

COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
EURATOM
LA COMMISSION

Documentation jointe

au

HUITIÈME

Rapport Général

sur

l'activité de la Communauté

(mars 1964 - février 1965)

MARS 1965

COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
EURATOM
LA COMMISSION

Documentation jointe

au

HUITIÈME

Rapport Général

sur

l'activité de la Communauté

(mars 1964 - février 1965)

MARS 1965

SOMMAIRE

<i>Documents N°</i>	<i>Pages</i>
1. Le prix de revient du kilowattheure nucléaire	7
2. Réacteurs de types éprouvés	17
3. Réacteurs à eau lourde et réacteurs organiques	27
4. Réacteurs homogènes	35
5. Réacteurs refroidis au brouillard	37
6. Réacteurs à gaz poussés	41
7. Réacteurs à neutrons rapides	45
8. Réactions thermonucléaires contrôlées	47
9. Etudes connexes au développement des filières	57
10. Retraitement et transport des combustibles irradiés . .	59
11. Molécules marquées et radio-isotopes	63
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. B.C.M.N. — Mesures nucléaires	87
17. Physique des réacteurs	93
18. Le centre de calcul « CETIS »	95
19. Recherches diverses	99
20. Exécution des contrats de participation aux réacteurs de puissance	101

<i>Documents N°</i>	<i>Pages</i>
21. La responsabilité civile en matière d'utilisation de l'énergie nucléaire	115
22. Assurance des risques nucléaires	119
23. Gestion de la propriété industrielle	123
24. Contrôle de sécurité	127
25. Activités de l'Agence d'Approvisionnement	131
26. Dispositions entrées en vigueur dans le domaine de la protection sanitaire et projets soumis à la Commission au titre de l'article 33 en 1964	137
27. Radio-activité ambiante	139
28. Sécurité des installations nucléaires	141
29. Le Centre commun de recherches nucléaires	145
30. Contrats passés par la Commission en 1964 pour l'exécution de son programme de recherches	147
31. Activités du Centre d'information et de documentation (CID)	165
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	213
35. Exécution des budgets	233
36. Répartition des effectifs du budget de recherches et d'investissements par affectations budgétaires	237
37. Répartition des effectifs du budget de recherches et d'investissements par affectation géographique	239
38. Bourses attribuées en 1964	243

**LE PRIX DE REVIENT
DU KILOWATTHEURE NUCLÉAIRE**

(Informations récentes sur le coût et la rentabilité
des réacteurs de type éprouvé)

La période faisant l'objet du présent rapport a été particulièrement marquée par la troisième Conférence internationale des Nations unies sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques, qui s'est tenue à Genève en septembre 1964. Les résultats de cette conférence permettent de conclure que le développement de l'énergie nucléaire est entré maintenant dans un stade où la compétitivité économique est atteinte dans une large mesure, notamment pour les réacteurs du type éprouvé, c'est-à-dire ceux des filières graphite-gaz et eau légère.

Pour les centrales équipées d'un réacteur du type éprouvé, réacteur dont l'expérience pendant plusieurs années d'exploitation a montré qu'il peut fonctionner d'une manière continue en entraînant des dépenses calculables avec suffisamment de précision, l'évolution dans les pays de la Communauté s'est manifestée de la façon suivante :

- En France, EDF 2 a été couplé sur le réseau d'interconnexion en février 1965; la décision a été prise de procéder à la construction d'une deuxième centrale du type EDF 4 sur le même site que le premier (Saint-Laurent-des-Eaux). En outre, le plan quinquennal français relatif à la période 1965-1970 a été publié; il prévoit la mise en place de cinq centrales nucléaires au rythme de 500 MWe/an, c'est-à-dire de 2 500 MWe entre 1966 et 1970 auxquels s'ajouteront 1 000 à 1 500 MWe supplémentaires à la fin du cinquième plan en 1970.
- En Allemagne, la réalisation des centrales Kernkraftwerk Lingen (KWL) et Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) a été amorcée. La construction d'autres centrales est actuellement en discussion.
- En Italie, la centrale SELNI a été mise en service. Jusqu'à présent, aucune décision n'a été annoncée sur le programme à venir.

Sur le plan mondial, la commercialisation de la technique nucléaire a fait l'objet d'efforts particuliers de la part des grands constructeurs de centrales nucléaires. C'est ainsi que l'on a publié des listes de prix fixes concernant la construction de centrales à eau bouillante, y compris la fabrication du

D.J. 1

combustible en fonction d'une gamme étendue de puissances unitaires. En même temps, le choix d'une filière de préférence à une autre continue à soulever des problèmes donnant lieu à des discussions animées.

Les perspectives de coût et de rentabilité des différentes filières, sur la base des renseignements les plus récents, se présentent comme suit dans la Communauté :

I. Coût du kilowattheure des réacteurs de type éprouvé, en fonctionnement, en cours de construction ou dont la construction est décidée dans la Communauté

Les prix de revient du kilowattheure produit dans les centrales de la Communauté figurent au tableau ci-après.

Il convient de noter que les données reprises dans ce tableau ne peuvent être directement comparées entre elles, car elles résultent d'hypothèses et de bases de calcul diverses, telles que l'annuité, les impôts directs et indirects, la durée d'utilisation, etc., et concernant des réacteurs de tailles très différentes.

Ces centrales sont les suivantes :

SIMEA (Società Italiana Meridionale Energia Atomica) Latina (graphite-gaz);

SENN (Società Elettronucleare Nazionale) Garigliano (eau bouillante);

SELNI (Società Elettronucleare Italiana) Trino Vercellese (eau sous pression);

KRB (Kernkraftwerk RWE - Bayernwerk GmbH) Gundremmingen (eau bouillante);

SENA (Société d'énergie nucléaire franco-belge des Ardennes) Chooz (eau sous pression);

EDF 3 (Electricité de France) Chinon (graphite-gaz);

GKN (Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland) Doodewaard (ex SEP) (eau bouillante);

KWL (Kernkraftwerk Lingen) Lingen/Ems (eau bouillante);

KWO (Kernkraftwerk Obrigheim) Obrigheim/Neckar (eau sous pression);

EDF 4 (Electricité de France) Saint-Laurent-des-Eaux (gaz-graphite).

**PRIX DE REVIENT DU KILOWATTHEURE PRODUIT DANS LES CENTRALES NUCLEAIRES DE TYPE EPROUVÉ
EN SERVICE OU EN CONSTRUCTION DANS LA COMMUNAUTE PAR ORDRE CHRONOLOGIQUE DE MISE EN SERVICE**

Centrale	SIMEA	SENN	SELNI	KRB (1)	SENA(1)	EDF 3	GKN(1)	KWL(1)	KWO	EDF 4
Puissance	MWe	150	257	237	266	480 (2)	52,4	240	283	480 (2)
Date de mise en service		1963	1964	1966	1966	1966	1968	1968	1968	avant 1970
Coût total d'installation	millions d'u.c.	67	71,6	71,6	86,6	116 (3)	26,8	54,6	67,8	107,2 (3)
Facteur d'utilisation	u.c./kWh	446	279	302	326	242 (3)	512	228	242	223
Annuités	%/An	80	80	80	80	80	75	57	68	80
		10,56	10,56	13,2	10	8,1	9,8	10,24	11,40	8,1
Charges de capital	mills/kWh	6,74	4,21	5,70	4,76	2,78	7,63	4,34	4,22	2,57
Coût du cycle de combustible	mills/kWh	3,28	3,17	2,40	3,41	1,77	2,91	3,17	2,43	1,38
Frais d'exploitation et d'entretien	mills/kWh	1,20	1,25	1,05	1,07	0,71	2,09	1,31	1,24	0,71
Assurance	mills/kWh	0,32	0,32	0,42	0,32	0,43	0,30	0,75	0,53	0,43
Prix de revient de l'électricité (4)	mills/kWh	11,54	8,63	9,57(5)	9,56	5,69	12,93	9,57(5)	8,42(5)	5,09

(1) Entreprises communes (ce statut est également demandé pour KWO).

(2) Deuxième cœur.

(3) Ce coût s'entend en suspension de la taxe française dite « à la valeur ajoutée »; cette taxe est en principe payée par le consommateur final et est donc, en fait, une taxe sur le kilowattheure vendu (Genève 64 — CONF/28/P/37).

(4) Ces prix de revient ne sont pas comparables entre eux en raison de la différence des paramètres de calcul tels que la puissance, le facteur d'utilisation, l'annuité de capital, etc.

(5) Ce coût s'entend en suspension de la taxe allemande dite « Umsatzsteuer » et ne comprend pas les intérêts frappant les créances. Les centrales de puissance auxquelles participe Euratom sont en grasses. Il n'est pas fait état des centrales EDF 1 et EDF 2.

II. Perspectives de coût des centrales nucléaires de type éprouvé

L'énergie nucléaire est en mesure, dans la phase actuelle de son développement, de s'imposer de façon croissante par rapport à l'énergie conventionnelle.

Quant aux perspectives du coût et de la rentabilité des centrales nucléaires équipées de réacteurs de type éprouvé, il est permis d'affirmer que la technique est en pleine évolution et laisse escompter de nouvelles réductions de coût. Quatre éléments joueront notamment dans le sens de la baisse :

- le passage à de plus grandes puissances;
- l'augmentation du taux d'irradiation;
- l'amélioration des autres performances;
- la normalisation et la fabrication en série.

1. La filière graphite-gaz.

Ce type de centrale a connu un développement très rapide au cours de l'année 1964. La construction d'une deuxième centrale du type EDF 4 (EDF 4bis) sur le même site que la précédente, à Saint-Laurent-des-Eaux, permettra de tirer avantage de cette duplication et des possibilités de certaines normalisations et fabrications en petites séries qui en résulteront.

On prévoit, de plus, la construction d'une centrale à Bugey (EDF 5) ⁽¹⁾ qui aura également une puissance de 480 MWe net. Cette centrale sera équipée d'un réacteur doté d'éléments de combustible annulaires, refroidis intérieurement et extérieurement. Il s'ensuivra une meilleure évacuation de la chaleur et une égalisation de la pression sur les deux faces de l'élément. L'examen des caractéristiques d'un réacteur à éléments annulaires laisse entrevoir des progrès considérables quant aux performances, par suite notamment d'un gain en puissance spécifique selon un facteur 3,5 et d'une augmentation selon un facteur 10 de la puissance par canal, par rapport notamment à EDF 1. De plus, ces études entreprises en France ont montré qu'il était réaliste, du point de vue neutronique, d'envisager dans un proche avenir des irradiations allant jusqu'à 5 000 MWj/t.

L'accord intervenu récemment entre la France et l'Allemagne concernant la construction d'une centrale franco-allemande sur le Haut-Rhin permettra aussi bien aux constructeurs qu'aux exploitants allemands de centrales nucléaires

(¹) Dénomination provisoire.

d'acquérir des connaissances supplémentaires dans le domaine des réacteurs à graphite-gaz du type éprouvé de conception française.

Le prix de revient du kilowattheure produit dans une centrale de 500 MWe du type EDF 4 à mettre en service vers 1970 s'élèvera, pour 7 000 h d'utilisation annuelle, à :

<i>Prix de revient du kilowattheure</i>	
Annuité	mills/kWh
8,1 %	5,1 à 6,4
10 %	5,7 à 7,1
13 %	6,6 à 8,2

D'après des renseignements plus récents recueillis en 1964 à propos notamment du projet franco-allemand, les perspectives du prix de revient du kilowattheure pour 1970 se rapprochent plutôt de la limite inférieure.

2. La filière eau légère

La technique de cette filière, quoique déjà bien assise, offre encore, pour ce qui est surtout de l'économie des neutrons, du rendement thermique et de la compacité des ensembles, des perspectives de perfectionnement qui permettront une réduction de coût; cette baisse sera imputable, entre autres, aux éléments suivants :

- Elimination complète du cycle de vapeur secondaire dans les grandes unités de BWR, par adoption du système de simple cycle selon lequel toute la vapeur utilisée dans la turbine est extraite directement du cœur sans échangeur de chaleur intermédiaire.
- Même dans les plus grandes unités BWR, inclusion des séparateurs et des installations de séchage de la vapeur dans la cuve du réacteur.
- Ces deux procédés permettent de diminuer le volume de la partie productrice de vapeur et facilitent l'utilisation d'une enveloppe du type « pression suppression » à la place d'une enveloppe « dometype » conduisant ainsi à une économie sensible.
- Réduction du nombre de barres de contrôle.

D.J. 1

Les producteurs d'électricité de la Communauté continuent à s'intéresser à cette filière de réacteur, particulièrement en Allemagne où sont sérieusement examinés à l'heure actuelle des projets de construction d'unités de 500 MWe en Rhénanie et en Allemagne du Nord. En Belgique également, on envisage la construction d'une centrale de 500 MWe dans un proche avenir.

Le prix de revient du kilowattheure produit dans une centrale à eau légère de 500 MWe à mettre en service vers 1970 s'élèvera, pour 7 000 h d'utilisation annuelle, à :

<i>Prix de revient du kilowattheure</i>	
<i>Annuité</i>	<i>mills/kWh</i>
8,1 %	5,3 à 5,7
10 %	5,7 à 6,2
13 %	6,5 à 7,1

Des informations plus récentes permettent d'espérer que le prix de revient pourra même être inférieur aux minima indiqués.

C'est ainsi que, selon un des projets en discussion, une centrale d'environ 500 MWe aurait un coût global d'installation inférieur à 165 u.c./kWe et un prix de revient du kilowattheure compris entre 6 et 6,5 mills (charges d'immobilisation du capital 13 %, durée annuelle d'utilisation 7 000 h).

III. Synthèse des perspectives de prix de revient du kilowattheure dans les centrales nucléaires de type éprouvé à mettre en service après 1970 et comparaison avec le prix de revient du kilowattheure dans les centrales classiques

1. Synthèse

Le tableau suivant présente la synthèse de l'évolution du prix de revient dans le proche avenir.

Ces prix de revient sont fondés sur les offres actuelles relatives à des centrales de grande puissance — au minimum 400 MWe — de type graphite-gaz et eau légère, et tiennent compte d'une diminution raisonnablement prévisible des frais d'exploitation et d'entretien, ainsi que des frais d'assurance.



