatique, à tous les travaux de contrôle, d'expertise et de normalisation.

Ce bureau est actuellement en cours de constitution et sera pleinement opérationnel dès 1973.

Les actions qui seront désormais entreprises seront davantage orientées vers l'extérieur.

La recherche poursuivie en France devant être limitée, plafonnée, très individualisée, l'Institut devra orienter l'essentiel de son effort vers l'extérieur.

Aussi, pour 1973, l'I. R. I. A. tendra à favoriser la recherche des laboratoires extérieurs en mettant en œuvre et en développant toutes les formes d'action possibles dans le cadre de son statut (association, contrats d'études, subventions et mise à la disposition de locaux et de moyens).

Enfin, dans le domaine de la diffusion des connaissances, l'I. R. I. A. développera sa collaboration avec les organismes de recherche et les sociétés savantes.

*
* *

En conclusion de ce chapitre, votre commission estime que le bilan de l'évolution récente de l'informatique française est largement positif.

Sur le plan de la production, les techniques développées en France, notamment par la C. I. I., sont parfaitement en mesure d'affronter la concurrence internationale.

Sur le plan des personnels, la qualification des chercheurs et des techniciens est également incontestée.

En revanche, il est permis de se demander si l'industrie informatique française dispose, pour l'instant, **de méthodes, d'infrastructures et de crédits suffisants pour développer sa pénétration sur les marchés internationaux**. Ce handicap commercial risque de devenir d'autant plus grave que l'activité de cette industrie s'est accrue considérablement depuis quelques années et que la politique européenne dans laquelle nous nous sommes engagés repose sur la concurrence et suppose la compétitivité. La moindre erreur, le moindre retard, nous désavantagerait gravement face à nos partenaires.

Il faut donc souhaiter que soit fait, pour la **commercialisation**, un effort comparable à celui qui a été accompli pour la fabrication des produits.

Nous estimons enfin que le soutien nécessaire accordé aux firmes purement françaises ne doit pas aboutir à une **pénalisation des filiales étrangères établies en France** qui, en dehors du travail qu'elles fournissent à nos chercheurs et à nos techniciens et des devises qu'elle nous procurent, contribuent au maintien d'une saine concurrence.

IV. — LES ACTIVITES SPATIALES

Il ne nous paraît pas inutile de rappeler, comme nous l'avions fait l'an dernier, que les recherches et activités concernant l'espace, confiées au Centre national d'études spatiales (C. N. E. S.), débouchent à court terme sur de nombreuses applications pratiques, telles que la cartographie, la détermination des ressources du sol, la prévision météorologique, la navigation aérienne et les télécommunications, sans parler naturellement des aspects militaires.

Cette seule énumération montre l'intérêt de recherches qui paraissent trop souvent au public être du domaine de la science-fiction. Bien au contraire, on peut dire qu'un pays dépourvu de moyens de lancer des satellites, seul ou en collaboration avec ses voisins, ne pourra plus demain prétendre à une véritable indépendance, ni même protéger son mode d'expression.

Ayant situé l'importance du problème, nous allons examiner successivement les moyens dont nous disposons, notre activité propre et notre action dans le cadre international.

A. — Installations et équipements.

1° LE CENTRE SPATIAL DE BRÉTIGNY

Le Centre spatial de Brétigny doit faire face à trois activités principales : réception, traitement et programmation des données ; traitement des télémessures ; acquisition, mise en œuvre et utilisation des étalons électriques. Ces fonctions sont assurées par un centre de calcul équipé d'une gamme importante d'ordinateurs, un centre de traitement des télémessures, qui fait également largement appel à l'informatique, et des installations et équipements sol-métrie.

2° LE CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE

Le transfert de certaines activités du C. N. E. S. à Toulouse a abouti dès le milieu de 1971 à la création dans cette ville d'un nouveau Centre de 10.500 mètres carrés de bureaux et

laboratoires permettant d'accueillir 220 personnes. D'ici trois ans environ, le Centre de Toulouse devrait disposer de 40.000 mètres carrés de bureaux et employer 700 agents.

Les installations achevées ou en cours de réalisation comprennent, notamment :

- un ensemble — terminé en septembre 1971 — abritant les divisions « satellites », techniques électroniques et techniques aéronautiques, employant 200 personnes ;
- un bâtiment Direction et administration complété par un musée spatial, terminé en décembre 1971 ;
- un laboratoire de pyrotechnie ;
- un atelier de fabrication ;
- une base d'antennes destinée à capter les signaux et à positionner les satellites ;
- un bâtiment d'« essais classiques » ;
- une « unité pilote » comprenant une division « mathématiques » et une station de poursuite des satellites ;
- diverses installations complémentaires.

3° LE CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Aucune modification importante n'a été apportée à ce Centre en dehors de quelques opérations de détail intéressant notamment les câblages et l'équipement d'un système de radio sondage ayant pour objet de détecter de manière continue la pression, la température et l'humidité à des altitudes comprises entre 0 et 25.000 mètres.

