

COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
EURATOM
LA COMMISSION

Documentation jointe

au

SEPTIÈME

Rapport Général

sur

l'activité de la Communauté

(mars 1963 - février 1964)

MARS 1964



COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
EURATOM
LA COMMISSION

Documentation jointe

au

SEPTIÈME

Rapport Général

sur

l'activité de la Communauté

(mars 1963 - février 1964)

MARS 1964

SOMMAIRE

<i>Documents N°</i>	<i>Pages</i>
1. Le prix de revient du kilowattheure nucléaire	7
2. Réacteurs de types éprouvés	25
3. Réacteurs à eau lourde et réacteurs organiques	31
4. Réacteurs homogènes	39
5. Réacteurs refroidis au brouillard	41
6. Réacteurs à gaz poussés	43
7. Réacteurs à neutrons rapides	45
8. Réactions thermonucléaires contrôlées	51
9. Etudes connexes au développement des filières	57
10. Retraitement et transport de combustibles irradiés	59
11. Molécules marquées et radio-isotopes	65
12. Applications industrielles des radio-isotopes et des rayonnements	69
13. Propulsion navale nucléaire	73
14. Réacteurs d'essai de matériaux	81
15. Plutonium et transplutoniens	85
16. Mesures nucléaires	87
17. Physique des réacteurs	91
18. Traitement de l'information scientifique	93
19. Recherches diverses	97
20. Exécution des contrats de participation aux réacteurs de puissance	101
21. Conventions internationales dans le domaine de la responsabilité civile nucléaire	111

<i>Documents N°</i>	<i>Pages</i>
22. Problèmes pratiques d'assurance des risques nucléaires	115
23. Gestion de la propriété industrielle	119
24. Contrôle de sécurité	125
25. Activités de l'Agence d'approvisionnement	129
26. Principales dispositions dans le domaine de la protection contre les rayonnements ionisants et projets soumis au cours de l'année 1963	133
27. Radio-activité ambiante	137
28. Sécurité des installations nucléaires	139
29. Le Centre commun de recherches nucléaires	141
30. Contrats passés par la Commission en 1963 pour l'exécution de son programme de recherches	147
31. Activités du Centre d'information et de documentation (CID)	161
32. Calendrier des grandes réalisations du deuxième programme quinquennal	169
33. Rapports scientifiques et techniques résultant de l'exécution du programme de recherches d'Euratom et publiés par la Commission	171
34. Liste des brevets demandés par la Commission et ses contractants pour assurer la protection d'inventions résultant de l'exécution du programme de recherches d'Euratom	195
35. Exécution des budgets	205
36. Répartition des effectifs du budget recherches et investissement par catégorie	209
37. Répartition des effectifs du budget recherches et investissement par affectation géographique	211

LE PRIX DE REVIENT DU KILOWATTHEURE NUCLÉAIRE

Les données les plus récentes dont Euratom dispose concernant le prix de revient du kilowattheure nucléaire ont été examinées au cours d'un Symposium qui s'est tenu à Venise du 29 au 31 octobre 1963.

Les représentants des divers milieux intéressés de la Communauté, tant du secteur public que du secteur privé, ont procédé, à cette occasion, à un échange de vues approfondi avec les représentants de la Commission sur les connaissances technico-économiques actuelles et plus spécialement sur les coûts d'investissement des centrales équipées de réacteurs éprouvés et sur le prix de revient du kilowattheure nucléaire.

Parmi les principaux points qui ont fait l'objet des discussions, on peut citer :

- la méthodologie du calcul du prix de revient de l'énergie nucléaire;
- le prix de revient de l'énergie produite par les centrales nucléaires construites, ou en construction, dans la Communauté;
- le prix de revient du kilowattheure nucléaire dans les centrales du programme de participation de la Communauté;
- le prix de revient du kilowattheure nucléaire dans les autres centrales nucléaires de la Communauté (EDF et SELNI);
- l'analyse des principaux contrats de construction des centrales en voie de réalisation dans la Communauté, notamment sous le rapport des garanties contractuelles;
- la consommation et la production de matières fissiles dans les réacteurs éprouvés;
- les perspectives et tendances futures du prix de revient du kilowattheure des centrales équipées de réacteurs éprouvés.

I. Méthodologie du calcul du prix de revient de l'énergie nucléaire

Les discussions ont fait ressortir la nécessité d'établir entre les pays de la Communauté une méthodologie du calcul du prix de revient de l'énergie nucléaire aussi uniforme que possible et valable pour l'ensemble des filières du type éprouvé. Il s'agissait notamment, en vue d'arriver à des résultats comparables; de réduire les divergences constatées dans la définition des éléments du prix de revient de l'énergie nucléaire.

La Commission a donc fait des propositions qui expriment son point de vue actuel en la matière. Elle a notamment soumis aux participants une décomposition des éléments qui entrent dans le calcul du prix de revient, à savoir :

1. le coût de l'installation
2. les charges d'immobilisation du capital
3. le coût du cycle de combustible
4. les frais d'exploitation et d'entretien
5. les frais d'assurances.

1. *Coût de l'installation*

Dans le but de rendre comparable le coût de l'installation des projets pris en considération, il y a lieu de préciser clairement tous les éléments du coût qui doivent y figurer, tant en ce qui concerne les coûts directs que les coûts indirects.

Les coûts directs sont ceux des équipements (fournitures, transport et montage sur site) auxquels s'ajoutent, s'il y a lieu, des droits de douane et des taxes sur le chiffre d'affaires. Dans ces coûts directs, on trouve donc :

- a. le coût du terrain et tous les frais de l'aménagement du site (soit que l'exploitant exécute lui-même les travaux, soit qu'il fasse appel à un concours externe);
- b. le coût du génie civil;
- c. le coût du réacteur (y compris le circuit primaire et les échangeurs); avec le modérateur et le réfrigérant, mais sans le coût de la première charge et de la réserve de combustible;
- d. le coût du turbo-alternateur (y compris le circuit secondaire);
- e. le coût des accessoires électriques (c'est-à-dire jusqu'aux bornes de haute tension du transformateur de puissance, non compris les disjoncteurs et la ligne d'évacuation de l'énergie).

Dans les coûts indirects, on trouve :

- a. les coûts d'« engineering »;
- b. les frais généraux;
- c. une marge pour les imprévus;
- d. les intérêts intercalaires (et ce jusqu'à la date de mise en service définitive);
- e. l'augmentation des coûts découlant des révisions de prix (prévisions jusqu'à la date de mise en service);
- f. les taxes pendant la période de construction (sur le capital propre et sur les fonds empruntés, ainsi que les taxes frappant la rémunération du capital) et les droits de douane (droits de douane acquittés directement par l'exploitant).

Au stade actuel de développement de l'utilisation de l'énergie nucléaire, le coût de l'installation — qu'on ramène au coût par kilowatt électrique net installé — résultant d'un ensemble de données dont la définition varie d'un exploitant à l'autre, ne permet pas, normalement, de comparer deux projets entre eux. Il est, par conséquent, indispensable, pour arriver à une comparaison, de procéder à une analyse minutieuse des divers éléments qui interviennent dans l'établissement du coût de l'installation.

Les discussions dans le cadre du Symposium de Venise ont permis de réaliser certains progrès dans la voie de la comparabilité du coût de l'installation. En effet, les participants se sont déclarés d'accord pour admettre que :

- la puissance de référence à considérer est la puissance électrique nette;
- le coût de l'installation doit comprendre la somme de tous les coûts directs et indirects relatifs à la construction de la centrale jusqu'aux bornes de haute tension des transformateurs.

De plus, il a été admis que, bien qu'il soit difficile d'établir l'incidence des dépenses d'« engineering » sur les postes compris dans les coûts directs et indirects, celles-ci doivent être effectivement incluses dans le coût total de l'installation.

En ce qui concerne les imprévus, il apparaît que bien des différences existent d'un cas à l'autre, voire d'un contrat à l'autre. Cependant, l'expérience pratique permet de considérer comme raisonnable un pourcentage d'imprévus compris entre 7,5 % et 10 % des coûts directs.

2. Charges d'immobilisation du capital

Les charges annuelles d'immobilisation du capital se composent de l'amortissement du capital, des charges d'intérêt et des taxes afférentes au capital et à sa rémunération.

- La détermination des charges d'amortissement suppose un premier choix : celui de la période sur laquelle on compte amortir l'installation (choix entre la durée de vie probable du point de vue technique et la durée de vie économique). En général, on prend comme durée d'amortissement une estimation prudente de la durée de vie économique — normalement plus courte que la durée de vie technique probable — soit 20 à 25 ans, à moins que la durée d'amortissement ne soit dictée par des considérations fiscales (Allemagne et Pays-Bas). Un deuxième choix portera sur la façon dont on amortira l'installation : par amortissement dégressif, par amortissement constant ou par annuités constantes. Etant donné

que les centrales nucléaires devraient normalement fonctionner en base pendant leur durée de vie et atteindre un nombre d'heures d'utilisation annuelle quasi constant, il semble que l'on doive préférer la solution de l'amortissement par annuités constantes qui a l'avantage de donner, pour toute la durée de vie de la centrale, une charge d'amortissement et d'intérêt constante à la fois annuellement et par unité produite.

- Les charges d'intérêts sont fonction de la structure juridique de l'entreprise, du plan de financement du projet et des caractéristiques du marché des capitaux auquel l'entreprise devra s'adresser. Ces divers facteurs détermineront le taux moyen d'intérêt.
- L'incidence des taxes afférentes au capital et à sa rémunération sur les charges annuelles d'immobilisation du capital n'est pas aisée à établir vu la complexité des régimes fiscaux et les exonérations dont peuvent bénéficier certaines entreprises.

Pour répartir les charges annuelles d'immobilisation du capital par unité produite, il faut tenir compte de la durée d'utilisation annuelle. Cette durée d'utilisation annuelle dépendra, en fait, des caractéristiques du réseau et de la disponibilité technique de la centrale. Pour sa part, la Commission fait intervenir dans les calculs qu'elle effectue une durée d'utilisation annuelle de 7 000 h, de manière à rendre les résultats comparables tout au moins sous ce rapport.

3. Coût du cycle de combustible

Le coût du cycle de combustible prend en considération, d'une part, toute une série de dépenses relatives aux opérations physiques que subit le combustible, opérations pouvant aller de l'extraction du minerai jusqu'au retraitement chimique après irradiation et à l'évacuation des déchets radio-actifs et, d'autre part, les recettes provenant de la récupération des matières fissiles.

Les cycles de combustibles nucléaires ayant comme caractéristique particulière un important décalage dans le temps entre la production d'énergie et les dépenses ou recettes qui accompagnent le cycle, la manière la plus significative d'en calculer le coût consiste à faire appel à la méthode d'actualisation. On ramène ainsi, par le truchement de l'intérêt composé, toute dépense ou recette de combustible, ainsi que l'énergie produite, à une date commune. Mais si, en théorie, cette méthode ne pose d'autre problème fondamental que celui du choix d'un taux d'actualisation correct, sa mise en pratique est laborieuse et nécessite la connaissance de tous les paramètres technico-économiques du cycle de combustible pour la durée d'exploitation du réacteur. C'est pourquoi, en pratique, on s'en tient au calcul d'un coût moyen du cycle à l'équilibre, lorsqu'on est conduit à faire de tels calculs pour des centrales qui n'en sont encore qu'au stade de construction, comme c'est le cas dans la Communauté.

4. *Les frais d'exploitation et d'entretien*

Les frais d'exploitation et d'entretien comprennent les frais de personnel, les frais d'entretien de l'installation : pièces de rechange, produits d'entretien, pertes de modérateur et de réfrigérant ainsi que les frais d'administration de la centrale.

5. *Les frais d'assurance*

Ceux-ci correspondent à la somme des primes annuelles de l'assurance couvrant les risques de dégâts matériels et de l'assurance responsabilité civile nucléaire.

II. Le prix de revient de l'énergie produite par des centrales nucléaires construites, ou en construction, dans la Communauté

Le prix de revient du kilowattheure nucléaire produit par les centrales de la Communauté, tel qu'il apparaît ci-après, est le prix de revient communiqué par l'exploitant. Il ne permet pas, vu la diversité des contrats de construction et, par conséquent la diversité du contenu des éléments du coût, de faire directement une comparaison pure et simple du prix de revient de l'énergie produite par les différentes centrales. En effet, pour être valable, une telle comparaison nécessiterait que l'on procède à des réajustements dont la méthodologie est encore en voie d'élaboration.

Le tableau ci-dessous résume les principales données économiques des centrales nucléaires construites, ou en construction, dans la Communauté, ainsi que le résultat des calculs du coût de l'énergie produite par ces centrales.

1. *Le prix de revient du kilowattheure nucléaire dans les centrales du programme de participation de la Communauté.*

Le programme de participation de la Communauté porte sur la réalisation et l'exploitation de cinq centrales nucléaires appartenant à trois types différents de réacteurs éprouvés : réacteurs à eau sous pression (SENA), réacteur à eau bouillante (SENN, KRB, SEP), réacteur à graphite-gaz (SIMEA).

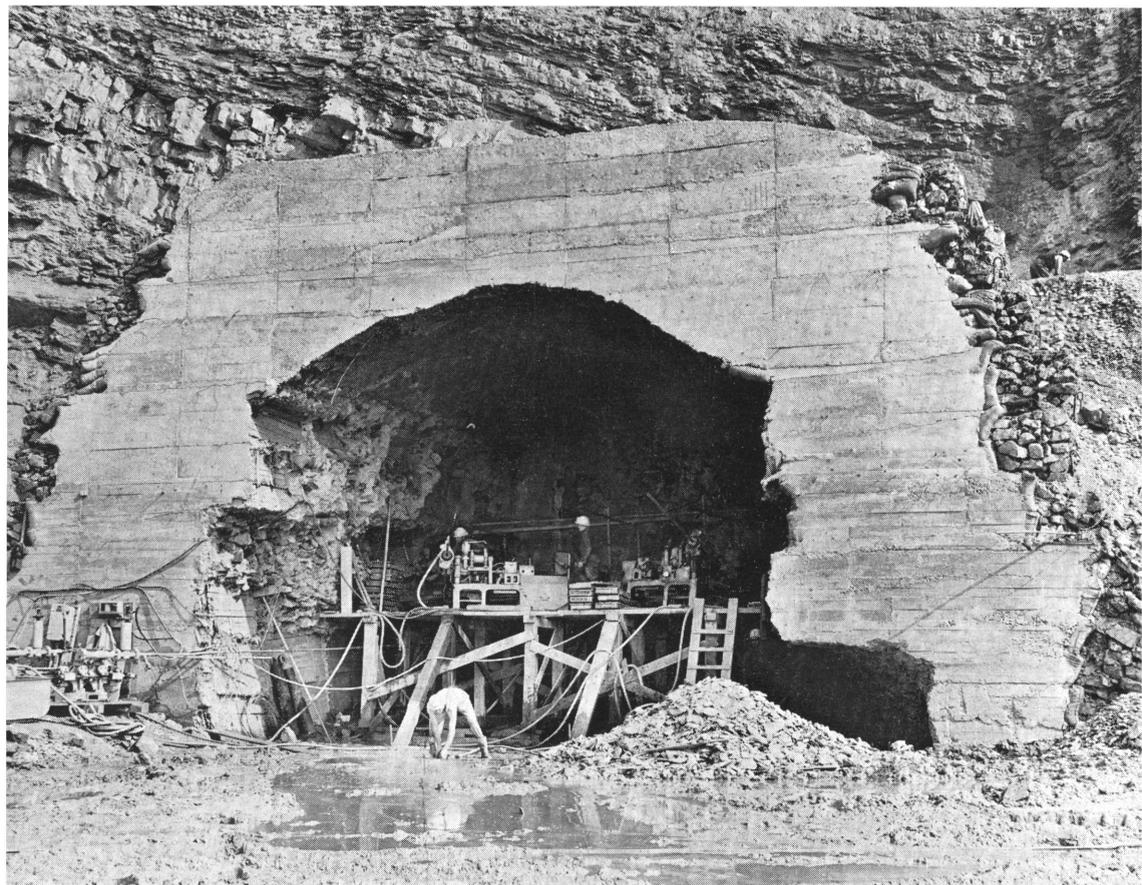
a. *Centrale de la SENNA*

La Société d'Énergie nucléaire franco-belge des Ardennes (SENA), constituée par EDF (France) et la Société Centre et Sud (Belgique), entreprise commune au sens de l'article 45 du Traité Euratom, a entrepris la construction d'une centrale de 266 MWe à Chooz, près de Givet, centrale dont la mise en service est prévue pour la fin de 1966. Ce projet est également inclus dans l'Accord de Coopération Euratom-USA.

**TABLEAU SYNOPSIS DES PRINCIPALES DONNÉES ÉCONOMIQUES DES CENTRALES
NUCLÉAIRES DE PUISSANCE, CONSTRUITES OU EN CONSTRUCTION, DANS LA COMMUNAUTÉ**

a. Centrales du Programme de Participation

	SENA 266 MWe	SENN 150 MWe	KRB 237 MWe	SEP 47,75 MWe	SIMEA 200 MWe
Mise en service	1966	1963	1966	1967	1963
<i>Charges d'immobilisation du capital</i>					
Coût de l'installation (en u.c. AME)	86 635 000	64 000 000	71 570 000	21 600 000	103 702 000
Coût par kWh	326	427	302	452	518
Utilisation	80 %	80 %	80 %	75 %	80 %
Annuités	10 %	10 %	13,17 %	9,31 %	10 %
Coût de l'immobilisation du capital (impôts et taxes compris)	4,76 mills/kWh	6,19 mills/kWh	5,70 mills/kWh	6,41 mills/kWh	7,4 mills/kWh
Coût du cycle	3,41 mills/kWh	3,68 mills/kWh	2,40 mills/kWh	2,81 mills/kWh	3,0 mills/kWh
Frais d'exploitation et d'entretien	1,07 mills/kWh	1,20 mills/kWh	1,05 mills/kWh	1,50 mills/kWh	1,29 mills/kWh
Assurance	0,32 mills/kWh	0,34 mills/kWh	0,42 mills/kWh	0,32 mills/kWh	0,31 mills/kWh
Coût de l'énergie produite	9,56 mills/kWh	11,41 mills/kWh	9,57 mills/kWh	11,04 mills/kWh	12,0 mills/kWh



Chantier de construction de la centrale de la Société d'Énergie Nucléaire franco-belge des Ardennes (SENA). La mise en service de cette centrale, d'une puissance de 266 MWe, est prévue pour la fin de 1966.

b. *Autres centrales*

	EDF 3 480 MWe	EDF 4 480 MWe	SELNI 257 MWe
Mise en service	1966	1968	1964
<i>Charges d'immobilisation du capital</i>	—	—	—
Coût de l'installation (en u.c. AME)	—	—	61 400 000
Coût par kWe	260 ⁽¹⁾	234 ⁽¹⁾	239
Utilisation	80 %	80 %	80 %
Annuités	8,06 %	8,06 %	10 %
Coût de l'immobilisation du capital (impôts et taxes compris)	3,00 mills/kWh	2,70 mills/kWh	3,42 mills/kWh
Coût du cycle	1,74 mills/kWh	1,60 mills/kWh	2,64 mills/kWh
Frais d'exploitation et d'entretien	0,71 mills/kWh	0,80 mills/kWh	1,55 mills/kWh
Assurance	0,43 mills/kWh	0,43 mills/kWh	
Coût de l'énergie produite	5,88 mills/kWh	5,53 mills/kWh	7,61 mills/kWh

(¹) Coût des références sur la base des conditions économiques au 1.1.63 (taxe à la valeur ajoutée exclue).

Le coût de l'installation est estimé à 86 635 000 u.c. AME, soit un coût unitaire de 326 u.c. AME/kWe installé. Les charges d'immobilisation du capital sont calculées sur la base d'annuités égales à 10 % du capital et d'une durée d'utilisation annuelle de 7 000 h. De plus, la SENA doit supporter des taxes locales de 200 000 u.c. AME par an. Les frais d'exploitation et d'entretien (y compris les assurances) sont évalués à 9,75 u.c. AME par kWe et par an.

Sur la base de ces données, le prix de revient de l'énergie produite s'élève à :

	<i>mills/kWh</i> (¹)
— charges d'immobilisation du capital	4,76
— coût du cycle de combustible	3,41
— frais d'exploitation, d'entretien et d'assurances	1,39
	<hr/> 9,56

(¹) Un mill : un millième d'unité de compte ou d'US \$.

b. Centrale de la SENN

La centrale construite par la Società Elettronucleare Nazionale (SENN) développe une puissance de 150 MWe. Première centrale incluse dans l'Accord de Coopération Euratom-USA, elle a atteint la criticalité en juillet 1963.

Le coût de l'installation s'élève à 64 000 000 d'u.c. AME, soit un coût unitaire de 427 u.c. AME/kWe installé.

Les charges d'immobilisation sont calculées sur la base d'annuités égales à 10 % et les frais d'exploitation et d'assurances sont estimés à 10,8 u.c. AME/kWe et par an, le capital propre étant frappé d'une taxe de 0,75 %. Pour une durée d'utilisation annuelle de 7 000 h. le prix de revient de l'énergie produite s'élève à :

	<i>mills/kWh</i>
— charges d'immobilisation du capital	6,19
— coût du cycle de combustible	3,68
— frais d'exploitation et d'assurance	1,54
	<hr/> 11,41

c. Centrale de la KRB

Seconde entreprise commune au sens du Traité Euratom, la K rnkraftwerk Rheinisch-Westf lisches Elektrizit tswerk-Bayernwerk (KRB) a entrepris la construction d'une centrale d'une puissance de 237 MWe, centrale qui fait également partie de l'Accord de coopération Euratom-USA. Sa mise en service est prévue pour 1966.

Le coût de l'installation est estimé à 71 570 000 u.c. AME, soit un coût unitaire de 302 u.c. AME/kWe. Les charges d'immobilisation du capital sont calculées sur la base d'annuités égales à 13,17 % du capital et d'une durée d'utilisation annuelle de 7 000 h. Les frais d'exploitation, d'entretien et d'assurances sont évalués à 10,3 u.c. AME/kWe et par an.

Selon ces éléments, le prix de revient de l'énergie produite s'établit à :

	<i>mills/kWh</i>
— charges d'immobilisation du capital	5,70
— coût du cycle de combustible	2,40
— frais d'exploitation, d'entretien et d'assurances	1,47
	<hr/> 9,57

d. Centrale de la SEP

La Samenwerkende Elektriciteits-Productiebedrijven (SEP) a décidé la construction d'une centrale d'une puissance de 47,75 MWe. Dernière centrale inscrite au programme de participation de la Communauté, c'est un projet à la réalisation duquel l'industrie de la Communauté participera très activement. Sa mise en service doit intervenir en 1967.

Le coût de l'installation est estimé à 21 600 000 u.c. AME, soit un coût de 452 u.c. AME/kWe installé.

Les charges d'immobilisation du capital sont calculées en fonction d'annuités égales à 9,31 % du capital et d'une durée d'utilisation annuelle de 6 500 h.

Les frais d'exploitation, d'entretien et d'assurances sont évalués à 11,85 u.c. AME/kWe et par an.

Ces éléments permettent d'estimer le prix de revient de l'énergie produite à :

	<i>mills/kWh</i>
— charges d'immobilisation du capital	6,41
— coût du cycle de combustible	2,81
— frais d'exploitation, d'entretien et d'assurances	1,82
	<hr/> 11,04

e. Centrale de la SIMEA

La centrale réalisée par la Società Italiana Meridionale Energia Atomica (SIMEA), devenue critique en décembre 1962, a été couplée au réseau en mai 1963. De conception anglaise, cette centrale, d'une puissance de 200 MWe, a un coût d'installation s'élevant à 103 702 000 u.c. AME, ce qui correspond à un coût unitaire de 518 u.c. AME/kWe installé.

Les charges d'immobilisation du capital sont calculées sur la base d'annuités égales à 10 % du capital et d'une durée d'utilisation de 7 000 h par an.

Les frais d'exploitation et d'entretien, assurances comprises, sont estimés à 11,2 u.c. AME/kWe et par an.

Le prix de revient de l'énergie produite s'élève à :

	<i>mills/kWh</i>
— charges d'immobilisation du capital	7,4
— coût du cycle de combustible	3,0
— frais d'exploitation, d'entretien et d'assurances	1,6
	<hr/> 12,0

2. Le prix de revient du kilowattheure nucléaire dans les autres centrales de la Communauté

a. Les centrales nucléaires d'Electricité de France :

Les centrales nucléaires d'Electricité de France (EDF) ont des réacteurs appartenant à la filière graphite-gaz. EDF assume elle-même le rôle d'architecte industriel et procède à des adjudications dont elle assure la coordination.

Centrale EDF 3

Conçue au départ pour une puissance électrique de 375 MWe, cette centrale atteindra 480 MWe avec le deuxième jeu de combustible. Sa mise en service est envisagée pour 1966. Estimé aux conditions économiques de 1.1.1963, le coût d'installation unitaire hors taxes s'élève à 260 u.c. AME. Ce coût englobe les coûts directs hors taxe à la valeur ajoutée et les coûts indirects, à savoir les frais généraux, les frais d'étude et les intérêts intercalaires.

Les charges d'immobilisation du capital sont calculées en fonction d'annuités égales à 8,06 % du capital (taux d'intérêt 7 % — amortissement 30 ans) et d'une durée d'utilisation annuelle de 6 000 à 7 000 h.

Les frais d'exploitation et d'entretien sont estimés à 5 u.c. AME/kWe et par an. EDF ayant une politique d'auto-assurance, il y a lieu d'ajouter, dans un but comparatif, 3 u.c. AME/kWe et par an pour les assurances.

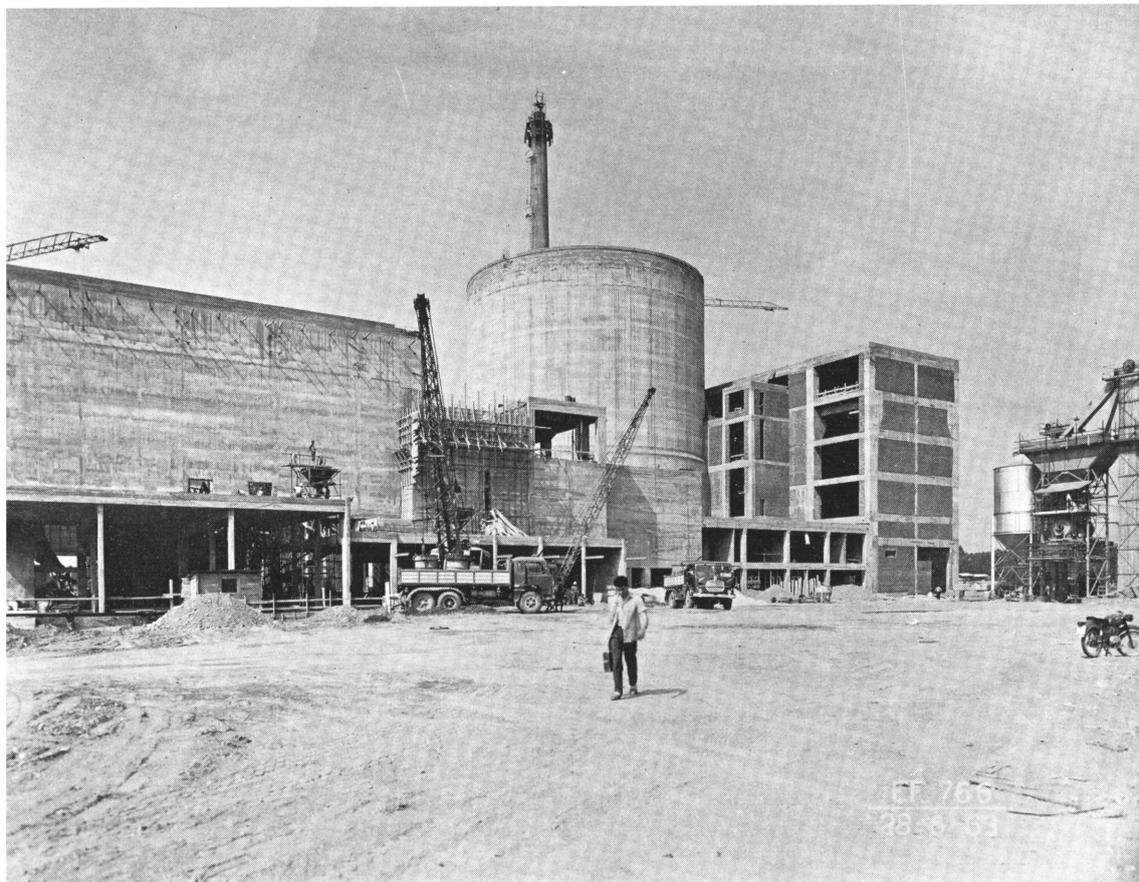
Ces éléments permettent d'évaluer le prix de revient de l'énergie produite à :

	7 000 h/a	6 000 h/a
	(mills/kWh)	
— charges d'immobilisation du capital	3,00	3,50
— coût du cycle de combustible	1,74	1,77
— frais d'exploitation, d'entretien et d'assurances	1,14	1,33
	<hr/>	<hr/>
	5,88	6,60

Centrale EDF 4

D'une puissance électrique installée de 480 MWe, EDF 4 est en construction à Saint-Laurent-des-Eaux (Loir-et-Cher) et sa mise en service est prévue pour 1968.

Aux conditions économiques du 1.1.1963, le coût de l'installation est estimé à environ 234 u.c. AME/kWe installé. Ce coût comprend le coût direct hors taxe à la valeur ajoutée, qui s'élève à 180 u.c. AME et le coût indirect (celui-ci étant estimé à 30 % du coût direct).



Chantier de construction du réacteur de la Società Elettronucleare Italiana (SELNI). La mise en service de cette centrale, d'une puissance de 257 MWe, est envisagée pour 1964.

Les charges d'immobilisation du capital sont calculées sur la base d'annuités égales à 8,06 % du capital et d'une durée d'utilisation annuelle de 6 000 à 7 000 h.

Les frais d'exploitation et d'entretien sont estimés à 5,6 u.c. AME/kWe et par an. (Ils sont plus élevés dans ce cas-ci, car EDF 4, à l'inverse d'EDF 3, est supposée seule sur son site). Pour tenir compte des frais d'assurance, on ajoutera, dans un but comparatif, 3 u.c. AME/kWe et par an.

Considérant une fabrication en grande série des éléments de combustible et une diminution du coût de l'uranate, on estime que le coût du cycle de combustible d'EDF 4, toutes choses égales par ailleurs, subira une diminution de 7 à 10 % par rapport à celui d'EDF 3 et sera de l'ordre de 1,6 mill/kWh.

Le prix de revient de l'énergie produite devrait s'élever à :

	7 000 h/a	6 000 h/a
	(mills/kWh)	
— charges d'immobilisation du capital	2,70	3,15
— coût du cycle de combustible	1,60	1,63
— frais d'exploitation, d'entretien et d'assurances	1,23	1,43
	<u>5,53</u>	<u>6,21</u>

b. Centrale de la SELNI

Initialement prévue pour une puissance électrique de 175 MWe, la centrale que la Società Elettronucleare Italiana (SELNI) a construite et dont la mise en service devrait intervenir en 1964, a vu sa puissance portée à 257 MWe par l'installation d'un second groupe turbo-alternateur.

Le coût de l'installation était estimé (installation du second groupe turbo-alternateur comprise) à 61 400 000 u.c. AME, soit un coût unitaire de 239 u.c. AME/kWe.

L'incidence de la nationalisation n'étant pas encore connue, les charges d'immobilisation du capital sont calculées sur la base d'annuités égales à 10 % du capital (par analogie à la SENN et à la SIMEA), et d'une durée d'utilisation annuelle de 7 000 h par an. Les frais d'exploitation, d'entretien et d'assurances sont estimés à 10,85 u.c. AME/kWe et par an. Sur la base de ces éléments, le prix de revient de l'énergie produite s'élève à :

	mills/kWh
— charges d'immobilisation du capital	3,42
— coût du cycle de combustible	2,64
— frais d'exploitation, d'entretien et d'assurances	1,55
	<u>7,61</u>

3. Analyse des principaux contrats de construction des centrales nucléaires du Programme de Participation, notamment sous le rapport des garanties contractuelles

Lors du Symposium de Venise, la Commission a présenté et commenté les principales dispositions contractuelles relatives aux garanties données par les constructeurs, dispositions contenues dans les contrats et conventions transmises à Euratom en vertu du Programme de Participation.

Cet exposé avait pour but de dégager quelques aspects particulièrement intéressants permettant de mieux situer le point de rencontre des exigences et des intérêts des parties en présence et de mettre en lumière quelques indications sur le degré actuel de confiance dans le comportement et les performances de réacteurs éprouvés.

La discussion a porté tant sur les questions de principe que sur les aspects pratiques des garanties contractuelles et a mis en évidence certains éléments utiles pour l'évaluation du progrès accompli par la technologie nucléaire.

Quelles sont les garanties que l'on rencontre couramment dans les contrats que les contractants ont communiqués à la Commission ?

En général, on distingue deux grands types de garanties :

- les garanties (« warranties ») couvrant la bonne conception de l'installation, la qualité et la tenue du matériel, la bonne qualité de la fabrication et de montage;
- les garanties proprement dites (« guarantees ») qui, elles, couvrent les performances de l'installation dans son ensemble ou de certaines pièces d'équipement particulières.

Les « warranties » sont caractérisées par deux éléments fondamentaux : la durée de leur validité et les remèdes que le constructeur doit apporter aux défauts éventuels en exécution de son engagement.

Les « guarantees », elles, comportent trois éléments essentiels :

- l'objet de la garantie : sa description précise et ses conditions sont d'une importance fondamentale et doivent être examinées en liaison étroite avec le contexte contractuel;
- les méthodes et les mesures permettant de vérifier que les performances garanties sont réalisées : cet élément est d'une grande complexité technique; il dépend du type de réacteur et évolue avec le progrès et la technologie;

- les pénalités et les primes basées sur les résultats des essais : ce point précise l'importance attachée à chaque type de garantie et dépend de l'estimation du risque de défaillance.

De l'examen des garanties prévues pour les centrales SENN, SIMEA, SENA et KRB, on retiendra que toutes ces centrales bénéficient des garanties relatives :

- aux caractéristiques générales d'exploitation;
- à la puissance nette;
- au rendement ou à la consommation de chaleur;
- au combustible ou au cycle de combustible;
- au délai de livraison.

Quant aux garanties de disponibilité, on ne les trouve que dans les contrats de la SENA et de la KRB, alors que les garanties sur les frais d'exploitation et d'entretien ne sont spécifiées que dans le cas de la KRB.

Il résulte de cette analyse que, dans l'ensemble, l'évolution des garanties accordées par les constructeurs traduit un accroissement sensible de la confiance dans les performances à attendre des centrales nucléaires.

4. Consommation et production de matières fissiles dans les réacteurs

Le prix de revient du kilowattheure nucléaire ne constitue pas, à lui seul, un critère de jugement suffisant pour évaluer les possibilités réelles qu'offre le recours à l'énergie nucléaire en vue de couvrir la demande croissante d'énergie électrique. En effet, on sera confronté, tôt ou tard, aux problèmes de l'approvisionnement en matière fissile. Car, s'ils sont pratiquement inexistantes au stade actuel de la réalisation de quelques prototypes de réacteurs de puissance, les problèmes d'approvisionnement en matière fissile deviennent essentiels dès que l'on envisage des développements industriels importants.

C'est pourquoi il est indispensable de prendre en considération les caractéristiques des réacteurs en ce qui concerne leur consommation et leur production de matière fissile, en distinguant :

- les besoins en U 235 et ceux en U naturel;
- les caractéristiques de la production de plutonium des réacteurs actuellement développés dans la Communauté (à savoir : les réacteurs à eau légère utilisant de l'uranium faiblement enrichi, les réacteurs à graphite-gaz à uranium naturel et les réacteurs à eau lourde, ceux-ci, bien que n'ayant pas encore atteint le même degré de maturité, étant particulièrement intéressants du point de vue de la consommation et de la production de matière fissile).

L'étude des caractéristiques d'EDF 3, pour les réacteurs du type graphite-gaz, de SENA pour les réacteurs à eau légère et d'EL 4 pour les réacteurs à eau lourde, conduit aux résultats suivants ⁽¹⁾ :

(les chiffres entre parenthèses indiquent le rapport entre les valeurs indiquées dans chaque colonne, la filière à eau lourde étant prise comme référence)

		colonne 1	colonne 2	colonne 3
Type de réacteur	Irradiation	Besoins d'U naturel en tonnes par MWe installé et par an	Production de Pu fissile en kg par MWe installé et par an	Production de Pu fissile en kg par tonne U naturel utilisé
Graphite-gaz (EDF 3)	3 000 MWj/t	0,37 (3,4)	0,47 (1,7)	1,28 (0,5)
	4 000 MWj/t	0,29 (2,7)	0,40 (1,4)	1,38 (0,5)
Eau lourde (EL 4)	8 000 MWj/t	0,13 (1,2)	0,33 (1,2)	2,54 (1)
	10 000 MWj/t	0,11 (1)	0,28 (1)	2,62 (1)
Eau légère ⁽¹⁾ (SENA)	15 000 MWj/t	0,27 (2,5)	0,35 (1,25)	1,3 (0,5)
		0,35 (3,3)		1 (0,4)
	17 000 MWj/t	0,27 (2,5)	0,32 (1,15)	1,18 (0,45)
		0,33 (3,1)		0,97 (0,4)

⁽¹⁾ Pour des teneurs de rejet de l'usine d'enrichissement de 0,25 % et 0,35 % respectivement à la première et à la deuxième ligne.

Alors que les chiffres de la colonne 1, indiquant le total de la consommation de combustibles et de l'immobilisation en pile et hors pile, montrent que les réacteurs à eau lourde sont de loin les plus intéressants et qu'ils permettent une sensible économie de l'uranium, ceux de la colonne 2 mettent en évidence l'intérêt des réacteurs du type graphite-gaz pour la production du plutonium fissile, lorsqu'on prend en considération la puissance électrique installée.

Par contre, si la préoccupation principale est la production maximum de plutonium fissile par tonne d'uranium naturel, dans ce cas les réacteurs à eau lourde s'avèrent être les plus intéressants.

⁽¹⁾ On a retenu ces trois réacteurs, car leurs caractéristiques sont actuellement assez bien définies et aussi parce que l'on peut prévoir que l'essentiel de la production d'électricité d'origine nucléaire, d'ici 1980, sera obtenue à partir de réacteurs ayant des caractéristiques voisines.

5. Les perspectives du prix de revient du kilowatt-heure nucléaire

Les centrales dont on envisage aujourd'hui la mise en chantier ne pourront commencer à fonctionner qu'à partir de 1968 au plus tôt. Cela étant, les informations dont on dispose concernent surtout les perspectives des centrales nucléaires à mettre en service durant la période 1968-1970.

a. Réacteurs à eau légère

Le coût d'installation des réacteurs à eau légère devrait osciller entre 175 et 215 u.c. AME/kWe suivant que l'on considère des unités de 500 ou de 300 MWe. Le coût du cycle de combustible, quant à lui, s'établirait entre 2 et 2,2 mills/kWh.

D'autre part, on peut supposer que les charges d'exploitation, d'entretien et d'assurances seront de l'ordre de 8 u.c. AME/kWe et par an pour une centrale de 300 MWe et de 6 u.c. AME pour une centrale de 500 MWe.

b. Réacteurs à graphite-gaz

A l'heure actuelle, ces réacteurs s'orientent vers des puissances installées de 500 MWe, qui pourraient s'élever, dans la prochaine décennie à 1 000 MWe.

Des essais ont, d'autre part, montré qu'on pourrait atteindre des taux d'irradiation de 6 000 MWj/t et, peut-être même davantage, par exemple en enrichissant légèrement le combustible. Un nouveau type de combustible est d'ailleurs à l'étude dont la puissance spécifique serait double de celle des combustibles actuels.

Ceci permet de conclure que les possibilités d'avenir de la filière graphite-gaz semblent favorables. Ce type de réacteur restera vraisemblablement associé ultérieurement à un programme mixte de réacteurs thermiques et de réacteurs surgénérateurs.

c. Perspectives de prix de revient du kilowatt-heure nucléaire

Sur la base des données actuellement disponibles, en tenant compte des divers niveaux des charges d'immobilisation du capital et en estimant la durée d'utilisation à 7 000 ou 6 000 h par an, on peut estimer que, pour la période 1968-1970, le prix de revient du kilowatt-heure nucléaire des réacteurs de type éprouvé sera de l'ordre de :

<i>Prix de revient de l'électricité nucléaire</i> (en mills/kWh)					
Charges d'immobilisation annuelle en % du capital investi					
8,1 %		10 %		13 %	
Durée d'utilisation annuelle		Durée d'utilisation annuelle		Durée d'utilisation annuelle	
6 000 h/a	7 000 h/a	6 000 h/a	7 000 h/a	6 000 h/a	7 000 h/a
5,4	4,9	6,0	5,4	7,0	6,3

La compétitivité des centrales nucléaires à la fin de la présente décennie peut être estimée par comparaison avec une centrale thermique classique définie par les éléments suivants :

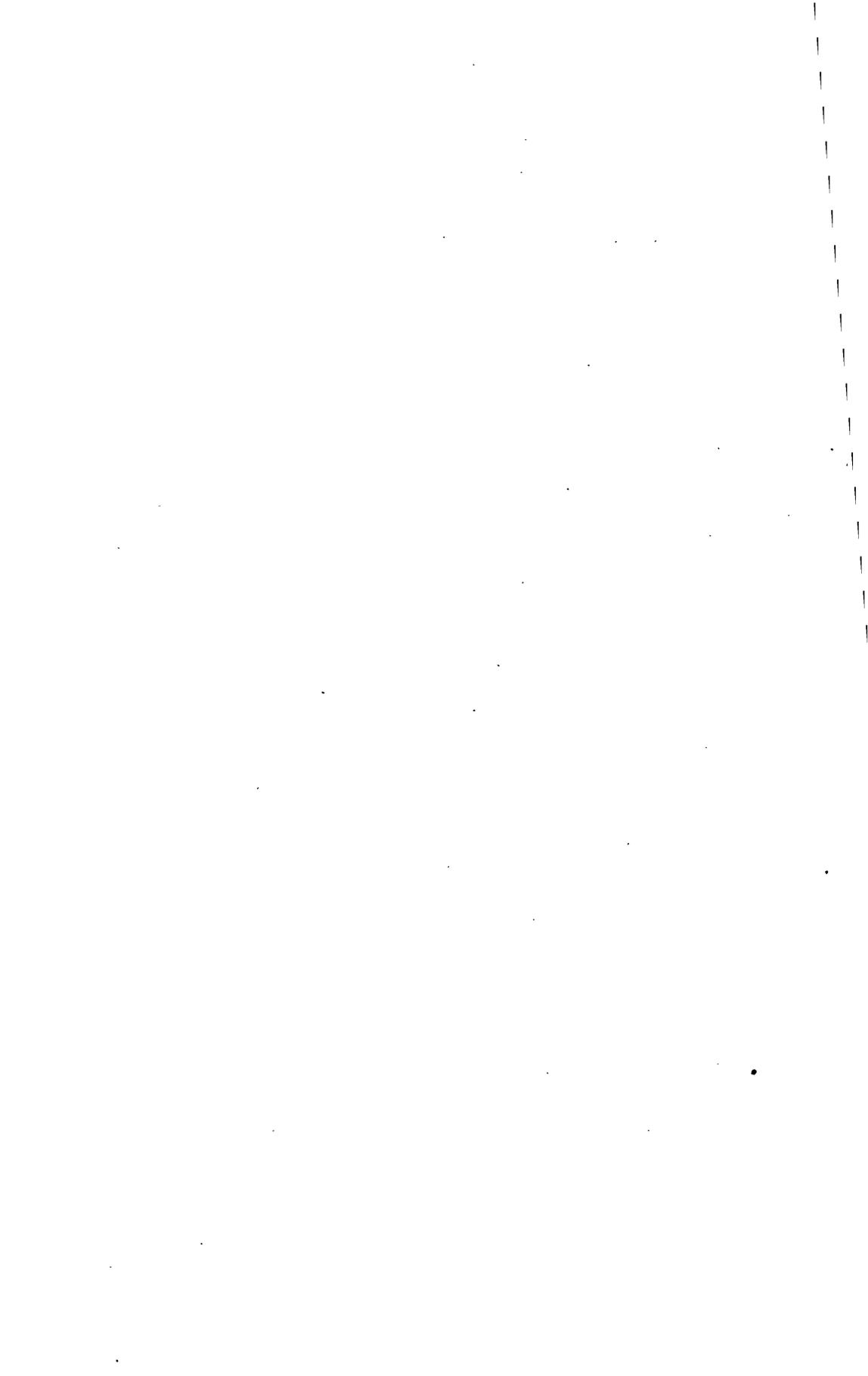
- Le coût d'installation pour les centrales à mettre en service en 1968-1970 serait de 125 u.c. AME/kWe aux conditions économiques de 1963.
- La consommation spécifique de combustible serait d'environ 2.100 kcal/kWh, soit 300 g e.c. net.
- Les charges d'entretien et d'exploitation seraient d'environ 4 u.c. AME/kWe et par an.

Dans ces conditions, on peut évaluer le niveau du prix rendu centrale de la tonne équivalent charbon à 7 000 kcal/kg qui permettrait à une centrale thermique au charbon de produire de l'électricité au même prix que les centrales nucléaires considérées plus haut.

<i>Prix du combustible assurant l'équivalence</i> <i>entre une centrale thermique et une centrale nucléaire</i> (en u.c. AME par t.e.c. à 7 000 kcal/kg)					
Charges d'immobilisation annuelle en % du capital investi					
8,1 %		10 %		13 %	
Durée d'utilisation annuelle		Durée d'utilisation annuelle		Durée d'utilisation annuelle	
6 000 h/a	7 000 h/a	6 000 h/a	7 000 h/a	6 000 h/a	7 000 h/a
10,1	9,6	10,8	10,2	12,1	11,3

Les chiffres du tableau précédent comportent évidemment une certaine marge d'incertitude, mais revêtent cependant un degré satisfaisant de probabilité. Ils ne supposent d'ailleurs aucun bouleversement des techniques et ont été établis avec toute la prudence requise.

Dans ces conditions, si l'on table sur un prix de référence pour les combustibles fossiles de 12 u.c. AME/t.e.c., il apparaît que les centrales nucléaires de grandes dimensions seront économiquement justifiées dans l'ensemble de la Communauté, vers 1968 ou 1970, pour des durées d'utilisation égales ou supérieures à 6 000 h/a.



I. Réacteurs à eau légère

Cette année, la filière des réacteurs modérés à l'eau légère a fait un pas décisif vers la compétitivité avec les installations conventionnelles — du moins dans les régions des Etats-Unis où le kilowattheure coûte le plus cher. Cet objectif majeur était prévu pour les dernières années de l'actuelle décennie : il sera atteint si les performances des centrales de 500 MWe actuellement en chantier aux Etats-Unis confirment celles de réacteurs antérieurs comme YANKEE ou DRESDEN et si les prix de construction ne dépassent pas les estimations ou les sommes contractuelles.

1. Programme commun Euratom/Etats-Unis

Si le prix du kilowattheure nucléaire a diminué, c'est que le coût des investissements a été lui-même réduit, notamment grâce à l'augmentation de la puissance des centrales. On n'en conclura pas pour autant que le développement des réacteurs à eau légère bouillante ou pressurisée ne pose plus de problèmes — témoin celui qu'a soulevé l'insuffisance des gainages en acier inoxydable, qui s'est révélée en 1963 et qui a imposé l'emploi du Zircaloy — mais on s'expliquera mieux que le programme commun Euratom/Etats-Unis poursuive, dans ce domaine, un effort relativement important.

L'achèvement de la première centrale de puissance (SENN) construite dans le cadre de l'Accord de coopération Euratom/Etats-Unis et la mise en fonctionnement prochaine de plusieurs autres centrales, ont permis de fixer un nouvel objectif au programme. Désormais, les études de laboratoire seront complétées par des expériences effectuées au cours du fonctionnement des centrales. Ces expériences, consacrées au comportement de la partie nucléaire ou à son amélioration, seront du plus haut intérêt pour les bureaux d'études comme pour toute l'industrie de la Communauté. Dans ce contexte, un premier programme de recherches important, à exécuter sur la centrale de puissance exploitée par la SENN, vient d'être autorisé par le Comité mixte de l'Accord.

Il va de soi que seule une participation importante d'ingénieurs de la Communauté permettra à ces recherches d'être pleinement fructueuses et il faut espérer que l'industrie fera l'effort nécessaire pour exploiter cette

source exceptionnelle d'informations. D'une manière générale, la participation, pourtant essentielle, d'ingénieurs d'Euratom aux travaux en cours sous contrat en Europe comme aux Etats-Unis, n'a pas pu être améliorée depuis la présentation du dernier rapport.

En 1963, le Comité mixte a autorisé la négociation de 27 contrats (dont 21 renouvellements) dans la Communauté, la contribution des Etats-Unis étant de 23 contrats (dont 13 renouvellements). Au total, près de 40 millions d'u.c. AME, dont 21,5 dans la Communauté et 18 aux Etats-Unis, ont été engagés au cours de la première période quinquennale du Programme commun Euratom/Etats-Unis. Le déséquilibre actuel correspond à un léger décalage dans les rythmes d'engagement respectifs, et sera progressivement résorbé. En effet, le budget de l'USAEC prévoit un crédit de 22,5 millions d'u.c. AME en autorisation de programme pour la première tranche quinquennale, montant équivalant à celui engagé par la Commission. Notons par ailleurs, à l'actif des Américains, la transmission rapide d'informations issues des programmes propres de l'USAEC, et la contribution renforcée de centres américains à des objectifs importants du Programme commun : recyclage du plutonium et étude des systèmes d'écoulement biphasés notamment.

Pour la deuxième période quinquennale de l'Accord, les objectifs principaux fixés par la Commission et l'USAEC concernent notamment l'amélioration des réacteurs de puissance construits dans l'Accord et l'optimisation de leur cycle de combustible, le perfectionnement des matériaux de gainage, le recyclage du plutonium, l'étude de la corrosion, des transferts de chaleur et de la sécurité, ainsi que le traitement des combustibles irradiés et celui des déchets radio-actifs. Un total de 34 millions d'u.c. environ (Communauté + Etats-Unis) sera affecté à ces tâches.

Tous les résultats sont publiés en résumé par un organe trimestriel, le « Joint Research and Development Programme Quarterly Digest ».