TRINO VERCELLESE (Italie) — VUE GÉNÉRALE DU CHANTIER
DE LA CENTRALE DE L'ENEL/SELNI EN MAI 1963

(Voir légende au verso)

Les travaux de construction de cette centrale de 272 MWe ont commencé sur le site en juin 1961. La première criticité a été atteinte le 21 juin 1964. La livraison d'énergie électrique a commencé en octobre 1964.

<i>Prix de revient du kilowattheure dans les centrales nucléaires de type éprouvé à mettre en service après 1970 (en mills/kWh)</i>		
Annuité	Durée d'utilisation annuelle	
	6 000 h	7 000 h
8,1 %	5,4	4,9
10 %	6,0	5,4
13 %	7,0	6,3

2. Comparaison

On a admis, au cours des travaux effectués en commun avec les autres Communautés européennes, que les centrales thermiques classiques à mettre en service vers 1970 et dont la puissance ne sera pas inférieure à 500 MWe se caractériseront par les paramètres moyens suivants :

- Coût d'installation 125 u.c./kWe
- Consommation spécifique de combustible 2 100 kcal/kW ou 300 gec/kWh
- Frais d'exploitation et d'entretien 4 u.c./kWe/an

Par rapport à une centrale classique répondant aux caractéristiques précitées, la position concurrentielle de l'énergie nucléaire en 1970 peut s'exprimer comme suit :

Les centrales nucléaires de grande puissance en service en 1970 produiront l'électricité au même prix de revient que les centrales au charbon et au fuel-oil mises en service à la même époque et se procurant leur combustible aux prix suivants par tec (7 000 kcal/kg franco centrale).

Charges d'immobilisation du capital	Durée d'utilisation annuelle	
	6 000 h	7 000 h
8,1 %	10,1 u.c./t	9,6 u.c./t
10 %	10,8 u.c./t	10,2 u.c./t
13 %	12,1 u.c./t	11,3 u.c./t

D.J. 1

Les centrales nucléaires dont la construction sera entamée sous peu et qui seront terminées à la fin de la présente décennie, produiront donc de l'électricité au même prix de revient que les centrales thermiques classiques qui se procurent leur combustible à un prix compris entre 10 et 12 u.c./tec franco centrale. Ceci ne vaut, toutefois, que pour les grandes unités (d'au moins 400 MWe) affectées à la couverture de la charge de base, c'est-à-dire ayant une utilisation annuelle de 6 000 à 7 000 h.

Parmi les combustibles qui entrent en ligne de compte, le charbon et le fuel-oil sont les seules énergies primaires dont l'exploitation puisse être convenablement adaptée à la demande croissante d'électricité, demande qui double tous les dix ans. Quant aux autres sources d'énergie telles que l'énergie hydraulique, le lignite, le gaz de hauts fourneaux et le charbon ballast (schlamms et mixtes), une telle adaptation n'est guère possible.

Pour le gaz naturel, les perspectives les plus favorables ne permettent de prévoir qu'une faible contribution à la production d'électricité.

Le charbon extrait dans la Communauté coûte actuellement au moins 15 u.c./t, départ charbonnage.

Le tableau ci-dessous reproduit les barèmes publiés par la Haute Autorité pour les différentes sortes de charbons gras (fines lavées) :

<i>Tarifs pour charbons gras (fines lavées) au mois de janvier 1965</i>			
Bassin	Matières volatiles en %	u.c./t hors taxes	Taxes en %
Ruhr, gewaschene Ess- und Mager-Feinkohle	18-30	16,68	4,16
Aix-la-Chapelle, idem	19	18,24	4,16
Sarre, gewaschene Flamm-Feinkohle	33-40	17,76	4,16
Belgique, fines lavées grasses	20-28	14,60/15,30	1,00
Nord-Pas-de-Calais, fines brutes flénus	18	14,59	11,11
Lorraine, fines lavées flambant industr.	36-39	14,79	11,11
Limbourg, fines lavées demi-grasses	20-25	15,06	5,26

Quant à l'évolution des prix à plus long terme, il ne semble pas que l'augmentation de la productivité puisse durablement excéder, ou même équilibrer,

celle des salaires, et l'on peut admettre que les chiffres indiqués dans le tableau ci-dessus représentent des prix minimums.

Le prix des charbons-vapeur importés en provenance des USA (bituminous slacks) est actuellement de l'ordre de 9-10 u.c./t (fob Hampton Roads). L'évolution du fret atlantique laisse prévoir un taux de 4 u.c./t sur la base duquel on obtient pour les bituminous slacks un prix caf ports européens de 13 à 14 u.c./t. On pourra se fonder pour l'avenir sur un prix d'orientation qui ne sera guère inférieur.

Les prix du fuel-oil lourd, impôts et redevances compris, diffèrent fortement selon les pays; d'après le tableau ci-dessous publié par la Haute Autorité, ils se situent en moyenne entre 17 et 20 u.c./t de fuel-oil départ raffinerie ⁽¹⁾.

<i>Prix du fuel-oil lourd pour l'industrie de la Communauté (novembre 1964) — u.c./t</i>			
	Prix effectifs approximatifs	Impôts	Prix effectifs hors taxes
Hambourg (franco)	19,5-20,0	7,5 ⁽¹⁾	12,0-12,5
Karlsruhe (franco)	19,0-19,5	7,5 ⁽¹⁾	11,5-12,0
Rotterdam (franco)	16,4-17,2	3	13,4-14,2
Anvers (départ raffinerie)	16,0-17,0	4,5	11,5-12,5
Dunkerque			
Le Havre (franco)	19,0-20,5	2,2	16,8-18,3
Marseille (franco)	17,2-18,7	2,2	15,0-16,5
Gênes/Naples/Sicile (franco)	15,2-16,0	5,0	10,2-11,0
Milan (départ raffinerie)	17,6-18,7	5,0	12,6-13,7
Munich (franco)	19,0-20,25	7,5 ⁽¹⁾	11,5-12,75

⁽¹⁾ Avec taxes compensatoires à l'entrée de 4 % par tonne de pétrole brut.

A la calorie, les prix effectifs du fuel-oil, départ raffinerie, sont donc généralement inférieurs aux prix « départ mine » des charbons nationaux et même aux prix caf des charbons importés. Toutefois, les pays de la Communauté

⁽¹⁾ Bulletin n° 52 de la Haute Autorité du Charbon et de l'Acier (CECA), Luxembourg.

D.J. 1

ayant une industrie charbonnière importante appliquent une politique douanière ou fiscale qui tend à aligner le prix des sources d'énergie bon marché, notamment du fuel-oil, sur les prix élevés du charbon national. Il est donc probable que la future politique énergétique commune maintiendra un certain niveau de protection du charbon communautaire. A cet égard, dans l'hypothèse d'un impôt ou redevance uniforme de 2 à 4 u.c./t de fuel-oil, on peut admettre que, vers 1970, le prix minimum du fuel-oil, départ raffinerie, dans la Communauté, sera compris entre 16 et 17 u.c./t, ce qui correspond à 11-12 u.c./t d'équivalent charbon.

Conclusions.

Les centrales nucléaires dont la construction sera entamée sous peu et qui seront terminées à la fin de la présente décennie, produiront de l'électricité au même prix de revient que les centrales thermiques classiques qui achèteraient leur combustible à un prix compris entre 10 et 12 u.c./t d'équivalent charbon, franco centrale, pour une utilisation annuelle de 6 000 à 7 000 heures.

Le prix minimum qu'il convient de prendre comme base effective de comparaison vers 1970 sera :

- pour le charbon extrait dans la Communauté, au moins 15 u.c. par tonne départ charbonnage,
- pour les charbons vapeur importés en provenance des USA (bituminous slacks) : entre 13 et 14 u.c. par tonne caf ports européens,
- pour le fuel-oil : entre 16 et 17 u.c. par tonne départ raffinerie, soit 11 à 12 u.c. par tonne d'équivalent charbon.

On peut donc être assuré que les perspectives de rentabilité des centrales nucléaires indiquées ci-dessus se trouveront confirmées.

I. Réacteurs à eau légère

La tendance à la compétitivité avec les installations conventionnelles des réacteurs modérés à l'eau légère, notamment ceux du type à eau bouillante, largement amorcée l'année dernière, s'est trouvée clairement confirmée cette année aux Etats-Unis. Des contrats ont été signés pour la construction de plusieurs centrales de puissance : Oyster Creek et Nine Mile Points, d'une capacité supérieure à 500 MWe et plus récemment, Dresden-2 d'une puissance voisine de 800 MWe, qui démontrent que les centrales nucléaires sont maintenant concurrentielles sur le territoire des Etats-Unis, dans le cas d'unités de grande puissance.

Cette compétitivité des grandes centrales nucléaires a été atteinte essentiellement par la réduction très importante du coût des investissements qui, comptabilisés suivant la méthode américaine, atteignent moins de 100 dollars/kW installé pour les derniers chiffres publiés, c'est-à-dire 15 % en dessous du barème établi par la General Electric en septembre 1964. Sans prétendre que la maîtrise complète de tous les problèmes techniques se trouve dès maintenant assurée, ces chiffres traduisent néanmoins le passage des centrales prototypes aux centrales industrielles que des progrès ultérieurs permettront encore d'améliorer, en particulier vis-à-vis du coût du cycle de combustible, par une élévation des taux d'épuisement. Pour une part, ces chiffres sont également le résultat d'extrapolations à partir des données acquises dans le fonctionnement des centrales actuellement en service, extrapolations qu'il convient de préciser ou de confirmer par des résultats statistiques en pile.

Cette avance spectaculaire ne doit pas non plus faire oublier la situation européenne caractérisée par un retard appréciable de la Communauté vis-à-vis des Etats-Unis, qu'il convient de combler par des actions importantes et judicieusement choisies. C'est précisément un des objectifs de l'Accord de coopération Euratom/Etats-Unis.

1. *Programme commun Euratom/Etats-Unis*

En 1964, le Comité mixte a autorisé la négociation de 22 contrats dont 17 renouvellements dans la Communauté et de 19 contrats dont 12 renouvellements aux Etats-Unis. Au total, près de 45 000 000 d'u.c., dont 24 dans la Communauté et 21 aux Etats-Unis, ont été engagés depuis l'origine du programme commun Euratom/Etats-Unis. En complément à ces actions, il convient de noter à sa juste valeur l'échange rapide d'informations issues des programmes propres de l'USAEC qui fonctionne actuellement entre une vingtaine de laboratoires américains et leurs correspondants dans la Communauté tant dans le domaine des écoulements biphasés que dans celui du recyclage du plutonium. Il est regrettable que ces accords d'échanges ne puissent être consolidés par une participation suffisante d'ingénieurs de la Communauté aux travaux en cours sous contrats en Europe comme aux Etats-Unis. La limitation des effectifs disponibles n'a pas permis de maintenir cette participation déjà faible à son niveau antérieur.

Depuis janvier 1964, les résultats, sous forme de résumés, sont publiés chaque trimestre non plus dans le « Joint Research and Development Program Quarterly Digest » mais dans la revue « Euratom-Information ».

2. *Expériences sur les réacteurs de puissance*

La tendance signalée dans le septième rapport général de compléter les études de laboratoire par des expériences effectuées sur les centrales elles-mêmes, s'est concrétisée par l'entrée en vigueur d'un contrat conclu avec la SENN, en collaboration avec la General Electric et l'USAEC. Son objet est de recueillir, dans les conditions normales d'exploitation, des données complémentaires sur les limites de performance du réacteur. Les résultats devraient être applicables à d'autres réacteurs à eau bouillante.

Une calculatrice permet déjà d'enregistrer les nombreux paramètres de la centrale et de dépouiller l'ensemble des informations recueillies.

Une participation aussi large que possible d'ingénieurs détachés par l'industrie de la Communauté a été réservée, de manière à assurer une bonne information des industries et laboratoires intéressés.

3. *Combustibles et matériaux nucléaires*

Un effort important a continué d'être consacré aux combustibles à base d'oxyde d'uranium, notamment dans l'optimisation de la préparation de poudres fondues, aptes à l'utilisation dans des éléments vibrés.

Les propriétés fondamentales de l' UO_2 ont été étudiées sur des monocristaux dans un large domaine de température et de composition — rapport O/U. L'étude de la diffusion des gaz de fission a été poursuivie, tant sur monocristaux que sur pastilles frittées, au moyen des deux techniques classiques de traitement thermique hors pile après irradiation et de mesure en continu pendant l'irradiation. L'influence de l'évaporation à haute température au-dessus de $1\,700^\circ$ a notamment été mise en évidence.

Des barreaux vibrés et pastillés ont été irradiés avec plein succès jusqu'à des taux de combustion moyens de $20\,000\text{ MWj/t}$ dans des conditions très sévères allant jusqu'à maintenir à l'état fondu plus de 30 % du volume de la barre et, dans la zone la plus chargée, près de 70 % de la section de l' UO_2 . Les espoirs que l'on avait précédemment sur le bon comportement de l'oxyde d'uranium, dans des conditions de puissance spécifique très poussées et nettement supérieures à ses performances dans les réacteurs actuellement en service, se sont trouvés confirmés.

La tenue sous irradiation du mononitride d'uranium a été vérifiée jusqu'à des taux de combustion correspondant à la fission de 5 % des atomes d'uranium. Un gonflement de 2 à 4 % a été observé.

L'étude de la tenue sous irradiation du monocarbure d'uranium s'est poursuivie malgré des difficultés avec les dispositifs d'irradiation.

L'alliage zirconium-niobium-étain, développé dans la Communauté, a été soumis à des essais en pile en comparaison au Zircaloy-2. Ses propriétés mécaniques lui confèrent une résistance double environ de celle du Zircaloy aux températures normales d'utilisation, tandis que sa résistance à la corrosion reste du même ordre. Une utilisation de cet alliage comme gainage de combustibles prototypes dans un petit réacteur de puissance est envisagée en 1965.

Des résultats intéressants concernant la corrosion des aciers inoxydables, et notamment leur fissuration par action simultanée de tension mécanique et de corrosion dans l'eau ou la vapeur à haute température ont été obtenus.

Des essais accélérés, soit dans la vapeur avec addition de chlorures, soit dans des milieux chimiques conduisant à des fissurations très semblables à celles obtenues dans les réacteurs, ont montré l'importance très grande des facteurs suivants :

- pureté et composition de l'alliage dont l'étude est poursuivie par addition contrôlée et sélectionnée d'éléments d'addition à un acier inoxydable préparé à partir de métaux de haute pureté;
- état de surface de l'acier dont le rôle est prépondérant aussi bien sur la corrosion accélérée que sur la corrosion généralisée;

D.J. 2

- teneur en oxygène dans la vapeur qui, dans la vapeur sèche, peut être ramenée de 25 ppm à quelques fractions de ppb, grâce à un catalyseur à base de platine.