Différents projets sont, en outre, à l'étude, tels que la création d'une centrale frigorifique, la modernisation du Centre médico-chirurgical de Kourou et la mise en place d'un localisateur intergéométrique pour les fusées sondes, d'un radar Adour suivant les véhicules spatiaux en début de trajectoire et d'un radar météo.

4° INSTALLATIONS ET ÉQUIPEMENTS IMPLANTÉS A L'ÉTRANGER

Les lancements de ballons effectués dans le cadre de l'opération « Eole » et diverses opérations annexes ont nécessité la mise en place à l'étranger d'un certain nombre d'équi-

pements. C'est ainsi que le C. N. E. S. dispose d'installations de télémesures à Las Palmas, Ouagadougou, Brazzaville, Prétoria et Fortaleza (Brésil).

En outre, pour la préparation des ballons et de leurs nacelles et la mise en place du réseau d'écoute correspondant, des stations ont été ouvertes dans l'hémisphère Sud à Prétoria, Lima, Buenos-Aires, Mendoza, Neuguen et Largo-Fagnano (non compris celles de la Réunion et de Tahiti).

B. — Activités propres du C. N. E. S.

1° LANCEURS ET VÉHICULES SPATIAUX

a) Lancements effectués.

Depuis le lancement du satellite Eole (de 80 kilogrammes) réalisé le 16 août 1971, de Wallops Island en Virginie par une fusée américaine Scout et placé sur une orbite 903 kilomètres, 678 kilomètres, un seul satellite français a été lancé; encore s'agit-il d'un petit engin technologique de 15 kilogrammes dont l'objet essentiel est d'étudier le comportement de certaines cellules solaires. L'opération a été réalisée le 4 avril 1972 par l'U. R. S. S. à partir de la base de Tyuratam.

Rappelons, en outre, que le lancement de D 2 A solaire par une fusée Diamant B 4, le 5 décembre 1971, à partir de la base de Kourou, s'est soldé par un échec.

b) Satellites en activité.

Six des huit satellites français lancés soit, par nous, soit par les américains ou les soviétiques, continuent à tourner autour de la Terre, mais trois seulement sont encore « actifs » : D 2 A, « Eole » et « Sret », mis respectivement sur orbite le 15 avril 1971, le 16 août 1971 et le 4 avril 1972.

Deux satellites D 5 A et D 5 B, l'un équipé de micro-propulseurs à hydrazine, et l'autre de micro-accélérateurs, doivent être lancés le 30 mars 1973 par une fusée Diamant B 5. Il s'agit du premier essai français de lancement de deux satellites par une seule fusée.

c) *Prolongements du programme « Diamant ».*

Pour les différentes formules à l'étude, le C. N. E. S. a retenu celle de la réalisation d'un lanceur Diamant BP 4, de 4 tonnes de poussée (au lieu de 2,2) qui pourrait satelliser 160 kilogrammes à 500 kilomètres d'altitude. Ce nouveau lanceur mettrait en orbite deux satellites en 1974 (Beta et D 2 B) et deux en 1975 (T 1 et Dialogue).

2° OPÉRATION EOLE

a) *Programme « ballons »*

Nous avons déjà exposé l'an dernier l'objectif premier de cette opération qui, en combinant les possibilités de localisation et de collecte de données du satellite Eole avec des répondeurs portés par des ballons lâchés à partir du territoire argentin, avait pour objet l'étude des courants aériens à haute altitude dans l'hémisphère Sud.

Cette expérience a été couronnée de succès et a fourni des renseignements d'une valeur inestimable au plan météorologique.

b) *Programme complémentaire.*

Le fait que l'équipement technique du satellite ait continué à fonctionner sans donner aucun signe de défaillance a conduit le C. N. E. S. à développer le programme primitif en mettant en place des bouées qui peuvent être simplement localisées par le satellite ou fournir des renseignements enregistrés par celui-ci et restitués ensuite aux centres d'écoute. Les applications de cette technique se sont avérées très nombreuses et d'un intérêt considérable. Elles permettent notamment d'étudier les courants marins et les marées, le déplacement des icebergs, l'enneigement et les données météorologiques en des lieux inaccessibles, la marche des navires et les migrations animales.

Cette expérience dont la durée est évidemment liée à la capacité de « survie » de l'appareillage d'Eole, souligne tout l'intérêt et les développements inattendus de l'activité spatiale.

C. — La collaboration internationale.

L'action du C. N. E. S. au plan international ne manifeste pas sa participation aux organismes européens « E.L.D.O. » et « E.S.R.O. » chargés, respectivement, de l'étude et de la mise au point des lanceurs et des satellites.

1° ACTIVITÉS D'E.L.D.O.

Le dernier échec du tir de la fusée Europa II survenu en décembre 1971, et la proposition faite périodiquement par les Etats-Unis aux partenaires de cette association de leur vendre des lanceurs éprouvés ont conduit certains membres d'E.L.D.O. à s'interroger une fois de plus sur l'opportunité d'entreprendre aux prix d'efforts longs et coûteux, la mise au point de fusées européennes.

C'est ainsi que l'Allemagne elle-même, jusqu'ici notre plus ferme soutien, a manifesté, à plusieurs reprises cette année, son opposition à la poursuite de la réalisation d'Europa II et d'Europa III.