2. Combustibles et matériaux nucléaires

L'effort le plus important a continué de porter sur les combustibles à base d'oxyde d'uranium, que les progrès en matière de fabrication ont permis d'obtenir en poudre dense beaucoup plus pure que le matériau dû au procédé industriel de fusion à l'arc.

D'autre part, la Commission a poursuivi, sur des monocristaux, l'examen des propriétés de l'oxyde d'uranium pur, et l'action, sur lui, de certains facteurs tels le rapport oxygène-uranium et l'irradiation neutronique. Une boucle en pile, installée dans le réacteur-piscine MELUSINE (Grenoble), servira à l'étude cinétique de la diffusion des gaz de fission dans des échantillons de combustible portés à des températures élevées (2 000° C). Par ailleurs, quel-

ques barreaux d'oxyde d'uranium ont été irradiés sous un flux thermique qui en maintenait la zone centrale à l'état fondu. Malgré ces conditions sévères, l'un des barreaux a atteint un taux de combustion moyen de 5 000 MWj/t, ce qui prouve que l'oxyde d'uranium est capable de supporter un flux thermique très supérieur à celui que donnent actuellement les réacteurs utilisant ce combustible.

Un autre composé, le mononitride d'uranium, a été étudié dans un laboratoire américain, avec la participation d'un ingénieur d'Euratom. Ces travaux sont orientés vers la mise au point d'un mode de fabrication économique de ce matériau, et l'étude de sa tenue sous irradiation neutronique. Si sa trop forte réactivité avec l'eau l'exclut des réacteurs refroidis par ce fluide, son excellente compatibilité avec le sodium, qui va de pair avec un bon comportement sous flux neutronique, paraît l'indiquer pour les réacteurs compacts et, peut-être, pour les réacteurs à neutrons rapides.

L'étude des propriétés du carbure d'uranium a été continuée dans les mêmes conditions.

Un programme d'études sur la corrosion des matériaux de gainage et sur la mise au point d'alliages à base de zirconium, a été poursuivi tant aux Etats-Unis qu'en Europe et continue de fournir des résultats importants. Un alliage de zirconium développé dans la Communauté a été ainsi soumis à des irradiations; les résultats de ces essais sont attendus dans l'année. De son côté, une firme américaine a pu développer un alliage binaire du type zirconium-chrome doué d'une très bonne résistance à l'hydruration.

L'on peut inscrire enfin, sous la même tête de chapitre, les contrats de recherche conclus par la Commission avec plusieurs firmes de la Communauté, afin de développer la fabrication industrielle des prochaines charges destinées aux réacteurs de puissance installés en Europe.

3. Recyclage du plutonium

Les études sur ce point constituent l'un des buts les plus importants du Programme commun Euratom/Etats-Unis. Les recherches sur la fabrication des combustibles plutonifères ont été poursuivies, aussi bien que les études neutroniques et la Commission est désormais en mesure d'examiner les possibilités de recyclage du plutonium dans plusieurs filières.

Plusieurs tonnes d'alliages uranium-plutonium de composition variée sont en cours de fabrication dans la Communauté. Ces divers combustibles, utilisés dans les assemblages critiques AQUILON (Saclay), MINERVE (Fontenay-aux-Roses) et MARIUS (Marcoule), font l'objet d'une série de campagnes de mesures. Les résultats contribueront à l'étude de la réactivité à long terme dans les réacteurs modérés à l'eau lourde ou au graphite.

Par ailleurs, douze barreaux contenant un oxyde mixte UO_2-PuO_2 ont été insérés dans le noyau du réacteur BR 3 en novembre 1963, afin d'y être irradiés jusqu'à un taux de combustion moyen de 5 000 à 6 000 MWj/t. L'expérience doit être complétée par celle prévue dans le réacteur à eau pressurisée de SAXTON aux Etats-Unis, dont le cœur sera remplacé pour un tiers par des barreaux à base du même oxyde mixte. Le séjour du combustible durera, dans ce cas, plusieurs années, afin d'atteindre un taux de combustion moyen de 15 000 MWj/t. On pourra, de la sorte, suivre l'évolution de paramètres nucléaires importants en fonction du taux d'irradiation des barreaux.

Il faut encore signaler, dans ce contexte, la qualité des relations qui se sont nouées entre les services de la Commission et le Centre américain de Hanford, où plusieurs agents d'Euratom et de ses partenaires ont fait des stages prolongés et très fructueux.

4. Thermodynamique et hydrodynamique des fluides

Le flux thermique d'un réacteur ne peut dépasser une certaine valeur critique sous peine d'endommager, en certains cas, l'élément de combustible. C'est pourquoi on limite d'ordinaire le fonctionnement d'une centrale nucléaire à un flux thermique inférieur à cette valeur critique d'un facteur 1,5 ou même plus. Limitation assurément grave, qui explique l'importance capitale d'une étude exhaustive des problèmes de transfert thermique et d'hydrodynamique associés aux différents régimes d'écoulement de l'eau. C'est pourquoi les laboratoires les plus importants de la Communauté participent à l'étude de ces problèmes — extrêmement complexes et donnant parfois des résultats contradictoires. Comme ces problèmes figurent, eux aussi, au Programme commun Euratom/Etats-Unis, il a été possible de les coordonner avec le programme propre de l'USAEC. Ainsi, depuis le début de 1963, un échange intense de rapports techniques et de visites s'est-il créé entre les laboratoires spécialisés de la Communauté et les Etats-Unis. Des réunions de travail régulières servent, à leur tour, à resserrer les contacts et, de la sorte, à accélérer les progrès.

Remarquons que les investigations dans ces domaines ont débouché déjà sur une application pratique qui fait d'ailleurs l'objet d'études parallèles dans plusieurs pays (Canada, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Suède) : le projet de réacteur refroidi par brouillard est en effet l'aboutissement des recherches entreprises dès 1959 au CISE (Centro Informazioni Studi ed Esperienze) de Milan. Ces recherches sont relatives aux propriétés thermodynamiques et hydrodynamiques de mélanges dispersés eau-vapeur (brouillard), et à la résistance de certains matériaux nucléaires (acier inoxydable, Zircaloy) à la corrosion dans ce milieu.

5. Recherches diverses

Quels sont les facteurs responsables de la fragilisation des tôles d'acier de forte épaisseur utilisées pour construire les cuves de réacteurs, et comment améliorer les techniques de soudure et de mise en forme de ces tôles ? Voilà encore des questions qu'étudient de nombreuses industries de la Communauté avec quelques laboratoires des Etats-Unis.

Parmi les autres sujets de recherches, citons enfin les codes de calcul pour réacteurs à eau légère, confiés à l'industrie en collaboration avec le CETIS et le Département Physique des Réacteurs à Ispra, et diverses études sur la mise au point d'instruments de mesure ou de parties de réacteurs.

II. Réacteurs à graphite-gaz

La Commission a lancé une première série d'actions concernant cette filière de réacteurs. Celle-ci prend, en effet, compte tenu des programmes nationaux français et anglais, une place importante dans le développement de l'énergie nucléaire en Europe. La construction d'un assez grand nombre de grosses centrales (de l'ordre de 500 MWe), tant en France qu'au Royaume-Uni, assure le développement industriel de cette filière, développement qui permet d'entrevoir une réduction importante du prix du kilowatt installé.

Au début de l'année 1964, pour la première fois dans la Communauté, des centrales nucléaires en vraie grandeur ont fourni du courant dans des conditions industrielles normales pendant une période prolongée. Ce fait a été réalisé à Latina et à Chinon EDF1 avec des réacteurs du type graphite-gaz.

Une grande partie des travaux entrepris par la Commission porte sur la mise au point de parties de réacteurs tels le caisson de pression en béton précontraint et le dispositif qui doit permettre de charger, en marche, du combustible dans l'enceinte étanche ou de l'en extraire. Cette dernière étude, déjà bien avancée, a abouti à la construction d'une maquette, sur laquelle seront effectués, par télécommande, les essais de manipulation de combustible et d'entretien ou de réparation.

L'augmentation de la puissance spécifique des réacteurs à graphite-gaz constitue évidemment un objectif capital. Elle nécessite la mise au point d'éléments combustibles selon une géométrie particulière, ainsi que l'utilisation d'alliages d'uranium dotés d'une résistance améliorée au gonflement. A cette fin, l'étude des alliages ternaires du type uranium-molybdène-X (niobium, par exemple) a été entreprise.

Enfin, une autre série de recherches a pour objet la corrosion en pile du graphite par le gaz carbonique, dans les conditions de température et de flux neutronique qui caractériseront ce type de réacteur. Il est envisagé de compléter ces études par une série d'essais sur une boucle qui serait installée dans un réacteur d'essais de matériaux de la Communauté.

I. Le projet ORGEL

1. *Intérêt technique et économique du projet*

La Commission a énuméré dans son cinquième rapport général les raisons pour lesquelles elle avait décidé, en 1959, d'explorer à fond la filière des réacteurs modérés à l'eau lourde et refroidis par un liquide organique et de faire de ces recherches l'activité principale d'Ispra.

Le Conseil de Ministres a confirmé, lors de l'approbation du deuxième programme quinquennal, cette décision de la Commission. Celle-ci repose, d'ailleurs, sur une division internationale du travail, puisque les variantes eau lourde-eau lourde et eau lourde-gaz sont explorées en parallèle par d'autres pays comme le Canada, la France et l'Allemagne. Les considérations techniques et économiques reprises ci-dessous font penser que la filière ORGEL est capable d'apporter, à moyen terme, une contribution efficace au problème de l'approvisionnement de l'Europe en énergie. En effet :

- dans les circonstances actuelles, seuls les réacteurs à uranium naturel peuvent garantir l'indépendance de l'approvisionnement de la Communauté en combustible;
- il semble bien que l'économie d'un réacteur du type ORGEL se compare favorablement à celle des autres réacteurs. En particulier, le coût du cycle de combustible est très faible; il est, au surplus, indépendant des inconnues qui menacent le coût des cycles de combustible à l'uranium enrichi, telles que le prix de rachat du plutonium et celui du retraitement;
- les dépenses d'investissement, pour une centrale ORGEL, sont assez basses, parce que cette filière permet de recourir largement à des techniques éprouvées et à des matériaux de structure peu onéreux et parce qu'il règne dans la cuve une faible pression;
- comme la température de sortie du réfrigérant est élevée, on peut en espérer un bon rendement électrique, à condition d'appliquer le cycle de vapeur approprié;
- dans les réacteurs du type ORGEL, le degré d'utilisation des matières tant fissiles que fertiles est nettement plus élevé que dans les autres

réacteurs actuels à uranium naturel. En même temps, la production spécifique de plutonium y est particulièrement importante.

2. Etude économique de la filière ORGEL

Pendant l'année 1963, l'équipe du projet a poursuivi l'examen détaillé de l'étude de référence établie pour cette filière par un groupement de bureaux d'études européens. Elle a étudié plus particulièrement les perspectives de progrès techniques, le cycle de combustible du réacteur et l'économie de matières fissiles et fertiles apportée par ORGEL.

Parmi les améliorations techniques importantes actuellement à l'étude, on peut citer celle des moyens de contrôle, obtenue en remplaçant les barres situées dans des sites combustibles par des dispositifs mieux adaptés, conduisant à de moindres déformations du flux, donc à un meilleur rendement de l'ensemble. A signaler également, une possibilité d'augmenter le rendement thermodynamique en changeant la position du circuit surchauffeur par rapport au circuit surchauffeur. Enfin, bien que la donnée de base d'un réacteur ORGEL reste toujours l'alimentation à l'uranium naturel, un léger enrichissement de celui-ci a été envisagé; en élevant les taux d'épuisement du combustible, il permettra d'améliorer l'économie de la centrale.

Un autre trait intéressant de la filière ORGEL est que le coût de son cycle combustible n'est pas lié à la récupération des matières fissiles dans le combustible usé. En effet, les taux d'épuisement sont élevés, en raison de la bonne économie neutronique du réseau. Une fraction importante du Pu fourni est brûlée sur place, et l'intérêt d'extraire ce qui reste dépend des conditions économiques de l'opération. Cependant, le cycle de combustible d'ORGEL a une économie de matières fissiles et fertiles très favorable puisque la consommation n'est que de 0,15 t d'uranium naturel par mégawatt électrique et par an. De plus, la production de plutonium est élevée (3,4 kg par tonne d'uranium), ce qui est intéressant dans l'hypothèse d'un retraitement.

Bref, compte tenu des perspectives quant au prix très modéré d'un réacteur ORGEL, du coût modique de son cycle de combustible, de l'économie qu'il autorise en matériaux fissiles et fertiles et de l'intérêt potentiel qu'il présente pour le démarrage de la filière des réacteurs à neutrons rapides, il se confirme que la filière ORGEL est bien une des plus intéressantes qui soient actuellement à l'étude.

L'établissement d'Ispra du Centre commun a continué, en 1963, d'apporter une contribution importante à l'étude de cette filière dans tous ses aspects. En même temps, sa collaboration avec les laboratoires des Etats membres a été poursuivie, notamment sous forme de contrats de recherche.

3. Programme de recherches et de développement

a. Chimie

L'étude du comportement des polyphényles sous l'action de la chaleur et des rayonnements a été poursuivie. Les deux boucles en pile montées dans le réacteur MELUSINE du Centre d'études nucléaires de Grenoble ont permis d'irradier des mélanges de polyphényles à des températures de 200 à 450° C, la durée des expériences étant choisie de manière que 20 à 40 % du produit fussent décomposés en fin d'essai. Les résultats obtenus dans une vingtaine d'essais peuvent être interprétés comme provenant de deux phénomènes : l'un, la radiolyse, ne dépend que de la dose de radiation absorbée et est sensiblement constante dans la gamme de température étudiée; l'autre, la radiopyrolyse, est une fonction exponentielle de la température et se présente comme une décomposition thermique accélérée par l'action des radiations. En effet, en ce qui concerne les triphényles, par exemple, cette décomposition sous irradiation paraît plus rapide que la pyrolyse seule (dans un rapport qui varie, suivant la température, entre 5 et 2). Il faut d'ailleurs souligner qu'une telle irradiation des triphényles à une température de 450° C n'introduit aucun problème supplémentaire, puisqu'elle n'entraîne que l'augmentation prévue de la vitesse de décomposition. Les produits recueillis semblent moins « lourds » que ceux qui se forment à température plus basse, et ils sont miscibles avec les produits initiaux — du moins jusqu'à une concentration de 50 %.

Choisir une valeur de 400° C comme température de sortie du réfrigérant avait pu, naguère, être considéré comme trop optimiste. On voit aujourd'hui que les 400° C peuvent même être dépassés sans inconvénient pour le fluide organique, pourvu que les considérations économiques le justifient et que le choix des matériaux de structure le permette.

Une des boucles en pile de MELUSINE a reçu un dispositif qui permet de mesurer, à composition constante, la vitesse de décomposition du fluide; ainsi pourra-t-on connaître avec précision la consommation d'une centrale de puissance dans diverses conditions de fonctionnement. Une boucle doit aussi recevoir, dans son vase d'irradiation, un prototype d'élément à chauffage électrique : ce dispositif, simulant un élément combustible, donnera un flux thermique pouvant atteindre 100 W par centimètre carré; il permettra, par conséquent, l'examen du réfrigérant dans les mêmes conditions qu'une pile de puissance. Enfin, l'adaptation d'une des boucles à la pile SILOE de Grenoble est en cours de réalisation et le Centre d'Ispra, poussant ses recherches dans un sens plus fondamental, a pu aborder l'explication du mécanisme de la pyrolyse des polyphényles et étudier l'état excité de leurs molécules, dont le rôle est essentiel dans la décomposition.

Dans le domaine de l'analyse chimique, les services ont cherché à améliorer les méthodes déjà développées dans les laboratoires du Centre commun et sous contrat. En analyse minérale comme en analyse organique, diverses techniques ont été appliquées, telles la spectrographie de rayons X, la spectrométrie de masse, la chromatographie en phase-vapeur et sur support mince et l'activation neutronique.

Restent les problèmes non résolus, parmi lesquels le dosage des traces d'oxygène total, la caractérisation des produits de décomposition très lourde et l'intercomparaison et la standardisation des méthodes.

Quant aux recherches sur les nouveaux réfrigérants, elles ont surtout porté sur la détermination des principaux composants des coupes pétrolières déjà étudiées, mais, faute de moyens suffisants, elles ont subi un ralentissement sensible.

b. *Physico-chimie*

Les recherches fondamentales citées dans le sixième rapport général ont été poursuivies à Ispra. Cet établissement a travaillé à améliorer la ductilité du « Sintered Aluminium Powder » (SAP : matériau composite à base d'aluminium et d'alumine). Le comportement du graphite dans un milieu organique a été étudié, mais des conclusions ne pourront être tirées qu'une fois connus les résultats des irradiations. Un mécanisme de purification par voie électrostatique a été mis au point, puis utilisé avec profit à l'échelle du laboratoire. Un effort considérable a été entrepris pour apprendre comment se comportent le zirconium et certains de ses alliages en milieu organique.

c. *Physique neutronique*

Les expériences citées dans le sixième rapport général ont montré que les théories neutroniques n'avaient pas encore atteint un degré de raffinement suffisant pour prédire, avec la précision nécessaire, les bilans de réactivité d'un réacteur ORGEL à uranium naturel. Des théories plus rigoureuses ont donc été mises à l'étude, et deux expériences principales réalisées pour les étayer. La première (dans le réacteur AQUILON) a trait à la structure fine du flux thermique; la seconde (dans le réacteur ISPRA 1), à l'absorption résonnante et au facteur de conversion dans une grappe de type ORGEL. Les résultats sont en cours de dépouillement.

d. *Transfert thermique*

Deux boucles de transfert thermique fonctionnent actuellement auprès des contractants d'Euratom ⁽¹⁾. Elles sont destinées, avant tout, à mesurer des

⁽¹⁾ Une troisième boucle, entièrement automatique, est affectée aux études de l'encrassement pyrolytique des parois chauffantes (cf. § 5).

flux de caléfaction. Une loi générale, beaucoup plus précise que celle utilisée jusqu'à présent, vient d'être élaborée, qui relie le flux critique à la vitesse du réfrigérant et à ses propriétés physiques. L'étude systématique des régimes de transfert de chaleur, entre la convection forcée et la caléfaction, est en cours, ainsi que l'analyse des effets de la géométrie des sections d'essai. Ajoutons que les résultats énoncés dans le dernier rapport général et relatifs aux méthodes et appareils de mesure des constantes physiques des polyphényles à haute température ont paru suffisants pour la suite des études du projet et que, pratiquement, un point final a été mis à ces études.

e. *Etude de l'encrassement*

Grâce à son action propre et à celle des contrats dont il a la gestion, l'établissement d'Ispra a pu fournir une contribution notable à l'étude de l'encrassement (« fouling »). Ce phénomène complexe peut en certains cas former un dépôt qui se traduit essentiellement par une dégradation du transfert thermique dans le réacteur. La Commission, qui avait abordé l'étude de ce phénomène à Ispra, l'a continuée en 1963. Elle a pu fixer l'ordre de grandeur de certaines forces — comme le champ électrique créé par les radiations — qui pourraient intervenir dans son mécanisme; elle a expérimenté, au moyen de boucles de transfert thermique, afin de déterminer l'influence, sur la vitesse d'encrassement, de divers paramètres thermo-hydrauliques et de la composition du fluide ⁽¹⁾; elle a mis en évidence l'importance de facteurs primaires comme la teneur en impuretés minérales et de facteurs secondaires comme la pression de travail qui, si elle n'est pas maintenue à un niveau suffisant, peut perturber complètement les mesures.

Dans un domaine connexe, celui de la purification des fluides organiques, des travaux ont porté sur la possibilité d'utiliser des solvants. Une installation a, par ailleurs, été préparée pour étudier les filtres et les lits absorbants et un programme d'essais a été mis au point avec le CNEN dans le cadre des recherches menées par cet organisme sur les réacteurs organiques. Enfin, des recherches fondamentales ont commencé à Ispra sur les caractéristiques de divers absorbants.

f. *Technologie*

Ce domaine occupe à plein temps le Service de Technologie du Centre d'Ispra, qui gère également plusieurs contrats. Les installations mises en service en 1962 ont déjà donné un nombre important de résultats sur les pompes,

(¹) Les essais ont permis de montrer qu'il n'y a pas d'encrassement en 250 heures avec une vitesse de fluide de 3 m/s, une température de paroi chauffante de 480° C et une température de masse du fluide de 380° C, lorsque le réfrigérant contient 30 % de produits de décomposition pyrolytique, même si le circuit comprend une section en acier doux de surface appréciable et du chlore jusqu'à 30 ppm.

vannes et appareils de mesure fonctionnant dans un milieu organique à 400° C. Un Comité mixte pour l'exploitation de ces résultats a été créé avec le Comité national italien de l'Energie nucléaire (CNEN).

Un canal en SAP expérimenté sur une boucle hors pile a permis de recueillir des données intéressantes : en effet, un essai de quelques centaines d'heures sur un canal en SAP contenant un élément de combustible postiche, refroidi par un liquide organique porté à 410° C et circulant à une vitesse de 12 m/s, n'a rien révélé d'anormal. C'est cette boucle que l'on est en train de modifier pour y monter un canal prototype prévu pour le réacteur ESSOR.

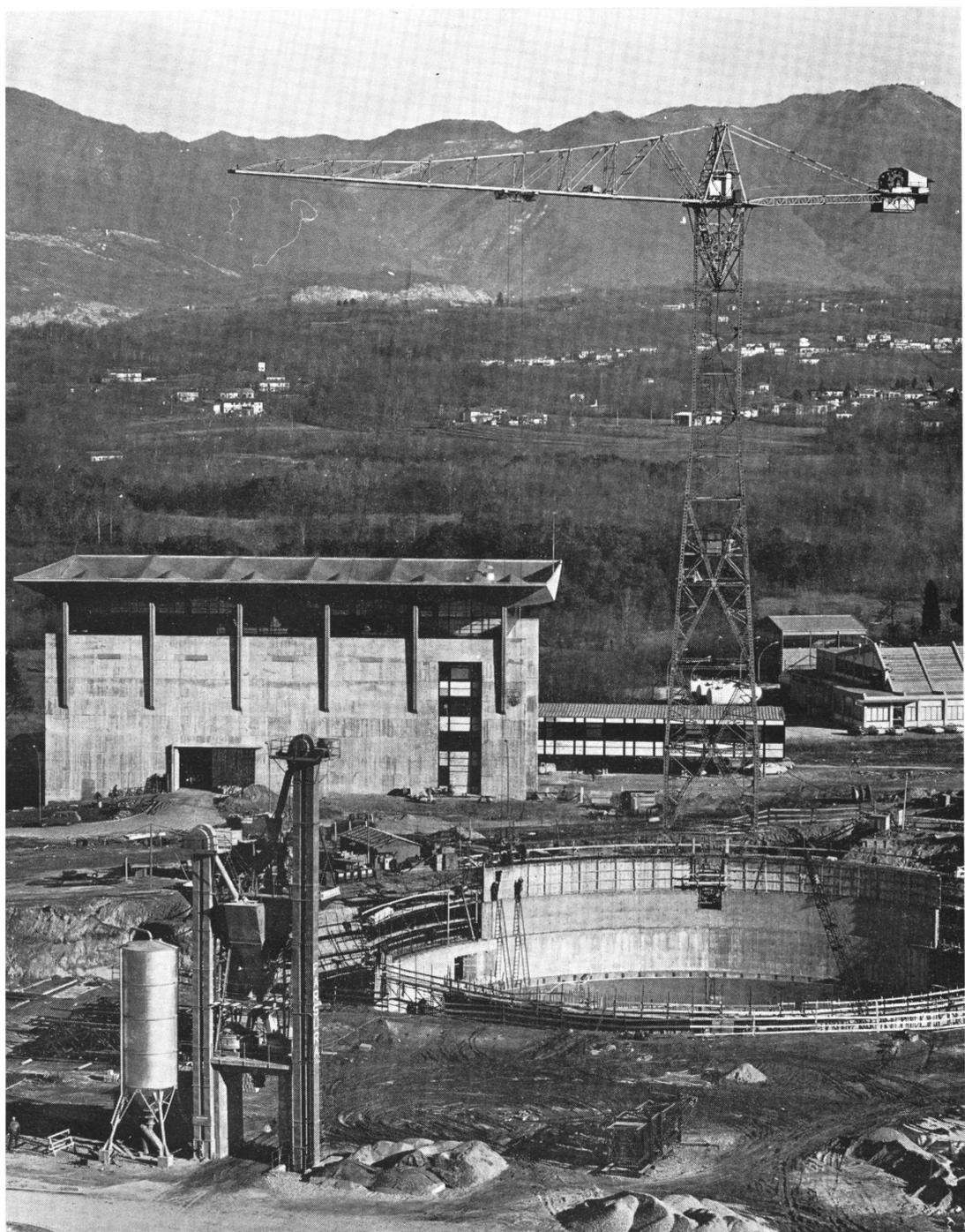
Pour étudier la sécurité d'ESSOR, un dispositif très souple a été réalisé, qui pourra être appliqué plus tard à ORGEL et même, plus généralement, à tout autre réacteur à eau lourde. A cette même recherche de la sécurité peuvent être rattachées les méthodes de mesure des contraintes et celles des variations de pression, établies par le même service de Technologie.

A signaler encore les résultats obtenus dans de nombreuses autres études, notamment celles qui concernent le mandrinage, les jonctions SAP-acier et, surtout, les isolants thermiques (en particulier les isolants projetés). Sur le comportement thermomécanique des éléments combustibles, enfin, les travaux sont très avancés et montrent que les difficultés actuelles peuvent être surmontées par un entretoisement suffisant des crayons dans la grappe, dans les limites permises par le bilan neutronique général.

g. Métallurgie et éléments combustibles

C'est toujours le Centre d'Ispra qui exécute l'essentiel de cette partie du programme. Son service de Métallurgie y consacre 90 % de son activité tout en gérant de nombreux contrats. On y a poursuivi l'étude de l'aluminium fritté en vue de son emploi comme matériau de gainage et de structure; on y a réussi l'élimination des grosses inclusions parasites (grâce à un meilleur contrôle des poudres); on a étudié l'amélioration de la ductilité à 450° C; on y a traité avec vigueur le problème de la fabrication des tubes de force, ainsi que celui du contrôle non destructif des tubes lisses. Sur les tubes de gaine, les taux de rejet sont maintenant assez faibles pour que les résultats soient économiquement défendables. Le carbure d'uranium est toujours le combustible de base d'ORGEL. La commande de 7,5 t est en cours de livraison et les différents problèmes du contrôle de la composition et du stockage ont été résolus.

Dans le cadre de l'Accord de coopération Euratom/Canada, une irradiation de deux mois, au moyen du réacteur canadien NRX, a été faite de crayons de carbure d'uranium massif de 28 mm de diamètre gainés de SAP, le tout en provenance d'Euratom. Le comportement en a été excellent, au point de subir, sans dommage, de nombreux cyclages thermiques.



Ispra — Le réacteur ECO (Expérience Critique Orgel) et le chantier du réacteur ESSOR (ESSai ORgel). ECO entrera en service incessamment, tandis que les travaux de génie civil d'ESSOR ont démarré en juin 1963. Le radier et le cuvelage du réacteur sont achevés, tandis que l'enceinte étanche est encore en cours de construction.

A mentionner encore :

- la publication d'un rapport de synthèse sur les barrières de diffusion, la voie de l'uranium métallique n'étant plus pour l'instant, en ce qui concerne ORGEL, regardée comme prioritaire;
- le montage, dans le réacteur ISPRA 1, d'un dispositif d'irradiation destiné à divers essais sur des crayons de carbure.

4. Etudes et constructions

a. *Le réacteur ECO (Expérience Critique Orgel)*

Un certain retard a affecté la construction d'ECO, qui doit entrer en service vers le mois d'avril 1964. Il y est prévu un programme important d'étude des réseaux, l'accent étant mis sur l'utilisation du carbure, lequel se confirme comme le meilleur combustible pour un réacteur du type ORGEL brûlant de l'uranium naturel.

b. *Le réacteur ESSOR (ESSai ORgel)*

La Commission ayant décidé, le 10 octobre 1962, de construire ESSOR, réacteur d'essai spécifique des réacteurs modérés à l'eau lourde et à tubes de force, il est important de noter, tout d'abord, que le planning prévu a été observé jusqu'à présent et qu'aucun retard n'a été enregistré. En effet, le site ayant été préparé, l'entrepreneur de génie civil a pu s'y installer à la fin de juin 1963, si bien que le radier et le cuvelage du réacteur sont achevés. De son côté, le constructeur de l'enceinte étanche s'est installé sur le site en décembre 1963, et cette enceinte est en cours de construction. Pour le réacteur lui-même, ses composantes essentielles ont fait l'objet d'appels d'offres dont on dépouille actuellement les réponses.

Parallèlement à ces travaux, études et essais se sont poursuivis, en particulier sur le fonctionnement des chaînes, vannes, pompes, etc., et surtout sur l'élément combustible nourricier, essais qui ont été exécutés au Centre d'études nucléaires de Mol.

Enfin, signalons que l'on a mis en route l'étude d'un élément combustible pour la zone expérimentale. Bien que cet élément ne soit pas entièrement représentatif d'un élément pour un réacteur ORGEL de puissance, il doit permettre d'assurer, dans des conditions de sécurité satisfaisantes, le démarrage d'ESSOR, tout en apportant des informations précieuses sur un élément en carbure gainé de SAP.

5. L'Accord Euratom/Canada et la collaboration tripartite Euratom/Canada/Etats-Unis.

Au cours de l'année 1963, la collaboration avec le Canada s'est poursuivie, mais les contacts avec les Américains ont été moins fréquents : l'USAEC a décidé, en effet, de cesser les travaux sur la filière OMR ⁽¹⁾, ainsi que de dissoudre l'« Organic Working Group » et son Comité des Standards, afin de se concentrer sur les filières de réacteurs à eau qui ont déjà fait l'objet aux USA d'investissements particulièrement importants. La réunion du Comité tripartite, qui s'est tenue cette année au Canada, a été précédée de deux journées d'étude sur les points essentiels de la filière « eau lourde-organique ». Elle a confirmé l'intérêt que les trois participants portent à cette dernière, et permis de constater que, grâce aux efforts de ses services, la Commission occupe, dans ce domaine, une place privilégiée.

II. Le réacteur de Halden

En 1962, la Commission avait accepté de souscrire à une prolongation limitée de l'accord concernant le réacteur de Halden (Norvège), de façon à terminer le programme expérimental qui y avait été entrepris sur un cœur d'éléments de combustible à oxyde d'uranium. En 1963, le fonctionnement de ce réacteur a été marqué par l'apparition d'oscillations inattendues et spontanées de la puissance et par l'augmentation des fuites d'eau lourde déjà préalablement constatées.

Quant aux essais, ils ont été caractérisés par l'usage intensif d'éléments combustibles instrumentés, capables de mesurer « in situ » certains paramètres physiques et dont le fonctionnement a été satisfaisant. L'ensemble des résultats expérimentaux sera analysé et interprété au cours de l'année 1964, avec l'aide des puissants moyens de calcul et de traitement de l'information acquis par le projet de Halden.

III. Le projet PRO

A la fin de 1963, des négociations ont été entamées avec le Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare en vue d'un contrat d'association portant sur des recherches relatives à un projet italien de réacteur modéré et refroidi par liquides organiques (projet PRO).

Le programme de recherches envisagé, qui sera effectué dans les conditions de température, pression, composition du réfrigérant, etc., spécifiques du réacteur PRO, comprendra des travaux sur l'échange thermique, la purification, le SAP; le tout complété par certaines irradiations et des études technologiques particulières.

(¹) OMR : Organic Moderated Reactor, réacteur expérimenté à Idaho Falls (Etats-Unis).

Pour mieux évaluer les chances d'avenir d'un type de réacteur dont le combustible serait maintenu en suspension dans un milieu aqueux servant à la fois de modérateur et de réfrigérant, la Commission poursuit, depuis 1959, des recherches en association avec la N.V. Maatschappij tot Keuring van Electrotechnische Materialen (KEMA) à Arnhem. Ces travaux pourraient mener à la construction, dans la Communauté, d'un réacteur d'épreuve dont le fonctionnement permettrait de lever les incertitudes pesant actuellement sur le concept des réacteurs homogènes.

Il va de soi qu'une telle construction ne saurait être entamée qu'après une étude détaillée des problèmes d'« engineering », d'hydraulique, etc., particulièrement complexes dans le concept proposé, et sur la base des résultats de toute une gamme d'expériences en laboratoire. C'est pourquoi les travaux de recherches et d'études de l'association Euratom/KEMA ont encore été poursuivis en 1963 en insistant notamment sur le comportement des combustibles en suspension sous rayonnement. Si les progrès réalisés dans l'année ont permis de mieux éclaircir les phénomènes et mécanismes mis en jeu dans les suspensions soumises à des rayonnements, les résultats restent néanmoins insuffisants pour en tirer des conclusions sur le comportement du combustible en suspension dans les conditions régnant à l'intérieur d'un réacteur de production d'énergie. Il est dès lors nécessaire d'élargir la portée des essais actuels, en les complétant par des irradiations à taux d'épuisement élevé.

L'expérience sous-critique installée à Arnhem a été utilisée d'une façon continue et a fourni de nouvelles informations sur les problèmes de stabilité neutronique et hydraulique des suspensions en circulation.

Les études de technologie et d'hydraulique ont été poursuivies et ont porté notamment sur les problèmes posés par la cuve d'un réacteur d'épreuve KSTR (KEMA Suspensie Test Reactor) et sur le développement de certains équipements spéciaux comme l'hydrocyclone.

A son expiration en avril 1963, l'association Euratom/KEMA a été renouvelée pour une période de trois ans, les grandes directions du programme restant inchangées.



L'étude des possibilités d'emploi de mélanges eau-vapeur comme réfrigérants pour réacteurs a été poursuivie dans un contrat avec le Centro Informazioni Studi ed Esperienze (CISE) de Milan. Les travaux ont notamment porté sur l'exploitation d'une boucle installée à Gênes et destinée à des essais d'écoulement et de transfert thermique à grande échelle, et celle d'une boucle d'essais de la corrosion sous irradiation, montée dans la pile piscine du Centre de recherches de la SORIN à Saluggia.

Les premières mesures faites dans la boucle de Gênes sur la caléfaction ont confirmé les résultats déjà obtenus pour de simples géométries d'écoulement dans une boucle moins importante à Plaisance. Des essais sur géométries annulaires ont été également effectués, tandis que la géométrie de grappe sera essayée au début de 1964.

Les essais de corrosion en pile ont montré que le taux de corrosion du Zircaloy-2 n'est augmenté que de 25 % environ par suite du rayonnement.

Ces résultats encourageants ont incité la Commission à envisager l'étude conceptuelle d'un réacteur de puissance. Un contrat de recherches conclu récemment avec le CISE et la SORIN permettra, comme première étape, d'acquérir les connaissances de base nécessaires à la conception d'un réacteur de puissance à uranium naturel, modéré à l'eau lourde et refroidi au brouillard, et d'évaluer la viabilité économique du concept. Pour un réacteur de ce type, le combustible à étudier peut être, soit l'oxyde d'uranium en grappe, soit l'uranium métallique sous forme de tubes. Le premier objectif du contrat est donc de comparer les mérites des deux formules et d'en dégager la plus prometteuse.

Pour fournir le soutien expérimental nécessaire, il a été prévu d'effectuer des essais critiques à Saclay — dans Aquilon II — avec un réseau à tubes d'uranium métallique. D'autre part, la construction d'une boucle hors-pile à haute pression doit permettre de simuler le circuit principal du réfrigérant dans le réacteur et d'étudier le comportement dynamique de l'ensemble.

En novembre 1962, la Commission s'était associée à une extension de l'accord conclu en 1959, sous l'égide de l'OCDE, pour la construction et l'exploitation d'un réacteur d'épreuve à haute température à Winfrith (projet DRAGON). Les objectifs du nouvel accord, qui prendra fin en mars 1967, comprennent désormais, outre la construction et l'exploitation de ce réacteur, un programme de recherches important, l'étude technique et économique et les plans de base d'un réacteur de puissance à haute température, fondé sur le même principe que DRAGON et tirant profit de son expérience.

La construction du réacteur d'épreuve, commencée en 1960, a été pratiquement achevée à la fin de 1963, et sa criticalité est attendue vers la mi-1964. Son fonctionnement à pleine puissance pourrait commencer vers la fin de 1964. Ce réacteur permettra aux ingénieurs du projet d'essayer les éléments de combustible mis au point pour servir dans de futurs réacteurs de puissance de ce type (particules de dicarbure d'uranium et de thorium enrobées de carbone pyrolytique), et de s'attaquer à différents problèmes d'« engineering » comme le comportement en service de soufflantes à paliers gazeux, l'étanchéité du circuit primaire et les installations de purification de l'hélium utilisé comme réfrigérant.

En 1963, des éléments de combustible prototypes ont fait l'objet d'essais dans plusieurs piles en Europe (Studsvik en Norvège, Riso au Danemark et Wurenlingen en Suisse) et dans une boucle refroidie par hélium à haute température, installée au réacteur BR 2. Ces essais ont été menés dans des conditions voisines de celles qui régneront à l'intérieur d'un réacteur de puissance de ce type. Les résultats permettent d'espérer que des taux d'épuisement d'environ 100 000 MWj/t pourront être obtenus dans des réacteurs de puissance, sans aucun balayage de produits de fission et sans qu'on ait à craindre de contamination excessive des circuits primaires.

Certains problèmes, comme ceux des échanges thermiques dans les systèmes à haute température, ont été résolus et les chercheurs qui y étaient attachés ont réintégré leurs équipes d'origine. Dans d'autres secteurs, comme celui de la purification de l'hélium par adsorption à basse température, les progrès réalisés permettent d'espérer qu'une solution sera trouvée à court terme.

Les problèmes de transfert de masse ont été étudiés avec une grande attention. La boucle d'essais installée dans le réacteur BR 2 a fourni ses premiers résultats, et l'on espère pouvoir montrer sous peu qu'aucun problème sérieux ne se posera dans un réacteur de puissance. Evidemment, tout dépend de l'étanchéité des échangeurs de chaleur.

Le groupe de physique a continué de préparer la mise en marche du réacteur d'épreuve, et commencé le travail d'évaluation et d'optimisation, du point de vue neutronique, d'un réacteur de puissance dérivé de DRAGON. Pour ce même réacteur, une étude préliminaire d'« engineering » en a été faite. Cette étude, qui porte sur une installation de 1 250 MW_{th} (535 MW_e), a été réalisée en collaboration avec un groupement industriel de la Communauté auquel, au début de 1963, un contrat d'étude avait été confié. Ce travail a confirmé les conclusions du projet quant à l'intérêt économique d'une centrale de puissance au thorium refroidie par un gaz à haute température.

En 1963, les négociations en vue d'une association de la Communauté au projet allemand de réacteur au thorium à haute température (projet THTR) ont été poursuivies, mais n'ont pas encore abouti.

Les recherches sur les réacteurs à neutrons rapides s'effectuent dans leur quasi-totalité dans des associations grâce auxquelles la Commission groupe et coordonne toutes les capacités actuelles des pays de la Communauté.

I. Les travaux de Cadarache et le réacteur RAPSODIE

La première de ces associations a été conclue en juin 1962 avec le Commissariat français à l'Energie atomique. Elle poursuit notamment deux objectifs : la construction d'un réacteur expérimental à neutrons rapides d'une puissance de 20 MWth, RAPSODIE (Réacteur rapide refroidi au sodium), et une installation composée d'un assemblage critique, MASURCA (Maquette sur-régénératrice de Cadarache), et d'un réacteur-source étalon de neutrons, HARMONIE.

Ces installations seront situées au Centre nucléaire de Cadarache, à 35 km d'Aix-en-Provence. C'est là qu'est en construction le réacteur RAPSODIE, dont le démarrage est prévu pour 1966. Le but en est triple : d'abord fonder la technologie d'un réacteur refroidi au sodium, directement applicable aux futurs réacteurs industriels, ensuite recueillir les données physiques et l'expérience des réacteurs rapides au plutonium; enfin, essayer les éléments de combustible qui sont destinés aux grands réacteurs rapides de l'avenir.

Parmi les études préliminaires, celles se rapportant au système de refroidissement ont nécessité des milliers d'heures d'expérience sur des boucles à sodium dont l'une, à 10 MW, était la reproduction de l'un des deux circuits de RAPSODIE; d'autres, sur la cuve du réacteur, sont exécutées sur une maquette en vraie grandeur. Enfin, les caractéristiques du combustible ont été arrêtées sur la base d'expériences menées sur l'assemblage critique américain ZPR III à Arco (Idaho).

Le combustible retenu est l'oxyde mixte UO_2 PUO_2 , qui s'est révélé préférable à l'alliage U-Pu-Mo envisagé au début. Les 45 premiers kilogrammes de plutonium ont été fournis au début de 1964 par l'UKAEA (United Kingdom Atomic Energy Authority); les 45 kg encore nécessaires seront également fournis par l'UKAEA. Le combustible lui-même sera fabriqué à Cadarache.

A la fin de 1963, les bâtiments conventionnels et l'enceinte étanche étaient pratiquement terminés, et les travaux de génie civil intérieur annoncés pour 1964. Le montage du réacteur devrait ainsi commencer à la fin de cette année pour s'achever au début de 1966.

HARMONIE et MASURCA

Pour les essais de RAPSODIE, l'appareillage nucléaire utilisé sera calibré par une source étalon de neutrons — HARMONIE — laquelle servira également pour l'alimentation d'autres assemblages et pour MASURCA.

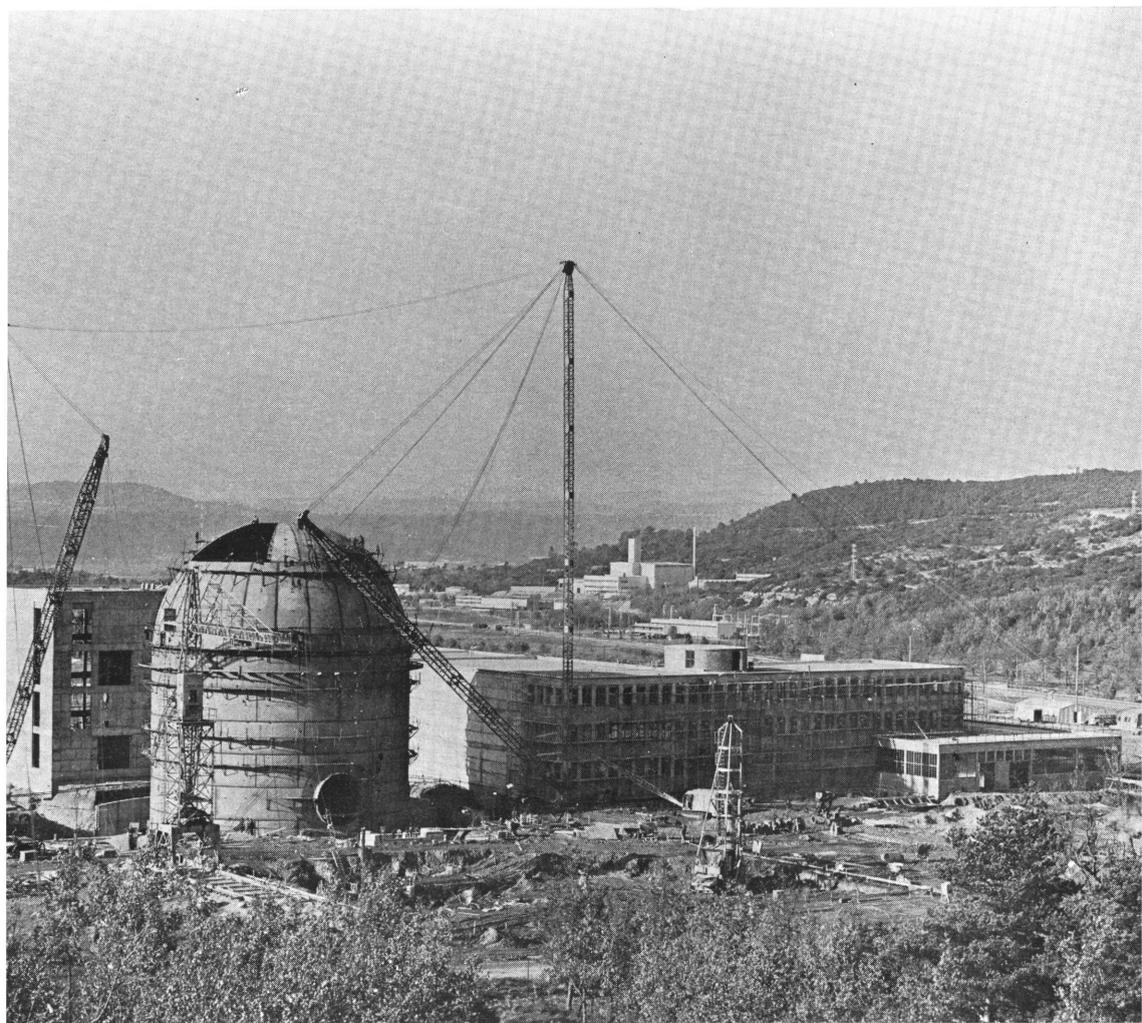
HARMONIE est un petit réacteur dérivé du réacteur américain AFSR d'Arco, mais pourvu d'améliorations qui en rendent l'emploi plus souple et plus varié. En particulier, l'ensemble du cœur et des couvertures peut être extrait du massif de béton protecteur aux fins d'expériences spéciales. Les études en sont maintenant terminées et la construction a commencé à la fin de 1963. On en prévoit l'achèvement pour le début de 1965.

MASURCA est une maquette critique à neutrons rapides et au plutonium. Elle est destinée à l'étude de réacteurs dont le cœur peut atteindre un volume de 5 000 l (soit celui des futures centrales de l'ordre de 500 MWe). Elle consiste en un assemblage de tubes d'acier inoxydable dans lesquels on reproduira la composition volumétrique du réacteur à étudier; dans ces tubes sont empilés les matériaux appropriés, sous forme de réglettes ou de plaquettes. Une fois l'ensemble rendu critique, on pourra y exécuter, à très faible puissance (100 W au maximum), les expériences relatives au réacteur projeté. La construction de cet appareil est sur le point de commencer; elle s'achèvera vraisemblablement au début de 1966.

Les recherches sur la filière à Cadarache

RAPSODIE ne constitue qu'un premier maillon de la filière des réacteurs rapides de la Communauté. On considère qu'il faudra franchir une étape supplémentaire avant de construire, vers 1975-1980, des réacteurs rapides de caractéristiques industrielles, capables de soutenir la compétition avec les sources d'énergie conventionnelles ou nucléaires établies vers cette époque. Cette étape est celle d'un réacteur prototype de puissance de 100 MWe environ, auquel toutes les solutions retenues pour le réacteur industriel seront incorporées.

On conçoit que le réacteur prototype ne peut être mis à l'étude sans que les avant-projets de centrales industrielles de grande puissance ne soient établis, et sans que soient menées en parallèle les études de neutronique, de thermique, de mécanique et celles relatives aux combustibles.



Cadarache — Etat d'avancement des travaux relatifs au complexe « Rapsodie », réacteur expérimental à neutrons rapides d'une puissance de 20 MWth, dont le montage devrait commencer fin 1964 pour être achevé début 1966.

Les équipes de Cadarache vont entreprendre dans le premier semestre de 1964 les études de filière avec l'appui de groupements industriels de la Communauté. La Commission y participera dans le cadre d'un avenant au contrat d'association actuel, dont la conclusion doit intervenir très prochainement.

II. Les travaux de Karlsruhe sur les neutrons rapides

La filière des réacteurs rapides a fait l'objet, en mai 1963, d'un deuxième contrat d'association avec le Centre nucléaire allemand de Karlsruhe. Comme à Cadarache, il a pour but l'établissement d'un réacteur prototype, mais avec deux différences importantes : le système de refroidissement n'est pas limité au sodium mais peut faire appel soit à ce dernier, soit au gaz, soit à la vapeur sèche; ensuite, le combustible envisagé est l'oxyde mixte uranium-plutonium, alors que Cadarache se propose de couvrir une gamme comprenant carbures, nitrures et alliages métalliques.

La tâche de Karlsruhe sera, jusqu'en 1966, d'appliquer et de comparer les trois types de refroidissement, puis, à partir de 1967, de concentrer les efforts sur celui qui aura été reconnu le meilleur. C'est dans ce dessein qu'ont été montées les installations expérimentales SNEAK, STARK et SUAK.

SNEAK (Schnelle Nullenergie-Anordnung Karlsruhe) est, comme MASURCA, un assemblage critique à neutrons rapides utilisant le plutonium, mais il en diffère sur deux points : par la taille (il ne permet d'étudier que les réacteurs dont le cœur ne dépasse pas 2 000 l) et par les dimensions et la composition du combustible. La solution ainsi adoptée par Karlsruhe est plus spécialement adaptée pour l'étude des réacteurs à oxyde prévus au programme. Commencé en novembre 1963, SNEAK sera probablement terminé vers le milieu de 1965.

STARK (Schneller thermischer Argonaut-Reaktor Karlsruhe) n'est autre que le réacteur Argonaut transformé. La colonne centrale de graphite de ce dernier, remplacée par un cœur sous-critique à neutrons rapides, c'est le couplage de ce cœur avec la couronne périphérique à neutrons thermiques, sous-critique elle aussi, qui rend l'ensemble critique. STARK est destiné, en premier lieu, à l'étude physique de ce type de couplage. Entreprise en septembre 1963, la transformation de l'ARGONAUT s'achèvera au début de 1964.

SUAK (Schnelle unterkritische Anordnung Karlsruhe) enfin, est un assemblage sous-critique qui sera alimenté par une source pulsée de neutrons rapides. Il doit permettre d'appliquer, à ces derniers, la technique de pulsation dans laquelle Karlsruhe s'était fait une réputation internationale pour les neutrons thermiques.

Ajoutons que l'association Euratom/Karlsruhe participera à la réalisation du réacteur expérimental américain SEFOR (à Fayetteville, Arkansas). Cet appareil, de 20 MWth, est conçu pour l'étude du coefficient Doppler dans les réacteurs rapides. La mise en service en est escomptée pour 1967 et les données ainsi obtenues seront directement utilisables pour les grands réacteurs de l'avenir, alimentés à l'oxyde de plutonium.

III. Projet italien d'un réacteur rapide

Un troisième contrat d'association a été signé, à la fin de 1963, entre Euratom et le CNEN italien (Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare); le programme prévu à l'origine a subi une série de modifications importantes qui en ont rendu la refonte nécessaire. Les discussions tendant à définir un nouveau programme sont en cours.