4. *Recyclage du plutonium*

Les études sur ce point se poursuivent dans la ligne précédemment adoptée. Le programme a été prolongé, pour une nouvelle période de 4 ans, au cours de laquelle on procédera à des mesures neutroniques dans les configurations de réseau de réacteur à eau légère sous pression, à l'optimisation des procédés de fabrication de barreaux combustibles par vibration et à des essais poussés d'irradiation. On peut signaler que les 12 barreaux contenant un oxyde mixte UO_2 - PuO_2 , introduits dans le cœur du réacteur BR 3 en novembre 1963, ont été retirés en août 1964, à la fin de l'expérience BR 3, après avoir atteint dans de bonnes conditions le taux de combustion envisagé de 6 000 MWj/t. D'autres barreaux, fabriqués suivant la même technique, seront introduits, en 1965, dans l'expérience BR 3/Vulcain au cours de laquelle on envisage de les soumettre à un taux de combustion moyen de 30 000 MWj/t.

L'ampleur des études sur les réseaux uranium-plutonium-graphite et uranium-plutonium-eau lourde a également pu être développée et leur valeur augmentée du fait des accords conclus avec l'UKAEA pour un échange de données techniques et une collaboration étroite dans l'analyse isotopique des échantillons de plutonium.

Enfin, la préparation des barreaux d'oxyde mixte UO_2 - PO_2 à irradier dans le réacteur SAXTON au cours de l'été 1965 se poursuit aux Etats-Unis. Les techniques de pastillage et de vibration sont utilisées, l'oxyde de plutonium étant intimement mélangé à la matrice d' UO_2 . Avant le chargement, des expériences critiques sont prévues pour contrôler les méthodes de calcul et prédire la réactivité et la distribution de puissance de ces barreaux.

5. *Thermodynamique et hydrodynamique des fluides*

Le programme antérieur se développe normalement avec la collaboration des principaux laboratoires spécialisés de la Communauté.

Au cours de l'exercice écoulé, les travaux sur les recherches du refroidissement par brouillard se sont terminés, non sans avoir permis d'acquérir des connaissances suffisantes dans de nombreux domaines pour justifier leur utilisation dans un projet d'étude de réacteur (voir nouveaux types de réacteur).

Les travaux sur les combustibles à bandes vrillées ont confirmé que la puissance spécifique d'un réacteur à eau bouillante pouvait être augmentée d'environ 30 % dans des conditions normales de température et de pression de ce type de réacteur.

Des essais préliminaires encourageants montrent une bonne stabilité mécanique du système d'assemblage et laissent à penser que les vibrations n'auront pas d'effet sensible sur la corrosion.

Des représentants des contractants européens ont participé, au printemps 1964, à un voyage d'étude et d'information organisé par le Comité mixte Euratom/ Etats-Unis auprès des laboratoires américains travaillant dans le domaine des écoulements à deux phases et des contacts extrêmement fructueux ont été ainsi établis ou renforcés à cette occasion, qui se poursuivent par l'échange direct des rapports. Une coordination étroite a été instaurée entre les programmes européens et américains.

6. *Matériaux de structure*

Le premier volet des études sur ces matériaux, largement entamé à l'heure actuelle, groupe les problèmes de mise en œuvre des aciers (soudage, placage, etc.), de contrôle non destructif des ensembles soudés de forte épaisseur, et de comportement de ceux-ci vis-à-vis des sollicitations mécaniques qu'ils subissent en cours de fabrication. Des résultats importants ont été obtenus dans le domaine du soudage des fortes épaisseurs, tant du point de vue des mérites relatifs des divers procédés et techniques de soudage qu'en ce qui concerne les phénomènes métallurgiques liés à l'opération de soudage; en particulier, de nombreuses sources de fragilisation en fabrication ont été reconnues et des remèdes appropriés ont été proposés. La propagation des fissures ainsi que leurs conditions d'arrêt ont été étudiées et diverses observations originales ont été faites permettant d'entrevoir des critères de résistance à la rupture fragile supérieure à ceux utilisés actuellement.

Le second volet du programme, abordé plus récemment, envisage l'étude des propriétés des cuves en service et notamment l'évolution de ces propriétés sous l'influence de l'irradiation.

Les résultats obtenus au cours de l'année écoulée concernent, d'une part, des problèmes fondamentaux tels que la recherche du mécanisme par lequel la température de transition des aciers est élevée par l'irradiation, l'influence de l'état métallurgique de l'azote sur la variation des propriétés mécaniques postirradiatoires, l'étude de la nature des dégâts d'irradiation par mesure des propriétés magnétiques, ainsi que des problèmes d'une autre nature tels que la

D.J. 2

transposition aux matériaux irradiés de méthodes d'essai développées et éprouvées pour les matériaux non irradiés, l'étendue de la fragilisation en fonction de la température d'irradiation, etc.

II. Réacteurs à graphite-gaz

A l'heure actuelle, les huit réacteurs de la filière graphite-gaz en fonctionnement ou en voie d'érection dans la Communauté représentent une puissance d'environ 2 000 MWe. Il a été décidé de construire en France, dans le cadre du cinquième plan d'équipement qui débute en 1966, des centrales nucléaires de ce type totalisant 2 500 MWe, au rythme d'environ 500 MWe par an avec une augmentation éventuelle de 1 000 à 1 500 MWe à la fin du plan. En outre, la mise en place d'une centrale commune franco-allemande est envisagée, de même que celle d'une centrale franco-espagnole. En Grande-Bretagne, les 28 réacteurs de puissance de ce type construits ou en construction atteignent une puissance d'environ 6 000 MWe.

Au cours de l'année 1964, deux centrales nucléaires du type graphite-gaz ont fourni du courant dans des conditions industrielles normales pendant une période prolongée sur le territoire de la Communauté (à Latina en Italie et à Chinon en France). Durant le dernier trimestre de l'année, le facteur de charge de la plus puissante de ces centrales, celle de Latina, calculé par rapport à la production mensuelle nette, a été en moyenne de 91,4 % avec une puissance nominale de 200 MWe, ce qui constitue un très beau succès.

Du point de vue économique, on estime que la compétitivité avec les sources classiques dans la Communauté devrait déjà être atteinte avec EDF 3 ou EDF 4 dont la mise en service est respectivement prévue pour 1967 et 1968 et que les centrales de grande puissance qui suivront offrent des perspectives encore plus favorables.

C'est en 1962 que la Commission a commencé d'agir en ce domaine, surtout sous forme de contrats de recherches et de mise au point industrielle, passés avec l'industrie et les organismes compétents, pour un montant qui atteint à ce jour 5 522 000 u.c., dont 4 785 000 u.c. ont été consenties au titre du deuxième programme quinquennal.

Dans le cadre général de la procédure de passation des contrats de recherches, 76 propositions de recherches ont été reçues. A l'heure actuelle, 17 contrats ont été signés.

D'une façon générale, la Commission s'est attachée aux projets de recherches qui étaient les plus aptes à entraîner une baisse du prix du kilowattheure au

cours des prochaines années, plutôt qu'aux actions à plus long terme ou plus incertaines. Pour juger de la valeur des projets, on s'est référé à un réacteur de type d'avenir ayant les caractéristiques suivantes :

- puissance de 500 MWe;
- éléments de combustible à uranium naturel tubulaires. Les problèmes posés par l'utilisation d'éléments combustibles annulaires ayant des puissances spécifiques élevées de l'ordre de 10 MWth/t méritent d'être également pris en considération;
- cœur et échangeurs intégrés dans un caisson en béton précontraint, la pression du gaz carbonique étant de 40 kg/cm², et le cœur se trouvant placé au-dessus des échangeurs.

Ces données ont servi à déterminer le cadre de la plupart des études et essais décrits ci-dessous.

1. Développement des éléments combustibles

Les efforts portent, à l'heure actuelle, sur des alliages d'uranium ternaires du type :

U-Mo-Nb	U-Nb-Zr
U-Mo-Zr	U-Nb-Si
U-Mo-Si	U-Nb-Fe
U-Mo-Cr	U-Nb-Cr

pouvant subir des irradiations voisines de 5 000 MWj/t. La teneur en éléments d'alliages ne devrait pas entraîner une absorption neutronique supérieure à celle d'un alliage à 0,5 % de Mo en poids. Ces études viennent compléter celles qui se poursuivent par ailleurs, notamment au Commissariat à l'Energie atomique français. Elles concernent la métallurgie des alliages, l'irradiation d'échantillons, la mise au point d'éléments combustibles prototypes de différentes géométries, et surtout d'éléments annulaires de grand diamètre, ainsi que la réalisation d'une liaison entre la gaine et le combustible. Les résultats obtenus à ce jour, notamment à la suite d'essais de cyclage thermique, ont incité à s'orienter vers les alliages :

U-0,8 à 0,12 Nb-0,2 Cr
 U-0,2 Mo-0,7 Nb
 U-0,5 Mo-0,5 Nb
 U-0,3 Mo-2 Zr

et vers l'emploi de titane pour réaliser une liaison métallurgique entre l'uranium et la gaine. Les irradiations d'échantillons d'alliages commenceront en 1965.

D.J. 2

Il a été procédé à une étude de fabrication de gaines à chevrons en alliages de magnésium par coulée de précision. Deux procédés sont expérimentés simultanément, la coulée sous basse pression et la coulée sous haute pression. Il s'agit, d'une part, de réduire le coût de fabrication des gaines, d'autre part, d'améliorer certaines propriétés technologiques de celles-ci, comme la résistance au fluage. Ces travaux devraient permettre l'établissement d'une offre ferme de présérie.

On s'efforce, par ailleurs, de déterminer les possibilités optimales d'usinage de gaines monobloc, en ce qui concerne notamment la longueur, la profondeur, l'épaisseur et le nombre des ailettes dans le cas de gaines à 4 et à 8 secteurs. La gaine complète sera fabriquée à partir d'une seule ébauche filée évitant l'assemblage de pièces. Ce projet donnera lieu à la fourniture de quelques gaines prototypes et à une offre ferme de commande d'une présérie.

2. *Transfert thermique*

Il a été décidé d'étudier les phénomènes encore mal connus de la convection naturelle du gaz carbonique sous haute pression, pour parvenir à une meilleure compréhension des problèmes d'isolement thermique des caissons en béton. Les données ainsi acquises aideront à mener à bien deux projets en cours. Le premier vise à la mise au point industrielle d'un dispositif d'isolement thermique par « écrans d'eau » suivant une technique s'inspirant de celle des chaudières. Sur le plan proprement expérimental, on vérifiera les résultats sur des portions d'écrans d'eau en vraie grandeur dans une enceinte sous pression. Le deuxième projet concerne la fabrication d'un nouveau matériau isolant en acier comportant des cellules hexagonales appelé « nid d'abeilles ».

3. *Matériaux de structure*

La corrosion du graphite pourrait revêtir de l'importance dans le cas d'un réacteur dont les éléments de combustible annulaires développeraient une puissance spécifique élevée (10 MWj/t environ) et dont le gaz serait soumis à une pression égale ou supérieure à 40 kg/cm². Aussi a-t-on entrepris de doter le réacteur à haut flux Br 2 d'une boucle d'essais pour déterminer le comportement en atmosphère contrôlée des graphites nucléaires industriels actuellement en usage.

Des travaux sur la tenue à la température et à l'irradiation du béton servant à la construction des caissons de pression sont en cours. Les résultats obtenus à ce jour tendent à prouver que dans le cas de la plupart des bétons étudiés, la résistance à la compression des échantillons n'est pas sensiblement affectée

par un chauffage à 200°C, mais que le séjour alterné en atmosphère sèche ou humide peut présenter des inconvénients. Il est prévu d'étendre ces recherches aux bétons à haute résistance et aux bétons isolants du point de vue thermique et opaques aux radiations.

4. *Physique des réacteurs*

On s'est efforcé de déterminer le degré optimum d'irradiation qu'il est théoriquement possible d'obtenir avec ce type de réacteur alimenté à l'uranium naturel. Les éléments de combustible étaient du type EDF 2 renfermant 1,1 % de Mo. Pour les calculs neutroniques, il a été tenu compte des modèles de thermalisation les plus récents. Il est apparu raisonnable, du point de vue neutronique, d'envisager des irradiations de rejet de 5 000 à 5 500 MWj/t en moyenne dans des conditions économiques que l'on peut pratiquement considérer désormais comme optimales.

La mesure expérimentale du facteur k des réseaux uranium-graphite a été effectuée pour la première fois dans la Communauté sur des réseaux du type Latina, Brookhaven et Marius. Elle a été effectuée en étroite liaison avec les travaux entrepris sur le réacteur critique Marius selon une méthode différente. Les résultats préliminaires laissent entrevoir une bonne coïncidence.

5. *Technologie des réacteurs*

Un nouveau procédé de déchargement des réacteurs du type graphite-gaz est en train d'être mis au point. A la partie supérieure de l'enceinte sous pression est aménagé un « grenier » destiné à recevoir la machine de chargement et de déchargement. Le grenier, séparé du cœur par une dalle en béton assurant l'isolement thermique et radio-actif, est maintenu dans une atmosphère de CO₂ sous pression et à température modérée. Les avantages de cette disposition sont multiples : allègement et simplification des appareils, réduction de leur coût, simplification des opérations de renouvellement du combustible, en raison notamment de la possibilité qu'a la machine d'accéder directement à chacun des canaux. Ce système permet d'effectuer des mouvements de combustible dans le cœur. Les essais de fonctionnement d'une maquette à l'échelon 1 de la machine et du robot de dépannage ont donné des résultats satisfaisants. Dans le cadre de ce contrat sont également expérimentés des dispositifs nouveaux de contrôle d'un encombrement réduit et fonctionnant notamment à l'aide de chaînes.

Le nombre des pénétrations dans un caisson de pression où se trouvent intégrés les échangeurs de chaleur est l'un des éléments dont on peut tenir

D.J. 2

compte pour l'optimisation du cycle de vapeur. On a entrepris une étude théorique du cycle de vapeur portant sur différentes configurations du cycle primaire, turbosoufflantes en amont ou en parallèle, avec ou sans resurchauffe, à une ou deux pressions de vapeur.