Bien qu'aucune décision définitive n'ait encore été prise, à ce jour, une grave menace pèse donc sur l'avenir de ces deux programmes et par voie de conséquence sur la survie de l'organisation elle-même dont la disparition signifierait la renonciation de l'Europe à son indépendance spatiale.

Sous ces graves réserves, le tir F 12 destiné à qualifier le lanceur reste prévu pour le milieu de 1973 et, en cas de succès, « Europa II » pourrait mettre le satellite de télécommunications franco-allemand *Symphonie* sur orbite géostationnaire à la fin de la même année.

Dans l'hypothèse d'une renonciation de ses partenaires à ce programme, la France envisage de réaliser une fusée moins élaborée que « Europa II » mais susceptible de performances équivalentes, étant entendu que les industriels étrangers seraient invités à y participer. Le C. N. E. S. étudie également, à la demande des pouvoirs publics, la possibilité de fabriquer un lanceur national « lourd » qui

se substituerait à « Europa III », et pourrait dans un premier temps mettre sur orbite géostationnaire un satellite de 500 kilogrammes d'ici quatre ans.

Participation européenne au programme Post Apollo.

Présentée, notamment par les Allemands, comme une solution de rechange aux programmes « Europa II » et « Europa III », la participation qui nous est proposée apparaît cependant des plus réduites. En effet, après avoir offert aux européens de réaliser une partie importante de la « navette » spatiale des révisions successives ont amené la N. A. S. A. à ne plus leur proposer que la construction du laboratoire embarqué, dans cette navette dénommée « module de sortie », pièce importante, mais cependant secondaire, du dispositif.

2° RÉORGANISATION ET ACTIVITÉS DE L'E. S. R. O.

Contrairement à l'E. L. D. O., l'organisation E. S. R. O. dont la survie avait paru compromise à la fin de 1970 a retrouvé sa pleine activité après une profonde réforme de ses structures, une définition nouvelle de ses fonctions et de ses programmes et une revalorisation de ses moyens.

Sur le plan des ressources financières garantissant l'avenir du groupement, deux faits essentiels sont à noter : la fixation d'un niveau ferme de ressources de 283,6 millions d'unités de compte pour la période 1972-1974 et de 330 millions pour la période 1974-1977 consacré pour les deux tiers aux satellites d'application et pour un tiers seulement aux satellites scientifiques.

En ce qui concerne les premiers, l'organisation a poursuivi les négociations concernant les projets « Aérostat » destinés à faciliter la localisation et les liaisons des aéronefs et « Météostat » concernant la prévision du temps.

Par ailleurs, un projet de collaboration entre l'E. S. R. O. et Intelsat pour la réalisation et l'exploitation d'aérostat est actuellement envisagé.

Enfin, huit pays membres de l'E. S. R. O. ont décidé de collaborer à la phase expérimentale d'un programme de télécommunications.

Dans le domaine des satellites scientifiques, deux d'entre eux H. E. O. S. A. 2 et T. D. 1 ont été mis sur orbite par des lanceurs américains, respectivement, les 31 janvier et 11 mars 1972. Un troisième, E. S. R. O. IV, sera lancé avant la fin de cette année.

*
* *

En conclusion de cette brève revue de nos activités spatiales, force nous est de constater que les perspectives restent assez sombres, notamment dans le domaine des fusées dont la réalisation par les Européens conditionne cependant l'indépendance de notre continent vis-à-vis des géants américain et russe. On ne peut que regretter, à ce propos, l'absence d'une véritable autorité européenne seule capable de réagir contre la divergence des intérêts économiques et politiques des nations concernées.

Quoi qu'il en soit, faute d'une collaboration étroite et d'un effort important et suivi, le profond fossé technologique qui nous sépare de ces pays serait demain infranchissable et il vous faudrait accepter de dépendre des U. S. A. ou de l'U. R. S. S. aussi bien pour les télécommunications que dans tous les domaines de la connaissance que les satellites permettent d'embrasser.

Concernant l'intention marquée par le Gouvernement d'entreprendre seul la construction d'un lanceur lourd, votre commission craint cependant que l'effort financier correspondant ne soit pas à la portée de notre pays.

Quant à la finalité de l'opération qui est essentiellement de mettre sur orbite un satellite de télécommunications, elle note que, dans ce domaine, l'utilisation des câbles sous-marins reste encore beaucoup moins coûteuse.

V. — LE CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS

A. — Equipement.

1° LE CENTRE OCÉANOLOGIQUE DE BRETAGNE

La première tranche du centre mise en service en mai 1970 comporte le laboratoire de biologie, de géophysique, les magasins généraux, le poste d'entrée (gardiennage-standard), les bâtiments de servitude (chaufferie, poste électricité, centrale air comprimé) et le bâtiment du département de technologie.

En 1971, ont été réalisés les bassins d'essais techniques, le Bureau national des données océaniques et le Laboratoire d'aquaculture.

En 1972, seront terminés : le bâtiment du centre d'essais et de qualification, le bâtiment d'accueil et de la cantine, le bâtiment administratif, une première tranche d'équipement du bassin d'épreuves et du Centre d'essais et de qualification et la dernière tranche du môle d'accostage.