IV. Action du Centre commun dans le domaine des réacteurs rapides

L'établissement d'Ispra du Centre commun de Recherches a continué, en 1963, ses travaux dans les trois voies qu'il avait ouvertes en 1962. En matière de physique des réacteurs, il a mis au point plusieurs codes avancés pour le calcul des réacteurs rapides, avec leur application à l'effet Doppler. En matière de traitement des combustibles, il examine un procédé d'électrolyse ignée, et la retransformation des halogénures en oxyde ou carbure.

La mise en route de la première boucle à alliage sodium-potassium a permis enfin d'étudier les transferts de chaleur dans les métaux liquides. La deuxième boucle devrait être utilisable dès le début de 1964.

De son côté, l'action de l'Institut européen des Transuraniens a commencé par des études de combustible, en contribution au programme SNEAK de l'Association Euratom/Karlsruhe, et à celui du combustible de MASURCA dont la fabrication pourrait lui être confiée.

V. Coopération et liaisons internationales

Des négociations prévoyant l'échange de personnel et d'informations sur les réacteurs rapides ont été poursuivies entre la Commission et ses associés, d'une part, et la Commission de l'Energie atomique des Etats-Unis, d'autre part. Sur le même sujet, d'autres négociations ont été amorcées avec l'UKAEA.

A l'intérieur d'Euratom, la signature tardive (en fin d'année), du plus récent contrat d'association a obligé à reporter à 1964 la première réunion du groupe de liaison prévu pour harmoniser l'action de la Commission et de ses différents associés.

VI. L'approvisionnement en matières fissiles

Un problème important est celui des matières fissiles : comment approvisionner tous les réacteurs rapides dont il vient d'être question ? Les besoins de RAPSODIE pendant la deuxième période quinquennale (1963/1967) seront d'environ 300 kg d'uranium 235 et 180 de plutonium; ceux de MASURCA et de SNEAK, bien que le combustible n'y soit pratiquement pas consommé (puisque la puissance est quasi nulle), de 350 kg de plutonium et d'une tonne environ d'uranium enrichi; une fois ajoutées les quantités nécessaires à HARMONIE, STARK et aux autres installations ou expériences, il est manifeste que la Communauté ne pourra satisfaire à ces besoins avant plusieurs années. Ajoutons, à cette difficulté, que les prévisions budgétaires du programme quinquennal avaient été établies, en 1962, dans l'espoir que le plutonium pourrait être obtenu par location à long terme; or ce n'est qu'en 1963/64 qu'il s'est avéré que cet espoir était trop optimiste.

Il était donc nécessaire d'entrer en pourparlers avec l'USAEC et l'UKAEA, seuls producteurs capables de fournir les quantités nécessaires, pour trouver une solution au problème de l'approvisionnement en matières fissiles, et à celui de leur financement dans les limites de la dotation quinquennale du programme. Au cours de ces pourparlers, les Etats-Unis ont accepté de vendre à la Communauté le plutonium requis pour MASURCA et pour SNEAK, et de louer à celle-ci, jusqu'en 1968, la totalité de l'uranium 235 nécessaire. De son côté, le Royaume-Uni fournira le plutonium qui servira à fabriquer le premier cœur de RAPSODIE. La fourniture du plutonium du deuxième cœur (à livrer en 1966/67) fera l'objet d'une décision ultérieure.

Au contraire de la fission, phénomène utilisé pour extraire de l'énergie des noyaux lourds, la fusion pourrait permettre d'en obtenir des noyaux légers. Elle n'est réalisable que dans un plasma suffisamment dense et stable et porté à une température de l'ordre de 100 millions de degrés. Le problème fondamental de la fusion est précisément la production et la conservation — le confinement — d'un tel plasma. De l'avis général, sa solution exige une connaissance plus approfondie des propriétés physiques de cet état de la matière, la difficulté capitale étant toujours de créer des plasmas et de les conserver. Pendant l'année 1963, ce problème est demeuré le même, malgré une lente évolution marquée, de temps en temps, par des résultats saillants.

Au point de vue particulier d'Euratom, il n'y a pas eu non plus de grands changements dans l'orientation. L'activité de la Commission s'est poursuivie au moyen de contrats d'association dont le nombre et la structure sont restés inchangés. Ainsi le contrat signé avec l'Institut für Plasmaphysik (Garching), qui venait à expiration le 31 décembre, a-t-il été prorogé d'un an, en attendant qu'il soit possible de le renouveler, avec les autres, pour une période plus longue, de façon plus uniforme, et renforçant les coordinations des programmes.

L'activité de nos laboratoires associés ne peut pas être séparée du progrès scientifique général. Notons pourtant, parmi les acquis de l'année, deux faits marquants : d'abord la découverte de nouvelles configurations de champ magnétique pour obtenir le confinement stable d'un plasma, et le premier résultat expérimental à ce sujet; ensuite, l'emploi des « lasers » pour l'étude d'un plasma et, éventuellement, sa production. Que, dans ces deux ordres de recherche les laboratoires de la Communauté aient été présents et qu'ils aient fourni des contributions appréciées constitue pour Euratom un sérieux motif de satisfaction. Ajoutons-y les progrès effectués dans l'équipement des laboratoires associés, plusieurs montages d'expérience de grande ampleur ayant été menés à bonne fin, ainsi que les échanges de personnel scientifique de haut niveau et la participation à des meetings internationaux — en particulier à celui qui a été organisé, sur les machines à miroir à Fontenay-aux-Roses, par l'association Euratom/Commissariat français à l'Énergie atomique.

I. Progrès dans l'étude théorique des plasmas

Le confinement des plasmas et leur stabilité ont continué d'être recherchés par des configurations déjà classiques du champ magnétique. C'est ainsi que l'on a poursuivi l'étude des nouvelles plages de stabilité à topologie toroïdale trouvées récemment à Fontenay-aux-Roses.

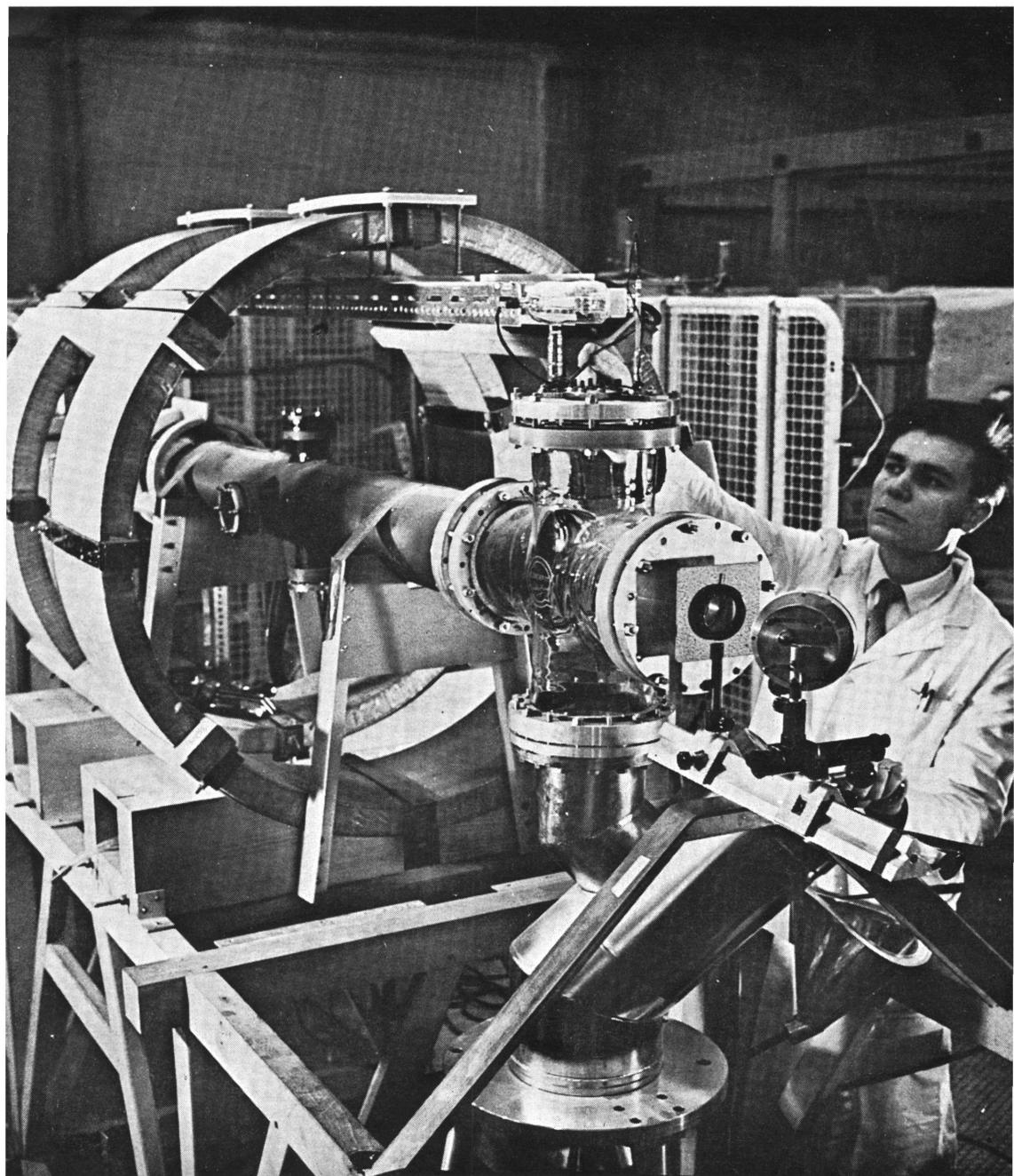
Outre ces configurations classiques, Fontenay-aux-Roses en a mis en évidence de nouvelles, dans lesquelles le champ passe par un minimum sans s'annuler et qui paraissent particulièrement appropriées pour assurer le confinement stable d'un plasma chaud. Sans que l'on puisse dire déjà quelle densité l'on pourra atteindre et si l'on a vraiment fait un pas décisif vers la solution du problème, il semble raisonnable d'espérer qu'il sera, de cette façon, plus aisé de garder un plasma chaud, ce qui en facilitera considérablement l'étude. Dans le domaine de la dynamique des plasmas et celui des configurations à striction azimutale — étudiés à Frascati, Juliers et Garching — signalons notamment les calculs numériques établis dans ce dernier laboratoire pour suivre de plus près les conditions expérimentales. Signalons aussi l'étude, par Garching et Fontenay-aux-Roses, de la micro-instabilité, de la turbulence et de la diffusion; et, par Jutphaas et Saclay, du confinement par radio-fréquence. Dans le domaine de la physique des plasmas, mentionnons, entre autres, les travaux sur les ondes de choc et d'ionisation et sur les rayonnements, ainsi que la théorie des sondes électrostatiques et celle de l'application des « lasers », en relation avec les méthodes de diagnostic dont il sera question plus loin.

II. Recherches expérimentales sur la striction

La striction est un des phénomènes qui peut assurer le confinement du plasma, c'est-à-dire qui le maintient éloigné des parois de l'enceinte. Ce phénomène, qui consiste en un effet de pincement (« pinch effect »), peut être provoqué par les champs magnétiques de configurations variées qui viennent d'être cités; une expérience effectuée à Garching a porté ainsi sur la striction longitudinale-linéaire (« Zêta pinch »). Mais l'effort principal reste centré sur la striction tubulaire et sur la striction azimutale (« Thêta pinch »). La première a été expérimentée à Fontenay-aux-Roses au moyen du dispositif EPPE, qui en a confirmé la stabilité déjà constatée à petite échelle, tandis que Garching en étudiait les ondes de choc.

La seconde a continué de faire l'objet des recherches de plusieurs laboratoires. Elle constitue, d'ailleurs, le procédé le plus pratique et, jusqu'ici, le seul pour obtenir un plasma dense (jusqu'à 10^{17} particules par cm^3 ⁽¹⁾ chaud

(¹) 10^{17} = cent millions de milliards.



Fontenay-aux-Roses — Dispositif expérimental « Deca » à miroir magnétique pour l'étude des réactions thermonucléaires contrôlées.

(de l'ordre de 10 millions de degrés Kelvin), et possédant, par conséquent, sauf en ce qui concerne sa durée de vie, des caractéristiques thermonucléaires. Cette durée de vie n'est que de quelques dizaines de microsecondes, mais, en attendant que l'on puisse la multiplier par 1 000 au moins, il est pourtant possible de tirer, d'un tel plasma, des renseignements très utiles. Aussi les dispositifs de striction azimutale qui permettent de l'obtenir sont-ils les plus utilisés. A Garching, par exemple, on en applique de divers modèles, à l'aide desquels on a pu étudier la dynamique des plasmas et la propagation des ondes de choc et mesurer leur densité et le rayonnement émis. Le nouveau banc de condensateurs de 1,5 MJ, presque achevé, autorisera du reste des essais à plus grande échelle.

A Frascati, les montages de striction azimutale (expérience CARIDDI) ont permis l'étude des fronts d'ionisation et des instabilités pendant la phase initiale de la décharge, ainsi que celle du mécanisme d'amorçage. A Juliers, on vise à réaliser un plasma chaud, dense, pur et reproductible, en le préchauffant avant de le comprimer. Les travaux à petite échelle effectués jusqu'ici dans ce laboratoire ont porté sur les mesures de température et de densité, sur les oscillations du plasma, l'influence des impuretés contrôlées et la perte de plasma aux extrémités. Ils seront bientôt complétés par des expériences à plus grande échelle, le banc de 0,6 MJ ayant déjà été éprouvé.

La striction toroïdale obtenue à Fontenay-aux-Roses par l'appareil TA 2.000 a été appliquée à des recherches de spectroscopie, et le même laboratoire a mis à l'étude le projet HARMONICA afin de confirmer l'existence de nouvelles plages de stabilité. Une autre striction toroïdale a permis, à Jutphaas, d'étudier les configurations de striction longitudinale, de striction azimutale et de striction alternative par champ tournant. Après un premier montage qui a rendu possible l'examen de la colonne de plasma en formation, un second est en cours de réalisation qui, avec un seul bobinage excité, fournit une striction hélicoïdale que les observations révèlent stable et reproductible.

Une autre striction toroïdale a été construite à Garching : sur la base de calculs théoriques, les difficultés relatives à l'équilibre y ont été surmontées par l'emploi d'enroulements supplémentaires (tore M + S).

III. Les machines à miroir magnétique

Le confinement du plasma peut être obtenu par des miroirs magnétiques, machines dans lesquelles les particules sont réfléchies vers l'intérieur de l'enceinte de confinement. Ces appareils occupent une grande partie de l'activité de Fontenay-aux-Roses. Ils exigent des champs de configuration plus

complexe qui entraînent cependant des risques d'instabilités qui n'existent que dans une moindre mesure dans les configurations envisagées auparavant. Telle est la machine à injection d'ions (MMII), dont les éléments ont permis d'étudier, avant assemblage, l'injection des ions de deutérium et l'arc électrique destiné à les dissocier.

Le même laboratoire avait mis au point le dispositif expérimental à compression adiabatique (DECA I), où le plasma était comprimé adiabatiquement par un champ magnétique; dans DECA II, qui lui a fait suite, on a obtenu, dans certains cas, un plasma dont les ions ont une énergie de 2 000 eV, dont la densité probable est de l'ordre de 10^{14} particules par centimètre cube et le temps de vie estimé à 100/us. Afin d'augmenter la stabilité, on a récemment superposé un champ multipolaire aux champs des miroirs, mais il est encore trop tôt pour juger des résultats.

A ces travaux de Fontenay-aux-Roses, ajoutons la réalisation de BILLE-EN-TÊTE, dans laquelle deux « canons » sans électrode se font face et envoient deux jets de plasma plein fouet l'un vers l'autre. Il se forme ainsi, dans la région centrale, un plasma de densité élevée où, dans un champ uniforme, les collisions ioniques transforment l'énergie cinétique des jets en énergie thermique des ions. On a étudié, en outre, en vue de l'injection des bouffées de plasma, divers types de canons sans électrode et de canons « micropinch ».

A Juliers, l'accélération des jets de plasma dans de tels canons sans électrode a été acquise par utilisation d'onde progressive de pression magnétique et, à Jutphaas, des plasmas maintenus en rotation ont permis de continuer à étudier sur eux les lois fondamentales de la conservation de l'énergie et du moment angulaire.

IV. Production de plasma de très haute densité

Le laboratoire de Frascati s'efforce de pallier l'instabilité des plasmas en augmentant la densité de ceux-ci plutôt que la durée de leur confinement. Le moyen appliqué consiste à obliger la couche de plasma à se contracter très rapidement jusqu'à un rayon aussi petit que possible. Tel est l'objet des expériences MIRAPI ⁽¹⁾ et MAFIN I ⁽²⁾ (contraction par striction longitudinale), et de l'expérience MAFIN II (contraction par détonation d'explosifs). Dans la première, le plasma provenant de poudre d'aluminium et de

⁽¹⁾ « Minimum radius pinch »

⁽²⁾ « Magnetic field intensification ».

lithium volatilisée par un flash d'ultraviolet avec du deutérium, est amené à se resserrer axialement sur lui-même; dans les deux autres, la contraction est réalisée par l'implosion d'une paroi métallique. MAFIN II, en particulier, a permis de produire des champs magnétiques très élevés (plusieurs mégagauss).

A Garching, le même but — la production de plasmas denses — a été visé au moyen d'un arc électrique à double anode, confiné par un champ de plusieurs dizaines de milliers de gauss.

V. Confinement par haute fréquence et recherches variées

Le confinement du plasma peut également être obtenu par la pression du champ électromagnétique d'une onde de haute fréquence. Ainsi a-t-on exécuté, à Saclay, les expériences ICARE I et II qui ont permis d'observer cet effet pour une densité d'environ 10^{18} particules par centimètre cube. A Jutphaas, d'autre part, c'est le champ électrique de l'onde parallèle ou perpendiculaire ou champ magnétique statique axial qui a été utilisé.

Dans le domaine de la physique générale des plasmas, signalons l'œuvre considérable de Garching, où l'on expérimente sur des plasmas stationnaires, de température et de densité modérées mais de longue durée. Il s'agit de plasmas de césium, de colonnes d'un plasma produit par des duoplasmatrons dans un champ magnétique longitudinal, d'arcs, etc. Les études portent sur la diffusion (qui pose un problème plus compliqué qu'on ne le croyait), sur le coefficient de transport, l'interaction avec des faisceaux de particules chargées, etc.

En matière de diagnostic, des études ont été faites à Utrecht et Garching pour améliorer la sensibilité et réduire l'influence perturbatrice sur la décharge des sondes électriques et magnétiques. A Garching également, des sondes piezo-électriques ont trouvé leur emploi dans la mesure directe de la pression d'un plasma. De son côté, pour mesurer la densité, Saclay a poussé le système des micro-ondes jusqu'à 0,5 mm.

Enfin, rappelons que la mise en exploitation du « laser » a ouvert des possibilités nouvelles. Frascati en a tiré parti pour étudier les phénomènes microscopiques dans le plasma; Garching a observé la diffusion de ce dernier, grâce à un faisceau « laser » à un angle de 90° et Fontenay-aux-Roses a construit divers types d'arcs pour servir de sources d'observation dans toutes les gammes spectroscopiques.

VI. Progrès de la technologie

A tous les progrès qui viennent d'être brièvement passés en revue ont été liés des progrès techniques. Les systèmes de vide ont pu atteindre de 10^{-9} à 10^{-10} torr ⁽¹⁾ dans les volumes appréciables; les champs magnétiques ont été rendus plus symétriques et plus intenses par l'amélioration des bobinages (Fontenay-aux-Roses) et celle des dispositifs de refroidissement (Garching); le problème de la synchronisation des détonations (Frascati) ou des éclateurs (Juliers) a été résolu; le choix des matériaux s'est fait plus judicieux et une attention toute particulière a été portée à la technique des superconducteurs et de la cryogénie.

⁽¹⁾ Ou millimètres de mercure.

I. Traitement des effluents actifs

L'année écoulée a été principalement consacrée à l'inventaire des problèmes de conditionnement et de stockage des résidus actifs tels qu'ils se poseront dans la Communauté au cours des prochaines années. Cette étude a confirmé la nécessité de porter les efforts de recherche sur le traitement des résidus moyennement et hautement actifs d'une part et, d'autre part, sur le stockage définitif des déchets.

En ce qui concerne le stockage, les travaux effectués à ce jour dans la Communauté et dans le monde occidental n'ont pas encore abouti à des solutions économiques et satisfaisantes. Cependant, plusieurs procédés laissent entrevoir des perspectives intéressantes. Signalons des études sur l'utilisation des mines de sel abandonnées, ou de cavités spécialement creusées dans une formation saline comme dépôts permanents des résidus actifs. L'analyse de ces différentes possibilités, actuellement en cours, permettra de dégager les actions prioritaires à lancer par la Commission à l'intérieur de son programme de recherches.

II. Traitement chimique des combustibles irradiés

Compte tenu de ce qui se fait dans les Etats membres, l'action principale de la Commission s'est jusqu'ici portée sur le procédé de traitement des combustibles irradiés par volatilisation. Comme on le sait, les applications les plus prometteuses de ce procédé semblent limitées aux combustibles à haute teneur résiduelle en matière fissile. C'est le cas des combustibles pour réacteurs à neutrons rapides (oxydes mixtes uranium-plutonium, par exemple) et des éléments MTR des piles à haut flux (uranium très enrichi).

Les travaux en cours depuis 1960 ont permis d'entamer la construction d'une petite unité pilote de laboratoire, qui permettra l'étude des différentes étapes du procédé sur du combustible irradié. Cette installation, dont la mise en service est prévue cette année, sera utilisée, du moins en priorité, pour l'étude de la fluoration de l'oxyde d'uranium. Elle procurera des renseignements

importants sur certains facteurs comme le taux de décontamination, la séparation uranium-plutonium, le contrôle des réactions chimiques, et les problèmes de maintenance des équipements par télécommande. Les recherches de laboratoire ont mis en évidence les avantages de la fluoration par le trifluorure de chlore qui permet, semble-t-il, une séparation complète uranium-plutonium. Le premier distille sous forme d'hexafluorure, tandis que le second, demeuré auprès des produits de fission, peut être, à son tour, volatilisé par le fluor. L'étude de ce schéma réactionnel, différent de celui étudié par d'autres laboratoires (Argonne, CEA), sera poursuivie dans l'installation « active ».

Par ailleurs, un groupe de chercheurs de l'établissement d'Ispra du Centre commun étudie différents procédés pour la conversion de composés d'uranium (halogénures, par exemple) directement en carbure correspondant. L'électro-raffinage de l'uranium est également examiné. Les résultats obtenus justifient la poursuite de ces travaux, qui doivent être considérés comme des « tail ends » applicables à divers procédés de traitement chimique des combustibles irradiés. Dans le même esprit, une autre équipe d'Ispra poursuit des recherches sur les propriétés physico-chimiques et thermodynamiques de différents systèmes binaires de sels fondus, la formation de complexes entre le solvant et des ions dissous et la vitesse de diffusion de certaines entités chimiques dans ces milieux.

Ces travaux de caractère fondamental présentent de l'intérêt aussi bien pour les procédés de traitement chimique des combustibles irradiés mettant en œuvre une étape de dissolution — séparation dans un bain de sels fondus — que pour le réacteur homogène développé à Oak Ridge (« molten salt reactor »).

I. Retraitement de combustibles hautement enrichis et possibilités de refabrication d'éléments de combustible

Comme déjà annoncé dans le précédent rapport général, les besoins de retraitement des combustibles hautement enrichis en U 235 du type MTR se font sentir dans la Communauté d'une façon de plus en plus pressante, principalement à cause de la saturation de la capacité de stockage des éléments irradiés auprès des réacteurs d'essai et de recherches (MTR et piscine).

De ce fait, la Commission a poursuivi l'examen des avantages respectifs des possibilités qui s'offrent à elle pour le retraitement de ce type de combustible. Une comparaison économique, basée sur des offres fermes, du coût de retraitement et du coût de transport, a incité la Commission à entamer des négociations avec l'UKAEA en vue du retraitement en Grande-Bretagne (Dounreay) des combustibles MTR en provenance des réacteurs BR 2 et HFR, pour la période transitoire pendant laquelle des installations de retraitement ne sont pas encore disponibles dans la Communauté. Il n'est pas exclu que les solutions qu'on adoptera pour le retraitement des combustibles irradiés de HFR et BR 2 puissent également s'appliquer à d'autres réacteurs d'essai ou de recherches de la Communauté, dont Euratom n'a pas la charge directe ou ne participe pas à la gestion.

En liaison avec ces négociations, la Commission étudie avec les exploitants de réacteurs d'essai et auprès des fabricants de combustibles nucléaires, les possibilités de recyclage des matériaux fissiles récupérés après retraitement, par réenrichissement en U 235 à l'aide de matériau frais suivi de refabrication de nouveaux éléments. En même temps, la Commission a également entamé des négociations avec le CNEN (Italie) en vue d'une participation éventuelle au projet d'usine de retraitement de combustibles hautement enrichis EUREX. Il faut rappeler à cet égard que ce projet aurait une capacité d'environ 31 kg par jour d'alliage uranium-aluminium et pourrait entrer en fonctionnement vers 1966. Par ailleurs, le projet EUREX fait l'objet, de la part de la Commission, d'études approfondies, tant sur ses aspects techniques et économiques que sur les procédés utilisés et les conditions d'exploitation de l'usine.

II. Retraitement de combustibles à uranium naturel ou faiblement enrichi

La Commission a continué de suivre les activités de la Société Eurochemic. Elle a notamment été associée aux études menées dans divers comités en vue de déterminer les implications financières de la mise en œuvre et l'exploitation de l'entreprise Eurochemic en fonction des programmes de retraitement envisagés.

III. Transport

Compte tenu de la priorité qu'il convient de donner au retraitement chimique des combustibles irradiés du type MTR, la Commission s'est spécialement intéressée aux problèmes du transport de ces combustibles, notamment sous le rapport :

- des containers à utiliser pour de tels transports,
- de contrats à établir pour l'exécution des transports proprement dits,
- des conditions d'assurance pour la couverture des risques de responsabilité civile.

1. Containers

La conception de containers appropriés au transport de combustibles irradiés se heurte à une difficulté fort importante, par suite de l'absence d'une codification internationalement admise sous le rapport des critères de sécurité auxquels ces containers devraient satisfaire. Bien que cette question soit activement étudiée par l'Agence internationale de l'Energie atomique à Vienne, il n'en demeure pas moins vrai que, d'ici l'entrée en vigueur d'une réglementation internationale appropriée, ceux qui ont la charge de concevoir et d'établir les plans de construction de containers travaillent dans des conditions difficiles, étant donné qu'ils ne savent pas de manière précise selon quels critères les autorités compétentes acceptent de délivrer leur agrément quant à l'admission au transport de ces containers.

Dans l'état actuel des choses, seule la Commission américaine de l'Energie atomique a établi un projet de règlement dont la mise au point définitive demeure encore subordonnée aux résultats et aux enseignements que l'expérience de ce projet de règlement apportera dans l'avenir. Compte tenu de la disparité des exigences ainsi rencontrées, la Commission d'Euratom porte un intérêt particulier au développement des travaux poursuivis par l'Agence internationale de l'Energie atomique dans le domaine de la réglementation du transport de combustibles irradiés, et plus généralement des matières radio-actives, dans un but d'harmonisation qui s'impose à l'échelle mondiale.

La Commission s'est préoccupée également de susciter une contribution à l'étude de tous ces problèmes, et c'est pourquoi le deuxième programme quinquennal de recherches et d'enseignement de la Communauté comporte des moyens budgétaires susceptibles de financer des études particulières, destinées à mieux préciser les solutions techniques qu'il conviendrait d'adopter dans l'élaboration des plans de construction de containers et d'emballages.

En ce qui concerne plus spécialement les containers nécessaires au transport des combustibles déchargés des réacteurs HFR (Petten), BR 2 (Mol) et ISPRA 1, les travaux respectifs de conception ont été menés en tenant compte de l'époque et de la destination des transports à l'occasion desquels ces containers seront utilisés. Pour le réacteur d'ISPRA 1, le fait qu'il pose le problème le plus urgent d'une part, et le fait que la destination des transports est celle d'EUREX (Saluggia) où les combustibles irradiés seront entreposés, ont conduit à retenir un container pesant 8,8 t et ayant une capacité de chargement de 9 éléments de combustible, ce type de container s'étant révélé le mieux au point à l'heure actuelle. En ce qui concerne le réacteur de HFR (Petten), les études effectuées à ce jour ont permis de concrétiser le dessin d'un container pesant 17 t environ et ayant une capacité de 16 éléments de combustible, tandis que pour le réacteur BR 2, ces mêmes études ont conduit à concevoir un container de 17 t également, mais dont le chargement est limité à 13 éléments, vu leur teneur plus élevée en U 235.

2. Exécution des transports

Pour éviter que l'ensemble des problèmes relatifs à l'exécution des transports des combustibles irradiés déchargés des réacteurs de recherches appartenant à la famille des MTR dans la Communauté ne soit résolu de manière dispersée, la Commission a adjoint à l'appel d'offres qu'elle a lancé au début de 1963 pour les transports à effectuer en provenance de BR 2 (Mol), HFR (Petten) et ISPRA 1, deux consultations simultanées concernant les transports de même nature pour les réacteurs français d'une part et les réacteurs allemands d'autre part.

L'analyse des propositions reçues par la Commission en réponse à cet appel d'offres et aux consultations a permis, en première étape, d'établir une comparaison des coûts moyens de transport correspondant à chacune des hypothèses de destination envisagées, à savoir :

- Idaho Falls aux Etats-Unis,
- Dounreay en Grande-Bretagne,
- Eurochemic à Mol,
- EUREX à Saluggia.

La connaissance de ces coûts moyens a permis d'établir un premier bilan d'ensemble, faisant également intervenir le coût de retraitement chimique,

dans le but d'effectuer une comparaison sur le plan commercial entre les différentes solutions que l'on peut envisager quant au choix de l'usine de retraitement.

En ce qui concerne ISPRA 1, la nécessité d'assurer dans l'immédiat l'évacuation des combustibles qui dépassent les capacités de stockage de ce réacteur a conduit à adopter comme première décision celle de leur transport jusqu'à la piscine de réception d'EUREX à Saluggia, où ils seront entreposés dans l'attente des dispositions à prendre pour leur retraitement effectif, et cela dans le cadre des problèmes d'ensemble que pose le retraitement chimique des combustibles du type MTR en général.

Il a été décidé de confier l'exécution de ces transports à l'entreprise Borghi, dont le siège social est à Bologne (Italie), l'offre présentée par ladite entreprise s'étant révélée la mieux disante.

En ce qui concerne l'exécution des transports des réacteurs HFR et BR 2, l'analyse des propositions reçues, en réponse à l'appel d'offres, a conduit la Commission à retenir celles qui ont été présentées, d'une part, par la Société Transnucléaire (Paris) et, d'autre part, par le Groupement NUKEM (Hanau)/Haeger & Schmidt (Brême) et à entrer en négociation conjointe avec ces proposants.

Les accords contractuels qui résulteront de ces négociations tiendront compte notamment du choix de la destination à donner à ces transports dans le cadre des décisions d'ensemble relatives au retraitement chimique des combustibles du type MTR utilisés dans la Communauté.

3. Assurances pour la couverture des risques de responsabilité civile

Les transporteurs qui ont présenté des propositions ont joint à leur offre des propositions fermes des assureurs pour la couverture de la responsabilité civile en cas d'accident d'origine nucléaire. La Commission a reçu, d'une part, une police mise au point par le Syndicat belge d'assurances nucléaires en tant que porte-parole des pools d'assurances nucléaires de la Communauté, et une police provenant du marché d'assurances de Londres et, d'autre part, les tableaux de primes afférents à ces polices.

En ce qui concerne le transport des combustibles irradiés provenant du réacteur ISPRA 1 vers l'usine de retraitement chimique EUREX à Saluggia, transport exclusivement terrestre, la proposition des pools de la Communauté entrainait seule en ligne de compte, la proposition du marché anglais n'étant valable que pour les transports comportant une partie maritime. C'est pourquoi des négociations sont en cours avec la firme de transport choisie et le pool italien. La situation relative à ce transport exclusivement italien est assez

claire, l'Italie disposant d'une législation atomique qui canalise la responsabilité civile, soit sur l'exploitant, soit sur le transporteur, et la limite à 3,150 millions de liras. L'exploitant ou le transporteur doit se munir d'une assurance ou d'une autre garantie financière à concurrence de ce montant. Si le dommage dépasse ce montant, l'Etat italien interviendra financièrement.

En ce qui concerne le transport des combustibles irradiés provenant des réacteurs HFR à Petten et BR 2 à Mol, la situation est beaucoup plus complexe. En premier lieu, il n'a pas encore été décidé vers quelle usine de retraitement chimique ces combustibles doivent être transportés. Ensuite, les Pays-Bas n'ont encore aucune législation atomique en matière de responsabilité civile et la législation belge à ce sujet n'est applicable qu'au CEN. Par conséquent, il faut tenir compte, d'une part, d'une responsabilité illimitée du transporteur et de l'exploitant et, d'autre part, de la capacité financière limitée du marché de l'assurance. Un transport maritime éventuel soulève également des problèmes spécifiques, étant donné les garanties très étendues qui seront exigées par les armateurs. Seuls les problèmes concernant le transport sur le territoire des Etats-Unis et de la Grande-Bretagne semblent être résolus, grâce à l'application de leurs législations atomiques. Les négociations finales avec les assureurs ne pourront s'engager qu'une fois arrêtée la destination des combustibles.

Il est à souligner qu'une ratification rapide de la Convention de Paris et de la Convention complémentaire sur la responsabilité civile en matière nucléaire pourra simplifier considérablement les problèmes de couverture des risques afférents au transport des matières nucléaires.



I. Recherches sur les molécules marquées

Le premier exemple remarquable d'utilisation de composés organiques marqués par des isotopes est fourni par les travaux de R. Schoenheimer et D. Rittenberg qui, en 1936, ont établi le concept fondamental sur lequel reposent les découvertes biologiques les plus importantes des quinze dernières années.

Depuis lors, les applications des molécules marquées se sont considérablement étendues. Si l'industrie n'en fait encore qu'un usage limité, les investigations qu'elles permettent au niveau de la molécule en font en revanche un outil important pour la recherche en biologie, en médecine ou en agriculture. Permettant, en spectrométrie infrarouge, de préciser les relations entre la structure des composés organiques et leurs propriétés; de doser, en analyse chimique, un constituant d'un mélange sans avoir à l'isoler quantitativement; d'étudier les mécanismes physico-chimiques mis en jeu dans les phénomènes d'adsorption et de catalyse, ainsi que dans l'action des rayonnements ionisants, les molécules marquées constituent un outil dont les applications se multiplient à une cadence très rapide.

Elles pourraient d'ailleurs servir beaucoup plus si la production, freinée bien souvent par leur prix, pouvait suivre les demandes. L'industrie livre certes quelque 3 000 produits. Mais ce chiffre reste de loin en deçà des possibilités de synthèse, comme d'ailleurs des besoins des utilisateurs potentiels. C'est l'extrême variété des besoins qui entraîne, pour la plupart des produits, une demande limitée qui ne peut guère servir de base à une production régulière.

En fonction de ces faits, l'action d'Euratom est dirigée vers trois objectifs.

Tout d'abord, établir une collection de composés marqués non encore produits commercialement, mais dont l'emploi pourra un jour devenir important. Cette action est étayée par une enquête permanente auprès des utilisateurs présents ou futurs, pour recenser leurs besoins et évaluer l'intérêt que peut présenter, dans un avenir rapproché, la production industrielle de certains produits. Ce travail a déjà permis la mise en route de nouvelles productions dans plusieurs domaines.

En second lieu, susciter des recherches sur de nouvelles synthèses, l'amélioration des méthodes de purification ou l'augmentation de la durée de conservation des produits. Dans un souci de concentration des efforts, l'accent est mis sur les méthodes de production à application générale. Une série de recherches sont donc menées dans des laboratoires travaillant sous contrat Euratom; elles portent notamment sur :

- la préparation de composés du cholestérol marqués au ^{14}C , produits qui trouveront leur emploi dans les études sur l'inhibition de la croissance des tumeurs;
- le marquage de l'acide gibérellique, grâce auquel le mécanisme d'action de cette substance sur la croissance des plantes pourrait être élucidé;
- la préparation d'acides aminés tritiés et l'étude des méthodes de leur conservation;
- la mise au point d'une méthode de mesure très sensible de la réactivité superficielle des solides, par dosage de certains radicaux marqués qui se fixent sur ceux-ci par adsorption;
- la synthèse de certains composés organo-métalliques par utilisation de l'énergie de recul de fragments de fission.

Le troisième objectif concerne l'information. Pour développer l'emploi des produits, rendre les recherches plus efficaces et ajuster la production aux besoins dans une période où l'évolution des marchés reste incertaine, il est en effet nécessaire de provoquer des courants d'intérêt, d'organiser la discussion sur les méthodes de synthèse et les perspectives du marché, et de favoriser l'échange d'expériences dans tous les domaines. La diffusion de rapports et l'organisation de rencontres techniques répondent à ce but. Citons notamment parmi celles-ci la première Conférence internationale sur les méthodes de préparation et de conservation des molécules marquées qui, organisée par la Commission en novembre 1963, a réuni 180 spécialistes de tous les pays et a donné lieu à la présentation de 63 communications originales, dont 16 issues de travaux effectués par des contractants d'Euratom.

II. Recherches sur les radio-isotopes

Les travaux dans ce domaine ont été poursuivis dans trois directions : amélioration des méthodes de production, récupération des produits de fission et mise au point de nouvelles applications.

Au début de l'année, une série d'enquêtes a permis de situer les besoins des utilisateurs, les améliorations demandées par ceux-ci aux produits actuels du marché, et les besoins des producteurs en éléments enrichis nécessaires à leur

fabrication. Ces données ont été complétées par une documentation sur la production actuelle dans la Communauté, et par une compilation de données expérimentales sur cette production.

Une autre enquête est en cours pour déterminer les capacités de production de sources intenses de rayonnement dans la Communauté, au cours des prochaines années.

Dans le domaine des méthodes, une technique de préparation de radio-isotopes, plus sélective et moins onéreuse que les techniques actuelles, a été élaborée et brevetée au nom d'Euratom. Des expériences sont en cours au BCMN et dans divers laboratoires dans la Communauté pour délimiter les domaines de son application. L'amélioration des cibles de tritium pour la production de neutrons dans des accélérateurs fait l'objet d'une étude confiée à un autre laboratoire. Un contrat est enfin en préparation sur l'étude des générateurs portatifs de radio-isotopes à vie courte.

Les recherches sur la récupération de radio-isotopes à partir de solutions concentrées de produits de fission ont été poursuivies par les équipes française et belge associées à la Communauté. Tandis que la CEN cherche à développer une méthode générale applicable à des solutions de diverses provenances, le CEA suit la filière classique (jus de fission de type Marcoule) sur des solutions de très haute activité. Grâce aux travaux de ces deux organismes, bien coordonnés entre eux, une méthode de récupération du césium 137 a été mise au point jusqu'au stade pilote.

Dans le domaine des nouvelles applications, les travaux sont orientés vers l'étude de la matière soumise à un rayonnement intense. Des expériences ont été mises en route sous contrat, notamment sur les réactions catalytiques. D'autre part, pour préparer le terrain à une intervention éventuelle d'Euratom, une enquête très complète a été menée pour dresser l'inventaire des travaux effectués ou en cours, des moyens matériels et des spécialistes.

Une enquête menée par des spécialistes français a montré que l'analyse au moyen des techniques radio-actives n'est guère répandue en dehors des laboratoires biologiques et médicaux — limitation tenant au fait que ces techniques ne sont pas encore assez bien au point pour pouvoir être généralisées en dehors des centres de recherches. Aussi la Commission étudie-t-elle plusieurs procédés d'analyse, par activation neutronique (notamment par neutrons monocinétiques), activation de particules chargées, radiométrie, etc. Les études, en cours depuis plus de deux ans pour la mise au point de cibles nécessaires à la production de neutrons dans des accélérateurs, ont été poursuivies.

Une méthode originale d'utilisation de traceurs à forte section efficace a été élaborée; des travaux en laboratoire permettront d'en circonscrire les applications. L'originalité de cette méthode consiste dans le fait que la détection s'effectue pendant l'opération et non a posteriori comme dans les procédés actuels.

**APPLICATIONS INDUSTRIELLES
DES RADIO-ISOTOPES
ET DES RAYONNEMENTS**

Activités du Bureau Eurisotop

Le Bureau Eurisotop, organisme d'information et de promotion en matière d'application industrielle des isotopes et des rayonnements, a été créé par la Commission à la fin de l'année 1961. Assisté d'un Comité consultatif, composé de personnalités indépendantes choisies dans les pays de la Communauté, le Bureau s'efforce à appuyer et à coordonner les actions d'information et de promotion déployées dans la Communauté. Les activités du Bureau concernent essentiellement les domaines ci-après :

**I. Développement de méthodes et d'appareils
d'application**

En collaboration avec les laboratoires nationaux et avec l'industrie, le Bureau développe des méthodes et des appareils d'application isotopique sur la base de contrats de développement. L'action entreprise en 1962 a conduit à la conclusion, en 1963, de quinze contrats de développement dont les travaux de développement intéressent particulièrement l'exploitation minière, l'industrie sidérurgique, l'industrie du verre et la construction civile.

Dans le cadre du programme 1963, le Bureau a étudié une trentaine de propositions de contrat portant sur des domaines nouveaux parmi lesquels figurent l'industrie mécanique, l'industrie chimique, l'industrie textile, la technique des télécommunications. D'autre part, diverses méthodes d'utilisation de caractère industriel plus général, telles que l'analyse radiochimique, l'analyse par activation, la radiostérilisation et l'utilisation de l'énergie des rayonnements, sont également introduites dans le programme.

II. Information et documentation

Les actions d'information entreprises par le Bureau ont pour but général d'intéresser les industries aux applications des radio-isotopes et des rayonnements.

Un service d'information et de consultation se tient à la disposition de toutes les organisations, firmes et personnes de la Communauté. Ce service, auquel il est fréquemment fait appel, s'appuie sur une documentation dont les ressources deviennent de plus en plus importantes et qui comportent entre autres :

- une bibliothèque spécialisée en matière de technique isotopique et des applications des radio-isotopes et des rayonnements,
- un fichier important qui couvre la littérature du domaine isotopique et de ses techniques connexes,
- une documentation industrielle qui renseigne sur les prestations et fournitures d'ordre industriel, relatives à l'application des radio-isotopes et des rayonnements,
- une photothèque, ainsi qu'un répertoire des films qui ont trait à l'application industrielle des techniques isotopiques.

Dans ce même cadre s'inscrit la participation du Bureau à l'organisation de conférences sur les aspects techniques et économiques de l'application industrielle des radio-isotopes et des rayonnements.

Un court métrage sur les applications industrielles des radio-isotopes et des rayonnements a été réalisé sous contrat.

D'autre part, le Bureau prépare, en collaboration avec des experts des pays de la Communauté, des brochures d'information qui tendent à vulgariser l'éventail des techniques isotopiques et leurs applications. Sont actuellement en cours de préparation :

- les applications de techniques isotopiques dans l'industrie textile,
- les techniques particulières de l'analyse par activation,
- les mesures de débit au moyen de radio-isotopes.

De plus, des notes d'information renseignent sur les actions et les autres activités du Bureau.

III. Coordination au sein de la Communauté

La troisième année d'existence du Bureau Eurisotop a été particulièrement marquée par un renforcement des rapports déjà étroits entre le Bureau et les producteurs, les utilisateurs et les experts en matière de l'application industrielle des radio-isotopes et des rayonnements. Les actions coordinatrices du Bureau se sont surtout traduites par l'organisation de séances de travail sur des thèmes spéciaux.

Une première action a conduit à un échange d'expériences entre les organisations qui s'occupent de méthodes radio-actives destinées à localiser les

fuites affectant les conduites souterraines de gaz de ville endommagées. A l'occasion des réunions, qui ont été organisées à cet effet à Saclay, Lyon, Saluggia et Saligno, il fut procédé à une démonstration des appareils de mesure et des méthodes utilisés, en vue de démontrer que les méthodes élaborées rencontrent les besoins de la pratique.

Une réunion de travail concernant l'application de traceurs radio-actifs pour déterminer le mouvement de matières solides dans l'eau fut organisée du 2 au 4 octobre 1963. La majorité des 50 participants représentaient des organisations spécialisées en techniques hydraulique et nucléaire. Les 65 rapports, déposés par les participants et couvrant les 13 points à l'ordre du jour, ont permis d'étudier la technique isotopique sous ses aspects les plus divers.

Les travaux précités ont montré et souligné l'importance de la technique isotopique pour les études visant à éviter l'envasement et l'ensablement des fleuves, des ports et des lacs, pour l'amélioration des techniques de dragage et des méthodes de purification des eaux résiduaires et industrielles, ainsi que pour la protection du littoral. L'action de coordination et de promotion, amorcée par cette première réunion de travail, sera poursuivie par des petits groupes de spécialistes qui traiteront des points de détail.

Une réunion de travail concernant les applications de l'analyse par activation, organisée à Bruxelles, les 21 et 22 novembre 1963, a mis en présence les différents groupes de travail de la Communauté ainsi que quelques représentants du secteur industriel en vue de les amener à un échange d'expériences et à une collaboration plus étroite. Les rapports introduits par les nombreux participants ont permis de procéder à un inventaire des moyens d'irradiation et de mesure actuellement existants dans les centres et laboratoires de la Communauté. Les discussions très fructueuses ont démontré que les appareillages et les techniques utilisés étaient susceptibles d'être améliorés dans l'intérêt de tous. Il a été reconnu qu'à plusieurs points de vue une coordination des travaux était de nature à assurer un développement plus rationnel de la technique de l'analyse par activation. Une dizaine de petits groupes permanents de travail ont été créés en vue d'étudier les problèmes les plus importants soulevés au cours de cette réunion.

Une autre action de coordination et de promotion s'intéresse particulièrement aux applications des radio-isotopes et des rayonnements dans l'industrie textile. Deux rencontres entre des représentants de l'industrie textile et des spécialistes en techniques isotopiques ont permis d'en étudier les modalités d'organisation. En collaboration avec le Comité de Coordination de l'industrie textile de la Communauté européenne (COMITEXTIL), on a élaboré un programme d'action basé sur l'envoi de spécialistes des techniques isotopiques en mission d'enquête auprès des diverses entreprises de l'industrie textile. Ces experts étudieront la situation actuelle et les possibilités encore inexploi-

tées de l'utilisation des radio-isotopes et des rayonnements dans l'industrie textile. Les rapports d'étude rédigés par ces experts constitueront les documents de travail des séances d'étude, qui auront lieu en 1964.

Actuellement, 33 experts ont confirmé leur participation à cette enquête, tandis que le Comité de gestion pour cette action s'est réuni pour la première fois le 5 février 1964 à Bruxelles.

IV. Questions d'ordre juridique et économique

Comme il fut précisé dans le sixième rapport général, Eurisotop examine les problèmes d'ordre juridique et économique en vue de contribuer à la création dans la Communauté européenne d'un cadre administratif et juridique adapté aux nécessités de l'application industrielle des radio-isotopes et des rayonnements.

A cet effet, un rapport statistique en matière de production et d'utilisation des isotopes a été établi.

Dans ce même cadre est effectuée une étude systématique de la structure technique, économique et sociale des besoins concernant l'application industrielle des techniques isotopiques.

I. Contrat d'association avec le Reactor Centrum Nederland

L'objectif de cette association, conclue en décembre 1961, est d'établir des plans de construction et des données suffisamment détaillés pour permettre d'évaluer la possibilité de réalisation d'un réacteur prototype à eau sous pression applicable à la propulsion de navires. Le programme comporte des travaux théoriques et expérimentaux, dont les résultats serviront à l'établissement du projet de réacteur.

Travaux théoriques

En 1963, de nombreux travaux ont été exécutés couvrant la plupart des aspects du projet. Citons notamment les études théoriques sur l'incorporation, dans le combustible, d'un poison neutronique consommable et sur la dynamique de l'ensemble réacteur et échangeurs de chaleur, et des calculs servant à déterminer la surface de transfert de chaleur de l'échangeur de chaleur.

Travaux expérimentaux

Ces travaux font appel à une série d'installations spéciales, dont plusieurs, mises en service dans l'année, ont déjà permis de réaliser quelques expériences.

Un assemblage critique, KRITO, a été construit à Petten. Les travaux sur cette installation permettront de monter et de mesurer un cœur avec un enrichissement de 3,1 %, puis de 3,8 % et ensuite un cœur à 2 zones, enrichi respectivement de 3,1% et de 3,8 %.

Des essais ont porté sur l'incorporation de poisons consommables dans l'oxyde d'uranium. Dans le domaine de la corrosion, des recherches assorties d'essais non destructifs ont été exécutées ainsi que des essais sur le comportement du Zircaloy 2 dans des conditions sévères de pression et de température.

D'autres essais ont porté sur le soudage d'embouts en Zircaloy sur des tuyaux faits de ce même matériau.

Des efforts importants ont été consacrés aux études expérimentales sur des problèmes de thermo-hydrodynamique.

Pour certains essais, les installations sont encore en préparation. Citons notamment une installation pour des expériences sous-critiques, une boucle à haute pression sous irradiation (à installer dans le réacteur HFR de Petten), une installation d'essai du générateur de vapeur et une boucle d'étude de la corrosion à haute pression pour l'essai de maquettes d'éléments de combustible. En outre, un contrat, conclu avec une firme industrielle, a pour objet des analyses et des calculs de contraintes dans la plaque de tube du générateur de vapeur. Enfin, un programme de mesures sera exécuté au moyen d'une installation d'essais d'un pressuriseur.

II. Contrat d'association avec FIAT-ANSALDO

Le programme de l'association Euratom/FIAT-ANSALDO, patronné par le Comitato nazionale per l'Energia nucleare, a atteint son premier objectif au printemps 1963. Il s'agissait du choix, parmi les différentes filières à l'étude depuis le début du programme, du réacteur le mieux approprié. Rappelons qu'il s'agit de réacteurs destinés à un pétrolier de référence d'environ 50 000 t avec 23 500 CV sur l'arbre.

L'étude comparative des différents réacteurs était subdivisée en quatre parties:

- conception d'un réacteur à eau pressurisée à circulation forcée, avec optimisation des paramètres fondamentaux et des principaux composants,
- réalisabilité d'un réacteur à eau pressurisée à circulation naturelle,
- principaux problèmes techniques découlant de l'utilisation éventuelle, sur le navire de référence, d'un réacteur à eau bouillante dans plusieurs variantes, à savoir :
 - a) cycle direct, à circulation naturelle ou forcée,
 - b) cycle indirect,
- analyse comparative, sur une base technico-économique, des réacteurs étudiés.