Il a été conclu deux contrats d'étude en vue d'améliorer les caissons de pression en béton précontraint. L'un porte sur l'emploi, pour la mise en précontrainte de l'installation, de vérins liquides pouvant recevoir, par injection, un produit faisant prise. L'autre s'inspire d'une conception nouvelle quant à la façon d'assurer l'isolement, l'étanchéité et la résistance du caisson. Toutes ces recherches devraient imprimer un progrès sensible aux techniques actuelles.

6. Actions de développement portant sur l'exploitation des centrales de puissance en fonctionnement

Le réacteur de Latina va servir sous peu à des mesures en vue de déterminer avec précision l'évolution de la réactivité en fonction de la durée de fonctionnement. On espère vérifier de la sorte l'exactitude de calculs tendant à prouver que le taux d'irradiation pourrait être porté de 3 500 à 5 000-5 500 MWj/t dans des centrales de ce genre, ce qui aurait pour effet de réduire de près d'un tiers le coût du combustible. On mesurera également différents coefficients relatifs à la cinétique de ce type de réacteur.

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'Ispira.

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, les réacteurs à uranium naturel contribuent à l'indépendance de l'approvisionnement de la Communauté en combustibles;
- il semble bien que l'économie d'un réacteur du type ORGEL se compare favorablement à celles 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;
- de plus, le concept permet l'extrapolation aux grandes puissances sans difficultés particulières, ce qui permet de diminuer encore les investissements spécifiques et d'élargir les domaines d'intérêt de la filière au-delà de la production d'électricité;

D.J. 3

- 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 de la filière ORGEL

Pendant l'année 1964, l'équipe du Projet a poursuivi l'étude d'une centrale de puissance de référence; elle a étudié plus particulièrement les perspectives de progrès techniques, le cycle de combustible et l'économie des matières fissiles et fertiles. L'étude des applications possibles d'ORGEL à la production de vapeur industrielle ou au dessalement de l'eau — en parallèle ou non avec la production d'électricité — a été également entreprise.

Parmi les améliorations techniques importantes étudiées, on peut citer celle des moyens de contrôle obtenue en remplaçant les barres de contrôle situées dans des sites combustibles par des dispositifs mieux adaptés, extérieurs à ces sites, et pour lesquels une étude expérimentale est prévue; il devrait en résulter une meilleure utilisation des sites et des déformations plus faibles du flux, conduisant à un meilleur rendement. A signaler également, l'adaptation d'un système de gestion du combustible simplifié et sollicitant moins les éléments combustibles, sans cependant détériorer le taux de combustion réalisable : le combustible est introduit par la face supérieure du réacteur et extrait par la face inférieure après cheminement à travers le cœur jusqu'à épuisement.

A côté des cycles à uranium retenus pour la centrale de référence, la bonne économie neutronique des réseaux à eau lourde en général et d'ORGEL en particulier, a permis d'envisager l'emploi du thorium. Avec un combustible initialement enrichi à 1,3 environ en U 235, il est possible de maintenir la réactivité constante jusqu'à des taux de combustion de 40 000 MWj/t sans aucune dégradation appréciable de la matière fissile, l'U 233 formé se substituant à l'U 235 consommé. Il s'agit de perspectives à long terme dirigées vers une filière de breeders thermiques particulièrement intéressants en cas de pénurie de matière fertile; elles nécessitent cependant de nombreuses vérifications tant théoriques qu'expérimentales.

Enfin, la souplesse des niveaux de températures réalisables avec le réfrigérant organique a permis de projeter une centrale mixte produisant à la fois de la

vapeur et de l'électricité. Cette centrale sera économiquement prometteuse et réalisable dès maintenant, la température de l'organique étant réduite à 330°C; de même, une centrale orientée vers le dessalement est actuellement à l'étude.

Bref, compte tenu des perspectives d'investissements modérés d'un réacteur ORGEL, du faible coût de son cycle de combustible, de l'économie qu'il autorise en matériaux fssiles et fertiles avec les cycles à uranium et peut-être avec les cycles au thorium, des perspectives qu'il ouvre ainsi, soit pour le démarrage de la filière des réacteurs rapides, soit pour la réalisation de convertisseurs thermiques à haut facteur de conversion, et enfin de la souplesse d'adaptation du concept ORGEL en taille et usage, il se confirme que la filière ORGEL est bien l'une des plus intéressantes qui soient actuellement à l'étude.

L'établissement d'Ispra du Centre commun a continué en 1964, d'apporter une contribution importante à l'étude de la filière sous tous ses aspects; en même temps, sa collaboration avec les laboratoires des Etats membres a été poursuivie, notamment sous forme de contrats de recherches.

3. Programme de recherches et de développement

a. Chimie

L'étude du comportement des polyphényles soumis à l'action de la chaleur et des rayonnements reste un point essentiel du programme. L'examen critique des résultats obtenus et leur comparaison avec des travaux similaires (notamment américains) ont montré l'importance qu'il y a à mesurer avec précision la vitesse de décomposition dans des conditions données (composition du fluide et conditions d'irradiation), si l'on veut pouvoir discerner l'influence des divers paramètres.

On a également procédé à l'aide d'une boucle en pile, à des essais dans des conditions semblables à celles d'un réacteur de puissance, en plaçant dans le vase d'irradiation un élément chauffant électrique dégageant jusqu'à 100 W par cm² et dont la surface pouvait atteindre 490°C. On a pu constater que la présence d'une telle paroi chaude ne produisait aucun effet visible sur la décomposition des polyphényles. Les laboratoires d'Ispra ont poursuivi leur effort en vue de comprendre les phénomènes en cause. C'est ainsi que la cinétique de la pyrolyse des polyphényles fait maintenant l'objet de travaux permettant de préciser les mécanismes en cause, notamment l'influence de divers gaz sous pression. D'autre part, les techniques de résonance magnétique se révèlent fécondes dans l'étude de ces problèmes.

Dans le domaine de l'analyse chimique, on dispose maintenant de nombreux résultats provenant de l'application routinière des méthodes développées au

D.J. 3

cours des travaux antérieurs. Les efforts se poursuivent pour standardiser et améliorer les techniques.

Enfin, les recherches sur de nouveaux fluides organiques ont été interrompues; elles seront reprises quand les circonstances le permettront.

b. *Physico-chimie*

Les recherches fondamentales citées dans le septième rapport général ont été poursuivies à Ispra. L'établissement a travaillé à améliorer la ductilité du SAP (Sintered Aluminium Powder), matériau composite à base d'aluminium et d'alumine. L'étude du comportement du graphite en milieu organique a donné d'excellents résultats qui doivent cependant subir encore l'épreuve de l'irradiation. L'effort entrepris pour apprendre comment se comportent le zirconium et certains de ses alliages dans les polyphényles a été poursuivi; l'étude de la corrosion du Zircaloy-2 et de l'alliage Zr-3 Nb-1 Sr a montré que le premier est un peu meilleur que le second. La teneur en chlore dans l'organique, la température de ce dernier, le temps d'exposition et la teneur en eau sont les facteurs les plus importants.

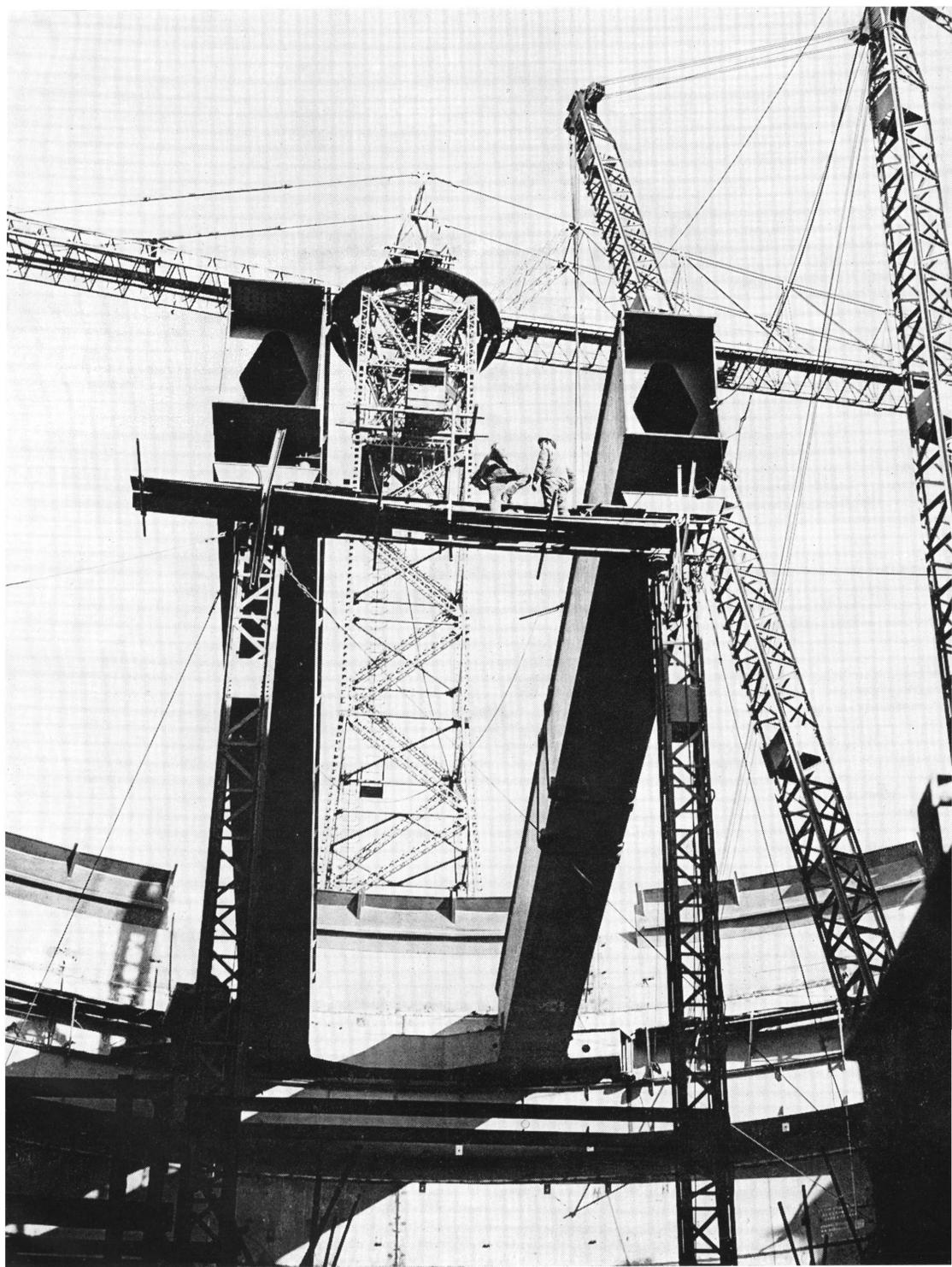
c. *Physique neutronique*

Les théories neutroniques ne permettent pas une prévision suffisamment précise des bilans de réactivité d'un réacteur ORGEL. Parallèlement au raffinement de ces théories, des expériences ont été entreprises dans le réacteur ISPRA-1 (absorption résonnante) et dans l'expérience exponentielle Expo (réseaux à carbure d'uranium); d'autres sont en préparation pour les réacteurs ECO (Ispra) et RBI (Bologne) visant à mieux connaître les réseaux à carbure d'uranium vierges et irradiés grâce à la reconstitution d'éléments contenant du plutonium.

d. *Transfert thermique*

Deux boucles de transfert thermique, installées auprès de contractants d'Euratom, ont permis d'analyser l'influence de la composition, de la température, de la pression et de la vitesse des réfrigérants, ainsi que celle du flux calorifique transmis par la gaine, sur le régime d'ébullition transitoire entre le régime normal de refroidissement des éléments combustibles (convection forcée) et l'accident conduisant à la fusion du gainage (caléfaction).

Ces travaux, menés jusqu'à présent principalement sous contrats, ont été progressivement pris en charge par l'établissement d'Ispra, qui dispose désormais de deux boucles de transfert thermique en fonctionnement. Ils seront étendus à l'analyse des effets de l'état de surface des gaines.



ISPRA — CHANTIER DU RÉACTEUR ESSOR
MONTAGE DU PONT ROULANT

(Voir légende au verso)

Pièce maîtresse du programme Orgel, le réacteur Essor est actuellement en cours de construction dans l'enceinte de l'établissement d'Ispira du Centre commun de recherches.

La photo montre une des phases du montage du pont roulant destiné notamment aux opérations de chargement et de déchargement des éléments de combustible, ainsi qu'au déplacement des plaques de blindage et au démontage de la calotte supérieure de la cuve du réacteur.

e. *Etude de l'encrassement*

Les travaux se sont poursuivis dans l'espoir de mettre en évidence l'importance relative des paramètres thermiques, hydrauliques et physico-chimiques.

Ces vérifications expérimentales ne sont pas aisées; faute de disposer d'installations en vraie grandeur, on en est donc réduit à simuler au mieux un canal en pile; le développement d'un dispositif donnant la vitesse d'encrassement de façon simple et rapide constitue une des préoccupations majeures. On sait cependant quelles conditions minimales de pureté il faut respecter pour éviter la formation de dépôts gênants, et les travaux visent plutôt à obtenir un assouplissement des spécifications.

En liaison avec ces études, la Commission poursuit l'examen des méthodes de purification des fluides partiellement décomposés. Un dispositif utilisant la solubilité différentielle pour éliminer les produits lourds de décomposition a fonctionné à l'échelle laboratoire et a donné des résultats fort intéressants.

En ce qui concerne les lits absorbants, on a poursuivi les recherches sur leur mode d'action; quant aux essais à mener en collaboration avec le CNEN, on espère qu'ils pourront commencer sous peu.

f. *Technologie*

L'activité du Service de Technologie d'Ispra est entièrement consacrée au projet ORGEL. Les installations mises en service en 1962 ont donné un nombre suffisamment important de résultats sur les pompes, vannes et appareils de mesure fonctionnant en milieu organique à 400°C, pour qu'on en envisage l'exploitation statistique. Plusieurs types de canaux ont été expérimentés en vraie grandeur dans une boucle hors pile; un effort particulier a été fait sur le canal prototype pour le réacteur ESSOR; plusieurs essais totalisant une durée de 500 heures ont permis d'étudier son comportement et mis en évidence la nécessité de quelques modifications mineures.