En 1973, il est prévu d'achever la construction du Centre en procédant à la réalisation du quai d'accostage, aux finitions du bâtiment administratif, à la construction du laboratoire de géologie et de la lithotèque et à la finition du réseau routier et des espaces verts.

Aux conditions économiques du mois de mai 1971, le coût de construction du Centre, primitivement évalué à 84 millions de francs (1969), a été chiffré à la somme de 91,8 millions de francs. Les dépenses restent donc plutôt en deçà des prévisions.

2° MOYENS A LA MER APPARTENANT EN PROPRE AU C. N. E. X. O. OU UTILISÉS PAR LUI

a) *Les navires.*

Pour assurer l'exécution des programmes d'intérêt commun, le C. N. E. X. O. met en œuvre le navire océanographique *Jean Charcot* (2.200 tonnes, 70 hommes d'équipage). Disponible 300 jours par an, soit 82 % de l'année, le *Charcot* a passé, en 1971, 238 jours à la mer, soit 65 % de l'année.

Le premier navire de la série des Norois, construit par les chantiers du Havre et lancé le 16 septembre 1970, est devenu opérationnel en juin 1971. Au cours du deuxième semestre, le *Noroît* a été disponible 175 jours sur les 182 jours du semestre. Il a passé 91 jours en mer, soit 50 % du semestre, proportion due à un programme d'utilisation volontairement faible pour la première année.

La construction d'un deuxième navire du même type que le *Noroît* sera entreprise fin 1972.

Le C. N. E. X. O. est également propriétaire d'autres navires qui sont, à l'heure actuelle, mis, par lui, à la disposition respectivement de l'Office de la recherche scientifique et technique Outre-Mer et de l'Institut scientifique et technique des pêches maritimes pour des recherches concernant l'océanographie des pêches.

Ces unités sont :

— pour l'I. S. T. P. M., la *Pelagia* et le *Cryos* ; ce dernier navire étant plus spécialement affecté à des recherches dans les mers froides ;

— pour l'O. R. S. T. O. M., le *Coriolis*, basé à Nouméa, et le *Capricorne*, basé à Abidjan, et destiné à l'étude des pêches dans l'Atlantique tropical.

En 1972, l'effort du C. N. E. X. O. a porté principalement sur l'acquisition d'équipements spécialisés, qu'il s'agisse d'équipements spécifiques ou d'équipements communs mobiles, destinés aux moyens lourds à la mer déjà en service.

Enfin, tant en 1971 qu'en 1972, le *Job Ha Zelian*, propriété du Centre de recherches et d'études océanographiques (C. R. E. O.), armé pour le compte du C. N. E. X. O., a été mis à la disposition des équipes universitaires coopérantes pour effectuer des travaux à la mer dans le golfe de Gascogne et le proche Atlantique.

b) *Les engins flottants.*

Parmi ceux-ci, il convient de citer :

— la soucoupe plongeante 3000 dont les essais ont été poursuivis en 1972. Cet engin permettra, une fois rendu complètement opérationnel, d'atteindre la profondeur de 3.000 mètres et d'effectuer des reconnaissances le long du talus continental ;

— le batyscaphe *Archimède*, propriété de la marine nationale, mais mis à la disposition du C. N. E. X. O. depuis le 1^{er} janvier 1969,

susceptible d'atteindre les plus grandes profondeurs. Le batyscaphe est secondé dans ses missions par un bâtiment d'accompagnement servant de remorqueur, de magasin et d'atelier : le *Marcel Le Bihan* ;

— une bouée laboratoire habitée, *Borha II* (actuellement en construction), destinée à remplacer la bouée laboratoire construite par le C. O. M. E. X. O. pendant le V^e Plan et réformée en août 1970.

Cette nouvelle bouée, de 60 mètres de tirant d'eau et d'un déplacement en charge de 870 tonnes, pourra accueillir six hommes dans sa tête habitable. Elle sera mouillée en Méditerranée occidentale, sur trois points, par des fonds de 2.500 mètres, à la fin de l'année 1972 ;

c) *Autres navires utilisés par les entreprises françaises publiques ou privées pour la recherche océanographique, l'exploration du plateau continental et les forages sous-marins.*

Ces navires se répartissent comme suit par département ministériel :

NOM	CARACTERISTIQUES principales.	PROPRIETAIRE	UTILISATEUR	OBSERVATIONS particulières.
<i>Ministère d'Etat chargé des Affaires culturelles.</i>				
<i>Archéonaute</i>	Longueur : 28,50 m. Déplacement : 115 t.	Etat (affaires culturelles).	Affaires culturelles (Direction des recherches archéologiques).	Recherches archéologiques sous-marines.
<i>Ministère des Affaires étrangères.</i>				
<i>Vauban</i> (chalutier transformé).	Longueur : 24,50 m.	Etat (O. R. S. T. O. M.).	O. R. S. T. O. M. (Centre d'océanographie et des pêches Nosy-Bé).	Océanographie (Océan Indien - Côte d'Afrique).
<i>Ministère de l'Education nationale.</i>				
<i>Catherine - Laurence</i> (chalutier transformé).	Longueur : 22 m. Déplacement : 128 t. Jauge brute : 64 tx.	Etat (C. N. R. S.).	Faculté des sciences de Paris (Station océanographique de Villefranche).	Océanographie géologique (Méditerranée occidentale).
<i>Korotneff</i>	Longueur : 20 m. Jauge brute : 64 tx.	Etat (C. N. R. S.).	Faculté des sciences de Paris (Station zoologique de Villefranche).	Océanographie biologique (Méditerranée occidentale).