Réacteur à eau pressurisée à circulation forcée

Les résultats de l'étude ont permis de porter le choix sur un réacteur à eau pressurisée à circulation forcée, en raison des nombreux perfectionnements qu'il permet. Les améliorations pourront porter notamment sur le contrôle partiel du réacteur par « chemical shim », la suppression de la vapeur et le compactage par intégralisation de l'échangeur de chaleur dans la cuve du réacteur. Toutefois, il n'est guère possible de prévoir dès maintenant lesquelles de ces améliorations caractériseront le futur réacteur.

Réacteur à eau pressurisée à circulation naturelle

L'étude de ce réacteur représente un travail original, notamment par la disposition des divers systèmes et la conception préliminaire de ses composants. Certaines caractéristiques, dont l'absence des pompes de circulation, confèrent à l'installation une sécurité excellente. Toutefois, sa réalisation éventuelle devrait être précédée de vérifications expérimentales et de la construction d'un prototype. Comme ceci suppose des frais de mise au point élevés et un programme à long terme, deux postés difficiles à estimer à l'avance, ce réacteur n'a pas été retenu.

Réacteur à eau bouillante à cycle direct et circulation naturelle

L'utilisation éventuelle de ce réacteur à bord du navire de référence a fait l'objet d'une analyse poussée qui a permis, malgré l'absence d'expériences antérieures, de dégager certaines conclusions.

Les nombreux problèmes posés par ce type (stabilité sous conditions de mer, entretien et accessibilité de la turbine et des parties auxiliaires notamment) font qu'ici encore de longs développements, d'une issue d'ailleurs incertaine, seraient nécessaires.

Réacteur à eau bouillante à cycle direct et circulation forcée

Le recours à la circulation forcée simplifiée, dans une large mesure, le problème de la stabilité dans les réacteurs à eau bouillante. Ce principe a donc été envisagé et analysé comme alternative à la circulation naturelle, sans toutefois donner lieu au développement d'un projet complet. Des essais dynamiques sur un « banc de roulis » seraient nécessaires et le programme de recherches devrait s'attaquer aux mêmes problèmes que ceux mentionnés pour le type précité.

Réacteur à eau bouillante à cycle indirect

Le but étant d'évaluer l'opportunité d'un développement ultérieur, les études n'ont pas été poussées jusqu'à la conception détaillée. Elles ont toutefois permis de confirmer que ce type présente, comme les autres réacteurs à eau bouillante, toutes les incertitudes d'une circulation à deux phases avec son incidence sur la stabilité de cette circulation dans le cœur.

En conclusion, le réacteur à eau pressurisée à circulation forcée s'impose comme le choix évident, en vue des développements ultérieurs. C'est dans ce sens que des négociations ont été entamées en 1963 avec les sociétés FIAT et ANSALDO afin d'activer, par un contrat élargi, les recherches prévues sur ce type.

III. Essais de collision (contrat d'association avec FIAT-ANSALDO)

En octobre 1963, la société ANSALDO a commencé une série d'essais de collision sur des modèles à l'échelle 1:15, afin d'éprouver quelques solutions de structures anticollision. Comme le programme d'ANSALDO ne vise pas à développer des théories de base, on utilise pour l'interprétation des expériences des théories connues telles que les lois de similitude appliquées au cas d'explosions. Les essais sont menés au moyen d'une installation d'essai dans laquelle un chariot muni de la proue du navire abordeur s'avance sur une rampe et se heurte au modèle des barrières anticollision du navire abordé.

La première expérience semble confirmer l'importance de l'épaisseur du bordé par rapport aux autres éléments de la structure anticollision, fait déjà signalé dans des études japonaises. Elle est en contradiction avec les études effectuées aux Etats-Unis; selon lesquelles les éléments intérieurs constitueraient les parties les plus efficaces. Une vérification soignée sera donc nécessaire. Comme d'autres recherches dans ce domaine sont en cours à Naples et à Hambourg, la Commission a organisé des échanges de vues et d'informations, encouragé une coopération plus étroite et essayé de coordonner certains programmes entre eux.

IV. Essais de blindage (Contrat d'association avec la Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH - GKSS)

Les essais de blindage entrepris dans le cadre de l'association avec la Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH ont été poursuivis.

En 1963, ces essais pouvaient s'appuyer sur deux montages expérimentaux : un dispositif pour des essais de blindage avec faisceau collimaté (ESTAKOS), et un dispositif à grandes plaques (ESTAGROP I) pour essais de blindage dans un bassin du réacteur de recherches de Geesthacht. Un grand canal d'irradiation (ESTAGROP II) a été mis au point et servira aux premiers essais en 1964.

L'introduction d'un deuxième cœur dans le bassin du réacteur de recherches de Geesthacht a permis de mesurer simultanément l'efficacité des différentes configurations de protection sur ESTAKOS et ESTAGROP I.

Essais de blindage dans le réacteur de recherches de Geesthacht

Le montage expérimental ESTAKOS a été construit dans le but de fournir, par des moyens relativement simples, une vue générale sur la perméabilité au rayonnement de différentes sortes d'écrans et de permettre l'utilisation des résultats obtenus pour optimiser les blindages.

Des essais spéciaux avec des plaques plus larges (ESTAGROP I) ont pour objet de déterminer les limites de la méthode d'évaluation et d'étudier les variations des résultats de mesures.

Les résultats des premières séries d'essais, effectuées en 1962, ont servi de base à d'autres essais destinés à mesurer la perméabilité aux radiations de diverses combinaisons de matériaux.

Parallèlement aux essais, des recherches théoriques ont été poursuivies dans le but de découvrir des combinaisons de divers matériaux offrant une faible perméabilité aux radiations.

Le deuxième cœur monté en 1963 dans un bassin du réacteur de recherches de Geesthacht a permis d'étendre le programme.

A l'aide d'un spectromètre à paires, le spectre gamma a été mesuré à différentes distances d'un cœur de réacteur. Ces mesures ont donné, entre 1,5 MeV et 8 MeV, un spectre continu d'où n'émergent que la raie d'absorption de l'aluminium de 7,7 MeV (les éléments de combustible sont gainés de cet élément) et la raie d'absorption de l'hydrogène de 2,23 MeV.

D'autres mesures ont porté sur l'influence, sur le spectre gamma, d'une couche de fer disposée à différentes distances du réacteur.

Pour étudier les possibilités d'emploi de nouveaux détecteurs, les doses gamma ont été mesurées à l'aide de chambres d'ionisation, et les résultats comparés à ceux obtenus aux mêmes emplacements avec des dosimètres à verre.

Etude théorique des problèmes de protection

Le groupe de théoriciens de la GKSS a mis au point, à partir de modèles théoriques, une série de programmes de calculs qui ont servi à vérifier les données expérimentales.

Développement et expérimentation des instruments et des méthodes de mesure

En 1963, on n'a cessé d'améliorer l'électronique de mesure nécessaire à la conduite des essais et de développer de nouvelles méthodes de mesure. Signalons à cet égard, l'essai d'un spectromètre à semi-conducteurs mis au point par GKSS pour la détection de neutrons.

L'étalonnage du spectromètre au moyen de neutrons monocinétiques produits par un générateur Van de Graaff a révélé une bonne concordance avec les calculs. La linéarité du spectromètre contrôlé s'est révélée excellente.

V. Description du navire de la Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH (GKSS) - Hambourg

Des négociations sont en cours avec la Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH-GKSS, en vue de la participation de la Commission à la réalisation de la partie nucléaire du navire actuellement en construction ainsi qu'à son exploitation.

1. La coque

Conçu à des fins expérimentales, ce navire doit permettre de réaliser des expériences techniques avec des installations nucléaires et dans les conditions de bord. A côté de cette tâche principale, il doit pouvoir être utilisé comme porteur en vrac dans des conditions d'exploitation normales, lorsque les expériences seront terminées.

La conception est basée sur les règles de classification du Germanischer Lloyd et du Bureau Veritas.

Ce navire, d'un déplacement de 25 950 t pour tirant d'eau nominal (9,2 m) dans l'eau de mer, développera une puissance sur arbre de 10 000 à 11 000 CV. Il permettra un port en lourd de 15 030 t, et sa vitesse d'essai sera de 15 3/4 nœuds.

2. Le réacteur

Le navire sera propulsé au moyen d'un réacteur autoprésuriseur FDR, refroidi et modéré à l'eau légère. Le système primaire sera entièrement logé dans la cuve sous pression. Il fonctionnera sous une pression primaire relativement faible (64,5 atm. abs.) et avec un faible coefficient de vide dans le cœur. La partie inférieure de la cuve sous pression contiendra le cœur couronné du tuyau de montée central. Le générateur de vapeur sera placé au-dessus du cœur, cette disposition devant permettre d'assurer au réfrigérant primaire, en cas de panne des pompes de circulation, une circulation naturelle suffisante pour un fonctionnement en charge partielle.

Un volume de vapeur, se logeant dans la partie supérieure de la cuve sous pression, permettra, en cas de variations de la température et du volume de l'eau primaire, de maintenir la pression dans le système primaire à un niveau quasi constant.

La cuve sous pression, le blindage primaire et quelques circuits auxiliaires seront entourés d'une enceinte de sécurité étanche au gaz, accessible pour des temps limités.

Le cœur du réacteur, prévu pour une puissance 35 MWth en régime de fonctionnement normal, sera constitué de 16 éléments de combustible en oxyde d'uranium enrichi gainés d'acier inoxydable.

VI. Essais mécaniques des composants des réacteurs navals (Contrat d'association avec la Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH (GKSS) - Hambourg)

Un « banc de roulis », permettant d'essayer la résistance mécanique des composants de réacteurs dans des conditions voisines de celles de l'exploitation en mer, a été construit à Geesthacht.

Il peut supporter des pièces d'un poids maximum de 2,2 t, et produire des accélérations de 3 g. Etant donné que des accélérations verticales sont superposées à des mouvements rotatifs, ce banc permet de simuler le roulis, le tangage et la plongée. Quelques imperfections constatées à la mise en service de cette installation, unique en Europe, ont été écartées et permettent actuellement d'assurer un bon fonctionnement même en marche continue. Une attention particulière a été consacrée au réglage précis et rapide des accélérations.

En 1963, des essais ont porté sur un dispositif de commande de barres de contrôle et sur plusieurs modèles de réflecteur en graphite pour un réacteur naval refroidi par un gaz.

Le programme d'utilisation du banc de roulis est arrêté chaque année par la Commission et la GKSS. Il incombe aux industries intéressées à y faire des essais, de fournir à leurs propres frais les composants de réacteurs navals ou les modèles qui doivent subir des essais. La mise à disposition du banc de roulis et du personnel d'exploitation est à charge de l'association.

I. Le réacteur d'essai BR 2

Le réacteur d'essai de matériaux BR 2, qui est exploité à Mol (Belgique) conjointement par Euratom et le Centre belge d'Etude de l'Energie nucléaire, avait atteint, à la fin de l'année 1962, la moitié de sa puissance spécifique nominale. Cette première phase de montée en puissance — sans donner lieu à aucune expérience d'irradiation — avait permis à l'équipe internationale qui l'exploite de se familiariser avec lui, et à la Commission de le déclarer apte à l'exploitation.

En janvier 1963, le premier cœur, de 14 éléments, a été remplacé par un deuxième à 18 éléments combustibles et a permis neuf cycles de fonctionnement à la moitié de la puissance spécifique nominale. Des irradiations ont eu lieu pour le compte du Commissariat français à l'Energie atomique, du Centre belge d'Etude de l'Energie nucléaire, d'Euratom, du projet DRAGON, de l'United Kingdom Atomic Energy Authority et de divers clients dans la Communauté; elles ont notamment porté sur une boucle mise au point par le projet DRAGON pour étudier la corrosion du graphite par les impuretés de l'hélium; sur des capsules instrumentées servant à l'étude du graphite, de l'oxyde de béryllium, des terphényles et de l'oxyde de plutonium; ainsi que sur la production de radio-isotopes tels que le cobalt 60 et l'iridium 192.

Une cellule de démantèlement, construite par une entreprise de la Communauté, a été mise en service en 1963. Cette cellule a déjà permis d'extraire du réacteur 3 600 C d'iridium 192 avec la très haute activité spécifique de 450 C/g.

La troisième phase d'essais, de septembre à novembre 1963, a eu pour objet la montée à pleine puissance et la vérification de la sécurité de fonctionnement de l'installation.

Le 24 septembre, pendant quatorze heures, la puissance spécifique a été graduellement portée à 1,5 fois celle pour laquelle l'appareil a été conçu; le flux de chaleur maximum à la surface des éléments combustibles a atteint 600 W/cm²; le flux maximum des neutrons thermiques, 10¹⁵ n/cm² sec, et celui des neutrons rapides, 3.10¹⁴ dans les mêmes conditions. Ces valeurs sont parmi les plus élevées, qui aient jamais été atteintes dans un réacteur.

On a vérifié le fonctionnement du BR 2 dans des conditions extrêmes, en coupant brusquement le système de refroidissement. Malgré cette situation tout à fait anormale — qui ne pourrait se présenter qu'à la suite d'un accident grave entraînant, par exemple, la coupure du circuit primaire de refroidissement — aucun dégât n'a été constaté. On a donc pu s'assurer qu'une fausse manœuvre ou tout autre incident qui viendrait à suspendre la réfrigération n'aurait aucune répercussion néfaste sur l'installation.

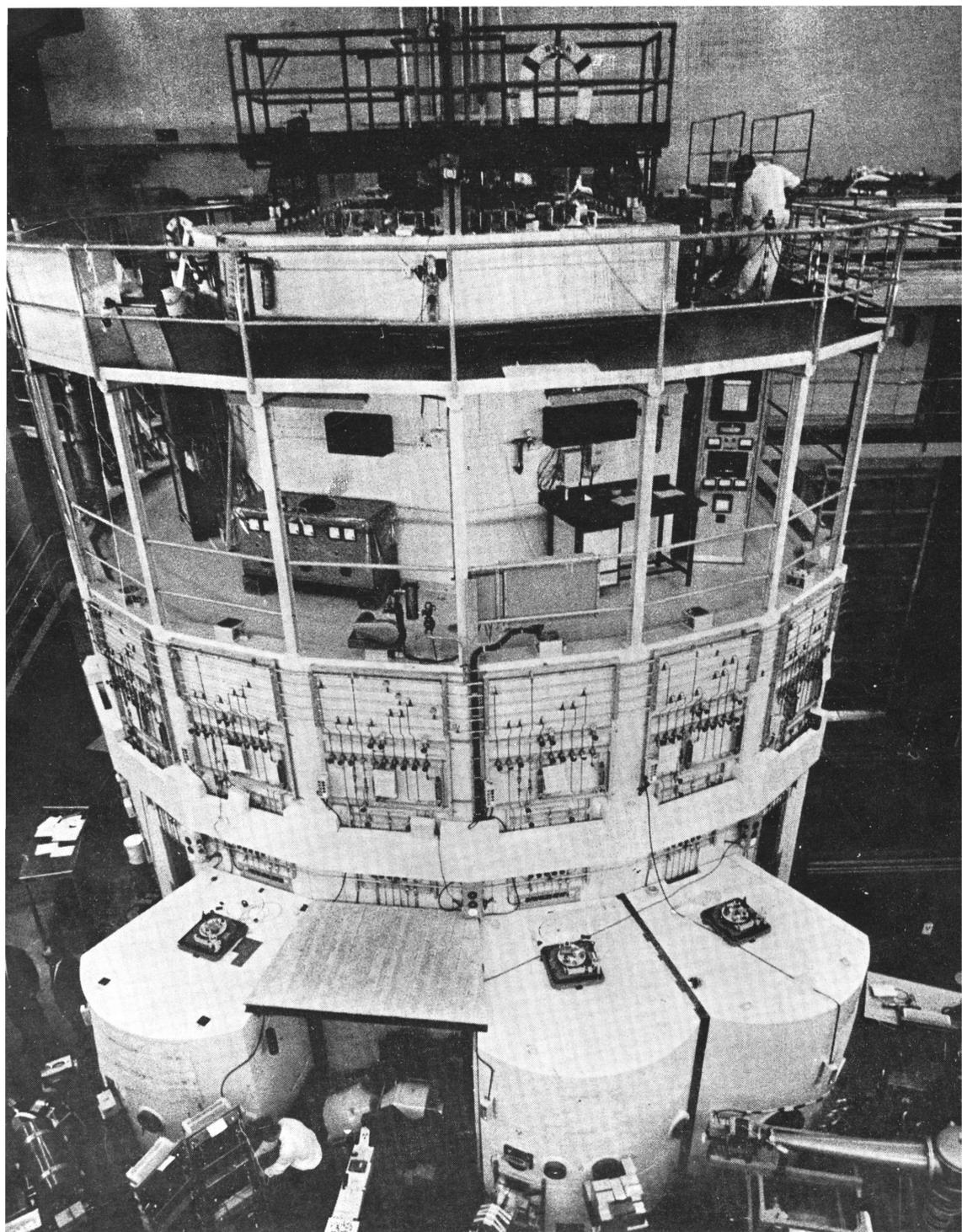
Depuis novembre 1963, le réacteur fonctionne à sa puissance nominale, correspondant à un échange thermique maximum de 400 W/cm^2 , les expériences y sont régulièrement poursuivies. Celles-ci, on le sait, ont pour but d'étudier la tenue des matériaux ou des pièces qui trouvent leur emploi dans des réacteurs nucléaires et peuvent être effectuées pour tout organisme de la Communauté ou des autres pays. L'étude, la construction et l'examen des expériences avant mise en pile sont l'œuvre du laboratoire de technologie et, parfois, de l'industrie, la coordination entre les clients et les divers services du réacteur BR 2 étant assurée par un groupe d'ingénieurs de projet.

Pour le laboratoire de moyenne activité, la fabrication de cellules de plomb est en cours. De son côté, l'étude d'un laboratoire de très haute activité, qui pourrait être réalisé au cours du troisième programme quinquennal, a été terminée.

II. Le réacteur HFR de Petten

Le réacteur à haut flux réalisé à Petten par le Reactor Centrum Nederland (RCN) et transféré à la Communauté le 1^{er} novembre 1962, a été mis en exploitation à la fin de cette dernière année, après les essais de réception et de sécurité.

Pendant toute l'année 1963, il a fonctionné normalement et sans aucun incident, et a permis de réaliser dix cycles complets d'une durée moyenne de 20 jours. Parmi les expériences menées à bien pendant cette année, citons une première irradiation d'échantillons de graphite pour le compte du projet DRAGON, réalisée à des températures successives de 600, 900 et 1200°C dans le même dispositif. D'autres expériences ont porté sur des graphites nucléaires pour réacteurs à gaz du type EDF, sur des graphites spéciaux, de la glucine et de l'hydruure de zirconium. Par ailleurs, de petites quantités d'iridium ont été activées en vue de la production de radio-iridium. Ces diverses actions ont été entreprises tantôt pour le compte de clients dans la Communauté, tantôt dans le cadre d'actions conjointes avec des centres nucléaires nationaux. Plusieurs expériences ont été menées par les services scientifiques d'Euratom et par le RCN afin de mieux connaître les caractéristiques essentielles du réacteur HFR. Citons notamment, dans ce domaine,



Petten — Vue générale du réacteur à haut flux HFR, réalisé par le Reactor Centrum Nederland (RCN) et transféré à la Communauté le 1^{er} novembre 1962. Après les derniers essais de réception et de sécurité, le réacteur a été mis en exploitation fin 1962.

de mesures d'échauffement par rayons gamma, effectuées par plusieurs méthodes différentes à des fins de recoupements.

Un effort assez important a été consacré au développement et à la mise au point de dispositifs d'irradiation en vue de leur emploi dans des réacteurs à haut flux et notamment dans le HFR. Dans une première phase des travaux, plusieurs thermocouples ont été irradiés, de même que des capsules d'irradiation prévues pour des expériences à des températures comprises entre 150 et 1 000° C. En particulier, une collaboration étroite avec le Centre d'études nucléaires de Grenoble a permis la mise au point de dispositifs d'irradiation à des températures comprises entre 600 et 1 000° C, dont certains ont été introduits dans la pile. De leur côté, les travaux de développement d'un dispositif d'irradiation à très haute température (1 500° C environ) ont été menés à bonne fin; ce dispositif sera probablement introduit dans la pile dans le courant de l'année.

Rappelons qu'en vertu de l'Accord Euratom/Pays-Bas, les expériences du programme néerlandais sont réalisées par priorité pendant une période transitoire de quatre ans à compter de la mise en service du réacteur. Aussi n'est-il pas surprenant que la capacité du réacteur ait été utilisée, en partie, par les chercheurs du RCN, dont les programmes d'irradiation portaient sur des échantillons d'aciers et d'UO₂ à basse température. Le Comité de gestion paritaire prévu à l'Accord Euratom/Pays-Bas a été mis en place et a commencé ses travaux. La conduite technique du réacteur a été assurée par le RCN, conformément à ce même accord qui charge le RCN de cette tâche pour une période de quatre ans.

Dans le domaine des constructions, l'étude de deux laboratoires — l'un de faible activité et l'autre pour les activités moyennes — a été achevée : ces deux bâtiments seront mis en chantier avant le mois de juillet. De son côté, une cellule de démantèlement s'achève à l'usine et sera prochainement installée sur l'une des piscines du réacteur HFR.



I. Le plutonium

Comme les années précédentes, l'effort de la Commission est resté centré sur l'étude du recyclage du plutonium dans les réacteurs thermiques. Une description de ces travaux figure au document n° 2 consacré aux réacteurs de types éprouvés.

En attendant l'achèvement des bâtiments en construction à Karlsruhe, l'Institut européen des Transuraniens a poursuivi, avec un effectif encore limité, la mise au point de son programme selon les lignes exposées dans le dernier rapport annuel. Rappelons que les travaux seront consacrés avant tout aux problèmes — fondamentaux aussi bien qu'appliqués — que pose l'emploi du plutonium dans des réacteurs nucléaires dans des conditions techniquement et économiquement praticables.

Si donc, cette année encore, aucun travail de recherches n'a été accompli à Karlsruhe, la préparation des équipes futures n'en a pas moins été poursuivie. A l'exception des quelques ingénieurs attachés au planning, le personnel scientifique recruté pour Karlsruhe a été maintenu en stage dans divers centres de recherches, tant aux Etats-Unis qu'en Europe, afin de compléter son expérience dans les techniques de manipulation du plutonium ou dans des disciplines scientifiques ou industrielles liées aux programmes de Karlsruhe.

II. Les transplutoniens

La coopération de la Commission avec des centres de recherches nationaux a permis, cette année, au programme européen des transplutoniens d'accomplir de nouveaux progrès.

A Saclay, une équipe de chercheurs travaillant sous contrat Euratom a pu, pour la première fois dans la Communauté, isoler et purifier des quantités pondérables d'éléments transplutoniens, à partir d'un échantillon de plutonium irradié pendant deux ans dans le réacteur EL 3.

De son côté, l'équipe de Mol (Centre belge d'Etude de l'Energie nucléaire) a reçu des Etats-Unis, à la fin de l'année, les premiers échantillons — 3 g d'américium 241 — destinés à une production régulière d'éléments transplutoniens par irradiation dans le réacteur BR 2. La construction et la mise en place des équipements nécessaires à cette production (cellule spéciale de 1 000 C notamment) ont bien avancé, de sorte que le premier traitement d'une quantité importante d'américium hautement irradié pourra intervenir au début de l'année. Il permettra d'isoler du californium 252 en quantité pondérable, de l'ordre de 10/ug.

Les travaux de recherches, orientés vers la production de transplutoniens et l'étude des propriétés chimiques de ceux-ci, ont été poursuivis par tous les contractants d'Euratom — CEA, CEN, RCN et Université de Liège — et leurs résultats ont fait l'objet de quelques nouvelles publications. Au début de 1964, un nouveau contrat a été signé avec le Centre nucléaire de Juliers, dans le but de déterminer des coefficients de partage du plutonium, de l'américium, du curium et des terres rares dans un système d'extraction liquide-liquide.

Avec les pays extérieurs à la Communauté, les relations se sont également développées de façon satisfaisante, de sorte que les conditions les plus favorables à une coopération efficace seront réunies au moment où les moyens matériels nécessaires seront mis à la disposition d'Euratom. C'est notamment la coopération avec les laboratoires américains et l'USAEC qui a permis à la Commission de disposer d'échantillons précieux, et qu'ont affermie une série de visites réciproques et la participation de chercheurs américains aux programmes d'Euratom.

La construction des réacteurs et les applications variées des techniques nucléaires exigent la connaissance de nombreuses données physiques. Tel est précisément l'objet des travaux effectués au Bureau central de Mesures nucléaires, en liaison avec les organismes et laboratoires intéressés, nationaux et internationaux. Ils portent sur la mesure de paramètres neutroniques, la réalisation d'étalons d'isotopes fissiles et stables et de radio-isotopes, et la recherche fondamentale liée à ces activités. En outre, le Bureau prépare et analyse de nombreux échantillons nécessaires à la mesure de constantes nucléaires et destinés aux laboratoires de la Communauté et, en certains cas, à ceux d'autres pays. Le Bureau effectue également de nombreuses mesures, notamment de composition isotopique, pour le compte de tiers.

I. Mesure de paramètres neutroniques

Ce programme est basé pratiquement tout entier sur les demandes de haute priorité émanant des constructeurs de réacteurs. Il est discuté à intervalles réguliers par le Comité américano-européen des constantes nucléaires et par le Comité correspondant d'experts de la Communauté.

Les mesures finales de la section efficace de fission du plutonium 239 pour neutrons thermiques et épithermiques ont été achevées à Saclay en collaboration avec des physiciens du Commissariat français à l'Énergie atomique. Le dépouillement des résultats est pratiquement achevé.

Après la réception définitive de l'accélérateur Van de Graaff en novembre 1963 et son calibrage en énergie, les mesures suivantes ont été immédiatement entreprises :

- sections efficaces de diffusion élastique et inélastique du fer et du sodium, des mesures similaires sur le zirconium étant envisagées;
- sections efficaces de huit réactions à seuil, importantes pour la spectrométrie et la dosimétrie des neutrons rapides dans les réacteurs.

On a poursuivi simultanément les travaux de compilation critique des données connues sur ce genre de réactions et publié un nouveau volume de compilation.

On a mis également à l'étude les questions suivantes :

- mesure des sections efficaces totales dans l'intervalle de 2 à 10 keV, entre autres de l'uranium 238;
- stabilisation de l'énergie du Van de Graaff et utilisation de la machine ainsi améliorée pour la mesure plus précise de réactions à seuil, appliquées au calibrage en énergie d'accélérateurs;
- contribution à l'établissement d'un étalon de flux de neutrons dans l'intervalle 1-100 keV.

Les essais à l'usine de l'accélérateur linéaire ont donné des résultats satisfaisants pour chacune de ses caractéristiques essayées séparément. Des essais à pleine charge ne pourront être effectués qu'après l'installation à Geel, dont le début est prévu pour le mois d'avril 1964. Les mesures suivantes sont en préparation dans le domaine des résonances :

- a. sections efficaces totales (entre autres du plutonium 240);
- b. sections efficaces de fission (entre autres du plutonium 239);
- c. sections efficaces de capture;
- d. sections efficaces de diffusion.

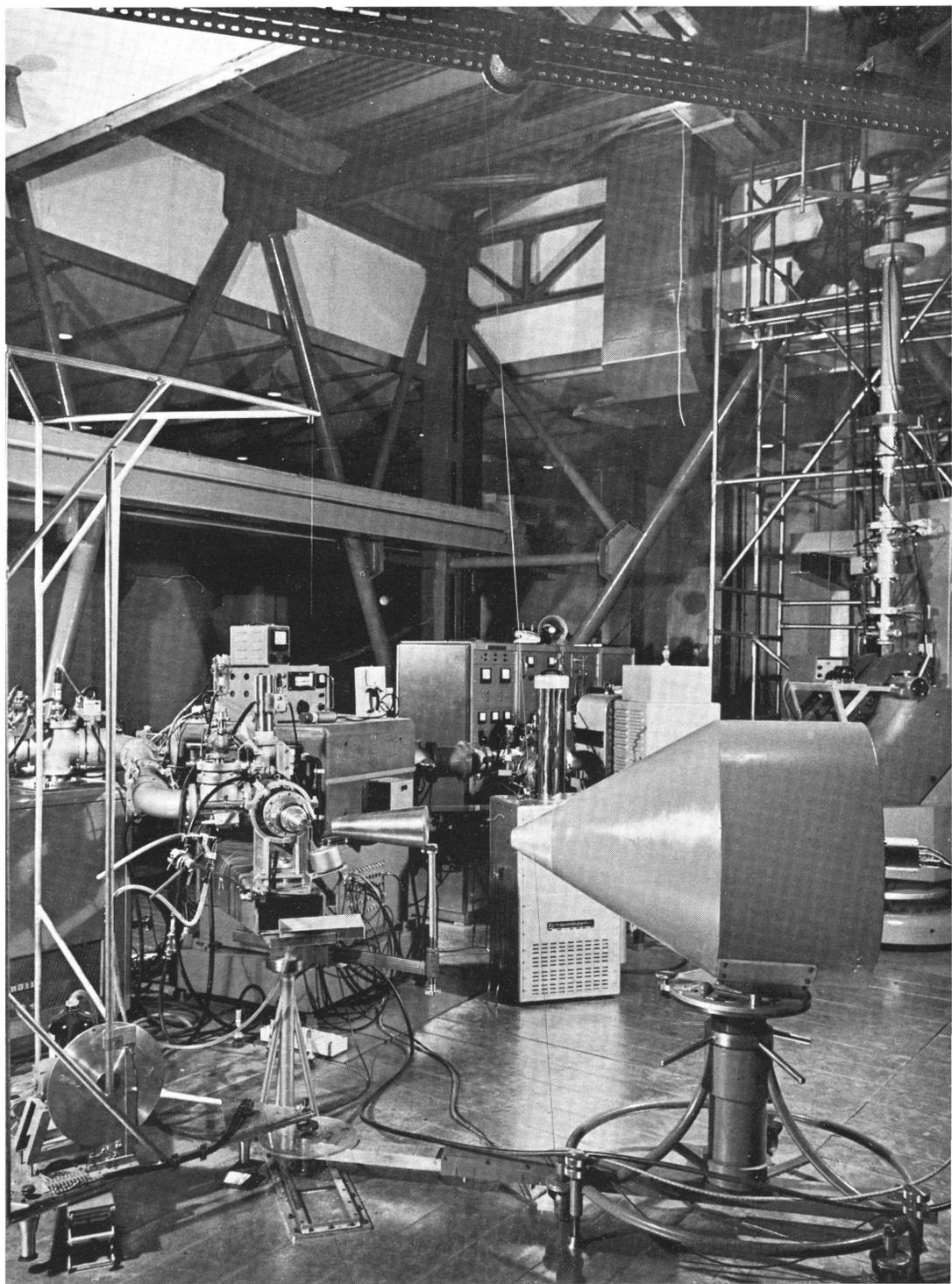
Il est envisagé d'effectuer certaines de ces mesures en collaboration avec des physiciens du Centre belge d'Etude de l'Energie nucléaire. Des groupes du Commissariat français à l'Energie atomique (Saclay) envisagent également d'utiliser des bases de vol pendant une partie de l'année.

II. Comparaison des isotopes stables ou à vie longue

Le programme d'investissement et de développement s'est poursuivi, notamment par la commande d'un spectromètre de masse tandem pour mesures précises de très faibles concentrations isotopiques dans les solides, et celle d'un spectromètre de masse pour la mesure du deutérium dans l'eau lourde.

L'étude et la réalisation de standards isotopiques ont déjà abouti à des résultats. Le BCMN ayant procédé à l'intercomparaison des stocks existants de bore étalon, les conclusions de cette opération ont incité le Centre anglais de Harwell à renouveler son propre stock, tandis que les Etats-Unis annonçaient leur intention de se référer à deux étalons, d'ailleurs équivalents; celui de leur National Bureau of Standards (Washington) et celui du BCMN.

Les références, pour un nombre important de mesures de paramètres neutroniques, ont ainsi été uniformisées dans les pays participant aux travaux du Comité américano-européen des constantes nucléaires (EANDC). Un projet en cours est d'établir des standards d'uranium appauvri, projet qui concerne particulièrement les études relatives à la consommation de combustible (ura-



Geel — Bureau Central de Mesures Nucléaires (BCMN). Hall d'essais de l'accélérateur Van de Graaff, mis en service fin 1963.

nium naturel) dans les réacteurs. D'autre part, les analyses isotopiques de plutonium étant maintenant devenues courantes, on peut s'attaquer à la fabrication de standards de cet élément. Les échantillons nécessaires sont disponibles. Une étude théorique et expérimentale des erreurs a été faite dans la méthode d'analyse par dilution isotopique, de sorte que l'on peut effectuer des mesures quantitatives précises de très faibles quantités d'un élément solide (10^{-6} g et moins). Enfin, une coopération avec des centres étrangers à la Communauté a été entamée pour l'intercomparaison d'échantillons d'eau lourde.

III. Comptage absolu de radio-isotopes

Des progrès ont été réalisés dans le comptage alpha à l'aide de compteurs à faible géométrie, ainsi que dans la standardisation du cobalt 58. La méthode du scintillateur liquide a été appliquée au césium 137 avec une précision de quelques dixièmes pour cent. L'étude systématique de facteurs qui influencent la précision des comptages absolus a été poursuivie. La source étalon de neutrons du BCMN a été comparée à la source étalon du Canada.

Une mesure précise de la section efficace du cobalt 59 pour les neutrons thermiques est en cours.

Le BCMN a continué à participer aux intercomparaisons internationales de comptages absolus d'isotopes radio-actifs. Il a poursuivi l'étude précise de constantes nucléaires importantes en relation avec la précision des comptages, tels le schéma de désintégration de l'américium 241 et les mesures de coefficients de conversion et de rapports L/K.

IV. Laboratoire de préparation d'échantillons

La mesure des constantes nucléaires n'est possible qu'à la condition de disposer d'échantillons exactement définis. De ceux-ci le laboratoire a déterminé et préparé plus de deux mille, destinés à des centres nationaux (Karlsruhe, Mol, Saclay et Aldermaston), des établissements du Centre commun (Ispra, Geel), et des universités de la Communauté.

Ces échantillons sont très différents tant à cause du matériel de base employé (par exemple, des isotopes d'uranium, de plutonium, de bore, de lithium, de carbone, etc.), que de la forme qui leur est donnée (plaques, cylindres, solutions, etc.), des spécifications exigées (par exemple, la pureté chimique et isotopique, l'homogénéité, la précision de la masse totale, etc.). Chaque demande exige donc des mises au point différentes pour la fabrication, les

analyses chimique et isotopique et les définitions métrologiques. Les moyens actuellement limités — surtout en personnel — du BCMN ne permettent pas de livrer ces échantillons dans les délais demandés et souhaitables. Aussi le programme de développement est-il limité à l'amélioration des méthodes de fabrication existantes (évaporation sous vide, électrovaporisation, électrolyse, électrophorèse, laminage, etc.).

Dans une réunion tenue à Geel, le BCMN a échangé son expérience technique en matière de préparation d'échantillons avec des experts américains et anglais.

V. Contacts avec les organismes nationaux et internationaux

On a continué d'entretenir des contacts avec les bureaux de standards de la Communauté et d'ailleurs, ainsi qu'avec des centres nucléaires. Il en est résulté des échanges d'échantillons et la coordination des activités de plusieurs secteurs.

Le BCMN reste en relation avec le Bureau international des Poids et Mesures et participe notamment aux travaux de son Comité consultatif des rayonnements ionisants.

Le Comité des constantes nucléaires d'Euratom a été élargi et comprend maintenant également des physiciens de réacteurs. Cet élargissement a été effectué en rapport avec la création d'un Comité américano-européen de la physique de réacteurs (EARPC). Des discussions fructueuses ont été ainsi organisées entre spécialistes des mesures et spécialistes des réacteurs. Le même Comité continue à coordonner les programmes de mesures dans la Communauté et à préparer les travaux du Comité américano-européen des constantes nucléaires. Il prépare également les réunions de l'EARPC.

L'EANDC a maintenant obtenu la mise en route de programmes importants d'irradiation du plutonium 239, suivie de la séparation électromagnétique en vue de la production, en grande quantité et en qualité très pure, d'isotopes supérieurs de ce métal. Signalons aussi qu'il s'est préoccupé de la compilation et de l'évaluation critique de la masse toujours croissante des données neutroniques disponibles.

Un observateur d'Euratom a participé à des réunions d'un groupe de travail, créé par l'Agence internationale de l'Energie atomique à Vienne, dans le but d'établir un comité mondial de constantes nucléaires.

Cette activité générale du Centre d'Ispira concerne aussi bien le domaine de la physique des neutrons et des rayonnements, que ceux du calcul des réacteurs et de leur blindage.

I. Le réacteur source SORA

Tout établissement de recherches nucléaires a besoin d'une source de neutrons à la fois intense et souple. Aussi le Département Physique des Réacteurs a-t-il conçu, pour Ispira, le projet du réacteur source SORA à neutrons rapides (SOURCE RAPIDE), ces derniers pouvant être, à volonté, ralentis et transformés en neutrons thermiques, et la machine pouvant fonctionner en régime continu ou pulsé.

La masse critique a été calculée pour des compositions différentes du cœur, et la réactivité du système de pulsation étudiée avec une géométrie sphérique ou cylindrique. La partie active de ce cœur doit être refroidie par métal liquide, et le réflecteur par l'hélium. La puissance moyenne doit atteindre 250 kWth, et la fréquence d'impulsion, 100 cycles/seconde, avec une largeur d'impulsion de 50/us. Les expériences de physique neutronique utilisant la technique du temps de vol pourront être ainsi assurées dans une région comprise entre 10^{-3} (1/1 000) et 20 000 eV.

II. La physique des neutrons

L'interaction des neutrons avec la matière est non seulement indispensable pour le développement des réacteurs de puissance, mais constitue encore un des points fondamentaux de la physique d'aujourd'hui. Or, les lois de cette interaction ne sont encore connues que très partiellement, les données physiques de base n'étant pas toujours, de leur côté, obtenues avec une exactitude suffisante. C'est pourquoi un programme théorique et expérimental a été dressé et entrepris en physique neutronique.

Avec le réacteur ISPRA 1, on a pu ainsi mesurer la diffusion inélastique des neutrons lents sur différentes substances, et procéder à des expériences sur un faisceau de neutrons polarisés de haute intensité; on a évalué la section

efficace totale des liquides organiques et obtenu des valeurs de l'intégrale effective de résonance pour des éléments de combustible en métal. Avec le réacteur AQUILON de Saclay, on a aussi déterminé la structure fine du flux thermique dans un faisceau d'éléments du type ECO.

D'autre part, se tournant vers l'aspect théorique de l'interaction neutrons-matière, Ispra en a analysé des modèles de dispersion; les modes de calcul des sections effectives ont été perfectionnés ou précisés; les méthodes donnant la solution des problèmes de transport stationnaires et non stationnaires ont été développées; enfin, des procédés de calcul, valables pour quelques types de réacteurs, ont été mis au point.

III. Le blindage et la sécurité des réacteurs

Dans ce domaine, Ispra a exercé son activité suivant trois directions : calcul de projets de blindage pour divers réacteurs, dont SORA; mise au point de nouvelles méthodes de calcul permettant d'évaluer plus exactement les doses de rayonnement; enfin, étude expérimentale de la propagation des neutrons. L'accélérateur de l'Institut de Physique de Padoue a été mis à contribution pour cette dernière étude.

En ce qui regarde plus particulièrement la sécurité, les services ont établi, pour la centrale du Garigliano, des modes de calcul applicables aux réacteurs à eau bouillante; par ailleurs, la conception d'un réacteur d'excursion a fait l'objet de quelques études.

Les mêmes préoccupations de sécurité ont inspiré au Service de Technologie certaines recherches sur les variations de pression rapides dans des cuves.

IV. Les cycles de combustible

Les recherches récemment entreprises à ce sujet à Ispra doivent mettre Euratom en mesure de conseiller d'autres établissements nucléaires en matière de coût de combustible. Ces recherches concernent surtout l'influence du plutonium sur l'équilibre neutronique; elles font l'objet d'un travail théorique qu'appuiera un programme expérimental conduit au moyen du réacteur ECO. Ispra a aussi commencé l'analyse des cycles de combustible en essayant les divers codes de « burn-up » pour les adapter aux calculatrices.

La structure et les installations du Centre de traitement de l'information scientifique (CETIS) sont conçues essentiellement pour répondre aux besoins d'Euratom et des autres institutions. Toutefois, ces installations sont également mises dans une proportion croissante à la disposition d'autres utilisateurs (universités, centres de recherches nationaux, etc.) dans la Communauté ou ailleurs. Les activités du CETIS comprennent :

- le calcul tant analogique que digital. Le Centre de calcul effectue les travaux demandés par l'Euratom et d'autres organismes scientifiques dans la Communauté ou ailleurs et se charge en outre de recherches en mathématiques aussi bien qu'en matière de systèmes de programmation;
- le traitement des informations non numériques, notamment par l'application des grandes calculatrices électroniques à la documentation.

Les travaux exécutés à Ispra sont d'ailleurs complétés par des contrats de recherches dans plusieurs domaines.

I. Activités de calcul

Les calculatrices numériques ont été l'objet de demandes sans cesse croissantes. Elles ont fonctionné régulièrement, en 1963, à raison de deux postes chaque jour (voir tableau I ci-après) — ce qui, étant donné le nombre limité d'opérateurs, n'a pas été sans causer quelques difficultés.

Au contraire, les machines analogiques sont restées quelque peu en-deçà de leur capacité maximum de travail. Il est vrai que ce fait est dû, en partie, à l'utilisation du code APACHE, qui permet de réduire la durée d'occupation de la machine à moins de la moitié de celle que nécessiterait la méthode classique qui, elle, est d'usage courant dans les plus grands centres scientifiques et industriels d'Europe et d'Amérique.

Le tableau II ci-après montre le taux d'utilisation des différentes machines selon le travail effectué.

Le CETIS a poursuivi la mise au point de codes nucléaires, et a distribué aux utilisateurs un manuel pour en expliquer l'emploi. Il a préparé plusieurs nouveaux codes qui seront mis, avec ceux déjà établis, à la disposition de

la programmothèque européenne des codes nucléaires que l'Agence européenne de l'Energie nucléaire de l'OCDE a récemment décidé d'installer à Ispra, en raison de l'expérience acquise dans ce domaine par l'équipe du CETIS.

L'activité de calcul du Centre a consisté aussi en un travail d'analyse et de programmation, demandé par les services d'Euratom et par l'Office statistique des Communautés européennes.

Tableau 1

**UTILISATION DES MACHINES A CALCULER
PAR NATURE DES TRAVAUX (au pourcentage)**

janvier-décembre 1963

A. — Travaux en « CLOSED SHOP » ⁽¹⁾	7090	1401/1	1401/2	231R/1	231R/2	231R/3
1) <i>Gestion et entretien des machines</i> (« input-output », éducation, mise en route, démonstrations, « engineering changes », entretien, etc.)	16,17	56,20	22,83	22,92	15,70	10,92
2) <i>Gestion de la Programmothèque et essais des systèmes de programmation</i>	7,05	4,02	2,97	—	—	—
3) <i>Service de calcul</i>						
a) pour les services scientifiques d'Euratom et contrats Euratom	10,59	2,49	0,77	26,85	61,90	79,65
b) pour l'Office statistique des Communautés européennes	11,16	8,28	10,09	—	—	—
c) pour les services généraux du Centre d'Ispra	0,69	2,96	27,33	—	—	—
d) pour les services généraux d'Euratom à Bruxelles (période octobre-novembre)	—	—	4,39	—	—	—
4) <i>Recherches propres</i>						
a) documentation et traduction automatique	2,90	4,33	26,40	—	—	—
b) autres recherches (projet APACHE, « System Programming », rech. analyse numérique, élaboration de codes nucléaires, statistiques mathématiques, recherches spéciales en technique analogique)	13,28	7,08	5,49	50,23	22,40	9,43

(1) On entend par « CLOSED SHOP » les travaux de calcul effectués par le CETIS pour la solution de problèmes qui lui sont posés par les tiers, ou dans le cadre de recherches propres relevant de son programme. Ces derniers travaux sont groupés dans le point 4.

B. — Travaux en « OPEN SHOP » ⁽¹⁾	7090	1401/1	1401/2	231R/1	231R/2	231R/3
1) <i>Travaux pour le compte d'Euratom</i>						
a) Département Physique des Réacteurs (utilisation codes de « library »)	9,92	2,63	0,07	—	—	—
Département Physique des Réacteurs (autres problèmes)	12,07	1,78	0,26	—	—	—
b) Département Chimie, Département « Engineering », etc.	1,29	0,37	0,01	—	—	—
c) ORGEL	1,29	1,15	0,41	—	—	—
2) <i>Travaux pour autrui</i> (Universités, Centres de Recherches nucléaires, Instituts scientifiques, contractants Euratom, etc.)	13,51	8,50	2,23	—	—	—

(1) On entend par « OPEN SHOP » les travaux de calcul effectués en autonomie par les tiers, le CETIS fournissant seulement à ceux-ci du temps-calcul plus l'opération des ordinateurs. Environ 50 % de ces travaux portent uniquement sur l'utilisation des codes standard.

Tableau 2

TYPES DE MACHINES

Temps total utilisé en heures
(période 1^{er} janvier - 30 novembre)

ARITHMÉTIQUES				ANALOGIQUES		
7090	1401/1	1401/2	1620	231R/1	231R/2	231R/3
3 742	3 274	2 055	770	710	918	1 085

Au point de vue technique, ajoutons que les machines analogiques ont reçu un panneau optique d'affichage semi-automatique conçu et breveté par CETIS, et que le traitement analogique de la dynamique de SORA a été complété par un système de calcul répétitif.

II. Information non numérique

Dans ce secteur, le plus gros de l'effort a été accompli à la demande du Centre d'information et de documentation (CID) de la Commission, et pour le compte du Bureau de terminologie de la Communauté économique européenne. Ces efforts ont consisté dans l'étude et la programmation d'un ensemble de recherches documentaires (« information retrieval ») sur ordinateur 1401.

En outre, le CETIS s'est attaché à l'amélioration et à une meilleure exploitation du programme de traduction automatique russe-anglais de Georgetown, en collaboration avec l'équipe de cette université, qui y travaille dans le cadre d'un contrat de recherches.

I. Physique de l'état solide

A Ispra, les recherches sur les propriétés physiques du monocarbure d'uranium ont été poursuivies. Des mesures effectuées avec du courant continu, depuis la température de l'azote liquide jusqu'à la température ambiante, ont fait apparaître une variation linéaire de la résistivité électrique, variation typique dans le cas d'un solide métallique. D'autre part, des mesures de réflectivité ont montré que la conductivité et la polarisabilité aux fréquences optiques suivent des variations analogues à celles de l'uranium métallique. La structure électronique du carbure semble donc voisine de celle de l'uranium métallique, la liaison U-C ayant toutefois pour effet de modifier la densité électronique en ce sens qu'il y a déplacement des niveaux les plus élevés des bandes de valence vers les niveaux vides de la bande de conduction.

Des mesures de conductivité ionique dans des solides polaires ont été poursuivies en vue d'obtenir des informations sur les défauts introduits dans les réseaux par des déformations mécaniques. On a pu constater que les énergies d'activation pour la migration des défauts excédentaires, provoqués par le fluage plastique, sont faibles et il semble que ce soient les « interstitiels » plutôt que les lacunes qui contribuent, pendant la déformation plastique, à l'augmentation sensible de la conductivité.

Des rayons X de diverses intensités, diffractés par des cristaux épais de silicium et de germanium sous irradiation alpha et par des cristaux de silicium additionnés de bore, ont été mesurés. L'irradiation n'a eu aucun effet sur la transmission anormale des rayons X. Par contre, on a pu observer une augmentation sensible des intensités réfléchies par la surface des cristaux irradiés ou diffractés à travers des cristaux de silicium minces. Le nombre des atomes déplacés par le choc élastique des particules a été calculé. Une étude semi-classique du phénomène d'absorption photo-électrique, en fonction de l'angle de diffusion et de la longueur d'onde, a été effectuée sur le silicium, le zinc et le germanium pour des fréquences de rayons X éloignées des fréquences caractéristiques de l'atome. La dépendance angulaire du coefficient d'absorption s'est avérée de loin inférieure à celle calculée à l'aide de la formule classique de l'oscillateur harmonique amorti.

II. Résonance magnétique

Une étude approfondie des solutions de radicaux libres a été entreprise à Ispra, par recours à la relaxation magnétique protonique. Les temps de relaxation « spin-réseau » et « spin-spin » des protons dans un solvant (benzène et toluène) ont été mesurés à l'aide de la technique des échos de spin. Des informations ont pu être recueillies sur le noyau — interaction des radicaux libres — à partir de la dépendance thermique des temps respectifs de relaxation et on a pu conclure du rapport des temps de relaxation que le mécanisme de relaxation était essentiellement régi par l'interaction dipole-dipole. De la dépendance fréquentielle du temps de relaxation « spin-réseau », on a pu conclure, pour le cas d'un radical organique dissous dans du toluène, que la relaxation n'était pas régie par un seul et unique temps de corrélation.

III. Conversion directe

L'étude des méthodes de conversion directe de la chaleur d'origine nucléaire en électricité a été poursuivie, dans les limites permises par les moyens prévus pour cette activité.

A Ispra, deux essais d'irradiation de convertisseurs thermo-ioniques à chauffage nucléaire ont pu être réalisés. Les deux cellules ont fonctionné avec un émetteur d'électrons en molybdène chauffé par le rayonnement d'un mélange de carbure d'uranium hautement enrichi et de carbure de zirconium. Dans l'un des essais, quelque 40 We ont été obtenus pendant une durée de deux jours, avec un rendement thermique de plus de 10 %. Des mesures du travail de sortie d'électrons, sous l'influence des atomes absorbés sur la surface de sortie, ont également été réalisées.

Dans le domaine des générateurs magnéto-hydrodynamiques, des études sous contrat ont permis de mesurer l'augmentation de la conductibilité thermique d'un mélange d'argon et de potassium sous l'effet de l'échauffement (1 500° Kelvin), et de constater que cette augmentation est due à un surchauffage provoqué par des ondes de choc. Un tube à choc utilisant l'hélium comme gaz poussant a été construit et les premières mesures de la vitesse de l'onde de choc ont été effectuées.