L'installation pour l'étude des problèmes de sécurité des réacteurs à tubes de force a permis d'exécuter plusieurs expériences de rupture de canal pour le réacteur ESSOR, précieuses pour la connaissance de l'effet des ondes de choc. Les méthodes et les appareils de mesure de contraintes et niveaux de pression mis au point par le service de Technologie ont donné d'excellents résultats et leur développement se poursuit dans l'étude des phénomènes très rapides.

Parmi les résultats des autres études en cours, on peut signaler la sélection de produits devant améliorer les conditions de frottement SAP-SAP, la mise au point de dispositifs détecteurs de fuite d'organique et la réalisation de

D.J. 3

jonctions étanches, l'intérêt des isolants solides projetés, de l'isolant gazeux — qui reste l'isolant de référence —, la nécessité d'abandonner les études sur les isolants à base de liquide organique.

g. *Métallurgie et éléments combustibles*

L'établissement d'Ispra exécute l'essentiel de cette partie du programme. Le service de Métallurgie y consacre 90 % de son activité tout en gérant de nombreux contrats dont les plus importants sont orientés vers la mise au point industrielle de la fabrication des crayons combustibles en carbure d'uranium et des produits en SAP.

L'étude de l'emploi de l'aluminium fritté comme matériau de gainage et de structure s'est poursuivie; de nouvelles améliorations ont été apportées dans la fabrication des poudres (élimination des inclusions de fer, réduction de la teneur en carbone) conduisant à des ductilités améliorées et à une meilleure reproductibilité des caractéristiques mécaniques. Le contrôle des tubes de gaine lisses ne pose plus de problèmes, celui des tubes de force n'en pose guère; seul celui des tubes de gaine à ailettes fait encore l'objet d'une recherche suivie.

Le carbure d'uranium reste le combustible de base d'ORGEL; le contrôle de la composition et la réception des 7,5 t livrées pour ECO sont pratiquement terminés et ont montré que des spécifications serrées pourraient désormais être tenues pour d'importantes livraisons. A signaler aussi que le procédé de préparation de UC par réduction de UF₄ par l'aluminium, mis au point en laboratoire par le département Chimie dans le cadre d'un autre programme, est l'objet d'une étude pour son application au retraitement des déchets dans le procédé actuel d'élaboration du carbure pour ORGEL.

L'atelier de fabrication d'éléments combustibles prototypes a effectué l'assemblage des éléments combustibles du réacteur ECO et réalisé des maquettes des premiers éléments à essayer dans la zone expérimentale d'ESSOR; ces maquettes ont déjà subi avec succès des essais d'endurance en boucle hors pile ainsi que des épreuves diverses de cyclage thermique.

Le programme de préparation d'irradiation a été mené à bien et devrait déboucher début 1965 sur des mises en pile dans différents réacteurs.

4. *Etudes et constructions*

— *Les expériences critiques et exponentielles ORGEL*

La construction de l'assemblage critique ECO a été retardée par des difficultés d'ordre technique rencontrées en cours de montage. Des essais en eau légère sont prévus dans un avenir très proche.

Le programme d'études des réseaux ORGEL à carbure d'uranium a commencé sur l'expérience exponentielle Expo où une série complète d'expériences a été effectuée avec des éléments combustibles composés de 7 crayons de carbure.

— *Le réacteur d'essai ESSOR (ESSai ORgel)*

Les opérations de construction d'ESSOR se sont poursuivies en 1964 conformément aux plannings. Le gros œuvre des structures internes à l'enceinte étanche ainsi que la virole cylindrique de celle-ci ont été exécutés et terminés pendant cette année. Le revêtement de la piscine de stockage a été fabriqué et mis en place, la construction des bâtiments extérieurs exécutée à 70 %.

Les marchés de construction des différents sous-ensembles du réacteur ont été passés tout au long de l'année, et les constructions ont débuté en usine. Seuls restent encore à conclure quelques marchés d'instrumentation. La mise au point du canal ESSOR s'est poursuivie et les résultats des études et essais ont permis de définir le dossier final de cette importante partie d'ESSOR. Les études menées au CEN de Mol pour la définition de l'élément combustible nourricier ont donné de bons résultats, et la commande de ces éléments a pu être faite à la fin de l'année, après un appel d'offres.

5. Accord Canada-Euratom et collaboration tripartite

L'année écoulée a vu la collaboration avec le Canada se poursuivre normalement, notamment dans le domaine des irradiations. Cependant, ayant décidé de concentrer ses moyens sur la filière type CANDU, l'AECL a commencé à réduire son effort de recherches sur le programme organique eau lourde. Toutefois, il est prévu de maintenir et même de renforcer la partie « irradiations » des travaux canadiens, notamment par l'utilisation intensive de la boucle U3 et, ultérieurement, du réacteur WR1. C'est dans cette optique que le renouvellement de l'Accord de coopération Canada-Euratom est envisagé.

Cependant, on a assisté à un regain d'intérêt de l'USAEC pour les réacteurs de la filière ORGEL, ce qui se traduit par une proposition de programme ambitieuse.

Il en résulte une intensification des contacts techniques.

II. Le réacteur de HALDEN

La participation de la Commission au programme Halden a pris fin le 30 juin 1964. Comme il avait été prévu, les travaux expérimentaux ont été terminés fin 1963 et le premier semestre de 1964 a été consacré à l'interprétation des résultats expérimentaux et à la rédaction des rapports. Les oscillations spontanées de puissance, observées durant l'exploitation du réacteur avec sa deuxième charge, ont été attribuées à la formation de bulles de vapeur dans le modérateur, à la suite d'une détente entraînée par une réduction de la pression.

III. Le programme PRO

Les négociations de la Commission avec le CNEN ont donné lieu à un contrat d'association qui a pris effet le 1^{er} avril 1964. Depuis lors, le programme a porté principalement sur les trois points suivants :

- le transfert de chaleur avec des liquides organiques en régime d'ébullition nucléée sous-saturée dans des conditions de circulation naturelle ou forcée, ainsi que la détermination du flux critique et la mesure de la fraction du vide ont été étudiés. Des essais ont été effectués à des températures intéressant un réacteur modéré par des liquides organiques (300°C);
- la mise au point d'un mécanisme de commande pour barres de contrôle, de type à pignon et crémaillère a été achevée. De nombreuses épreuves de fonctionnement sur roulements à billes et soufflets métalliques en milieu organique ont été menées à bien;
- un circuit d'irradiation en pile CIRO, placé dans le réacteur ISPRA-1 et la préparation de la section d'essais ont été réalisés. De nombreux essais ont été effectués hors pile sur maquettes, en vue de cette expérience. On a établi un manuel d'opération pour les essais postirradiation, ainsi qu'un projet de rapport de sécurité.

Dans le courant de l'année 1964, les études pour le développement d'un réacteur à suspension aqueuse se sont poursuivies en association avec la KEMA.

Le comportement des suspensions sous irradiation a fait l'objet d'attentions particulières à cause des incertitudes encore importantes à ce sujet. Les travaux de physique, d'instrumentation et de développement de composantes spéciales ont marqué certains progrès, qui ont permis de commencer des études d'évaluation de filière.

La Commission a décidé, en l'état actuel des choses, de ne pas participer financièrement à la construction du réacteur d'épreuve KSTR. Cette construction sera, de toute façon, poursuivie par la KEMA qui financera entièrement le projet. Les combustibles mis au point dans le cadre de l'association avec Euratom pourront toutefois être expérimentés dans ce réacteur.

Les études sur les réacteurs de puissance modérés à l'eau lourde et refroidis par mélanges eau-vapeur à faible densité ou brouillard (projet CIRENE) sont effectuées dans leur totalité sous la direction du CISE (Centro Informazioni Studi ed Esperienze) de Milan, dans le cadre d'un contrat de recherches financé à la fois par Euratom et le Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare. Ce contrat a été négocié durant le second semestre de 1964 et sera incessamment soumis à l'approbation des parties intéressées.

Les principaux objectifs du projet CIRENE, dans le cadre du présent plan quinquennal, sont les suivants :

- Conduire un programme de recherches et de développement relatif à un réacteur de puissance à eau lourde et tubes de force, alimenté par U naturel et refroidi par brouillard d'eau légère;
- Etudier une centrale de référence CIRENE de grande puissance;
- Etablir un dessin préliminaire d'un réacteur prototype.

1. Intérêt technique et économique du projet

L'intérêt du concept CIRENE réside dans le fait qu'il cumule les avantages des réacteurs à eau lourde et tubes de force, d'une part, et ceux des réacteurs à eau bouillante et cycle direct de l'autre, sans pour autant en présenter les inconvénients. L'intérêt des réacteurs à eau lourde et tubes de force a été exposé dans le document 3 relatif au projet ORGEL. La réfrigération par brouillard est avantageuse du fait que le réfrigérant est de l'eau légère, bien connue, et que le cycle de vapeur est direct, sans échangeurs de chaleur intermédiaires. Enfin, et surtout, le concept repose largement sur l'acquis des filières éprouvées à eau pour tout ce qui concerne les problèmes technologiques et de matériaux.

2. Etudes conceptuelles

Le premier objectif à atteindre est la comparaison des mérites des deux versions de réacteurs correspondant aux deux types de combustible utilisables pour CIRENE : uranium métallique sous forme de tubes gainés intérieure-

D.J. 5

rement au Zircaloy-2 par coextrusion et crayons d'UO₂ gainés au Zircaloy-2, assemblés en grappes.

Des études d'optimisation pour ces deux versions de réacteur ont été effectuées en considérant aussi les cas où la crise dans les canaux se trouvait dépassée.

D'autre part, le dessin mécanique des canaux, pour les deux versions de réacteur, a été commencé et le dimensionnement du circuit de vapeur effectué en tenant compte des impératifs particuliers de sécurité et de stabilité.

La gestion du combustible et le dessin des machines de chargement-déchargement ont été étudiés par Sorin. Il a été également procédé à une évaluation du coût de ces composants.

3. Programme de recherches et de développement

a. Neutronique

Pour faire parvenir à une meilleure prévision du bilan neutronique du réseau CIRENE et de son évolution en fonction de l'épuisement du combustible, on a mis au point un certain nombre de codes de calculs en se fondant sur la masse des données expérimentales figurant dans la documentation spécialisée. Pour ce qui est des réseaux à faisceaux de tubes d'U métal refroidis intérieurement, un programme d'essais critiques et de mesures de structure fine du flux a été mené à bien sur l'Aquilon-II de Saclay. La construction d'un ensemble sous-critique pour la mesure des paramètres de cellule a été également réalisée. Ce dispositif est installé à l'Istituto Politecnico de Milan et sera alimenté en neutrons à partir de la colonne thermique de la pile L-54.

b. Thermique et hydrodynamique

Les essais de transferts thermiques ont été poursuivis dans le but de déterminer l'influence de divers paramètres sur le phénomène de la caléfaction et la nature du transfert de chaleur en cas de dépassement des conditions de crise et la densité des mélanges eau-vapeur. Deux boucles ont été utilisées à cette fin, l'une à Gênes pour des sections chauffantes simulant des géométries à grappe, l'autre à Plaisance pour sections simulant des passages annulaires.

La densité des mélanges eau-vapeur, importante en raison de ses incidences sur le bilan neutronique d'un réacteur CIRENE, a été étudiée par analogie sur une boucle adiabatique, à froid, avec mélanges eau-argon.

Des mesures de la densité dans des conditions représentatives d'un canal de réacteur seront faites à l'aide d'une boucle actuellement en construction à Plaisance.

c. *Combustible*

Le principal effort en ce domaine a porté sur le combustible tubulaire à uranium métal. Une recherche bibliographique approfondie a été effectuée par Sorin sur les propriétés du métal et du Zircaloy-2, les procédés de fabrication de ces tubes, le comportement sous irradiation, etc. De plus, un petit nombre de tubes d'U métal gainés intérieurement ont été préparés par Nuclear Metals suivant le procédé de coextrusion.

Par ailleurs, une installation a été construite au CISE pour l'étude, dans des conditions pleinement représentatives, de la compatibilité de l'U métal avec le réfrigérant en cas de rupture de gaine.

Pour ce qui est du combustible à oxyde d'uranium, des essais de vibration ont été effectués sur des crayons dans une petite installation à circulation de mélanges air-eau.

Notons enfin que l'étude d'un projet détaillé d'une boucle pour essais d'irradiation de canaux CIRENE à grande échelle, à installer dans le réacteur ESSOR, a été récemment amorcée.

d. *Dynamique et stabilité*

Un effort particulier est déployé dans ce domaine en raison du coefficient de puissance positif du réacteur. Un certain nombre de codes ont été mis au point pour la prévision de la stabilité dans l'espace et dans le temps et du comportement transitoire d'une centrale CIRENE.

Des simulations analogues ont été effectuées avec le concours du CNEN à l'aide des ordinateurs du centre de la Casaccia.

Par ailleurs, les études de sécurité ont été amorcées, notamment en ce qui concerne les conséquences d'une rupture du circuit primaire, en raison du coefficient de vide positif.

Enfin, sur le plan expérimental, des mesures de la fonction de transfert puissance/densité du réfrigérant, ont été effectuées par analogie sur une boucle adiabatique, à froid, avec circulation de mélanges gaz-eau. De telles mesures vont être reprises dans des conditions représentatives sur une boucle en construction à Plaisance.

D.J. 5

e. *Chimie et physico-chimie*

Les essais de corrosion en pile d'échantillons de Zircaloy-2 et d'acier inoxydable au contact de mélanges eau-vapeur ont été poursuivis pendant le premier semestre 1964. Ils seront repris au printemps de 1965, avec le redémarrage de la pile Avogadro à Saluggia, à une puissance plus élevée. On a également continué des essais de chimie de l'eau et de détermination de l'efficacité de filtres pour la rétention de produits de corrosion.

Enfin, une petite installation hors pile a été construite au CISE pour l'étude de l'encrassement de surfaces chauffantes lorsque le flux critique (caléfaction) est dépassé.

1. *Projet DRAGON*

La Commission s'est, en novembre 1962, associée à une extension de l'Accord DRAGON jusque fin mars 1967, accord qui comprendra désormais, outre la construction et l'exploitation du réacteur d'épreuve, un important programme de recherches, ainsi que 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.

Le réacteur d'épreuve, commencé en 1960, est pratiquement achevé. Sa criticité date du 23 août 1964. La pleine puissance sera atteinte au printemps de 1965. Il permettra l'essai des éléments de combustible des futurs réacteurs de puissance du même type (particules de dicarbure d'uranium et de thorium enrobées de carbone pyrolytique et parfois de carbure de silicium), ainsi que l'étude de différents problèmes d'« engineering » (comportement des soufflantes à paliers gazeux, étanchéité du circuit primaire et purification de l'hélium utilisé comme réfrigérant).