NOTA. — Le Ministère de l'Education nationale possède, en outre, une dizaine de petits chalutiers et vedettes d'une longueur supérieure à 10 mètres, utilisés pour la recherche océanographique côtière.

NOM	CARACTERISTIQUES principales.	PROPRIETAIRE	UTILISATEUR	OBSERVATIONS particulières.
<i>Ministère des Transports.</i>				
<i>Thalassa</i> (navire océanographique).	Longueur : 65,10 m. Déplacement : 1.499 t.	Etat (marine marchande).	I. S. T. P. M.	Océanographie des pêches, basé à Brest (Atlantique, Méditerranée).
<i>Ichthys</i> (chalutier).	Longueur : 21 m. Déplacement : 115 t.	Etat (marine marchande).	I. S. T. P. M. (Laboratoire d'océanographie et des pêches, Sète).	Océanographie des pêches, basé à Sète (Méditerranée occidentale).
<i>France-I</i> et <i>France-II</i> (navires météorologiques).	Longueur : 76,10 m. Déplacement : 2.130 t.	Etat (ministère des transports).	Météorologie nationale.	Basés à La Rochelle, les stationnaires météorologiques contribuent par leurs observations et leurs prélèvements à la recherche océanographique (Atlantique Nord).

Ministère du Développement industriel et scientifique.

<i>Terebel</i> (L. C. T. transformé).	Longueur : 57,20 m. Déplacement : 600 t.	Institut français du pétrole.	Institut français du pétrole.	Navire expérimental de forage en mer.
<i>Florence</i>	Longueur : 44,09 m. Jauge brute : 403 tx.	Institut français du pétrole.	Institut français du pétrole.	Navire de recherches sismiques : flexotir (fonctionnement à la charge exclusive de C. N. E. X. O.).

Associations sans buts lucratifs.

<i>Calypso</i> (navire océanographique).	Longueur : 42 m. Déplacement : 400 t.	Campagnes océanographiques françaises.	Campagnes océanographiques françaises.	Océanographie toute discipline. Armé par l'Association, programme des croisières établi en partie par un comité de direction relevant du C. N. R. S. Basé à Monaco (toutes zones).
<i>Winaretta - Singer</i> (chalutier océanographique).	Longueur : 20,20 m. Déplacement : 52 t. Jauge brute : 50 tx.	Institut océanographique.	Musée océanographique de Monaco.	Océanographie (Méditerranée).
<i>Job-Ha-Zélian</i> (chalutier).	Longueur : 22 m. Jauge brute : 83 tx.	Centre de recherches et d'études océanographiques.	C. R. E. O. (Station océanographique de La Rochelle).	Océanographie géologique (Atlantique, Méditerranée).

B. — **Activité en 1971 et au début de 1972.**

1° **PLONGÉE A GRANDE PROFONDEUR**

Le programme réalisé en 1971 et 1972 dans le cadre des contrats C. N. E. X. O., a comporté des expérimentations en caisson sur l'animal puis sur l'homme. Les expériences sur l'animal ont eu pour objet des études portant notamment sur :

— la narcose à l'azote sur les singes papion et la relation entre vitesse de compression et troubles observés (profondeur entre 800 et 1.100 mètres) ;

— le syndrome d'hyperexcitabilité du système nerveux central aux hautes pressions sous hélium (profondeur entre 800 et 1.100 mètres) ;

— la possibilité de réaliser des plongées à l'hydrogène de courte durée (profondeur 150, 300, 500 mètres) ;

— la physiologie neuro-musculaire spinale et corticale de singes (profondeur 800 à 1.100 mètres).

Les expériences humaines ont porté, elles, sur les points suivants :

— mise au point des techniques et matériels de travail sur chantiers sous-marins dans les mers arctiques (expérience Belouga). Les résultats de ces études ont permis d'effectuer un chantier au Labrador ;

— rassemblement de plus grand nombre de données possibles sur la physiologie de l'homme séjournant à grande profondeur (expérience Sagittaire) ;

— étude complète de la fonction respiratoire et cardiaque. Analyse des gaz du sang.

Il convient de mentionner particulièrement l'expérience Physalie-VI, menée du 15 mai au 2 juin 1972, au Centre expérimental Hyperbare de la C. O. M. E. X., à Marseille-Mazargues, dans le cadre du programme C. N. E. X. O. de développement des méthodes et des techniques d'intervention sous-marine. Dans ce cadre, un nouveau record mondial de plongée en caisson a été réalisé : deux océanographes ont séjourné pendant une heure vingt minutes, le 24 mai, sous des pressions équivalentes à la profondeur de 610 mètres.