IV. Phénomènes nucléaires de basse énergie

La Commission avait signé, en 1960, un contrat d'association avec le Comitato nazionale per l'Energia nucleare (CNEN), pour l'étude des phénomènes nucléaires de basse énergie. Les travaux de ce contrat qui, on le sait, sont

répartis entre les groupes affiliés à l'Istituto nazionale Fisica nucleare (INFN), ont été activement poursuivis.

Dans le secteur des réactions nucléaires, l'effet Ericson, purement théorique depuis sa découverte en 1960, a été observé expérimentalement pour la première fois, étudié et étendu. Des réactions produites par des protons, deutons et photons ont été étudiées, en même temps qu'a été exécuté un large programme de mesures de sections efficaces pour neutrons. En spectroscopie nucléaire, les chercheurs de l'INFN ont notamment étudié les configurations de noyaux, mesuré la « bremsstrahlung » interne et les corrélations angulaires et procédé à des expériences sur l'effet Compton intérieur. Des recherches ont été entreprises sur la diffusion inélastique des neutrons sur l'hélium; des expériences, effectuées avec le réacteur ISPRA 1, ont permis de reculer la limite jusqu'à laquelle on peut affirmer que la parité, dans les interactions fortes, reste conservée.

Il va sans dire que le but essentiel de ce contrat consiste en la recherche de connaissances nouvelles sur la physique nucléaire des basses énergies. Mais en l'espèce, une des raisons de l'action d'Euratom consistait dans le fait qu'elle permettait de consolider et de coordonner entre eux les efforts de plusieurs groupes de chercheurs d'une valeur confirmée, mais qui n'avaient pu, du fait des faibles moyens dont ils disposaient, agir avec toute l'efficacité souhaitée. Au bout de trois années de travail en commun, on peut affirmer que l'expérience tentée par la Commission a été concluante et qu'elle a contribué à donner un nouvel essor aux recherches italiennes en physique nucléaire des basses énergies.

C'est en considération de cette atmosphère générale et des résultats obtenus que la Commission a décidé, en 1963, de renouveler cette association en faisant, du nouveau programme, le prolongement et l'extension de l'ancien.



EXÉCUTION DES CONTRATS DE PARTICIPATION AUX RÉACTEURS DE PUISSANCE

I. Centrale du Garigliano de la SENN

1. Avancement des travaux et mise en service de la centrale

Pendant la période allant du 1^{er} janvier au 5 juin 1963, les travaux de montage ont été achevés et les essais préalables à la mise en service ont été exécutés. Par ailleurs, de février à avril 1963, les éléments de combustible de la première charge ont été transportés par air et par route de San José, en Californie, jusqu'au site.

Le 5 juin 1963, la première divergence a été atteinte avec sept éléments dans les canaux de Zircaloy.

Les premiers essais en puissance se sont régulièrement déroulés jusqu'au 30 juillet 1963, lorsqu'un défaut grave s'est produit sur l'enroulement du stator de l'alternateur de 200 MVA. A la suite de cet incident, les essais en puissance ont dû être interrompus et la période d'attente nécessaire pour la réparation de l'alternateur a été employée à une révision générale de l'installation.

A la mi-novembre 1963, on a pu reprendre les essais en puissance, sans toutefois pouvoir utiliser le groupe turbo-alternateur; ainsi, le 23 novembre, le réacteur a pu atteindre sa pleine puissance en fonctionnant sur un circuit simple de vapeur, sans préchauffage de l'eau d'alimentation.

Le dernier mois de l'année a pu être utilisé pour une brève période de fonctionnement à pleine puissance, destinée à permettre le « gamma scanning » des éléments de combustible et pour la préparation des essais combinés en puissance en utilisant le groupe turbo-alternateur.

Le 23 janvier 1964, la centrale a fourni au réseau, pour la première fois, du courant électrique d'origine nucléaire.

2. Exécution du contrat

a. Détachement du personnel

Pendant l'année 1963, le personnel détaché auprès de l'installation a été le suivant :

	Total 1963	Mois/ homme 1963	Chiffre moyen de présence
Agents Euratom :			
a. détachés à titre permanent	3	36	3
b. détachés provisoirement	3	4,5	0,4
Ingénieurs détachés par des entreprises ou des organismes de pays de la Commu- nauté	26	63	5,2
Stagiaires	4	5	0,4
Total	36	108,5	9

Les 26 ingénieurs détachés par des entreprises ou des organisations de la Communauté provenaient des Etats membres suivants :

Belgique	1
Allemagne	5
France	13
Italie	5
Pays-Bas	2

Les stagiaires provenaient d'Allemagne : 1 et de France : 3.

b. *Acquisition des connaissances*

A la suite des détachements et stages, 46 communications, rapports ou études ont été rédigés en 1963.

II. Centrale de Latina de la SIMEA

1. *Avancement des travaux et mise en service de la centrale*

Après la première divergence atteinte le 27.12.1962, les essais et mesures sur le réacteur à très faible puissance, sous air, ont occupé quatre mois. La montée en puissance a débuté en avril et le premier kilowattheure d'origine nucléaire a été émis sur le réseau le 12 mai. Au début d'août, le niveau de puissance atteint était égal à 80 % de la puissance nominale, mais la centrale devait être bientôt arrêtée à la suite d'incidents sur les soufflantes de circulation du fluide de refroidissement. Après un arrêt de deux mois et demi, le fonctionnement en puissance reprenait le 3.11.1963, mais à charge partielle en raison de difficultés mécaniques sur les groupes turbo-alternateurs.

La pleine puissance (200 MW) fut atteinte le 16 décembre pour la première fois. La centrale de Latina a fourni au réseau, en 1963, 293 500 000 kWh. Depuis le début de 1964, elle fonctionne à pleine puissance.

2. Exécution du contrat

a. Détachement du personnel

Pendant l'année 1963, le personnel détaché auprès de l'installation a été le suivant :

	Total 1963	Mois/ homme 1963	Chiffre moyen de présence
Agents Euratom: a. détachés à titre permanent b. détachés provisoirement	1 6	12 5	1 0,4
Ingénieurs détachés par des entreprises ou des organismes de pays de la Communauté	31	30	2,5
Stagiaires	2	2	0,2
Total	40	49	4,1

Les 31 ingénieurs détachés par des entreprises ou des organisations de la Communauté provenaient des Etats membres suivants :

Allemagne	4
France	23
Italie	4

Les 2 stagiaires provenaient de France.

b. Acquisition des connaissances

A la suite des détachements et stages, 55 communications, rapports ou études ont été rédigés en 1963.

III. Centrale de Chooz de la SENA

1. Avancement des travaux

Le contrat de génie civil a été conclu en janvier 1962, et c'est à peu près à la même époque que les travaux ont commencé sur le site. Ils ont débuté par l'aménagement de la rive droite de la Meuse. Le creusement des galeries

a été retardé, d'une part, par des glissements de terrain au-dessus de leur entrée, d'autre part, par la chute de blocs de pierre lors de l'excavation. Il s'est avéré nécessaire de bétonner l'entrée et d'étayer les galeries. Des boulons ont été placés dans la voûte des galeries et des cavernes afin de limiter les chutes de rocs. A l'heure actuelle, le creusement des galeries est terminé, celui des cavernes continue.

Les travaux concernant les bâtiments de commande, la salle des machines et les autres travaux à l'extérieur progressent normalement. L'installation des parties mécanique et électrique devrait commencer au milieu de 1964, afin de permettre la montée en puissance du réacteur pour la fin de 1966.

En avril 1963, la SENA a conclu avec le groupe de fournisseurs un avenant au contrat dans le but d'atteindre une puissance électrique nette de la centrale de 266 MWe. Le fournisseur s'est engagé à concevoir le premier cœur en tenant compte des développements techniques qui se produiraient jusqu'à la conclusion des travaux de construction.

2. Exécution du contrat

a. Détachement du personnel

Pendant l'année 1963, le personnel détaché auprès de l'installation a été le suivant :

	Total 1963	Mois/ homme 1963	Chiffre moyen de présence
Agents Euratom détachés à titre permanent	2	24	2

b. Acquisition des connaissances

A la suite de ces détachements, 13 communications ou rapports ont été rédigés en 1963.

IV. Centrale de Gundremmingen de la KRB

1. Avancement des travaux

La Société Kernkraftwerk RWE - Bayernwerk GmbH, constituée à 75 % par la Société RWE et à 25 % par le Bayernwerk, construit à Gundremmingen un réacteur à eau bouillante de 237 MWe net. Les fournisseurs sont respectivement l'Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft (AEG), International General Electric Operations Ltd. (IGEOSA) et Hochtief AG pour le génie civil.



Vue générale du réacteur de 237 MWe de la Kernkraftwerk Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk-Bayernwerk (KRB) actuellement en construction et dont la mise en service est prévue pour 1966.

Les trois contrats de fourniture de la centrale ont été signés en novembre 1962, soit un mois environ après le début des travaux sur le site. L'hiver rigoureux de 1962/63 a entraîné un retard sur la construction du bâtiment du réacteur d'environ six semaines, mais il est probable que ce retard pourra être compensé par des modifications du planning de construction. Les marchés pour le bâtiment étanche du réacteur, le caisson de pression, les pompes de circulation, les échangeurs et le transformateur principal ont été passés. Ces parties du réacteur sont actuellement en cours de fabrication.

La mise en service de la centrale est prévue pour la fin de 1966. Les travaux de génie civil et la fabrication du matériel se poursuivent normalement.

Le montage de l'enceinte de sécurité du réacteur est actuellement terminé et l'essai sous pression a commencé. Pendant l'année 1963 on proposait à la KRB, sur la base des résultats obtenus avec les éléments de combustible des réacteurs VBWR et DRESDEN, une modification du projet du cœur. Après une étude détaillée de variantes possibles, la solution prévoyant des éléments de combustible avec gainage en Zircaloy a été retenue. Ceci a entraîné la mise au point des questions techniques et financières soulevées par la modification introduite dans le projet du cœur.

2. Exécution du contrat

a. Détachement du personnel

Pendant l'année 1963, le personnel détaché auprès de l'installation a été le suivant :

	Total 1963	Mois/ homme 1963	Chiffre moyen de présence
Agents Euratom détachés à titre permanent	2	12	1

b. Acquisition des connaissances

A la suite de ces détachements, 2 rapports ont été rédigés en 1963.

V. Centrale de la SEP

1. Avancement des travaux

Le projet comporte trois étapes d'exécution. A la fin de chaque étape, il est décidé de l'opportunité de poursuivre des travaux.

La première étape, qui comporte l'étude du projet préliminaire, est déjà terminée. Pendant la seconde étape, qui est en cours d'exécution, il sera procédé à une étude détaillée de la centrale. La troisième étape sera celle de la construction de la centrale.

A la suite de la signature des contrats avec General Electric et Euratom, la SEP s'est attaquée à la solution des problèmes techniques à résoudre pendant la seconde étape. Ces problèmes concernent par exemple :

- le gainage des éléments de combustible,
- la cuve du réacteur,
- les dispositifs de séparation et de séchage de la vapeur,
- le dispositif de chargement et de déchargement,
- le blindage,
- la conception des bâtiments de la centrale.

A l'heure présente, une équipe d'ingénieurs de la SEP travaille à San José en Californie avec les ingénieurs de la General Electric à l'élaboration de la partie nucléaire de la centrale. Un autre lieu important d'activité est le siège de la SEP/KEMA à Arnhem, où est assurée la coordination des études et où sont établis les plans de la partie conventionnelle et de génie civil.

2. Exécution du contrat

a. Détachement du personnel

Pendant l'année 1963, le personnel détaché auprès de l'installation a été le suivant :

	Total 1963	Mois/ homme 1963	Chiffre moyen de présence
Agents Euratom détachés à titre permanent	1	6	0,5

b. Acquisition des connaissances

A la suite de ces détachements, 2 communications ou rapports ont été rédigés en 1963.

VI. Documentation transmise par les contractants

En contrepartie de la participation de la Commission, les contractants sont tenus de communiquer à celle-ci les informations recueillies pendant la durée du contrat sur la conception, la construction et l'exploitation de la centrale.

Ces informations sont fournies sous forme de documents et de rapports tels que :

- les plans de conception et de construction,
- les mesures d'exploitation et d'équipement,
- les rapports de sécurité,
- les données d'exploitation.

Les rapports portent sur les données techniques, économiques et de sécurité de la centrale. Certains rapports sont périodiques (annuels ou trimestriels), d'autres fournissent des données d'ensemble (fin des travaux, achèvement du contrat après quatre années d'exploitation). D'autres, enfin, visent des données particulières concernant, par exemple, les questions de protection sanitaire, le transport des éléments de combustible et les accidents et incidents d'exploitation.

Dans la pratique, les contractants ont donné régulièrement les rapports et documents prévus, dont des copies peuvent être remises aux industries et organismes de la Communauté, et qui peuvent être consultés au siège d'Euratom. Cela représente actuellement plus de 10 000 pages de texte et de plans. Ainsi, pendant 1963, la documentation reçue se résume comme suit :

Documentation reçue	SENN	SIMEA	SENA	KRB	SEP	TOTAL
Rapports initiaux	2	1	7	2	1	13
Rapports annuels	2	1	2	—	—	5
Rapports trimestriels	10	4	8	—	—	22
Rapports spéciaux	6	20	13	—	—	39
Rapports de sécurité	9	1	—	—	—	10
Plans, spécifications, etc.	11	9	2	—	3	25
Documents contractuels	8	1	5	3	2	19
Total	48	37	37	5	6	133

VII. Diffusion des connaissances

Les informations, fournies sous forme de documents et de rapports par les contractants ou recueillies sur place par des ingénieurs détachés, sont diffusées de deux façons différentes :

1. Diffusion des documents

Les documents à diffuser sont de trois types :

- *Rapports des ingénieurs de la Commission détachés*

Ces rapports sont portés à la connaissance d'environ 150 industries et organismes de la Communauté intéressés, au moyen de six correspondants nationaux;

— *Rapports des ingénieurs des entreprises*

— *Documentation des contractants*

La liste de ces rapports est diffusée par l'intermédiaire des correspondants nationaux. Les industries et organismes intéressés peuvent obtenir les microfilms de ces rapports sur simple demande, ou les consulter au siège de la Commission.

Pendant l'année 1963, la Commission a reçu des demandes de microfilms pour un total d'environ 20 000 pages correspondant aux nombres de rapports suivants :

Pays	Organ. Firmes	SENN	SIMEA	SENA	KRB	SEP	TOTAL
Belgique	2	12	—	—	—	—	12
Allemagne	4	53	15	18	1	—	87
France	—	—	—	—	—	—	—
Italie	9	86	111	14	—	—	211
Luxembourg	—	—	—	—	—	—	—
Pays-Bas	3	34	—	4	—	—	38
	18	185	126	36	1	—	348

Au cours de la même année, 184 personnes ont eu la possibilité de consulter les documents au siège d'Euratom, se répartissant ainsi :

Belgique : 29 organismes et firmes ont envoyé 48 personnes

Allemagne : 14 » » » 27 »

France : 24 » » » 59 »

Italie : 16 » » » 34 »

Pays-Bas : 14 » » » 16 »

Total : 97

184

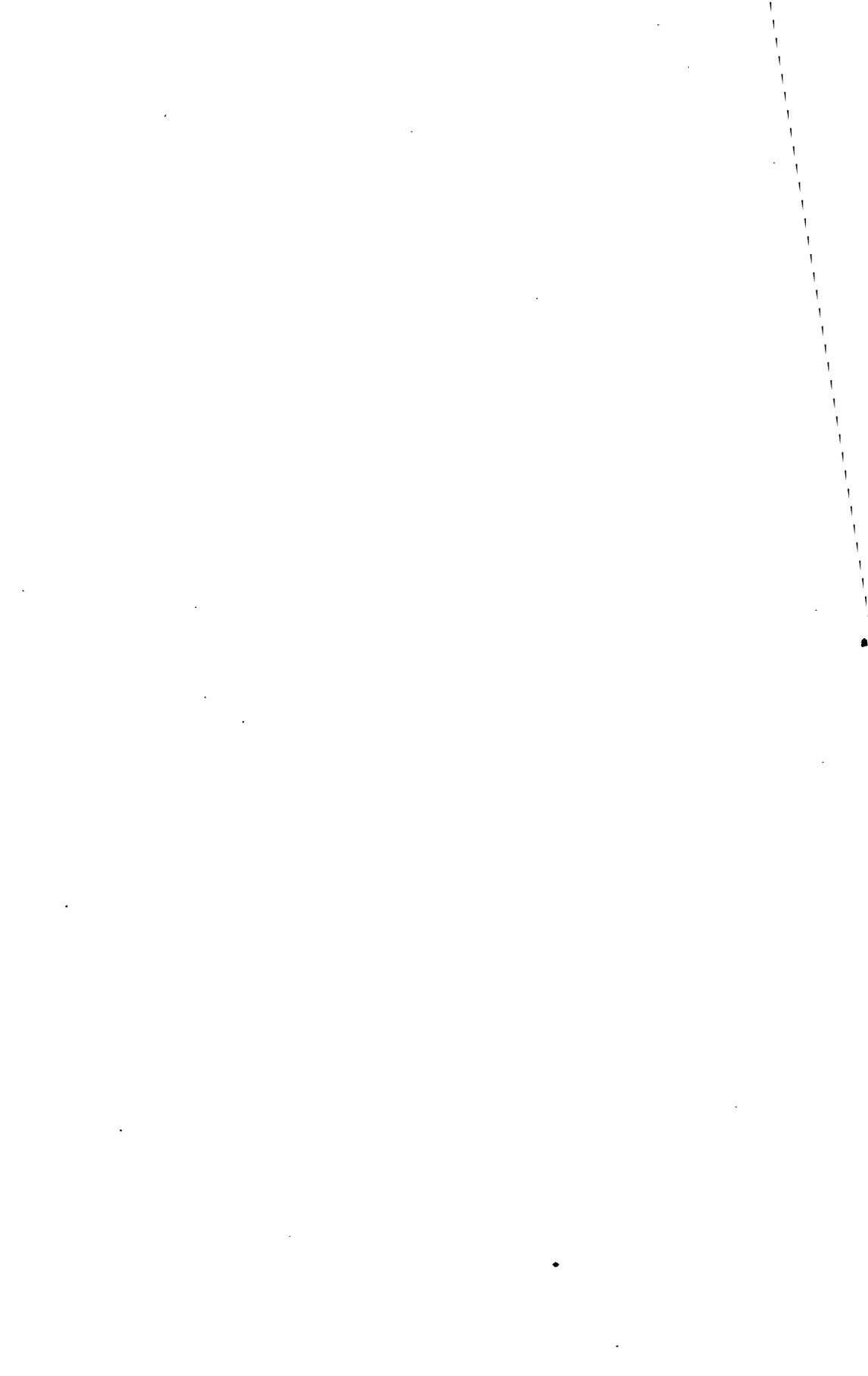
2. Réunions d'information

Au cours de l'année 1963 a eu lieu la troisième réunion d'information à laquelle ont participé 169 délégués de 104 organismes et entreprises des six pays de la Communauté. Le programme de travail des deux journées de réunion prévoyait l'examen des questions suivantes :

- l'exécution des contrats de participation,
- les travaux et les résultats des essais dans les trois centrales avec lesquelles des contrats avaient été signés jusqu'en 1962,

- la présentation des modalités des deux contrats conclus en 1963 (KRB et SEP).

Cette réunion a permis d'approfondir une série de problèmes techniques en liaison avec les essais de réception définitive de la SENN et de la SIMEA. Particulièrement importantes ont été les contributions des ingénieurs des entreprises et organismes de la Communauté détachés auprès des installations qui ont pu exposer en détail les études effectuées et illustrer leur participation active aux travaux de réalisation des différentes centrales.



**CONVENTIONS INTERNATIONALES
DANS LE DOMAINE DE LA
RESPONSABILITÉ CIVILE NUCLÉAIRE**

**I. Conventions relatives à la responsabilité
des dommages causés par des installations
nucléaires terrestres**

1. Comme l'indiquait le précédent rapport général, treize des seize Etats signataires de la Convention de Paris du 29 juillet 1960 sur la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire ont signé une convention complémentaire le 31 janvier 1963, soit près de quatre ans après l'ouverture des négociations sur la base d'un projet transmis par la Commission aux Etats membres de la Communauté. Ces deux conventions doivent donner à l'Europe occidentale un système unifié de responsabilité civile nucléaire et de couverture — faisant largement appel à la solidarité des Etats — des dommages d'origine nucléaire.

Il est apparu toutefois impossible d'engager immédiatement les procédures de ratification, en raison de la négociation dans le cadre de l'AIEA d'une convention mondiale relative à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires. Cette convention a été signée le 19 mai 1963, à l'issue d'une conférence diplomatique tenue à Vienne sous les auspices de l'AIEA, et à laquelle la Commission a participé en observateur. Parmi les Etats signataires ne figurent ni les Etats signataires de la Convention de Paris et de la Convention complémentaire, non plus que les Etats-Unis et l'U.R.S.S.

Pour permettre aux premiers de devenir parties à la Convention de Vienne, il est apparu nécessaire d'adapter à celle-ci le texte de la Convention de Paris, ce qui a aussi entraîné la nécessité d'apporter des modifications de détail à la Convention complémentaire. Les conventions « européennes » étant, on l'a vu, déjà signées, les modifications nécessaires sont introduites dans deux protocoles additionnels, lesquels ne concernent d'ailleurs que des points de caractère technique, la Convention de Vienne reposant sur les mêmes principes que celle de Paris.

Les Etats signataires et en particulier les Etats membres sont résolus à ratifier prochainement la Convention de Paris et la Convention complémentaire, compte tenu d'une part des perspectives de ratification de la Convention de Vienne, d'autre part de ce qu'elle ne prévoit pas de système d'allo-

cation de fonds publics pour la réparation des dommages dépassant les montants assurés. Mais la Commission tient à souligner l'intérêt de voir s'instaurer un régime mondial en matière de responsabilité civile nucléaire. Il y a là un facteur important de développement de l'énergie nucléaire et en particulier de l'essor des exportations de l'industrie atomique européenne.

2. L'entrée en vigueur de la Convention de Paris et de la Convention complémentaire pouvant être considérée comme prochaine, la Commission porte dès maintenant son attention sur les problèmes que pose leur application. Certains Etats membres ont déjà adopté des lois nationales, mettant ainsi en vigueur unilatéralement des règles étroitement inspirées des conventions internationales en préparation. Les autres préparent des projets de lois d'application. En effet, sur de nombreux points les conventions laissent la décision aux législateurs nationaux ou établissent des règles auxquelles ils ont la faculté de déroger.

Une large harmonie est souhaitable entre les lois nationales si l'on veut donner le maximum de portée pratique aux avantages pour l'industrie d'un régime unifié dans l'ensemble de l'Europe occidentale. Il est des points sur lesquels des divergences sensibles entre ces lois risquent d'entraîner des disparités de pays à pays dans le poids et dans la répartition des charges découlant de la responsabilité civile. Outre qu'elles feraient obstacle à l'égalisation des conditions d'exploitation de l'industrie nucléaire, de telles disparités pourraient constituer des entraves à la conclusion des contrats d'assurances relatifs au risque nucléaire que les Etats membres ont obligation de faciliter, aux termes de l'article 98 du Traité. La Commission examine actuellement la question de l'harmonisation des mesures d'application de la Convention de Paris et de la Convention complémentaire.

II. Convention de Bruxelles du 25 mai 1962 sur la responsabilité des exploitants de navires nucléaires

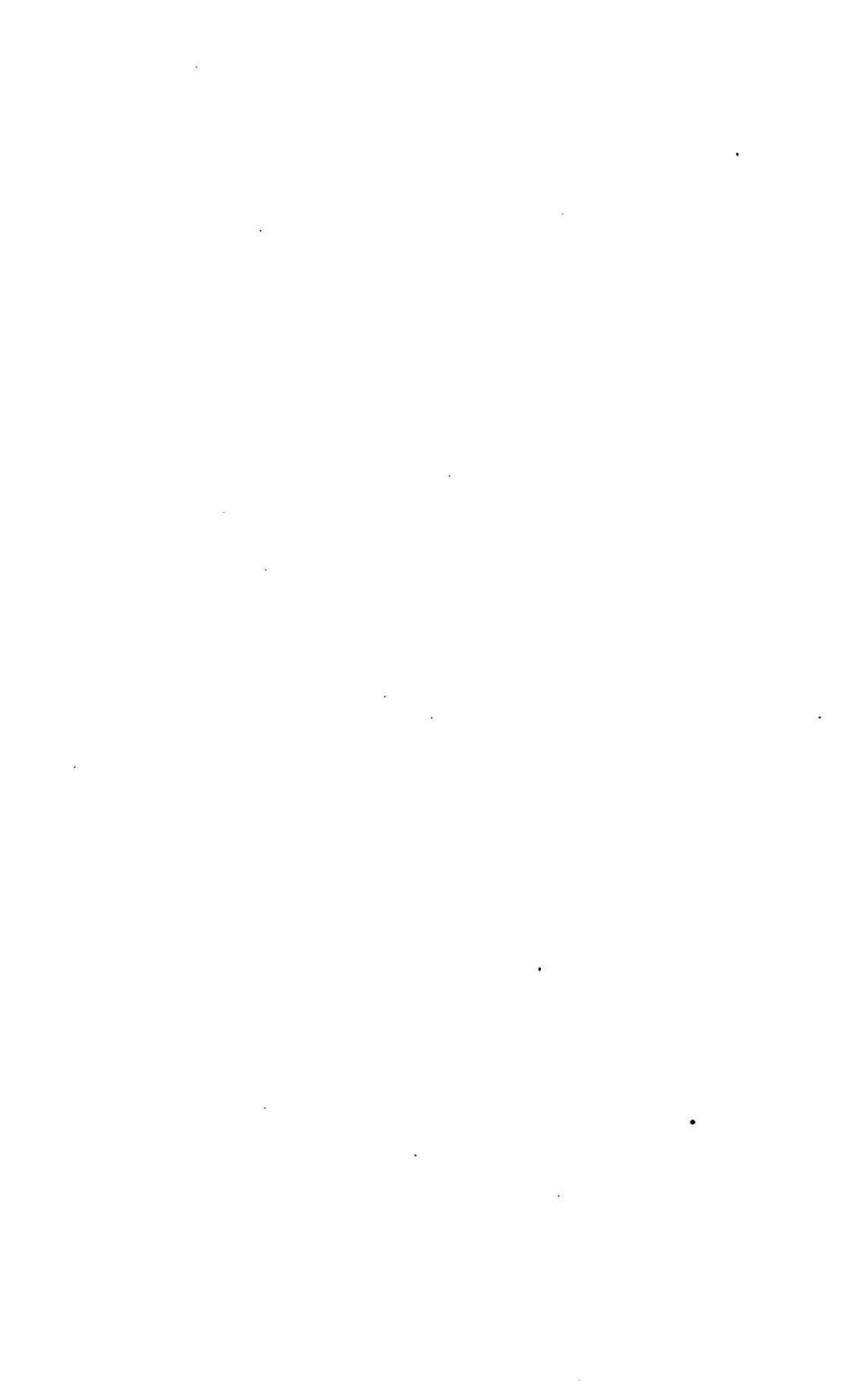
Un certain nombre d'Etats, extra-européens pour la plupart, ont déclaré ne se rallier qu'à titre provisoire à diverses règles de cette convention qui applique dans le domaine maritime des solutions tirées des principes de la Convention de Paris. Aussi, après avoir adopté la convention — aucune puissance maritime nucléaire ne figure parmi les signataires — la conférence diplomatique de droit maritime de Bruxelles a-t-elle créé un comité d'experts chargé d'examiner les problèmes que poseraient :

- l'institution d'une instance internationale seule compétente en matière de litiges nés de la convention,

- la création d'un mécanisme international de solidarité financière pour la couverture de la responsabilité des exploitants de navires nucléaires, responsabilité fixée à 100 millions de dollars et que les Etats dont émane la licence d'exploitation du navire mis en cause dans un accident nucléaire sont tenus de couvrir au-delà du montant garanti sur une base privée,
- l'adhésion à la convention d'organisations intergouvernementales en qualité d'autorités habilitées, comme les Etats, à délivrer des licences d'exploitation de navires nucléaires sous leur pavillon.

La convention complémentaire à la Convention de Paris a exercé une influence sensible sur les discussions du Comité relatives au deuxième point. La Commission a participé en observateur aux travaux de ce comité qui doit faire rapport au gouvernement belge pour le 25 mai 1964.

Faute de régime international applicable, c'est par voie d'accords bilatéraux ad hoc que les Etats-Unis s'emploient à trouver la solution des problèmes de responsabilité civile et de couverture que posera la venue de leur cargo mixte à propulsion nucléaire, le « Savannah » dans les ports de divers pays parmi lesquels plusieurs Etats membres.



**PROBLÈMES PRATIQUES
D'ASSURANCE DES RISQUES
NUCLÉAIRES**

Conformément à la mission que donne à la Communauté l'article 98 du Traité de faciliter la conclusion des contrats d'assurance, la Commission s'est penchée, comme les années précédentes, sur les problèmes pratiques que pose la couverture des risques nucléaires par le marché de l'assurance. Ces travaux ont été menés au sein d'un groupe d'experts d'assurance créé à la fin de 1961.

I. Assurance des installations nucléaires terrestres

En vue aussi bien de définir une politique de couverture des risques nucléaires afférents aux installations du Centre commun de Recherches que de dégager des solutions en ce qui concerne la couverture des risques nucléaires dans l'ensemble de la Communauté, la Commission s'emploie avec la coopération des assureurs nucléaires à développer son information sur le marché de l'assurance. Actuellement dans la Communauté, comme à l'extérieur, ce marché se caractérise par une extrême étroitesse due essentiellement au nombre limité d'installations nucléaires et au fait qu'une partie seulement des exploitants recourent à l'assurance. Dans tous les Etats membres, sauf en Allemagne fédérale, les organismes publics de recherches atomiques s'assurent en responsabilité civile. Il en va différemment aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne. Toutefois, les exploitants de réacteurs de puissance de tous ces pays s'assurent généralement en responsabilité civile. Quant aux installations elles-mêmes, ce n'est guère qu'en Italie et aux Pays-Bas qu'elles sont assurées pour les dégâts matériels. Le marché de ce risque est donc encore plus étroit que celui de l'assurance responsabilité civile.

La Commission a entrepris à la lumière de ces constatations et sur la base d'une analyse comparative des polices des pools d'assurance nucléaire de la Communauté faite en exécution d'un contrat d'étude, un examen systématique des problèmes d'assurance des installations nucléaires fixes. Ces problèmes sont liés à l'état de développement du marché de ces assurances, au défaut d'expérience suffisamment longue du risque et à la charge que repré-

sente la couverture par assurance des risques nucléaires, particulièrement dans le contexte des données économiques actuelles de la production de l'énergie nucléaire.

II. Assurance des risques liés à l'utilisation des radio-isotopes

Il s'agit de risques déjà largement répandus et qui sont appelés à apparaître peu à peu dans la plupart des secteurs d'activité, en raison de l'essor des utilisations des radio-isotopes dans l'industrie, dans l'agriculture, aussi bien que dans la recherche scientifique ou en médecine. Une couverture adéquate de ces risques, à savoir non seulement les dommages au personnel et aux biens de l'assuré causés par les radio-isotopes qu'il utilise, mais aussi les dommages éventuellement causés aux tiers, est une condition importante de cet essor.

Le danger résultant de l'utilisation des radio-isotopes apparaît limité, toute possibilité de réaction de fission en chaîne étant exclue. Aussi la Convention de Paris ne s'applique-t-elle pas à la responsabilité des dommages causés aux tiers dans l'utilisation des radio-isotopes. Etant donné l'ampleur limitée des risques, leur assurance ne soulève pas de problème grave de couverture et relève dans tous les Etats membres, à l'exception de la France, du marché ordinaire, c'est-à-dire des compagnies agissant séparément avec l'assistance, toutefois, sauf dans un Etat membre, d'une commission consultative d'experts, ce qui, avec le recours à la réassurance, conduit à une harmonisation des pratiques dans les divers pays. Les risques radio-isotopes se présentent comme une aggravation d'un risque classique en général déjà assuré, étant à souligner que l'utilisation de radio-isotopes contribue dans certains cas à améliorer la sécurité de l'établissement qui les emploie. Les risques radio-isotopes ne sont pas assez bien connus pour être inclus dans les polices classiques existantes. Une telle inclusion, qui est souhaitable dans un but de simplification, ne peut être envisagée qu'après l'acquisition d'une longue expérience portant sur un grand nombre de cas. La recherche du maximum de simplicité dans les formalités demandées à l'assuré a été le souci dominant du groupe qui a, sur divers points, consulté des utilisateurs de radio-isotopes. C'est dans cet esprit qu'a été mis au point pour la responsabilité civile des transports de radio-isotopes un modèle de police couvrant une série de transports effectués au cours d'une période donnée. Cette police couvre toute personne pouvant être responsable de dommages causés au tiers par ces transports. Cette canalisation spontanée des obligations de réparation sur une seule personne est de nature à entraîner des économies sensibles pour les assurés.

III. Assurance du transport de combustibles nucléaires

L'attention doit être attirée sur l'importance que revêt l'appel d'offres lancé en février 1963 pour le transport de combustibles irradiés déchargés de divers réacteurs de recherche exploités dans la Communauté. Les transporteurs qui y ont répondu ont transmis des propositions d'assurance émanant des pools d'assurance nucléaire de la Communauté, ainsi que des assureurs britanniques. L'expérience acquise concernant les risques que comportent ces transports et leur assurance sera d'un grand intérêt pour les transporteurs comme pour les assureurs.

Le portefeuille des brevets de la Communauté s'est accru avec régularité. S'ajoutant à la définition par la Commission, en 1961, d'un régime des brevets dans les contrats de recherches, deux nouvelles déclarations de la Commission ont été faites au Conseil : l'une a trait au régime des connaissances non brevetables, l'autre à celui des « brevets de base ». Par ailleurs, la Commission a défini devant le Conseil sa position en ce qui concerne la concession de licences sur ses brevets aux pays tiers et aux personnes ou entreprises étrangères à la Communauté.

I. Communication des demandes de brevet (article 16)

Les communications des demandes de brevet prévues par l'article 16 du Traité se sont opérées avec régularité et dans le respect des délais prescrits. La Commission avait, au 31 décembre 1963, reçu la communication du contenu de 9 961 demandes de brevet, dont 1 176 demandes communiquées en 1963. Le nombre des inventions, objet de demandes communiquées à la Commission, soit sous forme de contenu, soit sous forme de communication d'existence, est de 7 368.

II. Dépôt de brevets par la Communauté et ses contractants

A la fin de 1963, le Bureau des brevets de la Commission avait traité 387 inventions issues de l'exécution du programme de recherches. Parmi ces inventions, 139 avaient été examinées en 1963, contre 128 au cours de l'année précédente. Ces inventions avaient fait l'objet, depuis l'entrée en vigueur du Traité jusqu'à la fin de 1963, de 302 premières demandes de brevet dans un pays, soit au nom de la Communauté, soit au nom des contractants de la Commission, dont 101 premières demandes en 1963. Le nombre total des demandes de brevet d'extension à d'autres pays avait atteint 969 à la fin de 1963. Parmi les brevets demandés dans des pays qui

pratiquent l'examen préalable, 29 ont été accordés; aucun échec n'a été enregistré.

Les inventions faisant l'objet d'un dépôt de brevet se répartissaient comme suit, fin 1963 :

	1963	Années antérieures
ORGEL, ECO et ESSOR	24	49
Fusion thermonucléaire contrôlée	12	23
BR 2	2	18
DRAGON	14	54
Divers	52	51

Ces inventions se partagent de la manière suivante, selon leur origine :

	1963	Total pour les années antérieures
Etablissements du CCR	34	57
Contrats d'association	33	50
Autres contrats	22	32
DRAGON	13	54
Divers	2	2

Une liste des demandes de brevet déposées du 1^{er} mars 1963 au 31 décembre 1963 fait l'objet du document n° 34 joint au présent rapport général.

En outre, le périodique « Euratom-Information » publie les données administratives des brevets accordés et leurs revendications principales.

III. Exploitation des brevets du portefeuille

Les établissements du CCR utilisent déjà à l'échelle du laboratoire bon nombre des inventions brevetées. Certaines ont été mises en œuvre dans la construction d'ECO ou le seront dans celle d'ESSOR. Plusieurs inventions faites dans l'exécution de contrats de recherches sont exploitées par les contractants. Citons, à titre d'exemple, l'utilisation à l'échelle semi-industrielle — notamment pour l'exécution de fournitures faites à la Commission — de brevets relatifs au SAP (« Sintered Aluminium Powder » - matériau de gainage). De nombreux brevets d'appareillage issus des contrats d'association en matière de fusion ont servi de base à des réalisations concrètes qui permettent la poursuite des recherches. Les inventions BR 2 et DRAGON sont, pour la plupart, développées dans ces deux projets. Il convient de noter, en ce qui concerne DRAGON, l'importance particulière des brevets relatifs aux particules revêtues et à la technique des thermocouples. Une nouvelle invention, mise au point par l'établissement d'Ispra, a fait l'objet d'un contrat de licence. Il s'agit d'un procédé nouveau dans le domaine de la chromatographie.

IV. Régime des connaissances et brevets dans les contrats de recherches

1. *Connaissances non brevetables*

La Commission a défini devant le Conseil, en sa session des 1^{er} et 2 avril 1963, le régime qu'elle entend appliquer aux connaissances non brevetables issues des contrats de recherches. La déclaration de la Commission n'a pas suscité d'observations de la part du Conseil. Elle a également été accueillie favorablement par les milieux intéressés.

Les principes essentiels du régime défini par la Commission sont les suivants :

- a. La Commission a le droit de communiquer aux Etats membres, personnes et entreprises de la Communauté, les connaissances résultant de l'exécution du programme défini dans l'annexe technique du contrat, conformément à l'article 13 du Traité.
- b. Lorsqu'une de ces connaissances n'est susceptible d'aucune application nucléaire, sa diffusion est soumise à l'accord du contractant, à moins que cette connaissance ne soit l'un des objets explicites du contrat.
- c. Le contractant ne peut empêcher la communication des résultats du contrat aux Etats membres, personnes et entreprises de la Communauté, voulue par le Traité. En revanche, il peut s'opposer, en motivant sa demande, à une diffusion plus large par voie de publication.
- d. Dans le cadre de ses obligations et de sa politique d'échange avec les pays tiers, la Commission peut transmettre les connaissances visées sous a. à des pays tiers ou à des personnes ou entreprises étrangères à la Communauté.

Le contractant a cependant le droit :

- d'être informé à ces obligations et de cette politique, à la signature du contrat et, dans ce cas, aucune modification à ces obligations ou à cette politique ne lui est opposable;
 - de faire valoir, le cas échéant, des motifs s'opposant à la communication, la Commission devant renoncer à cette transmission, si elle juge ces motifs compatibles avec les intérêts de la Communauté;
 - d'être associé à l'échange de connaissances si celui-ci doit avoir pour effet une utilisation industrielle en dehors de la Communauté.
- e. Le « savoir-faire » (« know-how ») nécessaire à la mise en œuvre des connaissances visées sous a. reste la propriété du contractant, qui peut conclure sur ce point des accords avec des tiers — par exemple en matière d'assistance technique — mais pour autant qu'il en fasse bénéficier de préférence les Etats membres, personnes et entreprises de la Communauté.

En revanche, si l'objet du contrat est précisément l'acquisition de ce « savoir-faire », il est soumis au régime des connaissances défini aux points *a.* à *d.* ci-dessus.

2. Brevets de base

La Commission a également défini devant le Conseil, en sa session des 30 et 31 mai 1963, la solution qu'elle désire donner aux problèmes que pose l'existence de « brevets de base » à l'égard de l'utilisation des résultats de recherches obtenus sous contrat. La déclaration de la Commission n'a pas suscité d'observations de la part du Conseil, Elle a également été accueillie favorablement par les milieux intéressés.

Il s'agissait d'éviter que le contractant rende inopérants les droits qu'il a reconnus à la Communauté sur les connaissances et brevets issus du contrat, en se fondant sur un brevet (brevet de base) acquis en dehors du contrat et dont dépend l'exploitation des connaissances et brevets issus du contrat. Si, par exemple, le contractant détient un brevet sur un liquide organique nouveau et que l'objet du contrat est d'adapter ce liquide à la fonction de modérateur dans un réacteur, la possession du brevet de base permettrait au contractant d'interdire à la Commission et à des tiers d'exploiter les résultats du développement financé par la Communauté.

Il est désormais prévu que la Commission et le contractant établiront, avant signature du contrat, si des brevets de base, appartenant à un domaine technique déterminé ou nommément désigné, nécessitent que des engagements soient pris par le contractant. Ces engagements comporteront une obligation de fourniture et, s'il y a lieu, une obligation de concession de licences à des conditions commerciales. L'exploitation des connaissances et brevets issus du contrat ne se heurtera donc plus à aucun « barrage » éventuel provenant des brevets de base.

V. Concession de licences sur les brevets appartenant à la Communauté

La Commission a exposé au Conseil, en sa session des 1^{er} et 2 avril 1963, sa position à l'égard de la concession de licences à des pays tiers ou à des personnes et entreprises établies en dehors de la Communauté.

Les éléments essentiels de cet exposé sont les suivants :

1. A moins qu'elle n'y soit tenue par les dispositions des accords internationaux existants, la Commission n'envisage de concéder des licences de brevets à des pays tiers ou à des personnes ou entreprises étrangères à la Communauté que dans les cas suivants :

- a. en échange d'une concession de licence à la Communauté, aux Etats membres, personnes et entreprises de la Communauté;
 - b. en échange d'avantages d'ordre industriel ou commercial accordés aux Etats membres, personnes et entreprises de la Communauté sur un territoire auquel le Traité ne s'applique pas;
 - c. moyennant le versement de redevances, lorsque la licence est demandée par une entreprise de la Communauté, en faveur de filiales ou d'entreprises opérant sous le contrôle ou pour compte du demandeur;
 - d. moyennant le versement de redevances, pour l'exploitation sur des territoires auxquels le Traité ne s'applique pas, lorsqu'il s'est révélé impossible d'y concéder une licence à un Etat membre, une personne ou une entreprise de la Communauté.
2. Lorsque l'invention brevetée est issue de recherches effectuées sous contrat, il appartient en général au contractant de concéder ces licences. En tout cas, elles ne peuvent être concédées sans son accord. Lorsque la Commission est conduite à intervenir dans la concession de telles licences, son attitude s'inspire des principes définis sous 1. ci-dessus.

VI. Unification des droits de propriété industrielle dans le cadre des Six

La Commission d'Euratom a participé, aux côtés de la Commission de la CEE, aux travaux entrepris par les Six pour aboutir à la création de titres européens de propriété industrielle. L'avant-projet de convention relatif à un droit européen des brevets, publié en novembre 1962, a donné lieu à l'avis de nombreux organismes représentant les milieux intéressés.

Il est rappelé que cet avant-projet a pour objet l'institution d'un brevet ayant effet sur le territoire de tous les Etats contractants et délivré par un bureau européen de brevets. La délivrance serait subordonnée à l'issue favorable d'un examen de brevetabilité, non obligatoire pendant les cinq premières années d'existence du brevet. Le régime du brevet européen coexisterait avec celui des brevets nationaux, le demandeur ayant le choix entre la protection de l'un ou des autres.

L'avant-projet et les avis des milieux intéressés sont actuellement examinés par les Secrétaires d'Etat compétents des six pays. Les travaux de ceux-ci portent notamment sur les questions de savoir si l'adhésion à la convention doit être réservée ou non aux Etats membres de la CEE et si l'accès au brevet européen doit être réservé ou non aux ressortissants des Etats membres de la Convention.



I. Champ d'application des Règlements n° 7 et n° 8

Le tableau ci-dessous montre l'évolution du champ d'application des Règlements n° 7 et n° 8 de la Commission aux installations de la Communauté.

	1.1.1961	1.1.1962	1.1.1963	1.1.1964
Règlement n° 7	72	83	97	117
Règlement n° 8	111	127	134	155

Le Règlement n° 7 fixe les caractéristiques techniques fondamentales que toute installation nucléaire doit communiquer à la Commission.

Le Règlement n° 8 détermine les données concernant les stocks et mouvements de matières brutes ou fissiles spéciales que les entreprises intéressées doivent fournir à la Commission périodiquement.

II. Communication des caractéristiques techniques des installations (Règlement n° 7)

Les installations dont les caractéristiques techniques fondamentales ont été communiquées à la Commission jusqu'au 1.1.1964 se répartissent, par branche d'industrie, comme suit :

	Bel- gique	Alle- magne	France	Italie	Pays- Bas	Com- munauté
Fabricat. des concentrés	1 ⁽¹⁾	1	4	1 ⁽²⁾		7
Fabricat. des comb.	1	1	6			8
Fabricat. des élém. de comb.	3 ⁽³⁾	1	4	1		9
Réacteurs	6 ⁽⁴⁾	19	21 ⁽⁴⁾	17	7	70
Traitement des comb. ir- rad.			1			1
Laboratoires	4	4	6	8 ⁽⁵⁾		22
	15	26	42	27	7	117

⁽¹⁾ Hors Communauté actuellement.

⁽²⁾ Installation arrêtée.

⁽³⁾ Dont deux installations arrêtées.

⁽⁴⁾ Dont un réacteur arrêté.

⁽⁵⁾ Dont un réacteur hors Communauté actuellement.

⁽⁶⁾ Dont un laboratoire ne traite plus de matières nucléaires actuellement.

III. Stocks et mouvements de matières (Règlement n° 8)

Les données suivantes expriment la situation de l'application du Règlement n° 8 au 1.1.1964 :

a. Stocks et mouvements à l'intérieur de la Communauté :

— Minerais : 10 entreprises adressent à la Commission des relevés trimestriels relatifs à la production et aux stocks de 29 mines;

— Matières brutes et fissiles spéciales : 61 entreprises communiquent à la Commission des bilans et inventaires de 126 installations.

b. Exportations et importations avec les pays tiers :

24 entreprises ont adressé à la Commission, lors de l'importation ou de l'exportation, 306 déclarations de transfert avec les pays tiers :

	<i>Importations</i>	<i>Exportations</i>
— Uranium naturel	37	26
— Uranium appauvri	9	3
— Thorium	11	71
— Matières fissiles spéciales	130	19
	Total : 187	119

58 de ces importations et 5 de ces exportations portaient sur des matières livrées à la Communauté en vertu d'accords de coopération.

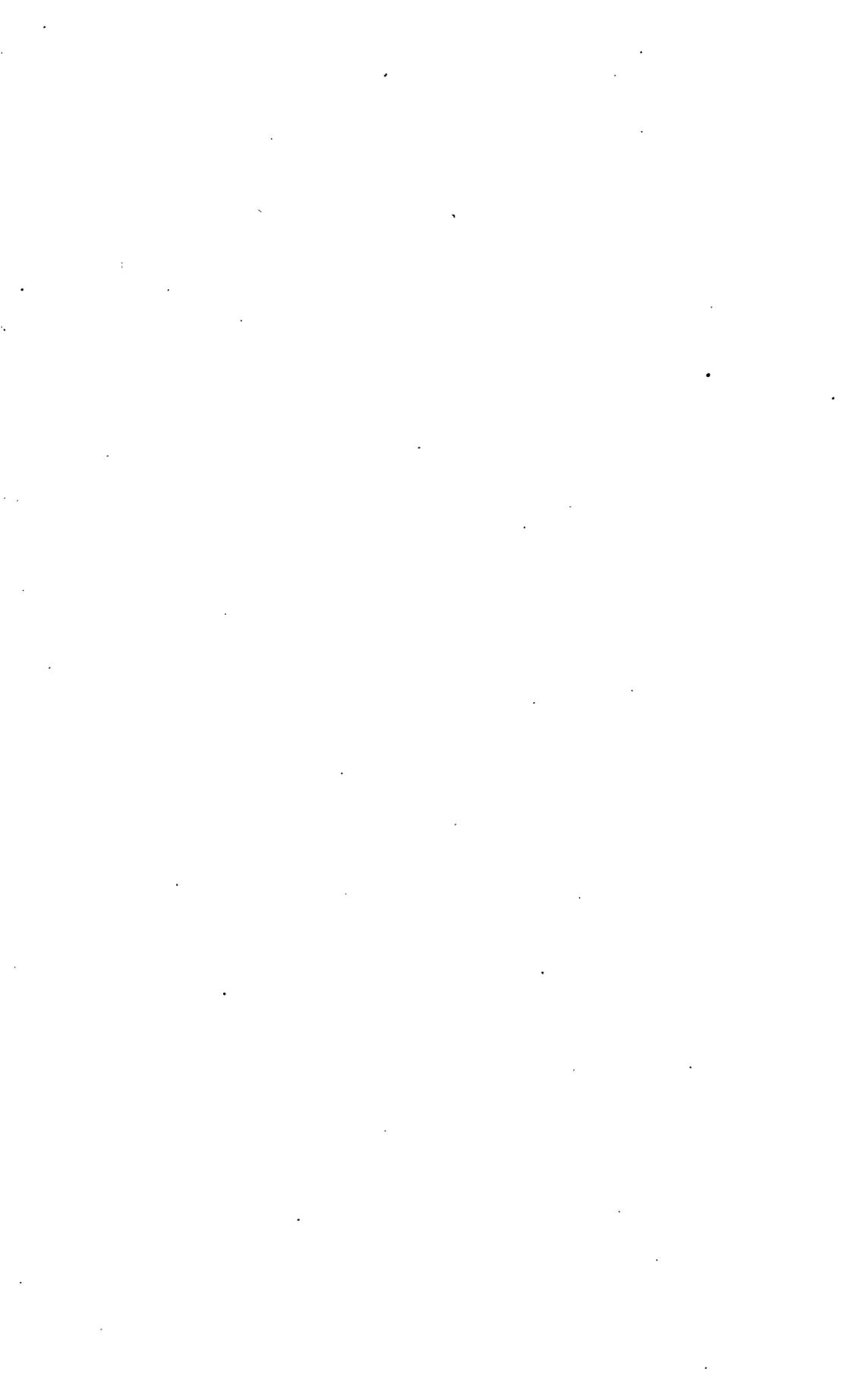
Les entreprises, établissements et installations auxquels s'applique le Règlement n° 8 se répartissent comme suit :

	Bel- gique	Alle- magne	France	Italie	Pays- Bas	Com- munauté
Entreprises	8	23	15	15	8	69
Établissements	9	25	50	20	8	112
Installations						
— Mines		2	26	1		29
— Fabr. des conc.		1	4			5
— Fabr. des comb.	1	1	6			8
— Fabr. él. de comb.	1	2	4			7
— Réacteurs	5	18	19	17	8	67
— Trait. comb. irr.			1			1
— Laboratoires	6	9	8	8	7	38

IV. Inspections

A la fin de l'année 1963, 50 inspections avaient été effectuées dont 30 dans des établissements de recherches et 20 dans des établissements industriels. Les catégories suivantes d'installations ont fait l'objet d'une inspection :

	<i>Nombre d'inspections</i>
— Installations de concentration de minerais	2
— Installations de traitement chimique et raffinage de concentrés d'uranium et de thorium	8
— Installation de préparation de combustibles	1
— Installations de fabrication d'éléments de combustibles	7
— Réacteurs de puissance	3
— Réacteurs de recherches	30
— Laboratoires de recherches	20
Soit au total :	71



I. Enquête de marché

Sur directive de la Commission, l'Agence a procédé, pour la période 1963-1967, à une deuxième enquête de marché auprès des utilisateurs et des producteurs de la Communauté. Elle complète l'enquête par une information sur les perspectives du marché dans l'ensemble du monde libre.