En 1964, des éléments de combustible prototypes ont encore été essayés dans plusieurs piles en Europe (Studsvik en Norvège, Riso au Danemark, Würlingen en Suisse et Pluto en Angleterre), ainsi que dans une boucle haute température refroidie à l'hélium, installée dans le réacteur BR 2. Les conditions étaient voisines de celles qui régneront à l'intérieur d'un réacteur de puissance de ce type. Il semble que l'on puisse espérer des taux d'épuisement d'environ 100 000 MWj/t dans des réacteurs de puissance, sans aucun balayage des produits de fission et sans qu'on ait à craindre de contamination excessive. Tel est en tout cas l'enseignement que l'on tire de l'essai réalisé dans le réacteur PLUTO à Harwell où un élément de combustible moitié moins long qu'un élément DRAGON a été irradié pendant six mois dans des conditions thermiques pratiquement identiques à celles de DRAGON, avec un refroidissement direct, sans aucun système de purge, et avec un taux de libération d'isotopes actifs gazeux de l'ordre de 10^{-5} à 10^{-6} du taux de formation.

D.J. 6

Les techniciens du projet DRAGON ont achevé la mise au point de la ligne de fabrication des éléments de combustible et ont produit 30 éléments à carbure de zirconium (zone nourricière) et 10 éléments à thorium, représentatifs des éléments de combustible d'un réacteur de puissance. Le projet a entamé, et compte poursuivre en 1965, un effort de développement du combustible par des voies nouvelles permettant notamment la fabrication, avec commande à distance, de nouveaux éléments de combustible à partir des éléments irradiés retraités.

Le groupe de physique a continué à préparer la mise en marche du réacteur d'épreuve. Il a poursuivi le travail d'évaluation et d'optimisation du point de vue neutronique d'un réacteur de puissance dérivé du DRAGON. Pour ce réacteur, on a terminé en 1964 une étude préliminaire de la conception générale qui porte sur une installation de 1 250 MWth (535 MWe). L'étude a été effectuée en collaboration avec un groupement industriel de la Communauté auquel un contrat d'étude avait été consenti au début de 1963. Elle a confirmé l'intérêt économique présenté par une centrale de puissance au thorium, refroidie par un gaz à haute température. Le recours à un combustible directement refroidi à l'hélium, sans aucun système de purge ainsi que l'emploi d'une cuve en béton précontraint ont permis de simplifier considérablement la conception générale du réacteur. Une cuve en béton précontraint autorise des pressions d'hélium plus élevées et permet ainsi de réduire très fortement la dimension des échangeurs de chaleur et les besoins en puissance de pompage. Le prix du kilowatt installé — qui se dégage de l'étude — est d'environ 145 \$ (52 £), à l'exclusion des frais de site qui seraient normalement assumés par l'acheteur. Il correspond ainsi à l'estimation déjà faite du « tender price » (clef sur porte).

Les problèmes du transfert de masse continuent à être étudiés avec une grande attention. Le gros facteur est celui de l'étanchéité des échangeurs, mais le problème du dépôt du carbone dans ces derniers ne saurait pour autant être négligé. En ce domaine, le réacteur DRAGON lui-même ne permettra pas d'obtenir des renseignements précis. Du point de vue température et fonctionnement, ses échangeurs ne sont pas représentatifs des échangeurs d'un réacteur de puissance. Une expérience d'ampleur industrielle ne sera fournie que par le réacteur AVR de Jülich ou par celui de Peach Bottom.

L'instabilité dimensionnelle du graphite sous irradiation a donné lieu récemment à des difficultés imprévues. On a constaté, en effet, que le retrait (« shrinkage ») du graphite, que l'on avait déjà décelé à basse température, augmentait en fonction de celle-ci, notamment au-dessus de 1 000°C. Ce

problème est susceptible d'être résolu par le maintien du graphite à des températures de 800 à 900°C ou encore par l'adoption de nouveaux types de graphite moins sensibles à ce phénomène.

2. Association THTR

Parallèlement au projet DRAGON, la Communauté a signé en 1964 un contrat d'association avec la Kernforschungsanlage Jülich Nordrhein-Westfalen et la firme Brown Boveri/Krupp en vue du développement d'un réacteur à boulets utilisant du thorium, développement qui bénéficie de la participation financière indirecte du Ministère fédéral de la Recherche scientifique. Le contrat d'association comporte trois volets plus ou moins parallèles :

a. Un programme de recherches et de développement portant sur les points suivants :

- éléments de combustible fissiles et fertiles avec essais sous irradiation et examens postirradiatoires;
- physique du réacteur;
- technologie du réacteur : circuit de chargement et déchargement avec mesure du taux de combustion de chaque boulet, caisson de force, échangeurs, auxiliaires, etc.;
- chimie du réacteur;

b. Le dessin d'un prototype :

Les travaux en question conduiront au dessin d'un prototype d'une puissance thermique d'environ 500 MWth. L'étude commencera dès que l'on disposera de données suffisantes. Les détails techniques du prototype devront être assez précis pour pouvoir, sans modifications essentielles, être extrapolés à des installations de grande puissance économiquement intéressantes;

c. L'utilisation du réacteur AVR :

Un contrat a été signé par l'association THTR avec la société AVR pour l'exploitation du réacteur AVR de Jülich qui, dès le stade de démarrage, pourra servir d'expérience technique en vraie grandeur pour l'obtention de renseignements nouveaux sur le fonctionnement d'un réacteur à amas de boulets et sur la tenue des éléments de combustible.

Le programme de la Commission dans le secteur des réacteurs à neutrons rapides, ainsi que les installations nécessaires à sa réalisation ont été décrits dans le rapport précédent. Le chapitre II du présent rapport fait le point de l'état d'avancement des travaux des grandes associations. On y signale aussi les accords intervenus pour l'approvisionnement en combustible des assemblages critiques SNEAK et MASURCA. En outre, deux décisions importantes, en 1964, ont élargi le domaine des travaux effectués. La première est la signature d'un « accord d'échange d'informations » conclu avec l'USAEC en juin, la seconde, la signature d'un avenant au contrat d'association avec la CEA, étendant son objet au développement de la filière des réacteurs à neutrons rapides.

L'accord d'échange d'informations avec l'USAEC portera sur des résultats de travaux scientifiques et techniques de recherches ou de développement relatifs à la conception et à la construction d'installations d'essai non nucléaires, d'assemblages critiques, de réacteurs expérimentaux et de prototypes de réacteurs, y compris leur cycle de combustible, leur réfrigérant et leurs éléments constitutifs; des données d'exploitation relatives à ces installations; des informations concernant l'avancement de ces travaux ainsi que sur les programmes et calendriers des activités futures.

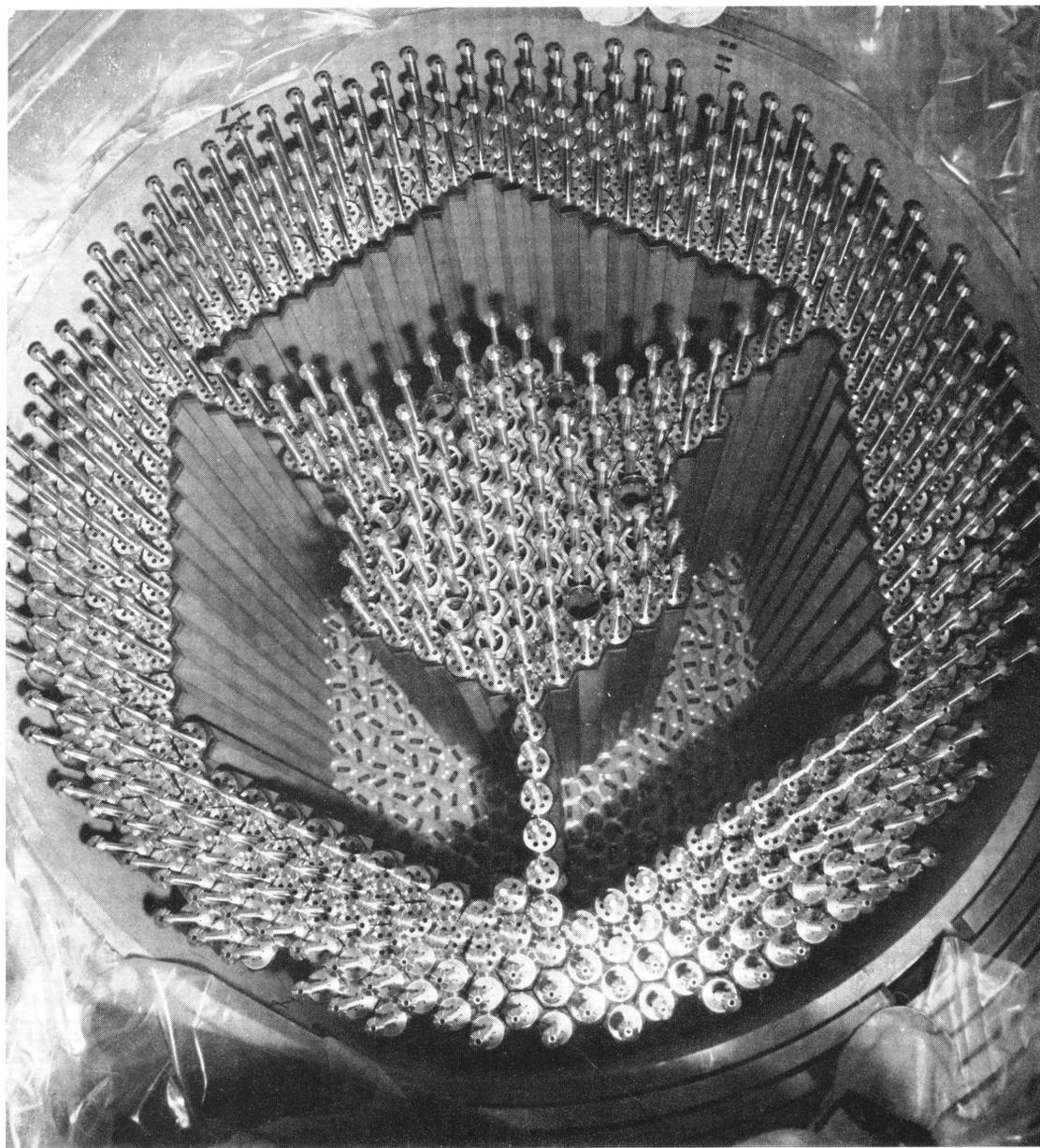
Cet échange d'informations s'effectuera à l'aide de rapports officiels et non officiels (tels que mémorandums de recherches et de développement) concernant à la fois des sujets précis et l'état d'avancement des travaux; de dessins d'appareillages, d'éléments constitutifs et d'installation; de la correspondance échangée entre des membres désignés du personnel des parties (et de leurs contractants et associés respectifs) sur des sujets déterminés; de visites et de détachements de personnel pour une longue période.

Cet échange sera limité aux informations non classifiées. Les parties se communiqueront mutuellement sans retard les informations techniques importantes sous une forme suffisamment détaillée pour permettre à l'une ou à l'autre d'entre elles de concevoir, de construire et d'exploiter des installations et réacteurs expérimentaux et prototypes à neutrons rapides, ainsi que tous

D.J. 7

renseignements connexes en matière de recherches et de développement, de sécurité et d'économie.

En ce qui concerne l'avenant au contrat d'association avec le CEA, il a pour objet des études et travaux relatifs au développement de la filière des réacteurs à neutrons rapides, qui incluent en particulier les études des grands réacteurs rapides (500 et 1 000 MWe) de l'avenir et la définition du réacteur prototype qui devra prouver expérimentalement et à échelle plus modeste (100 MWe) le bien-fondé du choix des solutions retenues ainsi que certains essais complémentaires relatifs au combustible de RAPSODIE.



CADARACHE (France) — MAQUETTE EN VRAIE GRANDEUR
DE LA CUVE DU REACTEUR RAPSODIE

(Voir légende au verso)

RAPSODIE est un réacteur rapide expérimental de 20 MWth refroidi au sodium et dont le combustible est à base de plutonium; il est en construction à Cadarache dans le cadre d'une association entre le Commissariat français à l'Energie Atomique (CEA) et la Commission. Le démarrage est prévu pour la fin de 1966.

La photo montre la disposition des assemblages hexagonaux de combustible et les barres de contrôle circulaires à l'intérieur du réacteur. Entre les trois espaces non encore occupés par des assemblages, on aperçoit le sommier qui supporte les assemblages.

A l'heure actuelle, l'espoir d'une exploitation contrôlée de l'énergie de fusion nucléaire, disponible virtuellement en quantité presque illimitée, repose sur la possibilité de produire et d'isoler de toutes parois matérielles (confinement) un plasma d'isotopes d'hydrogène porté à une température atteignant des centaines de millions de degrés et ayant une densité et une durée de vie dont le produit doit être supérieur à une certaine valeur limite (environ 10^{14} s/cm³ dans les conditions les plus favorables).

Un tel confinement ne semble possible que par l'emploi de champs magnétiques, ou plus généralement électromagnétiques.

Or, un plasma confiné magnétiquement se trouve nécessairement dans un état de déséquilibre thermodynamique au point de vue de sa configuration géométrique et souvent aussi au point de vue de la distribution de vitesse des particules qui le composent. Il s'ensuit que le confinement ne peut être que temporaire. La question est de savoir si cette durée de vie, nécessairement limitée, peut être suffisante pour parvenir au but envisagé. Il convient donc d'étudier les nombreux processus susceptibles de détruire le confinement. Parmi les nombreux processus qui entrent en jeu, celui de diffusion par choc entre particules est le plus évident. S'il était seul en cause, le problème ne serait pas loin d'être résolu. Malheureusement, les autres mécanismes encore imparfaitement connus, notamment les instabilités, ont un effet bien plus grave. On comprend par là que l'effort principal se porte sur ces instabilités et corrélativement sur celles d'entre les méthodes de production (accumulation et chauffage) et les configurations de confinement qui risquent le moins de les déclencher.

En ce qui concerne les configurations magnétiques, nous avons fait mention dans le rapport de 1963 de classes nouvelles (puits magnétiques) laissant présager une certaine stabilité. Leur étude s'est poursuivie en 1964 sur le double plan théorique et expérimental et a donné, du moins partiellement, des résultats encourageants.