Le précédent record avait été établi à 520 mètres, le 19 novembre 1970, dans ce même centre Hyperbare, au cours de l'expérience « Physalie-V ».

Du 16 mai au 2 juin, les deux océanauts ont séjourné : une heure vingt minutes à 610 mètres ; cinq heures au-delà de 600 mètres, trois jours au-delà de 518 mètres, six jours au-delà de 400 mètres, neuf jours et dix-sept heures au-delà de 300 mètres.

L'expérience « Physalie-VI » a été rendue possible par les enseignements des travaux antérieurs, notamment par ceux de « Sagittaire-II », qui, en mars 1972, avait compris un séjour de 100 heures à 500 mètres, et par l'expérience acquise en matière de méthodologie de la compression.

A 565 mètres, il fut décidé de poursuivre la compression, à raison de 3 mètres à l'heure, selon un schéma prévu à l'avance et la profondeur simulée de 610 mètres a été atteinte le 24 mai.

Au cours de l'expérience, les deux océanauts ont été soumis à de très nombreux contrôles et mesures scientifiques : étude du comportement, contrôle électro-encéphalogramme permanent pendant le sommeil, psychométrie, examens neurologiques, etc.

La plongée expérimentale « Physalie-VI » a été réalisée dans le cadre du programme C. N. E. X. O. par les équipes de la C. O. M. E. X. avec la collaboration de plusieurs groupes de recherches de l'Université, de la Marine nationale et de l'Armée de l'air, et pour la partie neurophysiologique, l'aide de l'Institut de neurophysiologie du C. N. R. S. ainsi que celle de la Direction des recherches et moyens d'essais (D. R. M. E.).

Les résultats obtenus ouvrent de sérieux espoirs quant à la possibilité de travail industriel sous la mer, aux profondeurs comprises entre 500 et 600 mètres.

2° ETUDE DU PLATEAU CONTINENTAL

Elle se traduit — au fur et à mesure des campagnes à la mer menées par des équipes universitaires à bord du *Job-Ha-Zelian* — par la publication de cartes géologiques selon un programme établi en liaison avec le Bureau de recherches géologiques et minières (B. R. G. M.), et par l'inventaire des ressources minérales qui intéressent l'économie française, notamment les dépôts exploitables de sables et graviers.

Le C. N. E. X. O. a entrepris en liaison avec le Bureau de recherches géologiques et minières une étude de synthèse, à l'échelle du globe, pour déterminer les marges littorales sur lesquelles les possibilités d'existence de placers exploitables sont les plus favorables. Les zones les plus probables d'accumulation de minéraux, tels que le zircon, le rutile, l'ilménite, l'acromite, l'or, le diamant et le fer sont étudiées systématiquement d'après les données bibliographiques et les documents existant au B. R. G. M. (1). Les informations recueillies sont destinées à l'industrie minière française.

3° ETUDES MÉTÉOROLOGIQUES

Les recherches entreprises en 1971 concernent, sur contrats passés par le C. N. E. X. O. :

— l'étude en laboratoire sur soufflerie à basse vitesse, air-eau, des mécanismes fondamentaux de transfert d'énergie et de mouvement (Institut de mécanique statistique de la turbulence, Université de Marseille), les conditions de température, d'humidité et de turbulence, ainsi que la formation des vagues sont exactement contrôlées et peuvent être modifiées sur commande ;

— les études sur les courants de dérive et sur la force d'entraînement du vent sur l'eau (Laboratoire d'océanographie physique du Muséum national d'histoire naturelle, Faculté des sciences de Paris) ;

— la formation de l'eau de fond et des eaux intermédiaires en Méditerranée en fonction des conditions climatiques et atmosphériques (Laboratoire d'océanographie physique du Muséum d'histoire naturelle) ;

— l'étude de la circulation des masses d'eau dans le golfe de Gascogne (Université de Rennes).

L'équipe « milieu fluide » Centre océanologique de Bretagne (C. O. B.) a mené, en collaboration étroite avec le Laboratoire d'océanographie physique du Muséum national d'histoire naturelle, la campagne Phygib à bord du navire océanographique *Le Noroît* du 21 septembre au 9 novembre 1971. Cette campagne a fait suite à des études de longue durée menées depuis 1957 par le Laboratoire d'océanographie physique du Muséum dans la zone du détroit de Gibraltar et la région située plus à l'Ouest.

(1) Bureau des Recherches géologiques et minières.

Au cours de l'année 1971, les travaux à la mer du Laboratoire du Muséum ont été quantitativement moins importants que par le passé en raison du désarmement de la bouée-laboratoire *Borha-I*, et du fait que le navire océanographique *Jean Charcot* menait des campagnes lointaines (Sudatlante) auxquelles ont participé cependant certains de ses membres.

L'activité du laboratoire a été concentrée sur trois objectifs :

— le lancement de constructions techniques, en liaison avec la « Woods Hole Oceanographic Institution », pour la préparation de la campagne Medoc 1972 ;

— la définition du matériel de mesures devant équiper la future bouée-laboratoire *Borha-II*.