Cette enquête a confirmé la tendance du marché de l'uranium naturel de la Communauté à l'équilibre de l'offre et de la demande. En effet, les besoins cumulés pour la période considérée sont estimés à un montant de l'ordre de 7 700 tm, alors que la production prévue est de l'ordre de 7 500 tm. Toutefois, les capacités de production existantes et les stocks établis dans la Communauté permettront de faire face largement à ce léger déficit.

Au cours des années 1963-1967, le CEA, principal producteur et pratiquement seul utilisateur, sera en mesure d'adapter l'offre à la demande. Les besoins de minerais et de préconcentrés diminueraient de 1963 à 1965 de 1 650 tm d'U contenu à 1 400 tm, soit une baisse de 15 %, pour se stabiliser jusqu'en 1967 au niveau de 1 400 tm. On doit d'ailleurs constater, à partir de 1963, la réduction d'activité du secteur minier dans la Communauté, la baisse des stocks de 675 tm d'U contenu — soit six mois environ de production minière en 1961 — à 366 tm — soit de 2 à 3 mois en 1963. Les réserves de la Communauté, évaluées à 28 400 tm d'U contenu — soit un niveau voisin de celui de 1958 — s'amenuiseraient assez rapidement si elles n'étaient accrues par des découvertes de nouveaux gisements. En 1962, on les estimait à 18 ans de production.

Pour le monde libre dans son ensemble, on prévoit une régression de la demande et une diminution de ses capacités de production qui tomberont à 9 000 - 10 000 tm en 1970 contre 35 000 tm en 1960.

Compte tenu des résultats de l'enquête et ayant reçu un avis favorable du Comité consultatif, l'Agence a prolongé au 31 décembre 1969 la durée d'exécution des contrats qui peuvent être conclus selon la procédure simplifiée. Cette procédure permet aux utilisateurs et aux producteurs de négocier directement les contrats portant sur la fourniture de minerais et de matières brutes. En ce qui concerne les matières fissiles spéciales, le marché de la Communauté se caractérise par une situation nettement déficitaire.

Les besoins cumulés de la Communauté en U 235 estimés à 8 975 kg pour la période 1960-1965 passent, pour la période 1963-1967, à un total de 14 934 kg, soit une augmentation d'environ 40 %. Ce rajustement fait apparaître des besoins futurs en uranium enrichi en augmentation sur ceux que faisait apparaître la première enquête. Or, la Communauté ne disposant pas, pour l'instant, de capacité d'enrichissement, le combustible nucléaire enrichi doit entièrement être importé et provient presque exclusivement des Etats-Unis. Un accroissement des importations est donc à prévoir.

L'Accord de coopération de 1958 entre Euratom et les Etats-Unis, ainsi que l'avenant et les amendements prévoyaient la mise à la disposition de la Communauté de 30 000 kg d'U 235 destinés à l'approvisionnement des réacteurs de puissance ainsi qu'à des programmes de recherches. Ces quantités s'étant avérées insuffisantes, un accord additionnel a été négocié et signé. Cet accord permet à l'USAEC, après autorisation des autorités américaines, de mettre à la disposition de la Communauté, des quantités d'U 235 à convenir. Le Congrès américain a récemment autorisé l'USAEC à livrer 40 000 kg d'U 235, ce qui porte le total des quantités destinées à la Communauté à 70 000 kg d'U 235.

En ce qui concerne le plutonium, les estimations de consommation et de production n'ont qu'un caractère approximatif. Les besoins sont liés au développement de la filière des réacteurs surrégénérateurs rapides. Quant à la production, qui provient exclusivement des réacteurs de puissance, elle atteindra, selon les prévisions, un total cumulé d'environ 1 000 kg en 1970. Pour la période envisagée, la demande se manifestera avant que la production ne devienne disponible. De plus, il faut souligner que le plutonium contenu dans les éléments combustibles irradiés ne pourra être récupéré qu'après une période de refroidissement et que la capacité des usines de retraitement de la Communauté est actuellement sans commune mesure avec le volume des éléments combustibles irradiés dont devra être extrait le plutonium. Ainsi, pour cette matière comme pour l'uranium enrichi, la Communauté sera dépendante des capacités disponibles dans les entreprises des pays tiers.

II. Transactions

Un certain nombre de transactions ont été conclues pour les matières brutes, mais l'activité de l'Agence a porté principalement sur les matières fissiles spéciales.

1. *Uranium enrichi*

Depuis 1962, tous les réacteurs de puissance de la Communauté, admis ou non au programme de puissance Euratom/Etats-Unis, peuvent être approvisionnés sans discrimination. C'est ainsi qu'il a été conclu entre l'USAEC,

l'Agence et la SELNI (Società Elettronucleare Italiana) des contrats permettant la mise à la disposition de la SELNI, de 8 000 kg d'U 235 dans 200 tm de combustible et représentant à l'état brut une valeur de l'ordre de 25 millions d'u.c. AME. Des négociations sont en cours pour l'approvisionnement des réacteurs SENA et KRB dont les projets ont été admis au programme commun de réacteurs de puissance Euratom/Etats-Unis et dont les besoins en combustibles sont comparables.

Aux termes de ces divers contrats, l'USAEC garantit l'approvisionnement en combustible des réacteurs pendant vingt ans. Cette garantie n'exclut pas, pour les exploitants, la faculté de s'approvisionner à d'autres sources qui pourraient s'avérer à l'avenir plus économiques. De plus, l'USAEC s'est engagée, dans les limites des quantités autorisées par la législation américaine, à accorder une garantie d'approvisionnement à tous les réacteurs de la Communauté, quels que soient leur provenance et leur type. Cette politique de non-discrimination se complète par la faculté laissée aux exploitants de faire fabriquer le combustible dans la Communauté. Cette possibilité est importante pour le développement de l'industrie des éléments combustibles dans la Communauté, développement que la Commission encourage notamment dans le cadre de son programme de participation aux réacteurs de puissance, en participant financièrement aux frais de fabrication d'éléments combustibles pour autant qu'elle soit réalisée dans la Communauté.

Dans le domaine de la recherche, l'exécution des contrats-cadre de location de matières fissiles spéciales (« multi-lease contract ») signés le 18 juillet 1962 et le 1^{er} décembre 1963, entre l'Agence et l'USAEC, s'est concrétisée par plusieurs commandes d'uranium enrichi totalisant 807 kg. Ces fournitures étaient destinées principalement à l'approvisionnement des réacteurs de recherches de la Communauté, du CEA, du CNEN et du Kernforschungszentrum Karlsruhe.

2. Plutonium

L'Agence a acheté à l'USAEC plusieurs lots de plutonium représentant au total 8,7 kg, destinés à la poursuite de recherches sur cette matière dans le cadre de contrats conclus avec le CEA et le CEN, dans le cadre du programme de recherches Euratom/Etats-Unis.

Elle a signé pour le CEA un contrat d'achat à l'UKAEA de 45 kg de plutonium, destinés à la première charge du réacteur rapide RAPSODIE, géré par le CEA, en association avec la Communauté. Il s'agit là de la plus importante transaction internationale, conclue jusqu'à ce jour pour du plutonium destiné à des fins pacifiques. De plus, elle a obtenu de l'UKAEA une option valable jusqu'au mois de juin 1964 pour une quantité supplémentaire de 45 kg de plutonium pour l'approvisionnement du même réacteur.

Enfin, l'Agence a récemment terminé les négociations avec l'USAEC, relatives à l'achat de 355 kg de plutonium nécessaire à l'exécution du programme de recherches sur les réacteurs surrégénérateurs rapides entrepris par la Communauté en association avec le Kernforschungszentrum Karlsruhe, le CEA et le CNEN.

**PRINCIPALES DISPOSITIONS DANS
LE DOMAINE DE LA PROTECTION
CONTRE LES RAYONNEMENTS
IONISANTS ET PROJETS SOUMIS
AU COURS DE L'ANNÉE 1963**

I. Belgique

Principales dispositions

- « Loi nucléaire » du 29 mars 1958.
- Arrêté royal portant « Règlement général pour la protection de la population et des travailleurs contre les radiations ionisantes », du 28 février 1963.
- Arrêté royal modifiant le « Règlement général pour la protection du travail », du 28 février 1963.

II. Allemagne

1. Principales dispositions

- « Loi nucléaire » du 23 décembre 1959, modifiée le 23 avril 1963.
- « Premier Règlement sur la protection radiologique » du 24 juin 1960.

*2. Projets communiqués à la Commission au cours
de l'année 1963, au titre de l'article 33 du Traité*

- En date du 3 mai 1963, un projet de « Règlement modifiant et complétant le premier Règlement sur la protection radiologique du 24 juin 1960 ». Le but de ce projet est de réviser le premier Règlement pour le mettre en accord avec le nouveau contenu des annexes 1 et 3 des Normes de Base.

La Commission a formulé des recommandations sur un certain nombre de points particuliers. Des contacts entre les fonctionnaires de la Commission et les services compétents du gouvernement de la République fédérale d'Allemagne ont facilité l'application de ces recommandations.

- Projet du 5 juillet 1963 de « Règlement sur la protection contre les dommages causés par les radiations ionisantes dans les établissements d'enseignement ».

Ce projet, qui est le premier à être élaboré dans la Communauté dans ce domaine spécifique, n'a pas fait l'objet de recommandations de la Commission qui a estimé que ses dispositions étaient propres à assurer le respect des Normes de Base. L'adoption de ce texte est destinée à pourvoir à la protection d'un groupe de population particulièrement vulnérable aux radiations, en raison de son âge, lors des manipulations, à des fins pédagogiques, d'appareils ou de substances émettant des radiations ionisantes.

III. France

Principales dispositions

- Circulaire du 7 mars 1962 rendant applicables, en France, les Normes de Base d'Euratom.
- Décret du 11 décembre 1963 relatif aux installations nucléaires.

IV. Italie

1. *Principales dispositions*

- « Loi nucléaire » du 31 décembre 1962.

2. *Projets communiqués à la Commission au cours de l'année 1963, au titre de l'article 33 du Traité*

- Le gouvernement italien a communiqué à la Commission, le 30 novembre 1963, un projet de « Dispositions concernant la sécurité des installations nucléaires et la protection sanitaire des travailleurs et de la population contre les dangers des radiations ionisantes dérivant de l'emploi pacifique de l'énergie nucléaire ».

Ce texte important tend à doter l'Italie d'une réglementation conforme aux Normes de Base en application de la « Loi atomique » du 31 décembre 1962. Ce règlement doit être ultérieurement complété par une série de textes réglementaires portant sur des problèmes particuliers de protection.

V. Luxembourg

Principales dispositions

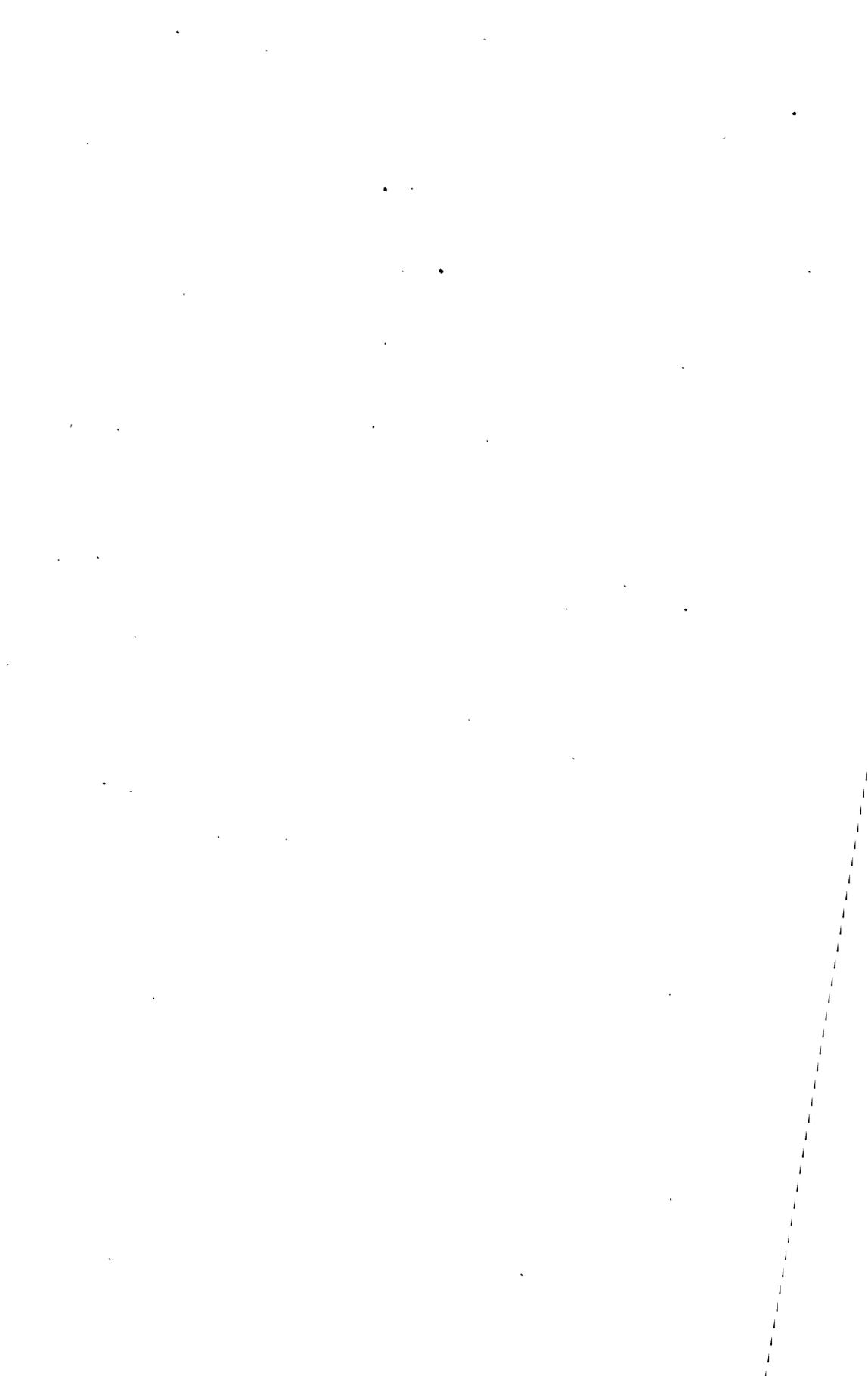
- Loi du 25 mars 1963 concernant la protection de la population contre les dangers résultant des radiations ionisantes.

En outre, un projet de « Règlement grand-ducal portant sur l'exécution de la loi sur la protection de la population contre les dangers des radiations ionisantes » a été communiqué à la Commission le 23 janvier 1964.

VI. Pays-Bas

Principales dispositions

- « Loi nucléaire » du 21 février 1963.
- « Décret sur la protection contre les radiations ionisantes », du 18 mars 1963.



Le contrôle de la radio-activité ambiante est assuré d'une manière satisfaisante par un réseau couvrant l'ensemble des six pays et fonctionnant en relation étroite avec l'Euratom. En application de l'article 36 du Traité, les résultats des mesures effectuées sont communiqués régulièrement à la Commission; celle-ci les analyse, les interprète sur le plan sanitaire, dresse des tableaux comparatifs pour l'ensemble de la Communauté et les diffuse auprès des autorités et des institutions compétentes des six Etats membres.

La surveillance de la radio-activité ambiante porte sur :

- le contrôle des poussières en suspension dans l'atmosphère,
- le contrôle des retombées et précipitations,
- le contrôle des eaux de surface,
- le contrôle de la chaîne alimentaire.

La radio-activité bêta globale fait l'objet de mesures routinières généralisées depuis 1958. A l'heure actuelle, les poussières en suspension dans l'atmosphère sont prélevées en 119 points et les retombées et précipitations en 131 points, répartis en un réseau régulier et dense de surveillance dans les six pays de la Communauté (voir carte ci-après). En ce qui concerne la radio-activité bêta globale, l'augmentation constatée dès le mois d'octobre 1962 s'est poursuivie jusqu'en juillet 1963 où les chiffres maximums ont été enregistrés. Depuis cette date, la radio-activité décroît régulièrement et atteint en décembre 1963 des chiffres voisins de 1 pc/m³, soit environ 10 fois moins que les valeurs de juillet.

La radio-activité bêta globale a l'avantage d'être relativement facile à mesurer et donne des renseignements rapides sur l'évolution de la radio-activité artificielle atmosphérique, mais elle ne permet pas d'être interprétée d'une façon précise sur le plan sanitaire; c'est pourquoi, dans chaque pays, des laboratoires spécialisés procèdent en outre à l'analyse de radio-éléments particuliers qui présentent un grand intérêt du point de vue de la surveillance sanitaire des populations.

Parmi ces radio-éléments, le strontium 90, en raison de sa radiotoxicité, est particulièrement recherché et mesuré. Plusieurs laboratoires l'ont dosé régulièrement; à titre d'exemple, en 1963, la concentration moyenne dans l'air, établie à partir de résultats mensuels, s'est élevée à 0,05 pc/m³. Tout en

étant la plus forte concentration constatée au cours de ces dernières années, elle ne représente cependant que 1,5 % de la concentration maximale admissible d'après les Normes de Base de l'Euratom.

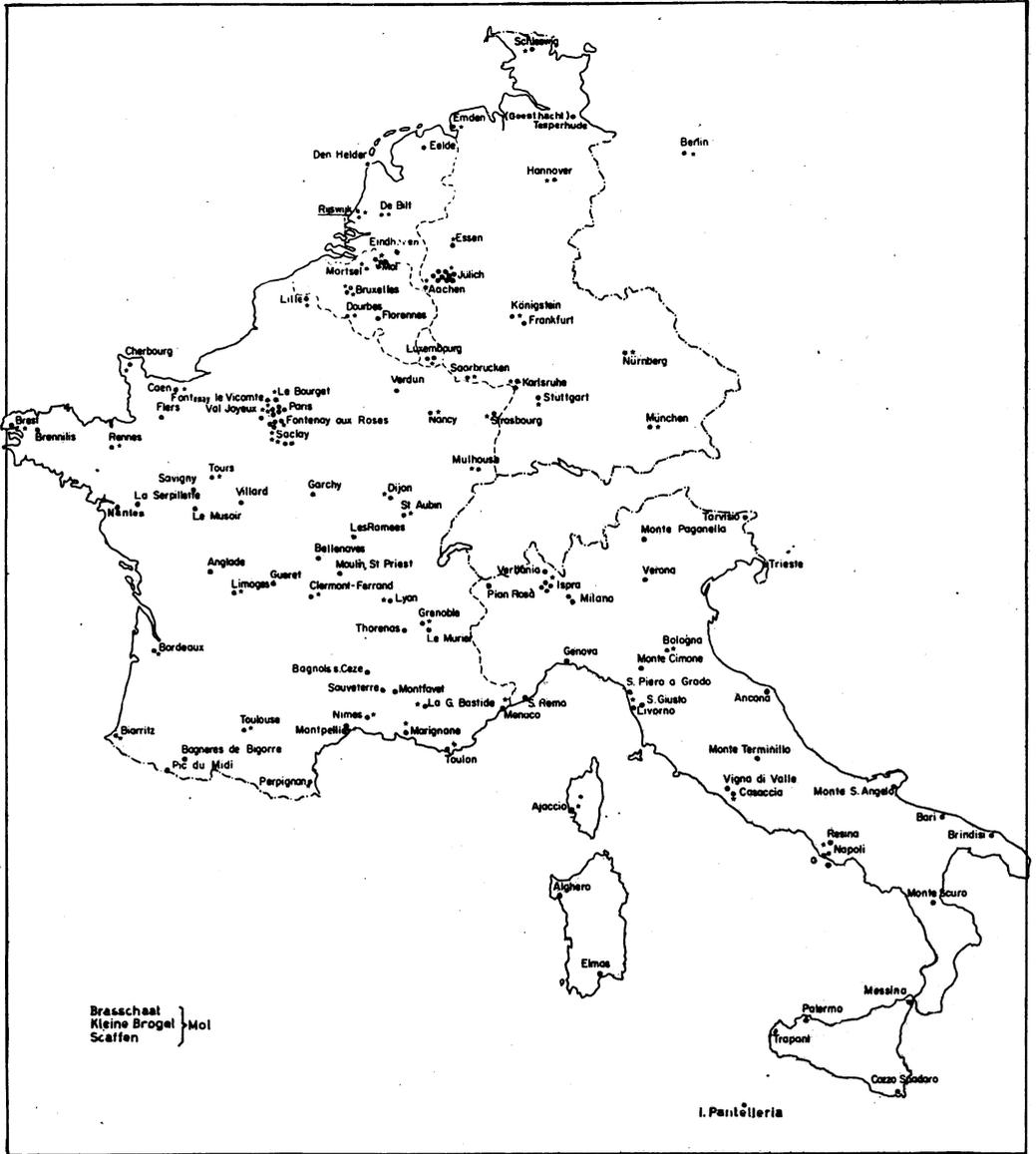
Les mesures effectuées dans les poussières en suspension et dans les eaux de surface, par les réseaux implantés sur les territoires des Etats membres et par le Centre d'Ispira, sont présentées dans un document publié chaque année et qui contient des commentaires sur l'évolution générale de la radio-activité ambiante. En 1963 a été publié le document EUR 461, qui a de plus repris, pour un certain nombre de stations, l'évolution de la radio-activité ambiante depuis la date de mise en service de ces stations en 1958. En juillet 1964 paraîtra le rapport relatif à l'année 1963, avec des tableaux et des commentaires encore plus complets.

Un fichier général des stations de contrôle a été établi. Il concerne les stations de prélèvements et de mesures de la radio-activité atmosphérique. Il a été largement diffusé à l'intérieur de la Communauté et donne tous les renseignements techniques sur les méthodes, les moyens et les appareils utilisés, ainsi que sur les caractéristiques particulières d'implantation des stations. Il sera constamment tenu à jour et complété au fur et à mesure de l'évolution des réseaux et des transformations apportées aux stations.

On a cherché à rendre les résultats plus facilement comparables, par des études particulières ayant pour but d'harmoniser les méthodes.

Des études scientifiques entreprises en collaboration avec les Etats membres ou confiées sous contrats à des organismes spécialisés permettent également de faire progresser les techniques de contrôle de la radio-activité ambiante, tant en ce qui concerne la radio-activité de l'atmosphère que celle des eaux fluviales.

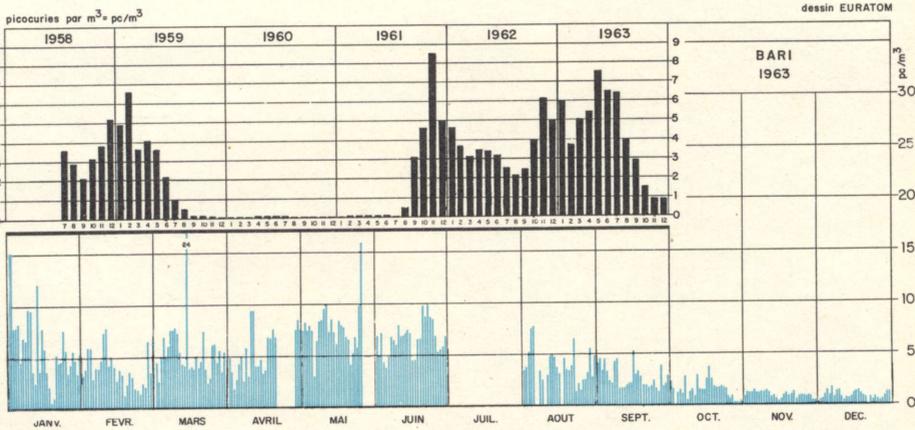
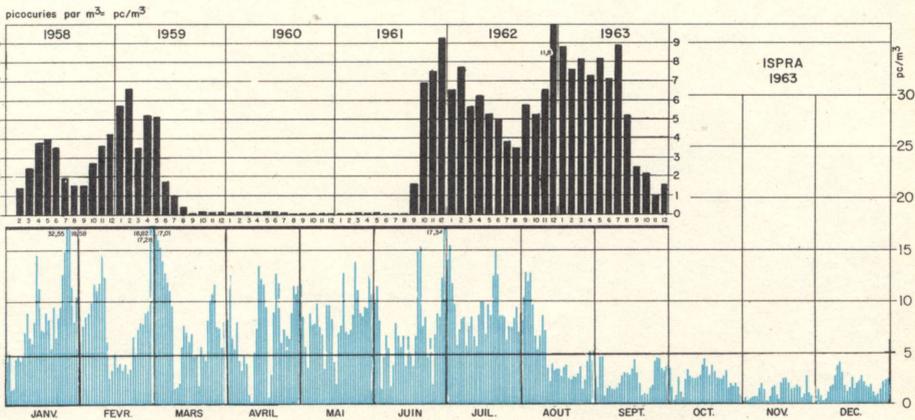
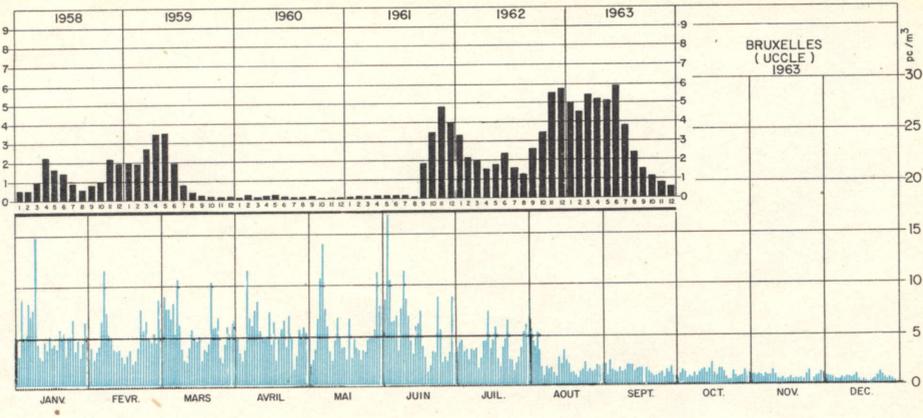
De nombreux contacts ont été établis avec les laboratoires, les centres de mesures et les organismes techniques chargés du contrôle de la radio-activité ambiante.



31/12/1983

Dessin EURATOM

- Stations de prélèvement
 - ★ Stations de mesure,
- en rapport avec Euratom, pour le contrôle de la radioactivité atmosphérique artificielle Beta au niveau du sol.*



Exemple de mesure de la radioactivité artificielle Beta de l'air en 1963 et de 1958 à 1963 à Bruxelles, Bari et Ispra.

I. Sécurité d'exploitation

Des avis sur la sécurité ont été donnés en ce qui concerne l'assemblage critique ECO, dont le rapport de sécurité a été soumis à un groupe d'experts de la Communauté qui s'est réuni en octobre 1963.

Plusieurs rapports techniques ont été établis sur les problèmes de protection que posent les déchets radio-actifs du Centre d'Ispra, l'accélérateur à électrons et le stockage des sources radio-actives et des matières fissiles.

Des avis sur la sécurité et la protection des travailleurs et de la population ont été émis au cours des études de projets soumis à la Commission, dans le cadre de l'article 41. Une attention particulière a été portée à l'examen des rapports de sécurité relatifs à la Centrale SENN du Garigliano et à la Centrale franco-belge de Chooz.

En outre, la Commission participe activement aux séances mensuelles du Comité de contact Eurochemic-Santé publique belge, consacrées à l'étude des premiers projets relatifs aux différents chapitres du rapport de sécurité qui est en cours d'élaboration.

II. Contrôle des projets de rejet d'effluents radio-actifs

Le tableau ci-après reprend la liste des avis exprimés à ce jour par la Commission au titre de l'article 37.

PROJET	Date d'arrivée de la première communication	Date d'émission de l'avis de la Commission
BELGIQUE		
1 — Projet de rejet de déchets radio-actifs du réacteur BR 2 (Mol)	30.1.1961	27.7.1961
2 — Projet de rejet de déchets radio-actifs de la centrale nucléaire BR 3 (Mol)	21.6.1961	20.12.1961

PROJET	Date d'arrivée de la première communication	Date d'émission de l'avis de la Commission
3 — Rejet de déchets radio-actifs des installations de traitement des résidus radio-actifs du CEN Mol, exploitées par la Société belge de chimie nucléaire (« BELCHIM »)	5.10.1961	9.5.1962
4 — Projet de rejet de déchets radio-actifs des Laboratoires de Plutonium du Programme de Recherches « Belgonucléaire - CEN » (Mol)	20.11.1961	9.5.1962
ALLEMAGNE		
5 — Projet de rejet de déchets radio-actifs du réacteur FR 2 (Karlsruhe)	19.9.1960	17.3.1961
6 — BER (Berlin)	28.7.1960	17.3.1961
7 — FRM (Munich)	19.9.1960	17.3.1961
8 — Réacteur ARGONAUT (Munich)	19.9.1960	17.3.1961
9 — Réacteur d'essai PR 10 de l'AEG (Großwelzheim)	19.9.1960	17.3.1961
10 — Rejet de déchets radio-actifs des installations de l'Institut de Physique nucléaire de l'Université Johann-Wolfgang Goethe de Francfort (Main)	16.11.1960	20.7.1962
11 — Rejet de déchets radio-actifs des installations de la Société « Nuklear-Chemie und Metallurgie GmbH (NUKEM) » (Wolfgang)	16.11.1960	20.7.1962
12 — Rejet de déchets radio-actifs de la Centrale nucléaire expérimentale de Kahl (Main)	19.9.1960	12.10.1962
13 — Projet de rejet de déchets radio-actifs du Centre de Recherches nucléaires de Juliers du Land Rhénanie-du-Nord-Westphalie	28.7.1960	11.7.1963
FRANCE		
14 — Projet d'immersion des déchets radio-actifs en Méditerranée (CEA)	28.5.1960	26.7.1960
15 — Projet de rejet d'effluents radio-actifs de la Centrale de Chinon, EDF 1	4.11.1963	en cours d'examen
PAYS-BAS		
16 — Projet de rejet dans la mer d'eaux résiduares du « Reactor Centrum Nederland » de Petten	21.3.1962	20.7.1962

LE CENTRE COMMUN DE RECHERCHES NUCLÉAIRES

Le Centre commun de Recherches nucléaires, créé en application de l'article 8, alinéa 1 du Traité, comprend actuellement quatre établissements de recherches. Parmi eux, deux possèdent un mandat spécifique qui apparaît clairement dans leur nom. Il s'agit :

- du Bureau central de Mesures nucléaires qui, installé à Geel en Belgique, s'occupe de métrologie;
- de l'Institut européen des Transuraniens de Karlsruhe, qui a pour tâche d'augmenter les connaissances dans le domaine des propriétés et de la technologie des éléments transuraniens. Parmi ceux-ci, le plutonium, combustible de choix pour plusieurs types de réacteurs de puissance, occupe naturellement une place de toute première importance.

Les établissements d'Ispra et de Petten ont, en revanche, une compétence générale dans le domaine nucléaire, ce qui implique qu'ils peuvent être appelés, suivant les nécessités, à accomplir toute mission rentrant dans le cadre général des activités scientifiques et techniques d'Euratom. Leur équipement général tient donc compte d'une certaine variation de leurs tâches dans le temps.

L'activité du Centre commun est déterminée par les programmes quinquennaux de recherches. Un Comité central des programmes veille à la répartition des tâches et à leur exécution régulière; les travaux de ce Comité permettent notamment de déterminer les bases techniques nécessaires à l'évaluation des crédits à inscrire dans les avant-projets de budgets annuels.

I. Établissement d'Ispra

Implantation : 160 ha en Italie du Nord, à 2 km du lac Majeur, 25 km de Varèse et 70 km de Milan.

Origine : Ispra doit sa constitution comme établissement du CCR à un accord par lequel le gouvernement italien acceptait de céder à la Communauté un terrain de 160 ha, sur lequel il avait érigé peu avant un réacteur de recherches et quelques laboratoires de soutien. Cette cession était complétée par un

engagement de l'Italie portant sur la construction de bâtiments complémentaires pour un montant de 9 millions d'u.c. AME. Le Centre a été transféré à la Communauté le 1^{er} mars 1961.

Effectifs au 31.1.1964 : 1 302 fonctionnaires et autres agents, dont 1 010 occupant des emplois scientifiques et techniques.

Cet effectif sera porté à 1 700 personnes au 31.12.1967.

Principaux moyens de recherches :

- 3 réacteurs, dont :
 - 1 en service (réacteur de recherches ISPRA 1),
 - 1 en cours d'achèvement (Expérience Critique Orgel — ECO),
 - 1 en chantier (réacteur d'essais ESSOR);
- Important complexe de calculatrices électroniques, dont un ordinateur du type IBM 7090;
- Environ 40 laboratoires, halls d'essais, ateliers et bâtiments à usage de bureaux.

Programme :

- Travaux de recherche et de développement pour la mise au point d'un type de réacteur de puissance modéré à l'eau lourde et refroidi par un liquide organique (projet ORGEL);
- Travaux de calcul, de traduction et de documentation par machines, y compris certaines recherches associées;
- Recherches complémentaires dans des domaines couverts principalement par des contrats ou associations. Ces recherches ont trait aux réacteurs de types éprouvés, aux réacteurs à gaz poussés, aux réacteurs rapides, au traitement des combustibles irradiés, au traitement des déchets et à la biologie;
- Recherches dans le domaine de la physique des réacteurs;
- Recherches diverses : chimie des combustibles, physique de l'état solide, résonance magnétique, conversion directe et phénomènes nucléaires de basse énergie.

Certaines de ces recherches s'effectuent au moyen de contrats gérés par Ispra.

Dotation : 78,6 millions d'u.c. AME pour la période 1963/67, y compris le reliquat du premier programme quinquennal. Ces crédits seront complétés par une fraction importante des 57 millions consacrés par le programme quinquennal à ORGEL.



Petten — Vue générale du Centre.

II. Établissement de Petten

Implantation : 25 ha (avec option sur 20 ha supplémentaires) sur la côte de la mer du Nord, à 60 km au nord d'Amsterdam.

Origine : L'établissement d'Euratom est en voie de constitution autour d'un réacteur d'essais de matériaux construit par le RCN et transféré par le gouvernement néerlandais en 1962.

Effectifs au 31.1.1964 : 72 fonctionnaires et autres agents, dont 54 occupant des emplois scientifiques et techniques.

Cet effectif sera porté à 350 personnes au 31.12.1967.

Principaux moyens de recherches :

- 1 réacteur d'essais de matériaux à haut flux avec ses laboratoires et autres installations de soutien;
- Boucle à sels fondus (installée dans les laboratoires de l'Université de Delft).

Programme :

- Irradiation, dans le réacteur d'essais de matériaux à haut flux, d'échantillons de matériaux à usage nucléaire, et analyse des résultats obtenus. Etude des dispositifs d'irradiation nécessaires et de diverses techniques permettant d'améliorer le rendement des réacteurs à haut flux de ce type;
- Coordination technique dans le domaine des réacteurs à gaz à haute température étudiés par Euratom en association avec divers pays ou groupes de pays;
- Etude physico-chimique de certains matériaux à usage nucléaire, et notamment des sels fondus et du graphite nucléaire. Etudes de compatibilité de ces matériaux.

Dotation : 27,5 millions d'u.c. AME pour la période 1963/67, y compris le reliquat du premier programme quinquennal.

III. Établissement de Geel — Bureau central de Mesures nucléaires

Implantation : 36 ha dans la province d'Anvers en Belgique, à quelques kilomètres de Mol.

Origine : Cet établissement a commencé ses travaux en 1960 sur un terrain cédé par le gouvernement belge. L'apport de la Belgique comprend, en plus du terrain, certains éléments d'infrastructure et un bâtiment de laboratoires.

Effectifs au 31.1.1964 : 116 fonctionnaires et autres agents, dont 104 occupant des emplois scientifiques et techniques.

Cet effectif sera porté à 180 personnes au 31.12.1967.

Principaux moyens de recherches :

- 1 accélérateur Van de Graaff d'une énergie de 3 MeV;
- 1 accélérateur linéaire équipé de six bases pour la mesure de temps de vol de neutrons;
- Divers bâtiments de laboratoires.

Programme :

- Mesures neutroniques de haute précision;
- Réalisation d'étalons isotopiques;
- Comptage de radio-isotopes;
- Mise au point des échantillons nécessaires à la mesure de constantes nucléaires.

Dotation : 11,3 millions d'u.c. AME pour la période 1964/67, y compris le reliquat du premier programme quinquennal.

IV. Établissement de Karlsruhe — Institut européen des Transuraniens

Implantation et origine : Institut en cours de construction sur un terrain cédé par le Land de Bade-Wurtemberg, en bordure d'un centre de recherches allemand doté des principaux éléments d'infrastructure nécessaires au fonctionnement des établissements mitoyens. Les autorités allemandes interviennent dans le financement de ces bâtiments, dans les limites d'un montant de 5,7 millions d'u.c. AME.

Effectifs au 31.1.1964 : 65 fonctionnaires et autres agents, dont 58 occupant des emplois scientifiques et techniques. Une partie d'entre eux sont en stage dans d'autres centres nucléaires en Europe et aux Etats-Unis, en attendant l'achèvement des laboratoires.

Principaux moyens de recherches : Complexe de laboratoires (en construction) doté de tous les équipements nécessaires au maniement de substances

fortement radio-actives. La première tranche de construction vient d'être mise en service. L'achèvement de tout le complexe est prévu pour 1966.

Programme :

- Etudes de base sur les éléments transuraniens et notamment sur le plutonium;
- Etude des applications industrielles de ces éléments. Ce travail comporte notamment la mise au point d'éléments de combustible prototypes au plutonium pour tous les réacteurs pouvant les utiliser.

En attendant l'achèvement des laboratoires, certains des travaux inscrits au programme de Karlsruhe s'effectuent sous contrat dans la Communauté (recyclage du plutonium dans les réacteurs thermiques, production d'éléments transplutoniens et étude de leurs propriétés).

Dotation : 28 millions d'u.c. AME pour la période 1963/67, y compris le reliquat du premier programme quinquennal.

**CONTRATS PASSÉS PAR LA
COMMISSION EN 1963 POUR
L'EXÉCUTION DE SON
PROGRAMME DE RECHERCHES**

Tableau 1

CONTRATS DE RECHERCHES ET AVENANTS ⁽¹⁾

Objet	Nombre	Montant global à charge de la Commission pour la durée totale des contrats (en u.c. AME) ⁽²⁾
Contrats intéressant les établissements du Centre commun		
a) Ispra		
— Traitement de l'Information scientifique	4	157 000
— Conversion directe	3	132 000
b) Karlsruhe		
— Éléments transplutoniens	2	425 000
c) Petten	2	93 000
Projet ORGEL	22	1 237 000
Réacteurs de type éprouvé (notamment Accord Euratom/États-Unis)	23	3 619 000
Études technico-économiques	12	305 000
Traitement de déchets radio-actifs	2	119 000
Nouveaux types de réacteurs	1	669 000
Radio-isotopes (recherches)	18	199 000
Biologie et Protection sanitaire	13	1 103 000
	102	8 058 000

⁽¹⁾ Y compris 18 avenants portant relèvement du plafond financier de contrats antérieurs.

⁽²⁾ Les montants ont été arrondis.

Tableau 2

ASSOCIATIONS ET AVENANTS ⁽¹⁾

Objet	Nombre	Montant global à charge de la Commission pour la durée totale des contrats (en u.c. AME)
Réacteurs à neutrons rapides	3	27 381 000
Réacteurs à suspension aqueuse	1	3 104 000
Biologie et Protection sanitaire	4	1 441 000
	8	31 926 000

Tableau 3

PARTICIPATION A LA CONSTRUCTION DE RÉACTEURS DE PUISSANCE

Objet	Nombre	Montant global à charge de la Commission pour la durée totale des contrats (en u.c. AME)
Participation à la construction d'une centrale nucléaire par la N.V. Samenwerkende Elektriciteits-Productiebedrijven (SEP), Pays-Bas	1	5 000 000
Participation à la construction d'une centrale nucléaire par la Kernkraftwerk RWE-Bayernwerk GmbH (KRB), Allemagne fédérale	1	8 000 000
	2	13 000 000 ⁽²⁾

(1) Y compris 2 avenants portant relèvement du plafond financier d'associations antérieures.

(2) Crédits à valoir sur la dotation du premier programme quinquennal.

LISTE DES CONTRATS NOUVEAUX PASSÉS EN 1963
(avenants non compris)

I. *Contrats intéressant les établissements du Centre commun*

a) **Ispira**

— Traitement de l'Information scientifique

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
029-63-1 CETF	Université de Paris Faculté des Sciences Paris	Application des processus stochastiques aux problèmes du traitement de l'information
031-63-3 CETI	Société PRAXIS Milan	Poursuite des travaux de programmation du projet « APACHÉ »
032-62-12 CETN	Université d'Amsterdam Amsterdam	Recherches sur la logique mathématique
033-63-9 CETU	Georgetown University Georgetown	Amélioration des programmes de traduction automatique du couple russe/anglais

— Conversion directe

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
002-63-9 CODI	Fabbrica Italiana Automobili Torino (FIAT) Turin	Préparation de certains types de matériaux (cermets à l' UO_2 naturel) utilisables pour la construction de cathodes
003-63-10 CODF	Société française THOMSON HOUSTON Paris	Étude d'une jonction céramique-métal pouvant subir une température de 1000° C, et étude du cyclage thermique sous vide et sous atmosphère inerte d'assemblages alumine-niobium
005-63-11 CODD	Technische Hochschule Stuttgart (Prof. Kluge) Stuttgart	Mesure de potentiels d'extraction de matériaux de composition complexe

b) **Karlsruhe**

— Éléments transplutoniens

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
007-62-11 TPUB	Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire (CEN) Bruxelles	Poursuite des recherches sur les transplutoniens entreprises dans le cadre d'un contrat antérieur (002-61-2- TPUB)
009-63-10 TPUD	Kernforschungsanlage Jülich et Université de Bonn Jülich/Bonn	Détermination des coefficients de partage du plutonium, de l'américium, du curium et de terres rares dans un système d'extraction liquide-liquide

c) **Petten**

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
017-63-12 PETN	Université de Delft Delft	Réalisation et exploitation d'une boucle à sels fondus
023-62-12 PETD	Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt (DEGUSSA) Frankfurt/Main	Développement de thermocouples en alliages de platine et de palladium pour la mesure précise des températures à l'intérieur des réacteurs à haut flux et/ou à gaz avancé.

II. *Projet ORGEL*

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
080-63-1 ORGB	Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire (CEN) Bruxelles	Étude et réalisation de barrières métalliques freinant la diffusion entre l'uranium et l'aluminium, tout en assurant une bonne liaison entre eux.
081-63-1 ORGF	Compagnie pour l'étude et la réalisation des combustibles atomiques (CERCA) Bonneuil/Marne	Étude de l'emploi du chrome comme barrière de diffusion entre l'uranium et l'aluminium

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
083-63-1 ORGF	Compagnie Industrielle des Combustibles Atomiques Frittés (CICAF) Corbeville p/Orsay	Mise au point semi-industrielle de la fabrication de pastilles ou de barreaux en monocarbure d'uranium à porosité ouverte, et de cermets denses en monocarbures d'U-U
084-63-2 ORGI	Fabbrica Italiana Automobili Torino (FIAT) Turin	Préparation de crayons de combustible
085-62-12 ORGF	Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) Paris	Recherches sur les échanges thermiques au moyen de caloporteurs organiques
089-63-1 ORGF	Société TREFFI-METAUX Paris	Étude de la fabrication de produits de structure aluminium-alumine, et amélioration de celle-ci
092-63-4 ORGI	S.A. per l'Esercizio dell'Istituto Sperimentale dei Metalli Leggeri (ISML) Milan	Étude sur le SAP (sintered aluminium powder)
096-63-1 ORGN	Centrale Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) La Haye	Analyse de polyphényles
097-63-6 ORGN	Centrale Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) La Haye	Étude du burn-out de mélanges de terphényles
101-63-2 ORGB	Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire (CEN) Bruxelles	Mise au point d'éléments de combustibles destinés au canal nourricier du réacteur d'essai ESSOR
104-63-12 ORGN	ROENTGEN TECHNISCHE DIENST (RTD) Rotterdam	Tests non destructifs pour rayons X mous ou rayons gamma durs

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
110-63-1 ORGN	Centrale Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) La Haye	Ozonolyse de terphényles
111-63-9 ORGI	Centro di studi per la difesa contro le radiazioni Rome	Étude des spectres ultraviolets d'un groupe de composés de la famille des polyphényles
113-62-11 ORGI	Istituto dinamometrico italiano Turin	Mise au point d'extensimètres spéciaux pour des mesures à haute température et sous irradiation
119-63-7 ORGB	Université Libre de Bruxelles Bruxelles	Étude expérimentale des points d'ébullition locale dans la cuve d'un réacteur Orgel

III. Réacteurs de types éprouvés ⁽¹⁾

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
002-63-4 TEGF	Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) Paris	Mise au point de procédés de chargement et de déchargement « en grenier » des combustibles des réacteurs de la filière graphite-gaz; réalisation d'une maquette d'un appareil de chargement et déchargement « en grenier » et essais sur celle-ci
004-63-10 TEEI/RD	Società Ricerche Impianti Nucleari (SORIN) Milan	Recherches sur le comportement de l'azote et du carbone dans le fer et dans les aciers soumis à des irradiations neutroniques
005-63-12 TEEB/RD	Centre National de recherches Métallurgiques (CNRM) Bruxelles	Fragilisation par fatigue plastique des aciers pour cuves de réacteurs
008-63-12 TEEB/RD	Société SOUDO-METAL Bruxelles	Études sur les placages inoxydables d'acier de forte épaisseur

⁽¹⁾ Les contrats dont le numéro de référence est suivi du sigle RD sont conclus dans le cadre de l'Accord de Coopération Euratom/États-Unis.

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
009-63-12 TEGC	Allgemeine Elektrizitäts-Gesellsch. (AEG) Frankfurt/Main Société ALSTHOM Paris	Étude de l'intérêt économique d'une amélioration des caractéristiques du circuit primaire d'une centrale du type graphite-gaz
010-63-3 TEEB/RD	Centre d'Etude de l'Énergie Nucléaire (CEN) Bruxelles	Étude des caractéristiques physiques fondamentales de monocristaux d' UO_2 et de leur comportement sous irradiation
012-63-10 TEEB/RD	Université Libre de Bruxelles (ULB) Bruxelles	Étude de quelques problèmes d'oxydation des métaux, et application de méthodes de mesure d'impédance à l'étude de la résistance de ces métaux à la corrosion par un milieu aqueux
013-63-12 TEED/RD	Nukleare Chemie und Metallurgie GmbH (NUKEM) Frankfurt/Main	Développement d'un procédé de préparation de poudres denses d' UO_2 adaptable à l'échelle industrielle et donnant aux particules les caractéristiques nécessaires à leur mise en forme par les méthodes de compactage par vibration et retraitement
015-63-10 TEGF	Société BERTIN Paris	Étude théorique et expérimentale de la convection naturelle du gaz sous pression
016-3-10 TEGC	Deutsche BABCOCK-WILCOX GmbH Oberhausen Société INDATOM Paris	Remise d'une offre ferme pour un système d'isolation thermique des réacteurs nucléaires refroidis par gaz sous pression
017-63-11 TEGD	Deutsche BABCOCK-WILCOX GmbH Oberhausen	Étude de la corrosion du graphite par le CO_2 dans des conditions de puissance spécifique relativement élevée
018-63-11 TEGC	FONDERIE DE PRÉCISION Nanterre (Seine) Société KARL SCHMIDT Neckarsulm	Mise au point de la fabrication, par moulage, de gaines en alliage magnésium-zirconium pour des combustibles utilisés dans des réacteurs graphite-gaz

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
019-63-11 TEED/RD	METALLGESELL- SCHAFT Frankfurt/Main	Développement des alliages du type Zr-Nb 3 % Sn 1 % en vue de leur utilisation comme matériaux de gainage pour les combustibles des réacteurs à eau légère
022-64-1 TEGN	Société anonyme BREDERO Utrecht	Étude de l'influence des températures élevées (jusqu'à 400° C) sur les propriétés mécaniques, physico-chimiques et thermiques des bétons et de leurs composants
023-63-12 TEEN/RD	Société anonyme RESCONA Amstelveen	Développement d'un débitmètre du type turbine pour mesures en pile
003-63-3 DIRB	Université Libre de Bruxelles (ULB) Bruxelles	Études thermodynamiques par spectrométrie de masse d'éléments et de composés réfractaires
099-63-10 RDB	Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire (CEN) Bruxelles	Développement d'un détecteur à état solide pour flux instantané de neutrons opérant au-dessus de la température ambiante

IV. *Études technico-économiques liées au développement des réacteurs de types éprouvés*

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
009-62-11 ECII	Comitato Nazionale per l'Energia Nuclea- re (CNEN) Rome	Mise au point d'une méthode de calcul du prix de revient du cycle des combustibles dans les réacteurs de puissance
011-63-2 ECIF	Société INDATOM Paris	a) Établissement d'un questionnaire destiné aux utilisateurs d'énergie thermique à basse température pour évaluer leurs besoins de cette forme d'énergie b) Dépouillement et analyse des réponses
014-62-11 ECII	Comitato Nazionale per l'Energia Nuclea- re (CNEN) Rome	Étude préliminaire des effets économiques de l'insertion de centrales nucléaires de puissance dans les réseaux interconnectés de production d'électricité

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
015-63-1 ECIB	Université Libre de Bruxelles (ULB) Institut de Sociologie Bruxelles	Enquête pilote sur les besoins quantitatifs et qualitatifs, en personnel scientifique et technique, des industries et de la recherche nucléaire en Belgique
016-63-12 ECII	Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (CNEN) Rome	Étude des aspects économiques du cycle de combustible U-233/Thorium
017-63-7 ECIN	NEDERLANDS ECONOMISCH INSTITUUT Rotterdam	Étude des conditions économiques de développement des réseaux électriques, compte tenu notamment de l'insertion de centrales nucléaires
018-63-12 ECID	Bureau d'Études Nucléaires (BEN) Bruxelles Société belge de Mathématiques appliquées (SOBEMAP) Bruxelles	Mise au point d'une méthode permettant d'optimiser les programmes de production de courant électrique d'origine nucléaire
019-63- ECIF	Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) Paris	Études sur la valeur du plutonium à long terme
020-63-12 ECID	Technische Hochschule Aachen Aix-la-Chapelle	Étude des facteurs permettant de diminuer le coût d'installation d'une centrale nucléaire
021-63 ECID	Technische Hochschule Aachen Aix-la-Chapelle	Étude préalable à la mise au point d'un programme de réacteurs dans l'optique d'une utilisation optimale des réserves mondiales d'uranium et de thorium
022-63-9 ECIC	Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) Paris Société INDATOM-Paris Siemens-Schuckertwerke A.G. — Erlangen Società Ricerche Impianti Nucleari (SORIN) Milan	Mise au point d'une méthodologie permettant de calculer le coût du kWh nucléaire

V. Réacteurs à neutrons rapides

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
009-63-1 RAAD ⁽¹⁾	Gesellschaft für Kernforschung Karlsruhe	Études théoriques et expérimentales dans le domaine des réacteurs à neutrons rapides
010-63-1 RAAI ⁽¹⁾	Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (CNEN) — Rome	Études et travaux dans le domaine des réacteurs à neutrons rapides

VI. Traitement de déchets radioactifs

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
001-63-10 WASI	Istituto Idrobiologia di Pallanza Pallanza	Étude dynamique du Lac Majeur
002-63-12 WASB	Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire (CEN) — Bruxelles	Étude de la migration des radioéléments dans le sol

VII. Nouveaux types de réacteurs

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
002-62-1 NTAN ⁽¹⁾	N.V. tot Keuring van Elektrotechnische Materialen (KEMA) Arnhem	Recherches dans le domaine des réacteurs homogènes à suspension aqueuse
005-63-7 NTRI	Centro Informazioni Studi ed Esperienze (CISE) Segrate/Milan Società Ricerche Impianti Nucleari (SORIN) Milan	Programme préliminaire de développement d'un projet de réacteur modéré à l'eau lourde et refroidi par « brouillard »

⁽¹⁾ Contrat d'association.