Du point de vue de la production d'un plasma chaud, signalons, en dehors de la poursuite des travaux sur des méthodes envisagées par le passé (par

exemple par résonance) l'élaboration de conceptions nouvelles tendant à tirer parti de certaines instabilités non catastrophiques (chauffage par turbulence).

En plus de ces progrès, qui pour n'être point spectaculaires, n'en sont pas moins indéniables, dans le domaine classique du confinement, il convient de mentionner certaines tendances vers la fusion par accumulation instantanée d'une grande quantité d'énergie en un petit volume au sein d'une masse fusionable; cette orientation pose elle aussi nombre de problèmes et en est à un stade trop précoce pour pouvoir juger de son intérêt futur.

I. Études théoriques

Les théoriciens ont continué à travailler à des problèmes de caractère général et à des études particulières en rapport avec des expériences en cours ou en préparation. Leurs activités couvrent ainsi un domaine extrêmement vaste, allant depuis l'étude d'un problème aussi classiquement fondamental que l'irréversibilité jusqu'au calcul des circuits électriques et des bobinages.

Dans le domaine fondamental, signalons les travaux sur la théorie cinétique, ses rapports avec les phénomènes macroscopiques et l'irréversibilité (Garching) et les travaux sur l'aspect thermodynamique et les coefficients de transport (Fontenay-aux-Roses, Garching).

L'équation de Boltzman sans collisions a fait l'objet de nombreuses études, notamment en ce qui concerne les méthodes de solution (Jülich) et certaines déductions de caractère général (Jutphaas).

A Jülich et Frascati notamment, on continue à étudier le mouvement des particules chargées dans un champ magnétique.

Les théories de la stabilité et les conditions de leur validité ont été examinées plus particulièrement à Fontenay-aux-Roses.

En rapport plus étroit avec les travaux expérimentaux, mentionnons nombre d'études sur la stabilité, soit de configurations spéciales, soit dans des conditions particulières : configuration toroïdale avec courant diffusé (Fontenay-aux-Roses) et courant de surface (Garching) et configuration « pinch-tubulaire » droit ou toroïdal (Fontenay-aux-Roses) et M+S (Garching).

Il a été procédé à de nombreux calculs sur la dynamique des pinches θ , principalement à Garching, mais aussi à Jülich et Frascati. Fontenay-aux-Roses a poursuivi ses recherches sur la stabilité des puits magnétiques en s'efforçant notamment de tenir compte de l'effet d'un plasma de pression finie.

Garching a examiné sous l'angle théorique les interactions non linéaires de puissants faisceaux de lumière émis par lasers et d'un plasma à des fins surtout de diagnostics. Frascati a également envisagé les possibilités offertes par les lasers pour la production et la compression du plasma.

Les études sur l'emploi d'ondes électromagnétiques à haute fréquence pour le chauffage, le confinement et l'accélération ont été activement menées tant à Saclay qu'à Jutphaas, en se fondant aussi bien sur le mouvement des particules individuelles que sur des modèles macroscopiques.

Presque tous les laboratoires se sont intéressés aux différents types d'ondes pouvant se propager ou être engendrées dans un plasma, ainsi qu'à leur stabilité.

Le groupe qui s'occupe à Frascati de la production de plasmas de très haute densité a traité, sur le plan théorique, plusieurs problèmes en rapport avec les travaux en cours, tels que la dynamique des liners convergents, la diffusion des champs magnétiques très intenses dans les métaux et les propriétés physiques de plasmas très denses.

A Frascati également, on a étudié la possibilité de déclencher une réaction thermonucléaire par impact de macroparticules rapides ainsi que les méthodes d'accélération.

II. Recherches expérimentales de striction (Pinch)

Les expériences de *striction longitudinale* (Zeta-pinch) n'ont été poursuivies que pour la recherche fondamentale en physique de plasma avec des conditions spéciales de programmation des champs.

Ces recherches ont été effectuées à l'aide des dispositifs linéaires de Garching et de la FOM-KEMA à Arnhem, ou toroïdaux, comme TA-2000 à Fontenay-aux-Roses qui se prête bien aux diagnostics et fournit des renseignements importants sur la phase d'ionisation du plasma et son comportement sous l'effet des impuretés; l'appareil HARMONICA, en voie de construction à Fontenay-aux-Roses, permettra de vérifier l'existence de nouvelles plages de stabilité par la théorie.

Nos laboratoires sont engagés sur de multiples travaux relatifs à la striction azimutale (Theta-pinch) qui, en dépit de la brève durée de confinement, revêtent un grand intérêt pour l'étude des processus de chauffage (par ondes de chocs, compression adiabatique, etc.), des pertes d'énergie (par radiation,

D.J. 8

conduction thermique, diffusion à travers les lignes de force du champ magnétique, pertes aux extrémités, etc.) et de la stabilité.

D'une façon générale, on a obtenu de la sorte des densités de plasmas de l'ordre de 10^{16} - $10^{17}/\text{cm}^3$, à des températures atteignant jusqu'à plusieurs millions de degrés et pour une durée de confinement de quelques microsecondes.

Les expériences effectuées sur des dispositifs linéaires de faible et moyenne importance (5 KJ à Jülich, 40-100 KJ à Garching, 144 KJ à Frascati) ont été encourageantes, mais les pertes axiales de plasma, imputables aux faibles dimensions de certains de ces appareils, ont incité à concevoir deux dispositifs de plus grande ampleur : celui de Jülich, de 0,6 MJ, est déjà en fonctionnement et a même été perfectionné pour réduire la dérive de plasma due à la non-uniformité du champ magnétique; celui de Garching, prévu pour opérer au stade final avec 2,6 MJ, en est au stade des essais.

Des dispositifs de striction azimutale en géométrie toroïdale, dotés de bobinages additionnels (M+S) pour remédier au défaut d'équilibre inhérent à ce type de géométrie, ont été mis en service à Garching (QUASILIMUS) et à Munich (DREHFELDTORUS). On a observé un accroissement du temps de vie, ce qui confirme l'influence prévue des bobinages M+S.

Les expériences de striction alternative (à Jutphaas) ont été conçues pour donner des configurations mixtes de champs magnétiques avec composantes longitudinales et azimutales combinées en proportion réglable et avec la possibilité d'un champ tournant en fonction du temps. Il n'a été relevé jusqu'à présent aucun signe d'instabilité dans le cas particulier de la striction hélicoïdale et les décharges se sont montrées reproductibles.

Citons également, au titre de la striction à configuration mixte, les expériences de striction tubulaire de Fontenay-aux-Roses et de Garching, dans lesquelles un tube de plasma est confiné entre un champ magnétique azimutal interne et un champ magnétique longitudinal externe. L'appareil EPPE de Fontenay-aux-Roses avait déjà permis d'obtenir une durée de confinement de 250 μs et une densité de $2 \times 10^{15} \text{ cm}^3$, mais sous une température relativement faible (1/2 million de °C). Cette température obtenue par chauffage ohmique était limitée par l'intensité de courant maximum compatible avec la stabilité et par le refroidissement du plasma aux électrodes. La première de ces limitations a conduit à l'adjonction d'un chauffage cyclotronique, et la seconde à la conception d'un dispositif toroïdal STATOR, qui fonctionnera sous peu.

A Garching, l'expérience de même type a été principalement orientée vers la création et l'étude d'ondes de choc à symétrie cylindrique.

III. Machines à miroirs magnétiques

Les expériences de production et de confinement d'un plasma dans des miroirs magnétiques ou dans des configurations plus perfectionnées ont été poursuivies en utilisant différentes méthodes de production du plasma.

a. *L'injection d'ions énergétiques* (Fontenay-aux-Roses et Jutphaas). A Fontenay, la machine MMII a donné une densité de 10^7 - 10^8 ions/cm³ ainsi qu'une durée de confinement de l'ordre de plusieurs centaines de microsecondes qui est compatible avec un mécanisme de pertes par échange de charge. Aucune instabilité n'a été observée. Les travaux ont porté principalement sur l'amélioration de la source d'ions du type « magnétron » (courant injecté jusqu'à 200 mA) et sur les perfectionnements apportés au système du vide par le recours à des pompes au titane refroidi.

D'autre part, les dispositifs CAPEL A et B ont servi à des essais de production de plasma par capture temporaire de particules injectées (pour le moment des électrons) dans une configuration à miroirs où les lignes de force du champ magnétique présentent des ondulations.

A Jutphaas, le dispositif d'injection d'ions dans un champ magnétique quadripolaire intense vient d'entrer en service et les premières observations corroborent les calculs relatifs aux durées de vie. On a cherché particulièrement à augmenter le courant ionique, ce qui a permis d'atteindre plusieurs centaines de mA.

D'une façon générale, avec cette méthode d'injection, vu l'état actuel de la technique, et comme on l'a du reste observé en Grande-Bretagne (PHOENIX), aux Etats-Unis (ALICE et DC) et en Union soviétique (OGRA), les densités d'ions confinés sont encore très limitées par suite de la présence du gaz neutre (échange de charge et burn-out incomplet) et de la rotation du plasma imputable à des instabilités.

b. *L'injection de plasma au moyen de canons.* A Fontenay-aux-Roses, l'adjonction de barres quadripolaires de Joffé (produisant un puits magnétique) à la machine DECA-II en a amélioré les performances. On a observé des densités de 10^{10} à 10^{14} /cc pour un plasma d'une énergie dépassant 10 000°C. La durée de vie totale a été accrue, elle est sensiblement supérieure à 200/u/s aux basses densités (10^{10}) et à 50/u/s aux densités élevées (10^{14}).

Toutefois, si cette adjonction a amélioré la stabilité des phénomènes secondaires, dus aux faibles dimensions de DECA-II, empêchent la réalisation d'un

D.J. 8

plasma de température, densité et volume souhaités; d'où l'étude d'un nouveau projet, DECA-III de dimensions accrues.

En relation avec ces problèmes d'injection, il faut citer les travaux en matière de canons à plasma.

A Fontenay-aux-Roses, on a développé un canon à trois électrodes coaxiales pour permettre d'obtenir des plasmas de caractéristiques diverses suivant le régime de fonctionnement : densités de quelque $10^{12}/\text{cm}^3$ à quelque $10^{13}/\text{cm}^3$, vitesses de quelque 10^6 cm/s à quelque 10^8 cm/s, températures de quelque 10^4 °C à quelque 10^6 °C.

Le canon radial (Jutphaas) a donné des résultats en accord avec la théorie : la vitesse frontale dépasse 5×10^7 cm/s et la densité finale 10^{16} ions/cm. En outre, on a commencé à améliorer la pureté du plasma et à envisager son injection dans une configuration du type cusp. Des canons avec accélération par ondes progressives (Jülich) ont fait obtenir des vitesses de 10^8 cm/s, que les modifications en cours permettront sans doute d'augmenter. Outre leur utilisation dans le domaine de la fusion, les canons de ce type pourraient servir à la propulsion spatiale.

A Fontenay-aux-Roses on a étudié, au moyen d'un dispositif à deux canons (BET-A), la collision de deux bouffées de plasma et on a déterminé, en fonction du temps et à l'aide de mesures spectroscopiques, la température ionique et la densité du plasma postcollisionnel, ainsi que l'influence de ces facteurs sur son diamagnétisme. Un autre dispositif, de conception plus poussée et de dimensions plus grandes (BET-B) est en cours d'essai.

A Garching, on étudie un projet de production d'un plasma dense et chaud dans un miroir avec champ multipolaire superposé, qui repose sur le principe du chauffage des ions et des électrons au moyen de champs électromagnétiques à leur fréquence cyclotronique respective.

Dans le domaine des plasmas tournant dans des configurations à miroir sous l'action de champs magnétique et électrique perpendiculaires, KRUISVUUR-1 à Amsterdam a donné des densités de $5 \times 10^{15}/\text{cm}^3$ à des températures allant jusqu'à 100 000°K. Un appareil amélioré, KRUISVUUR-2, doté d'un meilleur système de vide et destiné à l'étude de la stabilité d'un plasma tournant, est en cours d'assemblage.

Certaines expériences de striction azimutale ont été combinées avec une configuration magnétique du type cusp.

IV. Production de plasma de très haute densité

Une grande partie des travaux du laboratoire de Frascati concerne la production des plasmas de très haute densité.

L'expérience MIRAPI de contraction radiale dans le vide d'une mince couche cylindrique de plasma au moyen d'un mécanisme Z-pinch a fourni un cordon axial de plasma très dense. On a mis en lumière un inconvénient dû à la méthode de production de la couche initiale : l'énergie fournie au plasma se trouve partiellement dissipée dans les couches qui suivent le front principal. On étudie des procédés nouveaux, tels que la libération impulsive d'hydrogène par une paroi de palladium, l'injection hypersonique d'un jet de gaz.

En ce qui concerne l'expérience MAFIN de compression d'un champ magnétique et, ultérieurement, d'un cordon de plasma par implosion d'un liner métallique propulsé par explosifs chimiques, on a continué l'étude de la production de champs magnétiques de plusieurs millions de gauss dans différentes géométries. Le dispositif de production du plasma destiné à être comprimé a été construit. Les méthodes de mesure de champs très élevés par effet Faraday ont été améliorées. Par ailleurs, on a utilisé les explosifs chimiques pour la production de courants de très grande intensité.

Enfin, toujours à Frascati, on a commencé l'étude de la production de plasmas par lasers. Dans le cadre de l'expérience HOT-ICE, un faisceau lumineux émis par un laser de très grande puissance (environ 500 MW) est concentré sur un petit glaçon d'hydrogène qui se trouve de la sorte transformé en plasma. Un essai préliminaire a montré l'efficacité du dispositif. Le montage d'un laser beaucoup plus puissant (environ 10 000 MW) est en cours. Signalons également l'expérience IRMA (Fontenay-aux-Roses) d'interaction laser-matière pour la formation de plasma.

V. Production et confinement d'un plasma par hautes fréquences - recherches diverses

En ce qui concerne la production et le confinement d'un plasma par un champ électromagnétique de haute fréquence avec ou sans la présence d'un champ magnétique statique, les recherches effectuées à Saclay à l'aide des appareils ICARE II et IV ont confirmé les calculs théoriques de trajectoires.