Borha-II est appelée à devenir le centre d'un futur polygone de bouées automatiques satellites mesurant en permanence un grand nombre de paramètres océanographiques et atmosphériques.

Les données transmises par ces bouées automatiques seront recueillies à bord de *Borha-II*. Un pré-traitement sera effectué avant de transmettre ces données au laboratoire situé à terre.

Le C. N. E. X. O. a enfin abordé le problème du développement de systèmes particularisés de prévision de l'état de la mer fondés sur les études des *interactions océan et atmosphère*, en fonction des réponses techniques à fournir aux usagers menant des activités d'exploitation précises.

4° LUTTE CONTRE LA POLLUTION

Cette lutte est à la fois préventive et curative.

La prévention implique des mesures d'ordre juridique et réglementaire, d'une part, des opérations à caractère de recherche scientifico-technique, d'autre part.

Pour les premières, les gouvernements intéressés poursuivent la mise au point d'accords régionaux de coopération technique entre pays riverains et de conventions réglementant certains rejets particulièrement dangereux pour le milieu : c'est le cas de l'accord d'Oslo pour les rejets de produits toxiques effectués par les navires et les aéronefs.

Le Ministère chargé de la Protection de la Nature et de l'Environnement a répondu au souci exprimé dès sa création par le C. N. E. X. O. en prenant à sa charge l'étude de cette importante question.

En ce qui concerne les opérations de recherche, une partie du programme proposé a été réalisée : sélection de produits éliminateurs d'hydrocarbures, étude menée par l'I. S. T. P. M. (1), mise au point de séparateurs d'émulsion dont il reste à accroître le débit (Secrétariat général de la Marine marchande).

A propos de la réparation des dégâts dus à la pollution, une instruction interministérielle, datée du 23 décembre 1970, définit les organismes chargés de lutter contre les pollutions accidentelles des côtes françaises par les hydrocarbures. Une commission interministérielle permanente est chargée de la coordination des actions à mener à ce titre, en liaison avec le C. N. E. X. O. qui assure le rôle de conseiller technique.

Dans le cadre de la préparation de ce plan de lutte, le C. N. E. X. O. a fait réaliser par la Société Bertin un module de pompage de nappes d'hydrocarbures sur la base du procédé Vortex déjà expérimenté avec succès en eaux closes pour le groupe Elf - E. R. A. P.

Des essais concluants de pompage d'une nappe d'huile de colza simulant les hydrocarbures mais n'offrant aucun risque de pollution effectués le 5 novembre 1971, en baie de Douarnenez, avec un vent de 35 nœuds, la houle atteignant des creux de 1,5 à 2 mètres, ont apporté la preuve qu'un dispositif fondé sur le principe du Vortex peut être considéré dès maintenant comme opérationnel.

C. — Rôle particulier joué par la Marine nationale.

Le C. N. E. X. O. est secondé dans son effort par les différents agents du développement océanologique français et notamment par la Marine nationale.

Un groupe de travail Marine nationale — C. N. E. X. O. se réunit régulièrement afin d'assurer une information mutuelle et une convergence des politiques d'exécution.

(1) Institut scientifique et technique des pêches maritimes.

Parmi les principales opérations qui ont ainsi bénéficié du concours de la Marine nationale figurent :

— campagnes de prélèvement de modules polymétalliques à proximité des îles Tuamotou, sur des fonds de 1.000 à 1.500 mètres (1971 et 1972) ;

— récupération de la soucoupe plongeante *SP 3000* immobilisée par un lest en raison d'un incident mécanique survenu au cours d'un essai à vide. La récupération a eu lieu par 3.400 mètres de fond en mer Tyrrhénienne à l'aide du batyscaphe « Archimède » ; cette intervention est, jusqu'à présent, l'opération de récupération la plus profonde tentée et réussie au monde (octobre 1971) ;

— l'essai d'un dispositif comprenant : un module de pompage de nappe d'hydrocarbure et un ensemble de barrage souple. L'essai a eu lieu en novembre 1971 dans la rade de Douarnenez avec le soutien d'un bâtiment loué par la Marine nationale ;

— la réalisation de la bouée-laboratoire *Borha-II* confiée, pour la partie composée du corps (perche de Froude) à la Direction des constructions et armes navales de Toulon (D. C. A. N.) ;

— la participation à la campagne Famous menée en collaboration avec les Américains pour l'étude de la dorsale Atlantique dans la région de Madère.

Le Centre océanologique de Bretagne exerce, en outre, sa mission scientifique en faisant appel à des équipes pluridisciplinaires auxquelles le Service hydrographique et océanographique (S. H. O.) de la Marine nationale participe par les recherches en milieu fluide. Rappelons que l'établissement principal du S. H. O. est installé à Brest depuis 1971.

Il convient, enfin, de noter qu'en dehors de ces activités menées en collaboration avec le C. N. E. X. O., la Marine nationale a la responsabilité permanente de la détection de la pollution de la mer par les hydrocarbures et de la lutte à mener contre celle-ci.

D. — Coopération internationale.

L'année 1971 aura été marquée pour l'océanologie française par une intensification de la coopération internationale concernant notamment l'intervention sous-marine.