VIII. *Radioisotopes*

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
027-63-2 RISD	Université de Heidelberg Heidelberg	Recherches sur le marquage au 14-C de molécules marquées
032-63-12 RISF	Université de Dijon Dijon	Synthèse d'hormones thyroïdiennes et de dérivés de l'adrénaline fortement marqués au tritium, et recherches sur les meilleures conditions de leur conservation
033-63-12 RISF	Université de Dijon Dijon	Mise à disposition de molécules marquées
034-63-7 RISD	Université de Francfort Prof. Wacker Frankfurt/Main	Amélioration de la méthode de Wilzbach
035-62-10 RISN	Centrale Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) La Haye	Synthèse de molécules marquées nouvelles
036-63-5 RISF	Université de Montpellier Montpellier	Synthèse d'une série d'esters du cholestérol 14-C.4 de haute activité spécifique, et étude des conditions de leur conservation
037-62-10 RISD	Battelle Institut Frankfurt/Main	Étude fondamentale des effets du rayonnement sur les réactions catalytiques hétérogènes
038-62-10 RISB	Université de Liège Liège	a) Mise au point de 3 composés marqués au tritium b) Étude d'une méthode de résolution de racémiques applicable aux composés tritiés de l'adrénaline et de différents acides aminés
039-62-10 RISB	Université Libre de Bruxelles (ULB) Bruxelles	Marquage au tritium des peptides du lysozyme, et étude d'une méthode de préparation de protéines et de lipoprotéines marquées au tritium
041-62-11 RISF	Collège de France Paris	Synthèse d'hormones marquées au tritium et étude de leur conservation

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
042-62-12 RISF	Institut Pasteur Paris	Synthèse de bases puriques et pyrimidiques fortement marquées au ¹⁴ C
045-63-11 RISB	Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire (CEN) Bruxelles	Préparation de molécules marquées par irradiation gamma
048-63-2 RISI	Université de Milan Institut de Pharmacologie et de Thérapeutique Milan	Biosynthèse et synthèse chimique de molécules marquées
049-63 RISI	Université de Milan Milan	Synthèse et conservation de molécules marquées
050-63-8 RISB	Université de Liège Liège	Préparation de cibles de tritium pour générateurs de neutrons
052-63-8 RISD	Université de Francfort — Prof. Wacker Frankfurt/Main	Mise à disposition de molécules marquées
055-63-8 RISB	Université de Liège Liège	Mise à disposition de molécules marquées

IX. *Biologie et protection sanitaire*

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
009-62-10 BIOF	Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) — Paris Institut National d'Agronomie (INA) Paris	Étude des effets de substances mutagènes chimiques, par comparaison avec ceux des agents mutagènes physiques
015-62-2 BIOB	Université Libre de Bruxelles (ULB) Bruxelles	Recherches sur le mécanisme de la concentration sélective du strontium dans les spicules des acanthaires

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
018-62-4 BIOB	Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire Bruxelles (CEN)	a) Étude de la perturbation radiologique du métabolisme de l'A.D.N. du foie de rat isolé et perfusé après hépatectomie partielle b) Étude de la modification radiologique du taux d'absorption cellulaire des acides aminés et des composés connexes
019-63-3 BIOF	Association CLAUDE BERNARD Paris	Action des radiations sur des plaquettes sanguines
020-62-12 BIOB	Université Libre de Bruxelles Bruxelles	Étude de l'efficacité biologique relative des neutrons rapides et du rayonnement gamma dans l'induction du lymphosarcome thymique et l'accélération du vieillissement chez certaines souris
021-63-3 BIOI	Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (CNEN) Rome	Recherches d'immunogénétique
022-62-10 BIOB	Université de Liège Liège	Étude de l'effet de mutagènes marqués sur l'hérédité
023-63-2 BIOI	Université de Pavie Pavie	Étude de génétique et de cytogénétique humaines
024-63-2 BIAI (1)	Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (CNEN) Rome	Recherches sur l'absorption, l'accumulation et les pertes de radioéléments dans des organismes marins, et étude de l'équilibre biologique de la mer
026-63-4 BIAC (1)	Université Libre de Bruxelles (ULB) Bruxelles Université de Pise Pise	Recherche de nouveaux moyens de diagnostic et de traitement grâce à l'utilisation de méthodes faisant intervenir les techniques nucléaires
027-63-10 BIOF	Institut GUSTAVE ROUSSY Villejuif (Seine)	Participation à une étude de l'incidence des leucémies chez les patientes traitées au radium ou aux rayons X pour cancer du col utérin

(1) Contrat d'association.

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
028-63-10 BIOF	Centre LEON BERNARD Lyon	Participation à une étude de l'incidence des leucémies chez les patientes traitées au radium ou aux rayons X pour cancer du col utérin
029-63-1 BIAN ⁽¹⁾	Centrale Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) La Haye	Traitement du syndrome d'irradiation chez le singe et l'élevage d'animaux exempts de germes pathogènes spécifiques
030-63-3 BIOF	Institut PASTEUR (Prof. Latarjet) Paris	Recherches dans le domaine de la radiobiologie fondamentale
005-63-9 PSTI	Società Elettro-nucleare Nazionale S.P.A. (SENN) — Naples	Recherches sur la protection sanitaire contre des radiations ionisantes dans une centrale nucléaire.

X. *Participation à la construction de réacteurs de puissance*

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
005-63-3 REPD	Kernkraftwerk RWE-BAYERNWERK GmbH Gundremmingen/ (KRB) Günzburg	Conception, construction et exploitation, selon les normes généralement admises par les producteurs d'électricité, d'une centrale nucléaire de puissance
006-63-4 REPN	Samenwerkende Elektriciteitsproductiebedrijven (SEP) Arnhem	Conception, construction et exploitation, selon les normes généralement admises par les producteurs d'électricité, d'une centrale nucléaire de puissance

⁽¹⁾ Contrat d'association.

L'activité du Centre d'Information et de Documentation (CID), fondé en 1961, s'exerce dans le domaine de la documentation, des publications et de la gestion de bibliothèques. Son personnel s'est accru selon les prévisions; l'effectif de 93 agents, prévu pour 1963, a été atteint.

Le programme de travail du CID, en particulier le projet d'installation d'un ordinateur électronique destiné à emmagasiner et à dépouiller les informations techniques et scientifiques, n'a cessé d'être amélioré grâce aux suggestions du Comité consultatif en matière d'information et de documentation (CCID), qui se compose d'experts reconnus des six pays membres. Ce projet a été élaboré en étroite collaboration avec le Centre européen de Traitement de l'Information scientifique d'Ispra (CETIS).

La collaboration ainsi que la répartition des tâches entre le CID et les centres nationaux demeurent sous le contrôle permanent du groupe de travail des chefs des services de documentation des centres nationaux de recherches nucléaires et peuvent à chaque instant être adaptées à de nouvelles exigences. Ce système créera les conditions nécessaires à la mobilisation de toutes les ressources disponibles de la Communauté en vue d'une exploitation toujours plus profitable des informations existantes.

Les chefs des bibliothèques de la Communauté spécialisées dans le domaine nucléaire ont, au cours d'une réunion, arrêté les mesures propres à résoudre certains problèmes spéciaux communs et notamment le problème de l'acquisition d'ouvrages techniques difficilement accessibles.

Les services de documentation de l'USAEC et de l'UKAEA ont été informés du projet d'emmagasinage électronique des informations techniques et scientifiques. Des pourparlers sont actuellement en cours dans le but de renforcer la collaboration avec le service de l'USAEC chargé d'éditer les « Nuclear Science Abstracts ».

Lors de l'assemblée générale de la « Fédération internationale de Documentation » (FID), une communication a été présentée sur la coopération régionale au sein de la Communauté européenne de l'Energie atomique dans le domaine de l'information nucléaire.

D'autre part, le CID continue à participer aux travaux du Centre européen de Traduction de Delft et de l'« International Cooperation in Information Retrieval among Examining Patent Offices », dans la mesure où ces travaux présentent un intérêt pour l'information nucléaire.

Au cours de l'année 1963, le CID, qui avait obtenu une dotation totale de 1 000 000 d'u.c. AME, a souscrit des engagements de dépenses pour un montant de 986 088 u.c. AME.

I. Documentation

Les attributions de la section « Documentation » se sont considérablement étendues en 1963. Les trois groupes : « Documentation manuelle », « Analyse des documents » et « Sources de la documentation » ont élargi et approfondi leurs travaux dans le sens prévu.

1. *Documentation manuelle*

Jusqu'à ce que l'ordinateur électronique soit en mesure de fournir des résultats d'analyses — c'est-à-dire probablement vers la fin de 1965 —, les recherches bibliographiques devront être poursuivies par les soins du groupe chargé de la documentation manuelle, selon les méthodes traditionnelles : répertoires, fichiers, bibliographies, résumés, etc. Ce groupe, assisté parfois par les services de documentation spécialisés de la Communauté, a effectué en 1963 un total de 209 recherches bibliographiques. Toute recherche manuelle exigeant beaucoup de temps et une grosse somme de travail, le cercle des demandeurs a dû être limité aux services, au Centre commun de Recherches et aux contractants de la Commission.

2. *Analyse des documents et travaux préparatoires à la mise en service d'un ordinateur électronique*

Afin d'être en mesure de procurer à toutes les personnes intéressées des Etats membres de la Communauté et, en particulier, aux Centres nationaux et à l'Industrie pour leurs recherches personnelles, et ce de façon plus rapide, plus précise et plus complète que par des méthodes manuelles, les informations d'ordre nucléaire qui leur sont nécessaires, la Commission avait décidé, dans le cadre du deuxième plan quinquennal, l'installation à Bruxelles d'un ordinateur électronique. Cet ordinateur est également destiné à satisfaire les besoins multiples et sans cesse accrus de la Direction générale « Budget et Finances » et de la Direction générale « Administration et Personnel », ainsi qu'à aider l'Office statistique des Communautés européennes à s'acquitter de ses tâches aussi nombreuses qu'étendues. Cette installation a été livrée

à la fin d'octobre 1963. Des renseignements immédiatement utilisables ont pu être fournis aussitôt aux services statistiques, administratifs et financiers. En revanche, la préparation électronique des informations techniques et scientifiques exige l'élaboration préalable et la mise à jour permanente d'un système approprié de codage du contenu des documents (1). Or, le personnel spécialisé s'est avéré numériquement insuffisant pour mener à bien et dans les délais voulus l'exécution de ces travaux préparatoires. Comme le système de codage mis au point peut également, après une initiation convenable, être utilisé par des tiers sans que la concordance du codage ait trop à en souffrir, il a été possible de faire appel au concours d'un grand nombre de correspondants spécialisés, si bien que, jusqu'à la fin de 1963, on a pu introduire dans l'ordinateur électronique près de 85 000 données codées relatives à des documents portant sur des sujets nucléaires.

Afin de compléter les éléments figurant dans les « Nuclear Science Abstracts » qui doivent être intégralement emmagasinés dans l'ordinateur, deux contrats ont été conclus en vue de l'amélioration du système d'élaboration des comptes rendus : en collaboration avec Euratom, l'« Excerpta Medica Foundation » d'Amsterdam publiera une nouvelle revue « Nuclear Medicine » et la firme Brevatome de Paris signalera à l'avenir, de façon de plus en plus complète, dans sa revue « la Propriété industrielle nucléaire », les brevets de caractère nucléaire qui intéressent l'industrie des pays de la Communauté. Ces deux revues fourniront leurs données bibliographiques à Euratom. (CID) sous une forme telle qu'elles puissent être emmagasinées dans la mémoire électronique par des opérations mécaniques simples et sans nouvelles complications.

On peut espérer que, d'ici la fin de l'année 1965, il sera possible d'emmagasiner tous les éléments restés en souffrance (plus de 300 000 livres, articles, rapports et autres) ainsi que l'afflux courant de données sur les ouvrages de technique nucléaire (actuellement 50 000 références par an, avec une forte tendance à l'accroissement), de sorte que la mémoire puisse être alors rendue accessible à tous les intéressés des pays de la Communauté.

3. Sources bibliographiques

Le groupe de travail chargé de cette tâche rassemble, particulièrement dans les secteurs nucléaires marginaux et en collaboration avec un grand nombre de centres de recherches et de documentation, de bibliothèques, d'éditeurs, etc., des indications précises sur les informations techniques et scientifiques susceptibles d'être fournies sur les sources de ces informations et sur les conditions de communication. Ces indications seront également emmagasinées

(1) L. Rolling : Un répertoire des mots clefs pour la documentation mécanisée dans le domaine de la technique nucléaire. Bulletin des Bibliothèques de France 8 (1963) n° 1, pp. 11-25.

dans la mémoire afin de pouvoir être transmises au demandeur qui en aura besoin, ce qui représentera pour lui une grosse économie de temps et de travail.

II. Publications

1. Principes applicables à la diffusion des connaissances acquises lors de la mise en œuvre du programme de recherches de la Communauté

Le 1^{er} avril 1963, la Commission d'Euratom a fait au Conseil un exposé complet de sa politique de diffusion des connaissances acquises lors de la mise en œuvre du programme de recherches de la Communauté. Cet exposé faisait suite à des échanges de vues détaillés avec les services compétents du Conseil. La politique suivie s'inspire des principes suivants :

La Commission devra veiller à ce que les efforts qu'elle entreprend pour assurer une diffusion rapide et complète des connaissances qu'elle a acquises soit compensés par le souci de ne pas compromettre le déroulement régulier de ses travaux de recherches par une divulgation prématurée des connaissances.

Avant de diffuser le résultat d'une recherche, il faut s'assurer que celui-ci est bien au point afin de ne pas compromettre la réputation du chercheur qui y a participé et le crédit de la Commission. Il faut en outre que ce résultat soit suffisamment précis et complet pour que son exploitation ne risque pas d'entraîner des déceptions. Il convient enfin d'éviter qu'une publication prématurée de ces résultats ne permette à des tiers d'en développer les conséquences dans leur intérêt exclusif avant que la Commission ait eu le temps de le faire, privant la Communauté du bénéfice des résultats définitifs.

En matière de publications, la Commission suivra les usages des grands centres nationaux. Elle divulguera le plus rapidement possible les connaissances scientifiques de caractère fondamental et autres présentant un intérêt général pour l'humanité, telles que, par exemple, celles relevant de la médecine ou de la biologie. Pour ce faire, elle recourra à plusieurs procédés : elle publiera un « Rapport Euratom » ou fera paraître un article dans une publication de la Commission ou dans une revue scientifique spécialisée, ou bien encore elle fera des communications à l'occasion de congrès, de conférences et de colloques, etc.

En revanche, les connaissances susceptibles d'être exploitées sur le plan industriel ne pourront être publiées librement que si l'industrie nucléaire de la Communauté ne risque pas de se voir ainsi privée des avantages inhérents à la qualité de premier utilisateur. En conséquence, pour la communication de ces connaissances exploitables industriellement (projets détaillés de

réacteur, procédés de fabrication, plans, dessins, etc.), on a instauré une procédure conforme aux objectifs énoncés à l'article 13 du Traité limitant cette communication aux Etats membres, aux personnes et aux entreprises de la Communauté.

Ces connaissances ne sont communiquées qu'aux personnes ou entreprises de la Communauté pouvant justifier d'un intérêt légitime à les utiliser et s'engageant à en préserver le caractère confidentiel. Il appartiendra à la Commission de décider si ces conditions sont remplies. L'admission des demandeurs et les communications s'effectuent par l'intermédiaire de correspondants nationaux. Il existe d'autres procédés de diffusion des connaissances : l'organisation de réunions et colloques techniques, les mesures tendant à favoriser les échanges de personnel, à mettre en contact les chercheurs et les entreprises industrielles, etc.; en toute hypothèse, ces mesures sont réservées aux Etats membres, personnes et entreprises de la Communauté.

En revanche, ces connaissances ne sont communiquées aux pays tiers et à leurs organisations que dans les cas où cette mesure est conforme à l'intérêt général de la Communauté et intervient dans le cadre d'un échange d'informations profitable aux deux parties.

2. Publications et « communications » (article 13 du Traité) ne paraissant pas à intervalles réguliers

Du 1^{er} mars au 31 décembre 1963, la Commission a publié 256 rapports techniques et scientifiques dont la liste est reprise au document n° 34.

Pour la diffusion des « communications » au sens de l'article 13 du Traité, a été appliquée en 1963 une procédure provisoire faisant intervenir temporairement les représentations permanentes des Etats membres. Au 31 décembre 1963, 434 communications avaient été diffusées selon cette procédure. La procédure de diffusion définitive par l'entremise de correspondants nationaux entrera en vigueur le 1^{er} janvier 1964.

3. Publications paraissant à intervalles réguliers

Les trois périodiques : « Transatom Bulletin », « Quarterly Digest » et « Euratom Bulletin » ont paru régulièrement en 1963 et ont été servis à un nombre d'abonnés qui s'accroît lentement et régulièrement.

Le « Transatom Bulletin », qui paraît chaque mois, a publié au total, en 1963, 7 977 notes bibliographiques sur des traductions, existantes ou en préparation, de textes nucléaires scientifiques ou techniques rédigés dans des langues peu connues — par exemple les langues slaves —, ainsi que des renseignements sur les possibilités d'accès à ces traductions. Grâce à l'adoption en 1962 de

procédés mécaniques pour les travaux de rédaction, les tables récapitulatives annuelles ont pu être livrées concurremment avec le dernier fascicule de l'année, ce qui a simplifié considérablement la tâche de l'utilisateur et a représenté pour lui un gain de temps appréciable.

Le « Quarterly Digest » — tiré récemment à 1 200 exemplaires — et qui paraît depuis deux ans, contient des renseignements sur le programme commun de recherches et de développement Euratom-Etats-Unis. A l'avenir, il ne sera plus publié sous forme de publication séparée; ses articles seront repris dans la revue « Euratom Information » qui paraîtra toutes les six semaines à dater du 1.1.1964.

L'« Euratom Bulletin », revue trimestrielle publiée séparément en cinq langues, aborde sa troisième année avec un tirage total de 7 600 exemplaires. Il traite, sous une forme accessible à un vaste public intéressé par les questions techniques, de tout ce qui, parmi les aspects de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire et les activités de la Commission, présente un intérêt général. Le nombre des abonnés payants de cette revue a augmenté de façon satisfaisante.

La revue « Euratom-Information », dont le premier fascicule a paru en mai 1963, rend compte, sous forme de résumés assortis des indications bibliographiques d'usage, du programme de recherches et des contrats de recherches et d'association conclus et, tout particulièrement, des publications techniques et scientifiques de la Commission se rapportant à son propre programme de recherches ou à la recherche contractuelle, ainsi que des brevets et des modèles déposés.

L'édition d'une revue spéciale destinée à l'information des milieux spécialisés intéressés avait été imposée par l'accroissement des publications, des brevets et des contrats.

III. Bibliothèques

Les cinq bibliothèques de la Commission d'Euratom constituent l'un des moyens les plus importants de diffusion interne des connaissances. L'installation des bibliothèques de Bruxelles et d'Ispra est presque terminée. La bibliothèque spéciale du Bureau central de Mesures nucléaires de Geel est gérée par la bibliothèque de Bruxelles qui se charge également des travaux préparatoires à la mise en place des bibliothèques de Petten et de Karlsruhe. La bibliothèque de Bruxelles fournit en outre de la documentation aux agents d'Euratom qui, dans le cadre des contrats d'association ou pour d'autres raisons, exercent leur activité en dehors des institutions d'Euratom.

Diverses mesures d'harmonisation du travail des différentes bibliothèques d'Euratom ont déjà été prises, notamment en ce qui concerne l'établissement des catalogues. En outre, un programme prévoyant l'utilisation de machines à écrire commandées par bandes perforées (flexowriters) est actuellement à l'étude en collaboration avec le CETIS. Ces machines facilitent la composition des catalogues et, à long terme, elles permettront — lorsque l'on disposera du nouvel ordinateur — de rationaliser les commandes et de mieux contrôler leur exécution.



**CALENDRIER DES GRANDES
RÉALISATIONS DU DEUXIÈME
PROGRAMME QUINQUENNAL**

CALENDRIER DES GRANDES REALISATIONS DU 2^{EME} PROGRAMME QUINQUENNAL

B ACCORDS INTERNATIONAUX ET GRANDS CONTRATS	1963	1964	1965	1966	1967	
						J F M A M J J A S O N D
PROGRAMME COMMUN	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J A S O N D	J A S O N D	J A S O N D
ACCORD EUROPEEN U.S.A.	PREMIERE TRANCHE					
ACCORD DRAGON	DEUXIEME TRANCHE QUINQUENNALE					
T.H.T.R.	ACCORD PROLONGE					
EXTENSION DE L'ACCORD						
PROJET HALDEN						
REACTEURS RAPIDES						
C.E.A. (RAPSODIE , HARMONIE , MASURCA)						
KARLSRUHE						
C.N.E.N. (RAPTIUS)						
CONVENTION B R 2						
REACTEUR B R 2						
KEMA						
REACTEURS AU BROUILLARD						
NOUVEAUX TYPES DE REACTEURS						
FIAT / ANSALDO						
R. C. N.						
G. K. S. S. II						
PROPOSITION NAIALE						
INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK						
C.E.A.						
C.N.E.N.						
F.O.M.						
K.F.A.						
C.N.E.N. / I.N.F.N. (MESURES PHYSIQUES)						
ITAL (RADIOBIOLOGIE VEGETALE)						
C.N.R. / C.N.E.N. (RADIOGENETIQUE)						
U.L.B. (BIOLOGIE MOLEULAIRE)						
T.N.O. (RADIOBIOLOGIE ANIMALE)						
C.N.E.N. (RADIOBIOLOGIE MARINE)						
UNIVERSITE PISE / U.L.B. (APPLIC. MEDICALES ENERGIE NUCLEAIRE)						
HEMATOLOGIE (FRIBOURG / MUNICH)						
PROTECTION SANITAIRE						
C.E.A. (CONTAMINATION CHAINE ALIMENTAIRE)						

**RAPPORTS SCIENTIFIQUES ET
TECHNIQUES RÉSULTANT DE
L'EXÉCUTION DU PROGRAMME
DE RECHERCHES D'EURATOM
ET PUBLIÉS PAR LA COMMISSION (1)**
(du 1^{er} mars au 31 décembre 1963)

(Les auteurs des publications signalées appartiennent, soit aux équipes d'Euratom, soit à des entreprises avec lesquelles Euratom a conclu des contrats)

SOMMAIRE

1. BIOLOGIE ET MÉDECINE
2. CHIMIE
3. MÉCANIQUE ET APPAREILLAGES
4. GÉOLOGIE, MINÉRALOGIE ET MÉTÉOROLOGIE
5. SANTÉ ET SÉCURITÉ
6. APPLICATIONS INDUSTRIELLES DES ISOTOPES ET DES RADIATIONS
7. MATHÉMATIQUES ET ORDINATEURS
8. MÉTAUX, CÉRAMIQUES ET AUTRES MATÉRIAUX
9. PHYSIQUE
10. TECHNOLOGIE DES RÉACTEURS
11. DROIT, ÉCONOMIE ET INDUSTRIE
12. DOCUMENTATION
13. GÉNÉRALITÉS

1. BIOLOGIE ET MÉDECINE

BALNER H.	Identification of peritoneal macrophages in mouse radiation chimeras Rapport Euratom n° EUR 329 e - Reprint
BOLOGNA I. GOUTIER R.	Localisation intracellulaire dans le foie de rat d'un facteur inhibiteur de la synthèse de l'acide désoxyribonucléique in vitro Rapport Euratom n° EUR 394 f - Reprint

(1) Ne sont pas compris dans cette liste, les quelque 1 000 rapports issus du programme de recherches et de développement de l'Accord de coopération conclu entre la Communauté européenne de l'Énergie atomique (EURATOM) et les États-Unis d'Amérique.

- BRACHET J.
DENIS H. Effects of actinomycin D on morphogenesis
Rapport Euratom n° EUR 156 e - Reprint
- BRUNFAUT M.
ERRERA M.
MILLER FAURES A.
SRINIVASAN P.R. Kinetics of pulse-labelling of ribonucleic acid in HeLa cells
Rapport Euratom n° EUR 399 e - Reprint
- CROUCH B.G.
DE VRIES M.J.
MAGLIULO E. The sex-linked drumstick appendage frequency as a marker for bone marrow transplantation in monkeys
Rapport Euratom n° EUR 158 e - Reprint
- DALEBROUX M. An extension of the use of orthogonal coefficients in partitioning genetic variances
Rapport Euratom n° EUR 310 e - Reprint
- DORIA G. An experimental analysis of the specificity of actively acquired tolerance in mice
Rapport Euratom n° EUR 361 e
- FRACCARO M.
GILBERT C.W.
KAIJSER K.
LAJTHA L.
LINDSTEN J.
MULDAL A.
ROWLEY J. Synthesis of deoxyribonucleic acid on X-chromosomes of an XXXXY male
Rapport Euratom n° EUR 290 e - Reprint
- FRACCARO M.
HAMERTON J.L.
LINDSTEN J.
POLANI P.E.
RACE R.R.
SANGER R. Evidence that the Xg blood group genes are on the short arm of the X-chromosome
Rapport Euratom n° EUR 311 e - Reprint
- FRACCARO M.
IKKOS D.
KAIJSER K.
KLINGER H.P.
LINDSTEN J.
LUFT R. Presumptive iso-chromosomes for the long arm of X in man - Analysis of five families
Rapport Euratom n° EUR 380 e - Reprint
- GAGLIONE P.
RAVERA O. Concentrazione di Mn⁵⁴ da fall-out in relazione all'età e all'organo di *Unio mancus elongatulus* (Molluschi, Lamellibranchi)
Rapport Euratom n° EUR 254 i - Reprint
- GALLO CURCIO A.
MONCASSOLI A.M.
TODISCO S. Study of a nuclear powered tanker, radiation doses from a water reactor
Rapport Euratom n° EUR 304 e
- GAVOSTO F.
PEGORARO L.
PILERI A. Metabolismo dell'ADN nei cromosomi di leucemia acuta umana
Rapport Euratom n° EUR 373 i
- GERBER G.B. DNA-synthesis in the isolated perfused rat liver
Rapport Euratom n° EUR 308 e

- GERBER G.B.
REMY-DEFRAIGNE J. Synthese der Desoxyribonucleinsäure in der isolierten
perfundierten Rattenleber
Rapport Euratom n° EUR 160 d - Reprint
- GORINI P.
MAGLIULO P.
PECORARI E.
RONDANELLI E.G. Lebenbeobachtungen über Bildung und Schicksal des
Rabl'schen Polarfeldes in erythroblastischen Karyoki-
nesen. Phasenkontrast-mikrokinematographische Unter-
suchungen
Rapport Euratom n° EUR 449 d - Reprint
- MUELLER W.H. Kationische Radionuklide und ihre Dekorporierbarkeit
Rapport Euratom n° EUR 368 d
- RECHT P. L'action internationale dans le domaine du contrôle
médical
Rapport Euratom n° EUR 359 f
- VAN PUTTEN L.M. The effectiveness of different freeze storage techniques
for mouse bone marrow cell suspensions
Rapport Euratom n° EUR 242 e

2. CHIMIE

- ANTOINE A. Effets des ions cuivriques sur la levure. I. Action des
ions Cu^{2+} sur l'utilisation du glucose, des réserves et
de l'acétate
Rapport Euratom n° EUR 445 f - Reprint
- APELGOT S.
EKERT B. Autodécomposition de thymidine tritiée en solution
aqueuse
Rapport Euratom n° EUR 381 f - Reprint
- AUBERT J.P.
MILHAUD G. Recherches sur l'obtention de bases puriques et pyri-
midiques ^{14}C de haute radioactivité spécifique
Rapport Euratom n° EUR 349 f
- AUBOUIN G. Analyse par activation d'impuretés minérales dans les
terphényles et leur dosage par spectrométrie gamma
Rapport Euratom n° EUR 418 f - Reprint
- BARBI G.B.
PIZZINI S. Determination of water content in potassium difluoride
Rapport Euratom n° EUR 322 e - Reprint
- BARBI G.B.
PIZZINI S.
STERNHEIM G. Hydrogen evolution from KHF_2 melts at platinum
electrodes
Rapport Euratom n° EUR 176 e - Reprint
- BEAUDET C.
HORLAIT J.
MARCQ A. Synthèse de produits de référence apparentés aux poly-
phényles (2^e partie)
Rapport Euratom n° EUR 295 f
- BERTHELOT C.
LAUER K.F. Absolute determination of the U-235/U-238 ratio with
an optical interferometer (Hypeac)
Rapport Euratom n° EUR 307 e

- BOVE J.M.
GOFFEAU A. La formation et l'utilisation de l'ATP et du TPNH₂
photosynthétiques pour diverses synthèses dans les
chloroplastes
Rapport Euratom n° 389 f - Reprint
- CAMAGNI P.
CONGOLANI A.
MANARA A. Measurements of the conductivity and polarizability
of U and UC at optical frequencies
Rapport Euratom n° EUR 463 e
- CAMERA V. Metodo colorimetrico per la determinazione dei poli-
fenili mediante tetracianoetilene
Rapport Euratom n° EUR 241 i
- COLOMBO A. Determinazione dell'ossigeno nel monocarburo di urano
mediante estrazione a caldo nel vuoto
Rapport Euratom n° EUR 204 i
- DELAVIGNETTE P.
HEERSCHAP M. Electron microscope study of graphite bromide
Rapport Euratom n° EUR 390 e - Reprint
- DE SPIEGELEER W.
TOUSSAINT C.
VOS G. Le dosage du silicium et du cobalt dans les aciers
inoxydables par spectrographie des rayons X
Rapport Euratom n° EUR 203 f
- DREZE P.
DUYCKAERTS G. Extraction du plutonium (IV) par l'acide dibutylphos-
phorique
Rapport Euratom n° EUR 436 f
- DUYCKAERTS G.
FUGER J.
MUELLER W. L'extraction liquide-liquide par le chlorhydrate de
trilaurylamine
Rapport Euratom n° EUR 426 f
- ELSTON J.
GEWISS C. Comportement sous irradiation aux neutrons de diffé-
rentes qualités industrielles de silice nitreuse
Rapport Euratom n° EUR 340 f
- FALLAIS C.J.
FLAMEE P.A.
VERLY W.G. Synthèse de la dl-carnitine et de la bétaine crotonique
marquées au tritium
Rapport Euratom n° EUR 324 f - Reprint
- FORCHERI S.
MONFRINI C. Cationic mobilities in fused cesium nitrate and thallous
nitrate
Rapport Euratom n° EUR 417 e - Reprint
- GIRARDI F.
GUZZI G.
LEY J. Utilisation dans l'analyse par activation de radioisotopes
ayant des lois de formation et de décroissance com-
plexes
Rapport Euratom n° EUR 467 f
- GIRARDI F.
PAULY J. Dosage par activation aux neutrons des impuretés con-
tenues dans les corps organiques employés en tech-
nique nucléaire
Rapport Euratom n° EUR 177 f - Reprint

- GIRARDI F.
PAULY J. Détermination au moyen de l'analyse par activation aux neutrons des impuretés présentes à l'état de traces dans des matériaux organiques
Rapport Euratom n° EUR 432 f
- GIRARDI F.
PIETRA R. Neutron activation analysis of aluminium, determination of gamma-emitting impurities with long half-lives
Rapport Euratom n° EUR 279 e - Reprint
- GUILLOT P.
VAREKAMP P. Possibilité d'analyse non destructive de matériaux combustibles à base d'uranium 235
Rapport Euratom n° EUR 248 f
- LAUER K.F.
LE DUIGOU Y. A sensitive method for end-point detection in constant current coulometry
Rapport Euratom n° EUR 387 e - Reprint
- LILJENZIN J.O.
LINDNER R.
REINHARDT H.
WIRRIES H. Complex formation in molten salts studied by distribution methods - I. Co(II)-chloro complexes in K-Li-NO₃
Rapport Euratom n° EUR 395 e - Reprint
- REITER F.W. Verdampfungswärme von Diphenyl, Naphthalin und den Terphenylisomeren
Rapport Euratom n° EUR 301 d
- REITER F.W. Kritische Daten von Diphenyl und den Terphenylisomeren
Rapport Euratom n° EUR 302 d
- SOMMARIVA A. Microanalisi delle impurità dell'acqua distillata prodotta per il circuito primario di un reattore nucleare per la propulsione navale
Rapport Euratom n° EUR 224 i
- THEISEN R. Applications de la microsonde de Castaing à la micro-analyse élémentaire et structurale de l'aluminium fritté
Rapport Euratom n° EUR 386 f - Reprint
- TOUSSAINT C. X-ray absorption as an analytical tool in nuclear chemistry
Rapport Euratom n° EUR 270 e
- TOUSSAINT C.
VOS G. Diagrammes de poudre par diffraction R.X. de l'ortho-, du méta- et du paraterphényle
Rapport Euratom n° EUR 288 f
- VAN DER STRICHT E. Détermination rapide de césium 137 des retombées radioactives au moyen de phosphomolybdate d'ammonium
Rapport Euratom n° EUR 438 f

3. MÉCANIQUE ET APPAREILLAGES

- BLANK H. Die direkte Durchstrahlung von keramischen Einkristallen im Elektronenmikroskop
Rapport Euratom n° EUR 164 d - Reprint
- BONNET C.
MORIN R. Etude à propos de l'anomalie de la distribution des températures dans les couches superficielles d'une paroi chauffée ou refroidie, constatée par M. Jacq
Rapport Euratom n° EUR 237 f
- BOUVELLE G. Description d'un nouveau porte-échantillons pour la caméra à rayons X Guinier, type AEG
Rapport Euratom n° EUR 251 f
- BOUVELLE G.
WEBER K. Description d'un nouveau porte-échantillons pour l'analyse à microsonde Castaing
Rapport Euratom n° EUR 252 f
- BRESESTI M.
NEUMANN H. Irradiation facilities in the ISPRA I Reactor
Rapport Euratom n° EUR 374 e
- BURCK E.
HUFSCHMIDT W.
RIEBOLD W. Die Bestimmung örtlicher Wärmeübergangszahlen an Röhren bei hohen Wärmestromdichten
Rapport Euratom n° EUR 348 d
- BUSSE C.A.
CARON R.
SALMI E.W. In-pile test of a thermionic converter
Rapport Euratom n° EUR 485 e
- DE BLUST E.
DE LOTTO I.
MANDL V. Fast low level pulse height discriminator
Rapport Euratom n° EUR 406 e
- DE LOTTO I. Oscillatori bloccati a transistori
Rapport Euratom n° EUR 175 i - Reprint
- DE LOTTO I.
TERMANINI A. Caratteristiche logiche e circuitali dell'analizzatore di tempi di volo a 1 024 canali costruito in Ispra
Rapport Euratom n° EUR 475 i
- ESCHBACH H. Methoden und Anwendungen der Ultrahochvakuum-Technik
Rapport Euratom n° EUR 231 d
- FRAYSSE G.
PROSDOCIMI A. Spectrométrie des réactions (n, α) et (n, f) à l'aide de détecteurs à état solide
Rapport Euratom n° EUR 222 f
- HERZBERGER P.
MORIN R. Réalisation d'un détecteur de burn-out
Rapport Euratom n° EUR 362 f

- LAUER K.F.
VERDINGH V. Preparation by electro-spraying of thin uranium, plutonium and boron samples for neutron cross section measurements in 4π geometry
Rapport Euratom n° EUR 278 e - Reprint
- LEMAITRE J.
THEISEN R. High precision microprobe analysis by thin metallic film calibration
Rapport Euratom n° EUR 320 e - Reprint
- MANDL V.
OLIVEIRA L. Alpha ratemeter with solid state detectors
Rapport Euratom n° EUR 429 e
- NIJSING R. Diffusional phenomena associated with transfer of momentum, heat and mass in turbulent pipe flow
Rapport Euratom n° EUR 293 e
- PHILIPPE A. Contrôle non destructif par appareillage à courants de Foucault à double impulsion
Rapport Euratom n° EUR 356 f
- ROSSI G. Détermination rapide du rapport d'intensité des raies spectrales par la méthode d'autocalibration
Rapport Euratom n° EUR 202 f
- STANCHI L. Temperature dependence of circuits using two emitter coupled transistors
Rapport Euratom n° EUR 370 e
- XXX Two-phase flow problems
Rapport Euratom n° EUR 352 e

4. GÉOLOGIE, MINÉRALOGIE ET MÉTÉOROLOGIE

- BOLLINI G.
DANESE I.
GANDINO C.
SCAGLIANTI B. 4° annuario meteorologico (1962)
Rapport Euratom n° EUR 276 i
- BROCAS J.
DELWICHE R. Cl, K and Na concentrations in Antarctic snow and ice
Rapport Euratom n° EUR 415 e - Reprint
- CAHEN J.
DELHAL J.
LEDENT D.
REINHARZ M. L'âge des migmatites de Boma et de l'orogénèse ouest-congolienne. Indications préliminaires sur l'âge des formations mayumbiennes et antérieures
Rapport Euratom n° EUR 450 f - Reprint
- DE BREUCK W.
GONFIANTINI R.
PICCIOTTO E.
TOGLIATTI V.
TONGIORGI E. Geographical variations of oxygen-18/oxygen-16 ratio in surface snow and ice from Queen Maud Land, Antarctica
Rapport Euratom n° EUR 163 e - Reprint
- GANDINO C. Anemologica ad Ispra
Rapport Euratom n° EUR 321 i - Reprint

XXX

Das Problem der Uranvorräte und der Uranversorgung auf lange Sicht

Le problème des ressources et de l'approvisionnement en uranium à long terme

Il problema delle risorse et dell'approvvigionamento di uranio a lungo termine

Het vraagstuk van de uraniumvoorziening op lange termijn

Rapport Euratom n° EUR 414 d, f, i, n, e

XXX

Messwerte der künstlichen Radioaktivität in den Ländern der Gemeinschaft für die Jahre 1961-1962

Résultats des mesures de la radioactivité dans les pays de la Communauté pour les années 1961-1962

Risultati delle misure della radioattività nei paesi della Comunità per gli anni 1961-1962

Resultaten van de metingen van de kunstmatige radioactiviteit in de landen van de Gemeenschap voor de jaren 1961-1962

Rapport Euratom n° EUR 461 d, f, i, n

5. SANTÉ ET SÉCURITÉ

ANZANI A.
BENCO A.
DE BORTOLI M.
DOMINICI G.
GAGLIONE P.
GANDINO C.
MALVICINI A.

Misure di radioattività ambientale Ispra 1961

Rapport Euratom n° 223 i

CAMERA V.
GIUBILEO M.

Determinazione del tritio con scintillatore liquido nelle urine del personale di un centro nucleare

Rapport Euratom n° EUR 333 i

CAMERA V.
GIUBILEO M.

Concentrazione d'uranio nelle urine del personale di un centro nucleare

Rapport Euratom n° EUR 334 i

COLLET M.
MUSSO L.
RECHT P.

Station mobile de décontamination des personnes

Rapport Euratom n° 407 f - Reprint

DE BORTOLI M.
GAGLIONE P.
MALVICINI A.
VAN DER STRICHT E.

Sorveglianza della radioattività del latte a Ispra, risultati del periodo 1960-1962

Rapport Euratom n° EUR 294 i

DE BORTOLI M.
GAGLIONE P.
MALVICINI A.
VAN DER STRICHT E.

Sulla determinazione della velocità di deposizione del pulviscolo radioattivo ad Ispra

Rapport Euratom n° EUR 364 i

- JACCHIA E.
MARCHINI-CAMIA A.
RECHT P. Le risque professionnel des radiations ionisantes et la
sécurité sociale
Rapport Euratom n° EUR 168 f - Reprint
- KIRCHHOFF W. Schutzvorrichtungen gegen Strahlenschäden auf Schiffen
mit Kernantrieb
Rapport Euratom n° EUR 255 d - Reprint
- RECHT P. Le problème de la protection sanitaire
Rapport Euratom n° EUR 172 f - Reprint
- XXX Ärztliche Überwachung der Arbeitskräfte, die ionisie-
renden Strahlen ausgesetzt sind
Surveillance médicale des travailleurs exposés aux ra-
diations ionisantes
Sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti alle radia-
zioni ionizzanti
Medische controle van werknemers die zijn blootgesteld
aan ioniserende straling
Rapport Euratom n° EUR 421 d, f, i, n, e

6. APPLICATIONS INDUSTRIELLES DES ISOTOPES ET DES RADIATIONS

- DEL TURCO A.M.
PIETRA R. Preparation of colloidal chromic phosphate (P^{32}) for
medical use
Rapport Euratom n° EUR 419 e - Reprint
- GROSSE G.
VANINBROUKX R. Preparation and calibration of Co^{60} standards for in-
tegrated thermal flux measurements
Rapport Euratom n° EUR 422 e - Reprint

7. MATHÉMATIQUES ET ORDINATEURS

- BUFFONI G. Il programma Louise I per calcoli di criticità e flussi
nello schema a multigruppi e più regioni unidimen-
sionali
Rapport Euratom n° EUR 350 i
- BUFFONI G. Il programma Louise II per calcoli di criticità e flussi
nello schema a multigruppi e più regioni bidimen-
sionali
Rapport Euratom n° EUR 351 i
- CAMION P. Traitement de l'information par l'algèbre de Boole
Rapport Euratom n° EUR 280 f - Reprint
- COPPI B.
FRANCESIO M. Aspetti generali della teoria del rallentamento
Rapport Euratom n° EUR 342 i

- COPPI B.
FRANCESCO M. Problemi di calcolo dell'assorbimento di risonanza nei reattori nucleari
Rapport Euratom n° EUR 360 i
- DE AMBROGIO W.
DE BACKER W. Simulation analogique d'un modèle dynamique de décision
Rapport Euratom n° EUR 151 f
- DE BACKER W. The generalized gradient, its computation aspects and its relations to the maximum principle
Rapport Euratom n° EUR 411 e
- DEBROUX A. Code pour la solution de systèmes d'équations booléennes
Rapport Euratom n° EUR 211 f
- DEROO H.E. Mogelijkheden tot secondaire en tertiaire programmatie van ponsbandmachines
Rapport Euratom n° EUR 346 n
- DI COLA G.
GLODEN R.F. Bestimmung der Temperaturleitfähigkeit in einem Hohlzylinder mittels der Lösung der Fourier'schen Differentialgleichung der Wärmeleitung
Rapport Euratom n° EUR 377 d
- D'HOOP H. La simulation dynamique à trois dimensions des grands réacteurs nucléaires
Rapport Euratom n° EUR 197 f
- D'HOOP H.
DEBROUX A.
GREEN C. APACHE - a breakthrough in analogue computing
Rapport Euratom n° EUR 291 e - Reprint
- GALLIGANI I. Il programma MUFT-EUR per il calcolo delle costanti epidermiche
Rapport Euratom n° EUR 283 i
- GAMP J. Etude systématique de la génération de retards au moyen d'unités analogiques classiques
Rapport Euratom n° EUR 240 f
- GAMP J. Sous-routine APACHE pour l'introduction automatique des fonctions-retard fixes et variables dans les problèmes analogiques
Rapport Euratom n° EUR 347 f
- GARGANTINI I. I. Dimostrazione dell'esistenza di una soluzione di un sistema di equazioni integrali provenienti da problemi del calore
II. Descrizione di un metodo numerico atto a risolverlo e sua applicazione in tre casi di equazioni integro-differenziali riducibili al sistema precedente
Rapport Euratom n° EUR 249 i

- GLODEN R.F. Recherche de la meilleure approximation pour l'évaluation d'une fonction donnée; approximation polynomiale au sens de Tchebycheff, développement asymptotique et application aux fonctions de Bessel
Rapport Euratom n° EUR 282 f
- GREEN C. The Euratom computer linkage system
Rapport Euratom n° EUR 284 e
- LAMBERT P.V.
NEUTS M.F. A limit theorem for orthogonal functions
Rapport Euratom n° EUR 328 e - Reprint
- MOEHLEN W. Schaltungen für die Umcodierung von Lochstreifen. Lochstreifenverarbeitung mit der Maschinenkombination IBM 047/IBM 884
Rapport Euratom n° EUR 427 d
- MOINIL P. SPST - Symbolic Programming System on Tape
Rapport Euratom n° EUR 266 f
- MONTAGNINI B.
POMENTALE T. Risoluzione numerica dell'equazione integrale del trasporto (risoluzione numerica del problema di Milne in mezzo non assorbente)
Rapport Euratom n° EUR 371 i
- MONTAGNINI B.
POMENTALE T. Risoluzione numerica dell'equazione integrale del trasporto (risoluzione numerica del problema di Milne in mezzo non assorbente)
Rapport Euratom n° EUR 372 i
- NEUTS M.F. A multistage search game
Rapport Euratom n° EUR 257 e
- NICKS R.
PLEINEVAUX C. Table de moments exponentiels
Rapport Euratom n° EUR 462 f
- RIOTTE A. « CANDIDE » : plan d'ensemble sur les développements possibles du couplage des calculateurs analogiques et digitaux du C.E.T.I.S.
Rapport Euratom n° EUR 150 f
- VAN WAUVE A. Contrôle automatique des calculateurs analogiques à l'aide de cartes perforées - projet « CRESSIDA I » - couplage réversible statique digital analogue
Rapport Euratom n° EUR 408 f

8. MÉTAUX, CÉRAMIQUES ET AUTRES MATÉRIAUX

- AMELINCKX S.
BLANK H. Direct observation of ferroelectric domains in barium titanate by means of the electron microscope
Rapport Euratom n° EUR 392 e - Reprint

- AMELINCKX S.
BLANK H. Some preliminary results on defects in irradiated UO_2 single crystals as revealed by transmission electron microscopy
Rapport Euratom n° EUR 452 e - Reprint
- AMELINCKX S.
BRESSERS J.
NEVELSTEEN K.
SMEETS E.
VAN LIERDE W. Growth of UO_2 single crystals
Rapport Euratom n° EUR 345 e
- AUBRY B.
LEPERS R. Etude, réalisation et mise au point d'un four continu industriel de frittage sous ammoniac craqué
Rapport Euratom n° EUR 344 f
- BEGHI G.
GUYOT P.
PIATTI G. Evolution micro- et macrostructurale des composites $Al-Al_2O_3$ sous cyclage thermique
Rapport Euratom n° EUR 378 f
- BELVEDERE C. Sulla lavorazione plastica del SAP-ISML, con particolare riferimento all'estrusione e trafilatura dei tubi a parete sottile
Rapport Euratom n° 428 i
- BLAESSER G. Theoretical foundations of parameter oscillation measurements
Rapport Euratom n° EUR 221 e
- BOGHEN J.
HERENGUEL J.
JEHENSON P.
SCHEIDECKER M. Amélioration de la technologie du frittoral en vue des applications nucléaires - propriétés des matériaux étudiés
Rapport Euratom n° EUR 273 f
- BONISSONI G.
PAGANELLI M. Studio delle particolarità strutturali del SAP-ISML mediante la microscopia elettronica e la diffrazione dei raggi X
Rapport Euratom n° EUR 403 i
- BONNET P.
BORLOO E.
JANSEN J. Etude de la transmission des ultrasons dans des barreaux cylindriques
Rapport Euratom n° EUR 275 f
- FEDERIGHI T.
GELLI D. Contributo allo studio della dissipazione interna e del modulo elastico dinamico del SAP-ISML
Rapport Euratom n° EUR 402 i
- FELIX F.
SCHMELING P.
ZIMEN K.E. Diffusion von Edelgasen in Festkörpern
Rapport Euratom n° EUR 259 d
- FOURE M.
MONTI H.
THEISEN R. Etude du chrome comme liaison métallique anti-diffusante entre uranium et aluminium
Rapport Euratom n° EUR 413 f

- GIULIANI S.
MUSTACCHI C. Development of methods for the determination of the high temperature thermal diffusivity of UC
Rapport Euratom n° EUR 337 e
- GUALANDI P.
JEHENSON P. Améliorations de la technologie du SAP en vue des applications nucléaires; propriétés des matériaux étudiés
Rapport Euratom n° EUR 272 f
- HAINSKI Z.
ROSSI G. Application de la méthode de calcul des rapports d'intensités à la détermination des impuretés dans l'aluminium et dans le SAP
Rapport Euratom n° EUR 393 f - Reprint
- HAUSER R. Filage de l'oxyde d'uranium - 2^{me} année
Rapport Euratom n° EUR 89 f
- HERENGUEL J.
LEYMONIE C. Examen de placage ALPAX/FRITTE Al-Al₂O₃ - Application du brasage de pièces en fritte Al-Al₂O₃
Rapport Euratom n° EUR 274 f
- HESS E.G. Einfluss unterschiedlicher Kaltverformungen auf die mechanischen Eigenschaften und den Dispersionsgrad von Sinteraluminium
Rapport Euratom n° EUR 433 d
- HIMMELSTEIN P.
HOFMANN F.
LIEBMANN B.
NEUMANN O.
SCHAEFER L. Entwicklung von Verfahren zur Herstellung von Urankarbidem sowie Cermets auf UC-Basis
Rapport Euratom n° EUR 355 d
- HIMMELSTEIN P.
LIEBMANN B.
SCHAEFER L. Entwicklung von Verfahren zur Herstellung von Urankarbidem sowie Cermets auf UC-Basis - Herstellung von Uran-Karbid-Brennstoffen
Rapport Euratom n° EUR 354 d
- HOFMANN F.
KROLL H.
LIEBMANN B. Herstellung von rundgehämmerten UO₂ - Brennelementen
Rapport Euratom n° EUR 353 d
- HOULLER A.
PUIG J.R. Stabilité thermique et radiolytique des terphényles
Rapport Euratom n° EUR 287 f - Reprint
- JÜNG-KOENIG W.
RICHTER H.
TVERBERG J.C.
WINCIERZ P.
ZWICKER U. Untersuchung von Legierungen des Zirkoniums mit Niob und Zinn in Hinblick auf deren Verwendung als Hullmaterial in wassergekühlten Kernreaktoren
Rapport Euratom n° EUR 86 d
- KLEY W.
PELAH I.
PERETTI J. Kohn effect and the lattice vibration frequency distribution in metals
Rapport Euratom n° EUR 253 e - Reprint
- KORBEE W.L.
VAN ELST H.C.
VERBRAAK C.A. On the mechanism of propagation of a brittle fracture in steel
Rapport Euratom n° EUR 286 E - Reprint

- PORNEUF A. Etude de la mise en forme de poudres d' $^{235}\text{UO}_2$ par pressage mécanique et de leur frittage à l'échelle pilote en atmosphère d'ammoniac craqué
Rapport Euratom n° EUR 343 f
- SCHUELE W. Recovery stages in noble metals
Rapport Euratom n° EUR 439 e - Reprint
- SPILLER K.H. Physikalisch-thermische Eigenschaften von Na-, K- und NaK-Legierungen im Temperaturbereich zwischen Siedepunkt und etwa 1300° C
Rapport Euratom n° EUR 357 d

9. PHYSIQUE

- ALLEN J.E.
MAGISTRELLI F. Production of continuous high-current discharges in gases
Rapport Euratom n° EUR 317 e - Reprint
- ASAOKA T. Reflection and transmission of neutrons by the multiple collision method
Rapport Euratom n° EUR 367 e
- ASAOKA T.
NAKAHARA Y.
SAITO K. Neutron distribution in a critical slab by the multiple collision method
Rapport Euratom n° EUR 479 e
- BASSI P.
BERTOLINI G.
CAPPELANI F.
FERRETTI B.
MANDL V.
RESELLI G.
ROTA A.
VENTURINI G. The reaction $^7\text{Be} (n, \alpha) ^4\text{He}$ and parity conservation in strong interactions
Rapport Euratom n° EUR 398 e - Reprint
- BERTHELOT C. Pression électronique et rapport d'intensité des raies en fonction de la température de l'arc électrique
Rapport Euratom n° EUR 443 f - Reprint
- BERTOLINI G.
SEGRE G.
TERRACINI O. Self-absorption in sources of beta emitters
Rapport Euratom n° EUR 338 e
- BIZZETI P.G.
BIZZETI-SONA A.M.
BOCCIOLINI M. The absolute cross sections for the $\text{Na}^{23} (n, \alpha)$ and $\text{I}^{127} (n, \alpha)$ reactions at 14 MeV
Rapport Euratom n° EUR 312 e - Reprint
- BLAESSER G.
MATTHES W. Recent investigations concerning the influence of non-uniform temperature distribution in Doppler effect calculations
Rapport Euratom n° EUR 401 e

- BRESESTI M.
DEL TURCO A.M.
OSTIDICH A.
ROTA A.
SEGRE G. Fast neutron spectrometry in pile by threshold detectors
Rapport Euratom n° EUR 289 e
- CANALI U.
NICKS R.
PLEINEVAUX C. Courant à travers la surface latérale d'un cylindre uniformément émetteur et auto-absorbant
Rapport Euratom n° EUR 205 f
- CEVOLANI M.
PETRALIA S. Cross-section measurement of (n, 2n) reactions on 14,1 MeV neutrons
Rapport Euratom n° EUR 245 e - Reprint
- CHILOSI G.
CUZZOCREA P.
MORINAGA H.
RICCI R.A.
VINGIANI G.B. Lower excited states of $^{50}_{22}\text{Ti}_{28}$
Rapport Euratom n° EUR 244 e - Reprint
- COLLI L.
GADIOLI E.
LUCIONI D.
MICHELETTI S. The (n, d) pick-up reaction of $f_{7/2}$ proton shell nuclei
Rapport Euratom n° EUR 448 e - Reprint
- COLLI L.
IORI I.
MARCAZZAN M.G.
MILAZZO M. Properties of compound nucleus from experimental measurement of the $\text{Si}^{28}(\text{n}, \alpha)\text{Mg}^{25}$ reaction
Rapport Euratom n° EUR 416 e - Reprint
- CRANBERG L.
JACQUOT A.
LISKIEN H. Excitation of the ground and first excited states in the $\text{Li}^6(\text{d}, \text{n})\text{Be}^7$ reaction
Rapport Euratom n° EUR 327 e - Reprint
- CUPERMAN S.
ENGELMANN F.
OXENIUS J. On impurity radiation losses from a hot spherical plasma
Rapport Euratom n° EUR 316 e - Reprint
- DE BORTOLI M.
GAGLIONE P.
MALVICINI A.
VAN DER STRICHT E. Yttrium-88 on high-activity-zirconium-95 fallout particles
Rapport Euratom n° EUR 155 e - Reprint
- DERUYTTER A.
PROSDOCIMI A. A precise determination of the thermal neutron absorption cross section of B^{10} and natural boron by time of flight
Rapport Euratom n° EUR 323 e - Reprint
- DRAWIN H.W. Zur spektroskopischen Temperatur- und Dichtemessung von Plasmen bei Abwesenheit thermodynamischen Gleichgewichts
Rapport Euratom n° EUR 396 d - Reprint
- DRAWIN H.W. Spectroscopic measurements on a titanium plasma gun with hydrogenated electrodes
Rapport Euratom n° EUR 397 e - Reprint

- ENGELMANN F.
FEIX M.
MINARDI E.
OXENIUS J. On the diffusion of an electric field in a collisionless plasma
Rapport Euratom n° EUR 314 e - Reprint
- FLEURY J. Utilisation des compteurs proportionnels au BF₃ pour la détection de flux de neutrons faibles en présence de hauts flux gamma
Rapport Euratom n° EUR 300 f
- FUSCHINI E.
MARONI C.
VERONESI P. Internal Compton effect
Rapport Euratom n° EUR 152 e - Reprint
- GAGLIONE P.
VAN DER STRICHT Sur les facteurs de correction affectant l'évaluation de la radioactivité bêta totale des produits de fission
Rapport Euratom n° EUR 424 f
- GIERTS G. Spectrométrie des neutrons rapides au moyen de la réaction ⁶Li (n, t)⁴He
Rapport Euratom n° EUR 441 f
- GIRARDI F. Analisi di materiali per l'industria nucleare mediante attivazione con neutroni
Rapport Euratom n° EUR 306 i
- HAAS R.
MØLLER H A study of the performance of neutron beam experiments at the pulsed fast reactor SORA
Rapport Euratom n° EUR 490 e
- HAEGI M.
MAISONNIER C. Microparticles diodes
Rapport Euratom n° EUR 315 e - Reprint
- KIND A.
NICKS R. Attività del stabilimento di Ispra del C.C.R. nel campo delle schermature
Rapport Euratom n° EUR 233 i
- KREBS K. Lattice vibrational spectrum of vanadium
Rapport Euratom n° EUR 366 e
- KREBS K. Renormalization effect in the electronic specific heat of vanadium
Rapport Euratom n° EUR 444 e - Reprint
- LINHART J.G. Dynamic stability of a conducting, cylindrical shell in a magnetic field
Rapport Euratom n° EUR 159 e - Reprint
- LINHART J.G. Prospettive nella ricerca sulla fusione nucleare
Rapport Euratom n° EUR 161 i - Reprint
- LINHART J.G. A simplified analysis of the dynamics of plasma guns
Rapport Euratom n° EUR 162 e - Reprint

- LINHART J.G. Z-pinch en tant que mécanisme de concentration d'énergie thermique
Rapport Euratom n° EUR 230 f - Reprint
- LISKIEN H.
PAULSEN A. Compilation of cross-sections for some neutron induced threshold reactions (Second series)
Rapport Euratom n° EUR 119 e
- MANDO M. The ${}^7\text{Li} + \text{p}\gamma$ -radiation as a tool for the detection of nuclear cross-section fluctuations
Rapport Euratom n° EUR 247 e - Reprint
- MARTONE M.U.
SEGRE S.E. A framing image converter using magnetic deflection
Rapport Euratom n° EUR 318 e - Reprint
- MARTONE M.U.
SEGRE S.E. High aperture, high-speed framing camera using an image-converter tube
Rapport Euratom n° EUR 319 e - Reprint
- MEDI E. Modello per una sistematica dei nuclei stabili A model for the systematization of stable nuclei
Rapport Euratom n° EUR 179 i, e - Reprint
- NEUERT H.
POLLEHN H. Tables of cross-sections of nuclear reactions with neutrons in the 14-15 MeV energy range
Rapport Euratom n° EUR 122 e
- PAPMEHL N.
SCHWALM D. Zur Berechnung von schnellen Neutronenspektren in wasserstoffhaltigen Medien
Rapport Euratom n° EUR 313 d - Reprint
- SARTORIS G.
TOUCHARD J. Electric quadrupole transitions between some excited states in spherical even-even nuclei
Rapport Euratom n° EUR 246 e - Reprint
- TROCHERIS M. Approximation adiabatique et confinement d'une particule par des miroirs magnétiques
Rapport Euratom n° EUR 256 f - Reprint

10. TECHNOLOGIE DES RÉACTEURS

- AMYOT L. Fast neutron spectrum in ORGEL type reactors
Rapport Euratom n° EUR 305 e
- ARNEODO C.
GAUDIOSI G.
MERELLI A.
MERLINI C.
MIGLIORATI B. Studio di una nave cisterna a propulsione nucleare - Descrizione del circuito da 100 kW a circolazione naturale per acqua ad alta pressione del Politecnico di Torino
Rapport Euratom n° EUR 303 i
- BLAESSER G.
DIANA E. Studies on the parametric representation of fast reactor spectra
Rapport Euratom n° EUR 404 e

- BOGAARDT M.
SIMON THOMAS J.P.
SPIGT C.L. Introductory laboratory studies of boiling-water reactor stability
Rapport Euratom n° EUR 178 e - Reprint
- CASINI G.
KIND A.
ROSSI G. A simplified method for organic heavy water lattice calculations
Rapport Euratom n° EUR 238 e
- CASINI G.
KIND A.
ROSSI G. Development program for D₂O lattice reactivity calculations
Rapport Euratom n° EUR 239 e
- CASINI G.
PAILLON M. Reactivity effects due to variations in nuclear parameters in a thermal power reactor
Rapport Euratom n° EUR 281 e
- CHAMBAUD B.
LAFONTAINE F.
TAUCH P. Etude de la zone optimale des paramètres indépendants d'un réacteur ORGEL associé à une centrale de 250 MWeb - Eléments combustibles en UC gaines SAP type autoportant en grappes de sept crayons
Rapport Euratom n° EUR 464 f
- CHASSIGNET C.
FINZI S.
GRETZ J.
LENY J.C. ESSOR: Réacteur d'essais spécifiques pour le programme ORGEL
Rapport Euratom n° EUR 261 f - Reprint
- COEN V.
DONDI G.
FOGGI C.
LANZA F.
LEY S.
RICCHENA R.
RIEBOLD W.
RINALDINI C.
VOLTA G. Primo esame di un reattore ad escursione di potenza da impiegare per la ricerca sulla sicurezza dei reattori nucleari
Rapport Euratom n° EUR 271 i
- CRETTE J.P.
HARDE R.
LENY C. ESSOR: Ein spezifischer Versuchsreaktor für das Euratom-Program ORGEL
Rapport Euratom n° EUR 391 d - Reprint
- DANERI AD.
DANERI ADR. Valutazione del flusso termico in moderatori pesanti mediante sviluppo in autofonzioni
Rapport Euratom n° EUR 292 i
- DANERI AD.
DANERI ADR. Il metodo di Galerkin sul calcolo del flusso termico in mezzi eterogenei nel l'approssimazione della diffusione
Rapport Euratom n° EUR 358 i
- DIANA E. Theoretical analysis of some problems due to the presence of plutonium in heterogeneous thermal reactors
Rapport Euratom n° EUR 470 e
- KIND A.
ROSSI G. A simplified model for the determination of the thermal neutron spectrum in a fuel element
Rapport Euratom n° EUR 260 e - Reprint

- LAFONTAINE F.
TAUCH P. Etude de la zone optimale des paramètres indépendants d'un réacteur ORGEL associé à une centrale de 250 MWe - Eléments combustibles en UC gains SAP - Type structure en grappes de quatre crayons
Rapport Euratom n° EUR 465 f
- LAFONTAINE F.
TAUCH P. Studie der optimalen Zone der unabhängigen Parameter eines ORGEL-Reaktors in einem 250 MWe-Kraftwerk - Selbsttragendes Brennelement aus UC, SAP-Umhüllung mit 4 Brennstoffstäben und individuellen Druckrohren
Rapport Euratom n° EUR 466 d
- LOPES CARDOZO R. The documentation of synthetic effluent by flotation
Rapport Euratom n° EUR 262 e
- MATTHES W. Monte Carlo calculation of the nuclear temperature coefficient in fast reactors
Rapport Euratom n° EUR 309 e
- SCHLEICHER H.W. Corrosion studies in organic coolants for nuclear reactors
Rapport Euratom n° EUR 379 e
- ULKEN D. Schlingerstand zur Prüfung von Bauelementen für Schiffsreaktoren
Rapport Euratom n° EUR 375 d
- XXX ORGEL Program
Rapport Euratom n° EUR 101 e
- XXX Rapport d'études pour le transport des combustibles irradiés
Zusammenfassende Angaben über den Transport bestrahlter Kernbrennstoffe
A study of the transport of irradiated research reactor fuel
Rapport Euratom n° EUR 185 f, d, e
- XXX Centrale nucleare di Latina (S.I.M.E.A.) - Prima relazione annuale (1962)
Rapport Euratom n° EUR 330 i
- XXX Central nucléaire des Ardennes (S.E.N.A.) - Rapport annuel pour l'année 1962
Rapport Euratom n° EUR 341 f

11. DROIT, ÉCONOMIE ET INDUSTRIE

- DE BOER A.A. Die Gesamtplanung nuklearer und klassischer Kraftwerke in einem Versorgungsnetz
Rapport Euratom n° EUR 285 d - Reprint

- TAUCH P. Studie über den Einfluss des HB-Gehaltes im organischen Kühlmittel auf die Kosten der Stromerzeugung eines 250 MWe-ORGEL-Reaktors
Rapport Euratom n° EUR 476 d
- XXX Studio preliminare degli effetti economici dell'inserimento in rete di centrali nucleari di potenza
Rapport Euratom n° EUR 468 i
- XXX Kolloquium Euratom/Versicherungsgesellschaften über die aktuellen Probleme der Versicherung von Kernrisiken
Colloque Euratom/assureurs sur les problèmes actuels de l'assurance des risques nucléaires
Colloquio Euratom/assicuratori sui problemi attuali di assicurazione dei rischi nucleari
Colloquium Euratom/verzekeringsmaatschappijen over de actuele problemen voor het verzekeren van nucleaire risico's
Rapport Euratom n° EUR 486 d, f, i, n

12. DOCUMENTATION

- BERNSTEIN H.H. Richtlinien zum Aufbau von Literaturkarteien im Hinblick auf ihre Eingabe in elektronische Datenverarbeitungssysteme
Rapport Euratom n° EUR 232 d
- BERNSTEIN H.H. Lochstreifenschreibmaschinen auf dem europäischen Markt und ihre Brauchbarkeit für die Dokumentation
Rapport Euratom n° EUR 234 d
- BERNSTEIN H.H. Eine Schaltung zur Speicherung von Ziffern auf dem Streifen-Karten-Umwandler IBM 047
Rapport Euratom n° EUR 263 d
- BERNSTEIN H.H. « Write without programme » - Ein Verfahren zur Gewinnung von Maschinen-Lochkarten aus nichtprogrammierten Lochstreifen
Rapport Euratom n° EUR 264 d
- BERNSTEIN H.H.
GABBAI S. Inquiry on non-conventional and conventional documentation systems in use
Rapport Euratom n° EUR 331 e
- BERNSTEIN H.H.
MEYER-UHLENRIED K.H. Erfahrungen beim Einsatz von Lochstreifen für die Datenerfassung bei Euratom
Rapport Euratom n° EUR 127 d
- BLOIS J.
MORLET E. Morphologie du français pour la traduction automatique
Rapport Euratom n° EUR 269 f

- BUYDENS-RUVINSCHII J. Liens de dépendance grammaticale et classification sé-
mantique
Rapport Euratom n° EUR 298 f
- CONZE K.
ROTHKIRCH-TRACH K.CH. Tonbandeinsatz bei der Literaturoswertung - Zentrale
Datenverarbeitung bei dezentraler Datenerhebung
Rapport Euratom n° EUR 188 d
- GEINITZ D. Das Strukturreferat - Über die Formulierung von
Schlagworten für eine Sichtlochkartei
Rapport Euratom n° EUR 299 d
- HOEKEMEIJER F.L. Een methode voor verveelvuldiging van catalogus-
kaarten en voor het gelijktijdig mechanisch bepalen en
op de bovenste regel drukken van alfabetische in-
gangen
Rapport Euratom n° EUR 472 n
- HOEKEMEIJER F.L. Een apparaat voor het kiezen van het aantal copieën
bij het automatisch verveelvuldigen van catalogus-
kaarten of de flexowriter
Rapport Euratom n° EUR 473 n
- IHM P.
LECERF Y. Eléments pour une grammaire générale des langues
projectives
Rapport Euratom n° EUR 210 f
- KESTELOOT J. Ontwerp van een teller voor het nummeren der pons-
kaarten (IBM 047 Tape-card printing punch)
Rapport Euratom n° EUR 265 n
- KREUSLER
ROTHKIRCH-TRACH K.CH. Randlochkarten als Sprachwörterkartei
Rapport Euratom n° EUR 187 d
- LUSTIG G.
MEYER-UHLENRIED K.H. Application de l'ordinateur IBM 1401 dans le domaine
de la documentation automatique
Rapport Euratom n° EUR 219 f
- MEYER-UHLENRIED K.H. Das System DOCA : ein Weg zur automatischen Do-
kumentation
Rapport Euratom n° EUR 218 d
- MEYER-UHLENRIED K.H. Ergebnisse der Euratom-Umfrage über Dokumenta-
tionssysteme
Rapport Euratom n° EUR 326 d - Reprint
- MEYER-UHLENRIED K.H. Automatische Dokumentation und maschinelles Über-
setzen
Rapport Euratom n° EUR 339 d
- MEYER-UHLENRIED K.H. Richtlinien für die Auswertung von Fachliteratur als
Grundlage für eine automatische Dokumentation
Rapport Euratom n° EUR 376 d
- PERSCHKE S. Operational analysis of verbs
Rapport Euratom n° EUR 297 e

- POOL F. Geheugen voor de getallen O T/M 9 voor IBM 047
Rapport Euratom n° EUR 267 n
- POOL F. Telschakeling voor DOCA W.W.P.
Rapport Euratom n° EUR 268 n
- REICHARDT G. The organization of and literature on nuclear research
in the Soviet Union
Rapport Euratom n° EUR 236 e
- ROLLING L. Un répertoire de mots-clés pour la documentation mé-
canisée dans le domaine de la technique nucléaire
Rapport Euratom n° EUR 277 f - Reprint
- ROTHKIRCH-TRACH K.CH. Das Positionsreferat
Rapport Euratom n° EUR 258 d
- RUSTON E. Die kombinierte Rand- und Sichtlochkartei
Rapport Euratom n° EUR 235 d
- SCHEFFER E. Recueil de stemmas
Rapport Euratom n° EUR 220 f
- VERHEYDEN J. Les constituants intermédiaires - Application à l'analyse
automatique
Rapport Euratom n° EUR 332 f
- VON GLASERSFELD E. Operational semantics - Analysis of meaning in terms
of operations
Rapport Euratom n° EUR 296 e

13. GÉNÉRALITÉS

- BRAFFORT P. Le contrôle du flot des informations dans un orga-
FONZI F. nisme moderne : l'expérience du CETIS
Rapport Euratom n° EUR 369 f
- HÄUNSCCHILD H.H. Euratom's general policy regarding research contracts
Rapport Euratom n° EUR 434 e
- XXX Verzeichnis der Kernanlagen in der Europäischen Atom-
gemeinschaft
Répertoire des installations nucléaires de la Commu-
nauté européenne de l'énergie atomique
Repertorio degli impianti nucleari della Comunità
europea dell'energia atomica
Lijst van kerninstallaties binnen de Europese Gemeen-
schap voor atoomenergie
Nuclear installations in the countries of the European
Atomic Energy Community
Rapport Euratom n° EUR 183 d, e, f, i, n

XXX

Centrale nucleare del Garigliano (S.E.N.N.) - Relazione annuale 1962-1963

Rapport Euratom n° EUR 425 i

XXX

Euratom participation in five nuclear power stations in the European Community

Rapport Euratom n° EUR 420 e



**LISTE DES BREVETS DEMANDÉS PAR LA COMMISSION
ET SES CONTRACTANTS POUR ASSURER LA PROTECTION
D'INVENTIONS RÉSULTANT DE L'EXÉCUTION
DU PROGRAMME DE RECHERCHES D'EURATOM**

(du 1^{er} mars 1963 au 31 décembre 1963)

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur (1)	Titulaire	Origine
I/57	Metodo per produrre sinterizzati AL-AL ₂ O ₃ di elevata purezza per applicazioni nucleari	Jehenson (EUR) Gualandi (ISML)	Euratom ISML	Contrat ISML 067 ORG I
I/117	Carbon articles having a fibrous structure	Bickerdike (UKAEA) Hughes (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/143	Improvements in or relating to gas-cooled reactors	Beutler (UKAEA) Mayerhofer (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/171	Improvements in or relating to high temperature gas-cooled reactors - Preventing graphite corrosion by mass transfer in reactors with main coolant bleed purification	Lothe (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/172	Improvements in or relating to heat exchange systems - Temperature control of liquid N ₂ cooling plant	de Haas van Dorsser (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/177	Improvements in or relating to tools - A hand broaching tool	Groves (UKAEA) Smith (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/178	Werkwijze voor het onoplosbaar maken van radioactieve concentraten door insluiting in teer, en inrichting voor het uitvoeren van deze werkwijze	Dejonghe (CEN) Van de Voorde (CEN) Pyck (CEN) Gery (CEN)	CEN	CEN 048-61-4 RD B

(1) Les inventeurs dont le nom est suivi de la parenthèse (EUR) appartiennent au personnel de la Commission.

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/191	Verfahren. und Anlage zur Herstellung von Karbiden spaltbarer oder brütbarer Stoffe	Wurm (EUR) Beucherie (EUR)	Euratom	Ispra
I/192	Improvements in or relating to gas-cooled reactors - Core seal mechanism	Smith (UKAEA) Hart (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/193	Improvements in or relating to the separation of fluids - No-snow freezer	Basting (UKAEA) De Bruijn (EUR) Wood (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/196	Crayon Chauffant	Besse (SEPR)	SEPR	Contrat 033-61-7 ORGF
I/197	Werkwijze voor de bereiding van een fosforisotoop	Godar (EUR)	Euratom	Euratom
I/199	Apparatus for the separation of spherical particles from non-spherical particles		Österreichische Studien-gesellschaft für Atom-energie, GmbH	Projet DRAGON
I/200	Procedure and apparatus for the manufacture of spherical particles		Österreichische Studien-gesellschaft für Atom-energie, GmbH	Projet DRAGON
I/201	High temperature materials for use as fuel elements		Metallwerk Plansee	Projet DRAGON
I/202	Process for coating powder reactor fuels with carbon		Metallwerk Plansee	Projet DRAGON
I/205	Procédé pour la fermeture étanche de tubes à une ou deux extrémités	Di Piazza (EUR)	Euratom	Ispra
I/212	Procédé et dispositif pour supprimer certains effets de perte de charge dans des canaux de réacteur nucléaire parcourus par un liquide	Angelini (EUR) Dufresne (EUR)	Euratom	ORGEL Ispra
I/214	Splijstofelement voor kern-reaktoren	Richards (CEN)	CEN	Contrat CEN 023 ORG B

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/223	Réacteur nucléaire du type à tubes de force	Laurent (Indatom)	Indatom	Indatom 087-61-1 ORG C
I/230	Improvements in or relating to apparatus for differential thermal analysis - Apparatus for differential thermal analysis	Voice (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/234	A device for measuring the rate of flow and the temperature of a fluid	Buis (EUR)	Euratom	Euratom
I/235	Werkwijze voor het vervaardigen van éénkristallen van vuurvast materiaal met hoog smeltpunt en inrichting voor het uitvoeren van deze werkwijze	Van Lierde (CEN)	CEN	CEN Contrat 055 RD B
I/238	Improvements in or relating to methods and apparatus for comparing the magnitude of two numbers in binary code	Becker (EUR)	Euratom	Ispra
I/240	Improvements in or relating to apparatus for processing particulate material - Spheroidisation of larger fuel particles	Jacques (UKAEA) Smyth (UKAEA) Sturge (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/241	Improvements in or relating to the manufacture of graphite - Acid vapour curing of impregnated graphite	Bentolila (Pechiney) Graham (UKAEA) Price (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/242	Improvements in or relating to face seals - Rubbing graphite seals	Coast (UKAEA) Fricker (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/243	Fluides organiques utilisables dans un réacteur nucléaire comme fluides caloporteurs, modérateur au réflecteur	Giuliani (IFP)	CEA et IFP	Contrat CEA 062 ORG F
I/245	Installation pour le contrôle continu de l'activité bêta des effluents faiblement contaminés	Fleury (EUR)	Euratom	Ispra
I/246	Röntgenkristallspektrometer mit kontinuierlicher Impulshöhendiskrimination	Weber (EUR)	Euratom	Ispra

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/249	Dispositif de commande par basculeurs rotatifs à positions multiples	Jamet (EUR)	Euratom	Ispra
I/250	Passage étanche à l'extrémité d'un canal de réacteur nucléaire refroidi par un liquide organique	Cogez (EUR) Guiducci (EUR)	Euratom	ORGEL
I/251	Joint d'étanchéité par changement d'état physique	Cogez (EUR) Charrault (EUR)	Euratom	ORGEL
I/253	Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung gegossener Formkörper aus Metallen oder Metallverbindungen mit einem sehr hohen Schmelzpunkt, insbesondere aus Urankarbid	Himmelstein (NUKEM) Kühn Schäfer	Euratom	Contrat NUKEM 088-62-7 RD D
I/254	Verfahren und Vorrichtung zur Fertigung von rohrförmigem Gut mit Pulverfüllung hoher Dichte, insbesondere von Brennstoffstäben für Kernreaktoren	Hess (EUR) Bürgers (EUR)	Euratom	Ispra
I/255	Unité motrice à fluide sous pression	Van Nieuwenhuyzen (CEN)	Euratom	CEN BR2 Mol
I/256	Joint entre deux tôles épaisses, à souder bout à bout		Soudo-metal	Contrat 042-61-9 RD B
I/257	Appareillage électronique de tri automatique de linge contaminé	Fleury (EUR)	Euratom	Ispra
I/258	Procédé et dispositif pour fermer les deux parties d'un tube au cours de son sectionnement	Hespel (Société Michel Frères) Pesenti (EUR)	Euratom	
I/259	Dispositif pour la mesure continue des flux de neutrons	Wilmart (GAAA) Laxague (GAAA)	GAAA	GAAA/ Interatom 045 ORG C
I/260	Improvements in or relating to gas cooled Nuclear Reactors - Dragon fuel with purge flow path through centre of the spine	Marien (EUR)	UKAEA	Projet DRAGON
I/261	Samengestelde warmtewisselaar en reactorinstallatie, voorzien van zulk een warmtewisselaar	Bonsel (RCN) Van Haarst (RCN) Weevers (RCN)	RCN	Contrat RCN 007 PIN N

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/262	Microbalance de haute précision sous vide	Moret (EUR)	Euratom	BCMN Geel
I/263	Zirkonium-Legierungen	Anderko (Metallgesellschaft) Schleicher (EUR)	Euratom	Acquisition de Metallgesellschaft
I/264	Perfectionnements aux réacteurs nucléaires	Foure (SNECMA) Moussez (SNECMA)	SNECMA	Contrat SNECMA 058 RDF
I/270	Improvements in carbon articles - Consolidation by gas cracking	Bickerdike (UKAEA) Hughes (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/271	Alliage nouveau à base de zirconium	Bonmarin (Pechiney) Syre (Pechiney)	Pechiney	Pechiney Contrat 067 RDF
I/272	Applications nouvelles des alliages de zirconium et de vanadium	Bonmarin (Pechiney) Syre (Pechiney)	Pechiney	Pechiney Contrat 067 RDF
I/273	Verfahren zur Rückgewinnung von Karbiden spaltbarer und/oder brütbarer Stoffe	Beucherie (EUR) Wurm (EUR)	Euratom	Ispra
I/274	Glühemissionskonverter mit ummanteltem Brennelement	Busse (EUR)	Euratom	Ispra
I/277	Fuel for nuclear reactors	Jonckheere (CEN)	UKAEA	Projet DRAGON
I/278	Refractory Coated Tracers		SGAE (Österr. Studien-GmbH. f. Atomenergie)	Projet DRAGON
I/279	Kernreaktor insbesondere für Versuchszwecke mit schnellen Neutronen	Beckurts Häfele Meister Ott	Kernreaktor Bau- u. Betriebs GmbH	Contrat 009 RAD
I/280	Elektromagnetisches Messgerät zur Anzeige des Flüssigkeitsstandes in Behältern	Ohlmer (EUR)	Euratom	Ispra
I/281	Improvements in or relating to gas cooled nuclear reactors - means of forcing fuel into contact with enclosing fuel tube	Barr (UKAEA) Gough (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/282	Improvements in or relating to coating of particles - coating of carbide nuclear particles with pyrolytic carbon using hydrogen as a fluidised gas	Carley-Macauly Williams (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/283	Improvements in or relating to meters - High Pressure Hersch Cell	Enzmann (UKAEA) Gray (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/284	Improvements in or relating to processes for the production of pellets from particulate material binder for nuclear fuel particles	Horsley (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/286	Improvements in or relating to apparatus for use in the production of spherical particles - Double inclined endless belt for grading spherical particles	Nybo (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/288	Dispositif expansible pour radiographie rotative	Jansen (EUR)	Euratom	Ispra
I/289	Vanne à obturateur sphérique	Martin (CEA)	Euratom	CEA fusion
I/290	Als schneller gepulster Reaktor ausgebildete Neutronenquelle	Kistner (EUR) Meister (EUR) Raievski (EUR)	Euratom	Ispra
I/291	Als schneller gepulster Reaktor ausgebildete Neutronenquelle	Kistner (EUR) Misenta (EUR) Raievski (EUR)	Euratom	Ispra
I/292	Verfahren und Einrichtung zum Pulsieren von Kernreaktoren	Dierckx (EUR) Kistner (EUR) Meister (EUR)	Euratom	Ispra
I/294	Elektrisch isolierende Flanschverbindung	Schupp (EUR)	Euratom	Ispra
I/296	Procédé pour la fermeture étanche de tubes en matériaux composites métal-oxyde, particulièrement gaines d'éléments combustibles pour réacteurs nucléaires	Agace (EUR) Alfille (EUR) Klersy (EUR) Musso (EUR) Parisotto (EUR) Schrader (EUR)	Euratom	Ispra
I/297	Sas démontable étanche pour cellules de manipulations dangereuses	Basso-Bert (St. Gobain Nucléaire) Pesenti (EUR)	Euratom	Contrat 019-63-6 PETF

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/298	Perfectionnements aux dispositifs de transport pneumatique	Basso-Bert (St. Gobain Nucléaire)	Euratom	Contrat 019-63-6 PETF
I/302	Verfahren zum Pulsieren und/oder Modulieren eines Atomkernreaktors		Belgo nucléaire/ SIEMENS	SORA- Belgonu- cléaire/ SSW
I/303	Procédé de fabrication d'objets compacts en composition uranium/carbone	Accary (CEA) Rousset (CEA) Trouve (CEA) Herenguel (TLH) Lamotte (TLH) Whitwham (TLH)	CEA	Contrat 080 RD F
I/304	Nitrided electrode process of preparing uranium mononitride	Endebrook (Battelle) Foster (Battelle)	USAEC	Contrat (W-7405- eng-92) R & D BAT- TELLE/ USAEC
I/305	Dispositif de mesure de la densité d'un liquide	Elberg (CEA) Bessouat (EUR)	CEA	Contrat 007.ORG
I/306	Mesureur d'impédance fonctionnant en hyperfréquences	Bled (CEA) Bresson (CEA) Papoular (CEA) Wegrowe (CEA)	CEA	Contrat fusion
I/307	Déphaseur fonctionnant en hyperfréquences	Bled (CEA) Bresson (CEA) Papoular (CEA) Wegrowe (CEA)	CEA	Contrat fusion
I/308	Coupleur directif réglable fonctionnant en hyperfréquences	Bled (CEA) Bresson (CEA) Papoular (CEA) Wegrowe (CEA)	CEA	Contrat fusion
I/309	Atténuateur réglable fonctionnant en hyperfréquences	Bled (CEA) Bresson (CEA) Papoular (CEA) Wegrowe (CEA)	CEA	Contrat fusion
I/310	Focaliseur d'onde de très courte longueur	Bled (CEA) Bresson (CEA) Papoular (CEA) Wegrowe (CEA)	CEA	Contrat fusion
I/311	Improvements in or relating to the manufacture of graphite - Graphite without ultrafine pores	Bentolila Dubief (Pechiney) Price (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/312	Improvements in or relating to the manufacture of graphite	Bentolila (Pechiney) Cornuault (UKAEA) Price (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/313	Procédé de préparation de particules sphériques ou sphéroïdales particules obtenues	Gorlé (CEN) Huddle (UKAEA)	CEN	Projet DRAGON
I/314	Source d'ions du type Penning	Dei Cas (EUR) Valckx (EUR)	CEA	CEA Fusion
I/315	Tauchkörper für Meßgeräte zur Anzeige des Flüssigkeitsstandes in Behältern	Ohlmer (EUR)	Euratom	Ispra
I/316	Chambre d'ionisation permettant l'introduction et l'extraction rapide d'une source radioactive dont les radiations sont à mesurer	Benoit (EUR) Bertolini (EUR) Restelli (EUR)	Euratom	Ispra
I/317	Verfahren zum Niederschlagen von Metallen durch Reduktion ihrer flüchtigen Salze, und Anlage zur Durchführung des Verfahrens	Brossa (EUR) Schleicher (EUR) Venker (EUR)	Euratom	Ispra
I/320	Spire conductrice large pour le confinement magnétique d'un gaz ionisé	Andreoletti (CEA)	CEA	CEA Fusion
I/321	Structure conductrice double pour le confinement magnétique d'un gaz ionisé	Andreoletti (CEA)	CEA	CEA Fusion
I/322	Subcooled Liquid Inlet Fog Cooled Nuclear Reactors	Raber (NDA) Sofer (NDA)	USAEC (USA)	R & D CAN-NDA
I/323	Appareil permettant la mesure de la résistance thermique entre différentes matières		SEPR	Contrat 053 ORG F
I/324	Verfahren zur Herstellung des Phosphorisotope ³² P	Godar (EUR)	Euratom	Euratom
I/327	Assemblage d'éléments combustibles pour réacteurs nucléaires	Charrault (EUR) Lafontaine (EUR) Orlowski (EUR)	Euratom	ORGEL
I/329	Methods for stabilizing uranium monocarbide	Stoops (NCSC) Hamme (NCSC)	USAEC	R & D (North Carolina State College)

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/334	Kernbrennstoffpartikel für gasgekühlte Kernreaktoren	Theisen (EUR)	Euratom	Ispra Contrat CON/WIN 52230 (DRAGON)
I/337	Activity counting device in multichannel arrangement	Frayse (EUR) Hage (EUR) Pelah (EUR)	Euratom	Ispra
I/340	Kernreaktor		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/341	Kernreaktor		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/342	Kernreaktor		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/343	Brennelement für Kernreaktoren und Verfahren zu seiner Herstellung		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/344	Verfahren zum Herstellen von Werkstoffkugeln für Brennelemente von Kernreaktoren		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/346	Procédé et dispositif pour la production de radio-isotopes	Bodnarescu (EUR)	Euratom	Euratom GCE-BR2
I/347	Brennelement für Kernreaktoren		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/349	Perfectionnement à la purification d'un plasma	Veron (CEA)	CEA	Contrat Fusion
I/351	Kernreaktor		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/352	Dampfgekühlter Kernreaktor		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/353	Halterung für Brennelemente		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/354	Einrichtung zum Beladen von Kernreaktoren mit Brennelementen		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/355	Brennelement für Kernreaktoren		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/356	Vorrichtung zum Ändern des Füllgrades von Elementen von Kernspaltzonen		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/357	Brennelement für Kernreaktoren		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/358	Verfahren zum Kühlen von Kernreaktoren		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/363	Fusibles de protection pour condensateurs à haute tension et autres applications analogues	Leon (CEA) Lehongre (CEA) Kloeckner (CEA)	CEA	CEA Fusion
I/364	Kernreaktor		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/365	Vorrichtung zum Be- und Entladen der Spaltzone von Kernreaktoren		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/366	Kernreaktor		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/367	Spanneinrichtung für Spaltzonen von Kernreaktoren		Ges. f. Kernforschung	Contrat 009 RAA D
I/368	Procédé d'imprégnation de bobines supraconductrices	Weil (CEA)	CEA	Contrat Fusion
I/370	Improvements in or relating to lifting devices- automatic coupling/uncoupling Grab	Pitchford (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/371	Hotte de démontage des appareils, notamment des pompes et échangeurs, d'un circuit de réacteur	Delisle (CEA)	CEA	Contrat 006 RAA F CEA
I/372	Thermal process to improve ductility of sintered aluminium powder	Beghi (EUR) Piatti (EUR)	Euratom	Ispra
I/379	Procédé de réduction des contraintes mécaniques aux extrémités d'un bobinage et dispositif en comportant application	Leroux (Com. Générale d'Électricité) Cotsaftis (CEA)	CEA	Contrat Fusion
I/386	Method of testing coated particles	Bildstein (UKAEA) Knotik (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/387	Coating for fuel particles	Huddle (UKAEA) Beutler (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON

I. Budget de recherches et d'investissement

Pour l'exercice 1963, la Commission a eu à sa disposition, en crédits d'engagement, les montants suivants :

	<i>En millions d'u.c. AME</i>
Budget de recherches et d'investissement 1963 arrêté par le Conseil le 17.12.1962	94,186
Budget supplémentaire de recherches et d'investissement 1963 arrêté par le Conseil le 24.9.1963	1,700
Crédits d'engagement subsistant des exercices antérieurs par l'application de l'article 4, paragraphe 1 b) du Règlement financier sur l'établissement et l'exécution du budget de recherches	<u>27,942</u>
Total :	123,828

Les engagements comptabilisés au 31.12.1963 s'élèvent à 95,100 millions d'u.c. AME, se répartissant de la façon suivante :

Titre	Chapitre	Intitulé	Crédits d'engagement disponibles en 1963	Engagements comptabilisés au 31.12.63
I		Dépenses de personnel	12,031	11,848
II		Dépenses de fonctionnement	5,005	4,824
III		<i>Centre commun de Recherches nucléaires</i>		
	30	Appareillage et équipement	8,991	6,244
	31	Dépenses d'investissements immobiliers	11,206	6,231
Total du Titre III			20,197	12,475

Titre	Chapitre	Intitulé	Crédits d'engagement disponibles en 1963	Engagements comptabilisés au 31.12.63
IV		<i>Développement et construction de réacteurs</i>		
	40	Réacteurs à gaz	4,900	4,000
	41	Réacteurs à eau ordinaire	0,800	0,793
	42	Réacteurs à eau lourde	0,300	0,244
	43	Réacteurs organiques	19,929	15,385
	44	Réacteurs homogènes	0,450	0,432
	45	Réacteurs rapides	20,783	14,565
	47	Propulsion navale nucléaire	0,200	0,036
	48	Recherches et technologie appliquée relatives au développement et à la construction de réacteurs de type éprouvé	7,090	3,675
	49	Réacteurs de puissance	13,344	13,307
Total du Titre IV			67,796	52,437
V		<i>Autres activités scientifiques et techniques</i>		
	50	Irradiation à haut flux	2,700	2,647
	51	Fusion - études des plasmas	5,723	5,534
	52	Biologie	3,138	2,635
	53	Radio-isotopes	0,746	0,199
	53b	Recherches diverses	3,274	0,865
	54	Documentation générale	1,118	0,986
	55	Enseignement et formation	0,600	0,504
	56	Retraitement des combustibles irradiés	0,950	—
	57	Traitement des effluents actifs	0,550	0,139
Total du Titre V			18,799	13,509
Total général			123,828	95,093

Les crédits de paiement inscrits au budget de 1963 s'élevaient à 75,376 millions d'u.c. AME. Le montant total payé au 31 décembre 1963 a été de 59,040 millions d'u.c. AME.

Les crédits de paiement reportés de 1962 sur 1963, qui se sont élevés à 13,663 millions d'u.c. AME, ont été liquidés à concurrence de 8,364 millions d'u.c. AME.

II. Budget de fonctionnement

Au budget de fonctionnement (section III - Commission), il a été inscrit pour l'exercice 1963 un montant de 7 761 654 u.c. AME.

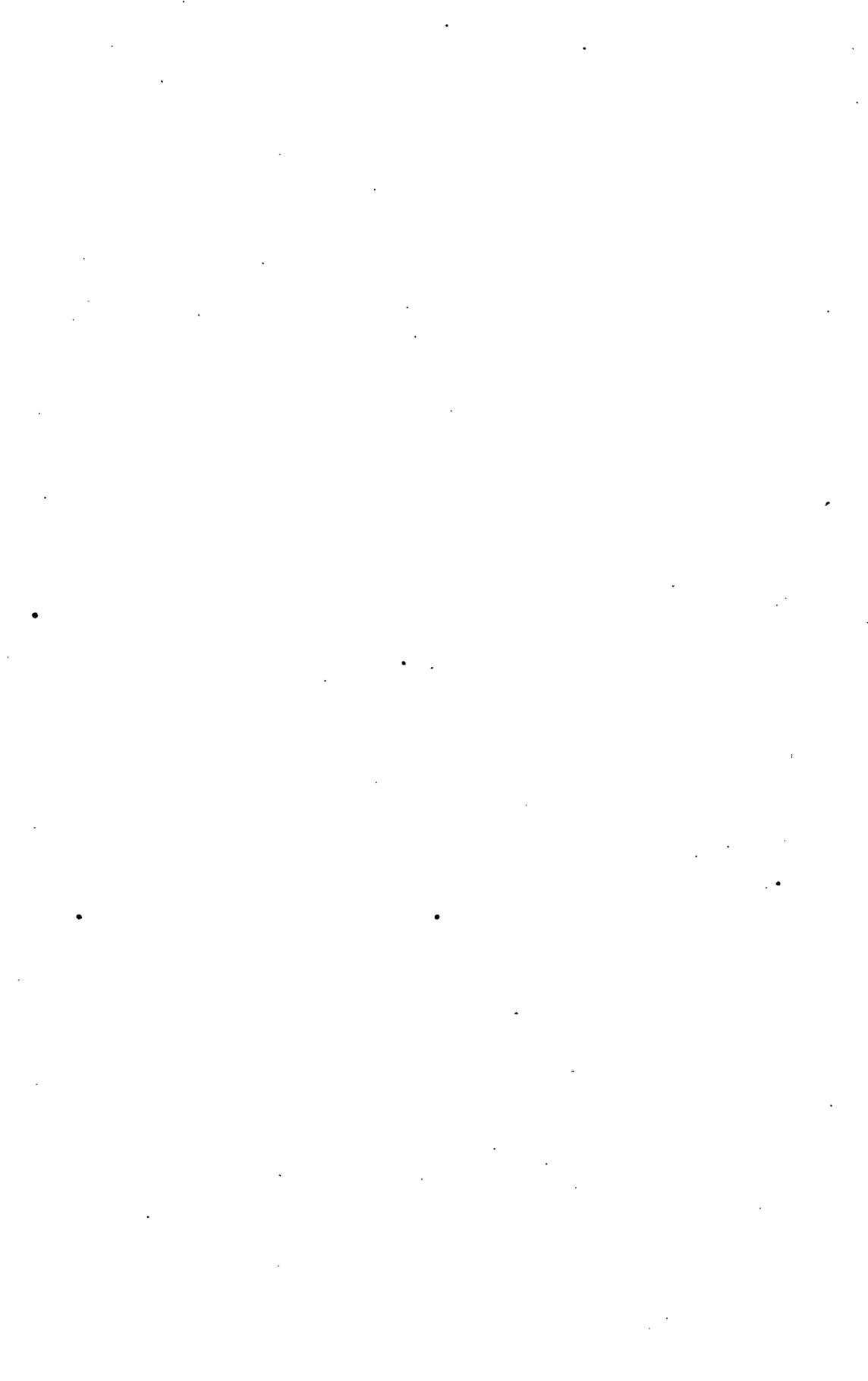
Au 31 décembre 1963, l'exécution de cette partie du budget fait apparaître des dépenses engagées pour un montant de 6 820 256 u.c. AME et des paiements pour un montant de 6 090 309 u.c. AME.



**RÉPARTITION DES EFFECTIFS
DU BUDGET-RECHERCHES
ET INVESTISSEMENT
PAR CATÉGORIE**

(postes utilisés au 31 janvier 1964)

	A	B	C	D	Agents d'établis- sement	Total
Ispra	398	425	149	—	343	1 315
Orgel	25	5	9	—	—	39
Institut des Transuraniens	31	26	13	—	1	71
BCMNI	42	37	24	1	21	125
Petten	38	19	17	—	4	78
Réacteurs rapides	28	8	4	—	—	40
Réacteurs à gaz poussés	22	2	—	—	—	24
BR 2	19	19	8	—	—	46
Réacteurs éprouvés	19	2	5	—	—	26
Retraitement combustibles ir- radiés	1	—	—	—	—	1
Effluents	1	—	—	—	—	1
Nouveaux types de réacteurs	2	1	—	—	—	3
Propulsion navale	3	—	—	—	—	3
Radio-isotopes	7	—	4	—	—	11
Fusion	44	19	12	—	1	76
Protection sanitaire	6	3	—	—	—	9
Biologie	35	5	6	—	2	48
Enseignement	1	1	2	—	—	4
Direction générale et program- mes	6	—	—	—	—	6
Diffusion des connaissances	23	21	41	5	—	90
Total général	751	593	294	6	372	2 016



**RÉPARTITION DES EFFECTIFS
DU BUDGET-RECHERCHES
ET INVESTISSEMENT PAR
AFFECTATION GÉOGRAPHIQUE**
(État au 31 janvier 1964)

I. Affectations dans la Communauté

	<i>Nombre d'agents</i>
1. Belgique	
— Bruxelles	215
— Etablissement du BCMN — Geel	103
— Gand	1
— Liège	6
— Mol	63
Total :	388
 2. Allemagne	
— Institut des Transuraniens — Karlsruhe	28
— Karlsruhe	8
— Aix-la-Chapelle	1
— Francfort	1
— Fribourg	1
— Munich	11
Total :	50
 3. France	
— Fontenay-aux-Roses	65
— Saclay	14
— Grenoble	6
— Cadarache	18
— Paris	1
— Genlis	1
— Strasbourg	1
Total :	106

Nombre d'agents

4. *Italie*

— Etablissement d'Ispra	995
— Bologne	1
— Casaccia	3
— Fiascherino	1
— Frascati	15
— Garigliano	3
— Latina	1
— Milan	2
— Pallanza	1
— Pavie	1
— Turin	1

Total : 1 024

5. *Pays-Bas*

— Etablissement de Petten	36
— Amsterdam	1
— Arnhem	1
— Jutphaas	1
— La Haye	1
— Rijswijk	1
— Wageningen	5

Total : 46

Total Communauté : 1 614

II. Affectations hors Communauté

	<i>Nombre d'agents</i>
1. <i>Grande-Bretagne</i>	
— Winfrith	16
2. <i>Etats-Unis</i>	
— Allston (Massachusetts)	1
— Argonne (Illinois)	3
— Boulder (Colorado)	1
— Colombus (Ohio)	1
— Détroit	1
— Oak Ridge (Californie)	2
— Piqua (Ohio)	1
— Raleigh (North Carolina)	1
— Richland (Washington)	1
— Vallecitos (Californie)	2
Total :	<u>14</u>
Total hors Communauté :	<u>30</u>
Total général (1) :	<u>1 644</u>

(1) A ce total, il conviendrait d'ajouter :

- 349 agents d'établissement affectés à Ispra
- 1 agent d'établissement affecté à Karlsruhe
- 21 agents d'établissement affectés à Geel
- 1 agent d'établissement affecté à Munich

Total : 372 agents d'établissement.

SERVICES DES PUBLICATIONS DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES
3495/2/1964/6

Pour les deux volumes :

Ffr. 15,—	FB 150,—	DM 12,—	Lit. 1.870,—	Fl. 11,—
-----------	----------	---------	--------------	----------