Par ailleurs, d'importantes rencontres internationales se sont tenues en France :

— réunion à Bordeaux du bureau et du conseil consultatif de la Commission océanographique intergouvernementale (C. O. I.) (1^{er}-5 mars 1971) ;

— colloque et salon internationaux sur l'exploitation des océans (Bordeaux, 9-14 mars 1971) ;

— visite du Centre de la C. O. M. E. X. par Leonid Brejnev.

Le Colloque international de Bordeaux a réuni pendant quatre jours 1.745 participants, représentant 45 pays et 3 organisations internationales.

Le Colloque de Bordeaux a, par la confrontation internationale réalisée, permis d'avancer dans les voies de l'exploitation des ressources marines.

Lors de la visite officielle qu'il a effectuée en France à l'automne 1971, M. Leonid Brejnev s'est rendu le 28 octobre au Centre de recherches hyperbares de la Compagnie maritime d'expertise (C. O. M. E. X.) à Marseille-Mazargues. L'attention de l'homme d'Etat soviétique a été particulièrement suscitée par l'hydrosphère du C. N. E. X. O. permettant des séjours de plusieurs semaines à des profondeurs fictives allant jusqu'à 300 mètres.

1° COOPÉRATION AU SEIN DES ORGANISMES INTERNATIONAUX

Le C. N. E. X. O. assiste le Ministère des Affaires étrangères pour la représentation de la France au sein des organismes suivants :

— Comité des fonds marins des Nations Unies ;

— Commission océanographique intergouvernementale de l'U. N. E. S. C. O. ;

— Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Méditerranée (C. I. E. S. M.) ;

— Conseil international pour l'exploitation de la mer (C.I.E.M.) ;

— Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (F. A. O.) et notamment Conseil général des pêches pour la Méditerranée ;

— enfin, groupes compétents des Communautés européennes.

La coopération européenne s'est axée au cours de l'année 1971 sur la préparation d'un programme d'étude et d'utilisation de bouées de mesure (groupe Prest : politique de recherche scientifique et technique).

2° COOPÉRATION FRANCO-AMÉRICAINNE

Les nombreux contacts pris entre responsables américains et français au cours de l'année 1971, notamment à Bordeaux, en mars, à Washington, en mai, et à Paris, en août, ont suscité un grand nombre de missions techniques de part et d'autre de l'Atlantique, intéressant l'intervention sous-marine, la standardisation de l'instrumentation de mesure, l'étude des grands fonds océaniques.

Au cours d'une réunion de travail qui s'est tenue du 30 novembre au 2 décembre 1971, à la « Woods Hole Oceanographic Institution » aux Etats-Unis, les grandes lignes d'un projet d'exploration en commun de la dorsale médio-atlantique ont été définies.

Ce projet ou opération « Famous » (French American Mid Oceanic Underwater Survey), se propose d'utiliser des submersibles d'exploration scientifique pour observer directement et effectuer de nombreuses mesures sur les roches épanchées à partir d'une dorsale médio-atlantique pour former les fonds océaniques.

3° COOPÉRATION FRANCO-SOVIÉTIQUE

Du 19 au 23 avril, le C. N. E. X. O. a participé aux travaux de la « Petite commission franco-soviétique » qui ont établi le bilan de la coopération pour 1970, et défini plusieurs sujets pour le développement de cette coopération.

Une réunion scientifique de mise en commun des résultats de l'opération franco-soviétique « Cofrasov », menée en 1970 en Méditerranée, a eu lieu à bord de « *l'Academik Vernadsky* », réunissant spécialistes soviétiques et français dans le port de Bordeaux, en mars 1971. La traduction des travaux scientifiques a été poursuivie tant en France qu'en Union soviétique pour permettre une publication des résultats au cours de l'année 1972.

4° AUTRES COOPÉRATIONS BILATÉRALES

Plusieurs missions techniques ont été échangées en 1971 avec le Japon, la Suède et le Portugal.

Enfin des contacts se sont développés avec les représentants d'un certain nombre de pays parmi lesquels : la Grande-Bretagne, le Canada, l'Argentine, le Maroc et l'Uruguay.

*
* *

En conclusion de cette étude, votre commission note avec satisfaction que le C. N. E. X. O. dispose actuellement des moyens nécessaires à terre et sur mer pour faire face à ses besoins propres. Elle se réjouit également de la collaboration fructueuse qui s'est instaurée entre cet organisme, la Marine nationale et tous les établissements publics et privés intéressés aux problèmes maritimes. Elle note, en particulier, que le C. N. E. X. O. a su résister à la tentation de vouloir tout réaliser par lui-même et est resté fidèle à sa formule : « faire faire sans laisser faire ».

Elle regrette cependant que l'**insuffisance des crédits de fonctionnement** ne permette pas au C. N. E. X. O. de tirer pleinement parti de ses équipements et, notamment, de ses moyens à la mer.

*
* *

Sous réserve de ces observations, votre commission donne un avis favorable aux dispositions de la loi de finances pour 1973, concernant la Recherche scientifique, l'Energie atomique, l'Informatique, les Activités spatiales et l'Exploitation des océans.