On a étudié les propriétés physiques du plasma en régime pulsé sur ICARE II et continu sur ICARE IV, et on a mesuré les spectres d'énergie des électrons

(1 000 000°C eV sans résonance cyclotronique, 3 000 000 000°C keV avec résonance cyclotronique) et des ions (100 000°C à 500 000°C eV).

A Jutphaas (FOM), les travaux ont porté sur la formation de plasmas stationnaires à faible densité et à haute température dans des cavités résonnantes excitées par radiofréquence et sur leur comportement au voisinage de la résonance cyclotronique des électrons. Les observations, en contradiction avec la théorie, semblent indiquer un mouvement non adiabatique des particules dans le champ RF et une émission secondaire d'électrons à partir des parois des cavités, ce qui a conduit à modifier en conséquence la conception de l'appareillage.

A Garching, les essais de chauffage ohmique ont été poursuivis sur un plasma de forte densité produit par un arc en présence d'un champ magnétique longitudinal et ont permis d'atteindre une température de plasma de 100 000°K. Sur le même plasma, des essais de chauffage par gyrorelaxation ont été commencés.

Dans plusieurs de nos laboratoires, des recherches ont été effectuées sur les plasmas stationnaires alcalins. A Garching (ALMA I et II), les expériences ont porté sur la diffusion; à Jutphaas, on a étudié les oscillations dans un arc à vapeur de césium; à Frascati (PETER), on a pu vérifier conformément aux prévisions théoriques que, si le plasma alcalin présente une certaine distribution de vitesse des ions, des ondes ioniques instables peuvent se développer.

Fort importante a été l'étude de l'interaction entre un faisceau d'ions ou d'électrons avec un plasma. En effet, à Fontenay-aux-Roses (Eclair-Faisceau d'électrons), les observations ont fait apparaître une très efficace conversion de l'énergie dirigée des faisceaux en oscillation de plasma au voisinage de la fréquence de résonance de ce dernier, ce qui constitue un procédé de chauffage très intéressant. Le montage EOS avec faisceau d'ions est en cours d'essai. A Amsterdam (FOM), on a observé les instabilités produites à des fréquences bien définies, par l'interaction d'un faisceau d'électrons avec le plasma et, dans certains cas, on a mesuré leur taux de croissance.

Des expériences d'interaction faisceau-plasma sont également en cours à Garching où l'on dispose d'un accélérateur pour la production de faisceaux intenses d'ions et électrons énergétiques.

La mesure des sections efficaces, dont la connaissance est utile pour la fusion thermonucléaire, a été poursuivie à Saclay à partir de la collision d'un faisceau H_2^+ sur un faisceau cible. Les études préliminaires ont montré que les phénomènes observés sont bien dus à l'interaction des particules chargées et non à l'effet des particules neutres réémises.

VI. Diagnostics et technologie

En physique des plasmas, il y a lieu d'observer et de mesurer, en un temps très court, de nombreuses grandeurs dont les valeurs dépassent bien souvent le cadre d'utilisation des méthodes conventionnelles. De là, une activité non négligeable de nos laboratoires en vue de développer les méthodes de diagnostic :

- a.* Sondes de mesure — signalons les sondes électrostatiques de Langmuir pour la mesure de la densité de la température électronique — Utrecht — et les sondes de résonances HF-plasma à Garching.
- b.* Méthodes optiques pour la mesure des indices de réfraction, de diffusion et de polarisation de la lumière. Notons principalement les travaux afférents aux diagnostics qui font intervenir la technique d'utilisation des lasers pour la détermination des densités et températures électroniques et ioniques de plasmas denses. A Garching comme à Frascati, on a étudié la diffusion d'un faisceau de laser (en régime d'impulsions géantes) par un plasma et à Jülich on mesure les champs magnétiques par rotation de Faraday dans l'infrarouge.
- c.* L'observation des radiations électromagnétiques a porté sur toutes les gammes de fréquence depuis les micro-ondes jusqu'aux rayons X — citons les travaux de Saclay dans le domaine des micro-ondes; de Fontenay-aux-Roses, Garching et Jülich, dans l'infrarouge; de Jülich et Garching dans l'ultraviolet et l'ultraviolet lointain. L'interférométrie a fait l'objet de certains perfectionnements (FAFNIR — Fontenay-aux-Roses).
- d.* La spectroscopie particulière pour la détermination de la distribution énergétique a été notamment pratiquée à Jülich sur les faisceaux accélérés.

Du point de vue de la technologie, la recherche thermonucléaire pose des problèmes d'avant-garde. La nécessité pour les appareillages de fonctionner dans des conditions inhabituelles et sévères a conduit à développer des systèmes capables de performances toujours plus élevées, systèmes dont l'industrie peut tirer parti.

Citons à ce propos les développements concernant les éléments constitutifs des bancs de condensateurs de haute énergie à Garching et à Jülich (commutateurs, éclateurs de court-circuit, etc., collecteurs, système d'amortissement des vibrations mécaniques, etc.); la technique du vide (dans tous nos laboratoires); les supra-conducteurs (Garching, Fontenay-aux-Roses) dont les pro-

D.J. 8

grès récents, malgré les difficultés qui restent à résoudre, laissent entrevoir pour bientôt une production plus économique de champs magnétiques continus; les explosifs et leur usage pour l'augmentation rapide du champ magnétique jusqu'à des valeurs très élevées; les lasers (à Frascati); les micro-ondes (à Saclay) et, enfin, l'amélioration des systèmes d'enregistrement et d'affichage des résultats (Fontenay-aux-Roses) et des convertisseurs d'image (Garching).

ÉTUDES CONNEXES AU DÉVELOPPEMENT DES FILIÈRES

I. Traitement des effluents actifs

Depuis le dernier rapport, la Commission a conclu sept contrats de recherches couvrant les domaines principaux suivants :

- application du procédé de lyophilisation au traitement des effluents liquides de moyenne et forte activité;
- fixation de composés chimiques (cations et anions) de moyenne et forte activité sur des substances inorganiques naturelles;
- étude détaillée des conditions de stockage des résidus actifs soit sur le sol (région désertique), soit dans des formations géologiques convenables (mines de sel ou dômes salins).

Ces diverses études ayant été lancées récemment, il n'y a pas encore de résultats importants à rapporter cette année.

En outre, des recherches sur la dilution des effluents par les courants du lac Majeur — ce problème intéresse directement l'établissement d'Ispra — et sur la migration des radio-isotopes dans différents types de terrains ont été poursuivies dans le cadre de contrats conclus antérieurement avec l'Institut d'Hydrogéologie de Pallanza et le CEN respectivement.

II. Traitement chimique des combustibles irradiés

Le programme de développement du procédé de récupération de l'uranium et du plutonium dans les combustibles céramiques par fluoruration a été poursuivi selon les lignes tracées dans le septième rapport général sur l'activité de la Communauté.

L'unité pilote chaude de laboratoire (capacité 4 kg de combustible) est en voie d'achèvement et les premiers essais « en actif » débiteront dans le courant du second semestre de cette année. Le calendrier de construction de cette installation a subi quelque retard, principalement à cause des délais de

fourniture de pièces d'équipement en alliages spéciaux résistant à la corrosion en milieu fluoré.

Par ailleurs, le développement d'un schéma réactionnel basé sur l'utilisation du trifluorure de chlore gazeux a été poussé activement, les résultats obtenus laissant entrevoir des avantages prometteurs sur le procédé « classique » d'attaque par le fluor.

En effet, le trifluorure de chlore transforme sélectivement l'oxyde d'uranium en hexafluorure correspondant volatil, le plutonium restant sous une forme non volatile. Après séparation de l'uranium par volatilisation, le plutonium peut être séparé des produits de fission par la formation de l'hexafluorure en présence de fluor à haute température.

L'équipement de laboratoires pour la manipulation des composés fluorés du plutonium permettra d'aborder prochainement les problèmes technologiques associés à la préparation et au transfert des fluorures de plutonium.

Deux agents d'Euratom — dont l'un a effectué un stage de 18 mois au laboratoire national d'Argonne — participent à ces travaux exécutés sous contrat par le CEN.

D'autre part, des études limitées concernant la mise au point d'un procédé d'électroraffinage de l'uranium, d'une part, et le développement d'un procédé de traitement des combustibles irradiés par dissolution dans un bain d'hydroxydes alcalins (procédé Sodex), d'autre part, sont poursuivies dans le département de chimie de l'établissement d'Ispra. Ces recherches sont appuyées par quelques contrats de recherches concernant l'étude des diagrammes de phase de systèmes métalliques ternaires ou quaternaires, la carburation directe de l'uranium dissous dans un alliage fondu, la mise au point de matériaux de creuset résistant à l'attaque réductrice des métaux liquides contenant de l'uranium.

I. Retraitement

Pendant la période couverte par le présent Rapport général, le développement des activités industrielles dans le secteur du retraitement des combustibles irradiés a été influencé par les événements suivants :

- le Conseil d'administration d'Eurochemic a décidé de faire en sorte que l'usine de Mol puisse retraiter des combustibles MTR en plus des combustibles des réacteurs de puissance à uranium naturel ou faiblement enrichi;
- le Comité directeur du CNEN a confirmé son intention de construire l'installation Eurex.

Ces deux décisions entraînent, d'une part, la confirmation d'une nouvelle possibilité de retraitement des combustibles MTR dans la Communauté, de l'autre une évolution dans les conditions d'exploitation d'Eurex, une part plus large devant y être faite désormais aux travaux de recherches.

Pour sa part, la Commission a poursuivi les négociations avec l'UKAEA pour le retraitement en Grande-Bretagne (Dounreay) des combustibles MTR en provenance des réacteurs BR 2 et HFR jusqu'à l'éclaircissement de toutes les questions commerciales et contractuelles.

En même temps, la Commission a entrepris une nouvelle étude détaillée des différentes possibilités de retraitement des combustibles déchargés de BR 2 et HFR à Savannah River, à Eurochemic, à Eurex et à Dounreay, qui a montré que, pour les réacteurs en question, la formule Eurochemic serait la plus avantageuse. En formulant cette conclusion on a, bien entendu, pris en considération les dépenses relatives aux charges de location selon les possibilités envisagées.

Se fondant sur ces données, la Commission a autorisé l'ouverture de négociations avec Eurochemic sur le retraitement des combustibles de BR 2 et HFR.

Les exploitants français et allemands de réacteurs de recherches ont été tenus au courant du déroulement de ces négociations et de ces études, afin de leur permettre d'en apprécier les résultats en fonction de leurs propres besoins de retraitement.

D'autre part, les négociations avec le CNEN ont abouti à la signature d'une convention pour la construction, l'exploitation et l'utilisation de l'installation Eurex à des fins de recherches industrielles.

Cette installation a une capacité nominale d'environ 30 kg d'U+A1 par jour, ce qui correspond au traitement de six éléments de combustible du type MTR. Selon les prévisions actuelles, Eurex serait utilisée à environ 20 % au retraitement des combustibles MTR et à 80 % à des travaux de recherches.

Sur cette base, la convention prévoit que le CNEN s'engage, en contrepartie d'une contribution financière de la Commission, de 3 000 000 d'u.c. :

- à exécuter, en liaison avec les programmes d'autres organismes s'intéressant au retraitement dans la Communauté, un programme visant à obtenir des résultats significatifs sur le plan industriel et économique. Il est prévu d'effectuer des recherches sur les procédés à base d'amines et des systèmes mixtes à base d'amines et d'autres extractants, ainsi que des recherches technologiques permettant d'étudier de meilleures conditions d'équipement et d'exploitation. Les résultats de ces recherches seront enfin appliqués à une gamme étendue de combustibles, allant des combustibles à uranium fortement enrichi aux combustibles à uranium naturel;
- à retraiter, à un prix déterminé à l'avance, les éléments de combustible MTR envoyés à Eurex par la Commission ou par toute entreprise ou personne désignée par la Commission;
- à remplir une série d'obligations concernant les informations et rapports à fournir à la Commission, le détachement du personnel, l'utilisation des connaissances, le régime des brevets et licences.

L'exécution de la convention passée avec le CNEN concernant Eurex permettra de coordonner l'activité de cette installation avec celles d'autres organismes qui s'intéressent au problème de retraitement industriel des combustibles irradiés dans la Communauté.

Dans cette perspective, la Commission a enfin participé aux études effectuées au sein des différents organes d'Eurochemic, pour fixer les directives devant régir les activités de la Société.

II. Transport

1. Exécution des transports

En 1964, la Commission s'est surtout efforcée de fixer dans quelles conditions devront se faire les premiers transports auxquels il faudra procéder pour décongestionner les piscines de stockage des éléments de combustible irradiés déchargés des réacteurs de recherche qui se trouvent placés, entièrement ou en partie, sous la responsabilité de la Commission.

Il a été décidé de ne procéder dans l'immédiat qu'à l'évacuation des éléments de combustible des réacteurs HFR (Petten) et ISPRA 1; le cas du réacteur BR 2 (Mol), en effet, ne présente pas à cet égard la même acuité, étant donné sa plus grande capacité de stockage en combustibles irradiés.

Quant à la destination des transports, la Commission s'est fondée sur le fait que les combustibles de HFR et de BR 2 pourront sans doute être retraités par Eurochemic et ceux d'ISPRA 1 par Eurex. Aussi des dispositions ont-elles été prises pour diriger respectivement vers ces deux établissements, dès 1965, environ deux cents éléments de combustible du réacteur HFR et environ cent cinquante éléments de combustible du réacteur ISPRA 1.

Le détail de ces transports a été mis au point au cours d'un essai effectué fin 1964 (séquence des opérations de chargement et de déchargement au départ et à l'arrivée, itinéraire, vitesse, consigne de sécurité, etc.), avec le concours des autorités habilitées à délivrer les autorisations nécessaires.

Le modèle de container retenu, conçu en France, pèse 8,8 t et peut contenir neuf éléments de combustible.

La décision relative au transport des combustibles irradiés déchargés du réacteur BR 2 a été remise, pour la raison déjà indiquée, jusqu'au moment où l'usine d'Eurochemic entrera en service.

2. Assurances relatives à la couverture des risques de responsabilité civile nucléaire

Pour ces transports, les conditions d'assurances relatives à la couverture de la responsabilité civile nucléaire ont été fixées en tenant compte des dispositions contractuelles qui déterminent les limites de la responsabilité qui incombe respectivement aux exploitants des installations expéditrices et destinataires, ainsi qu'aux firmes de transport, afin d'éviter que les parties en cause aient chacune à verser des primes pour le même risque.

D.J. 10

Pour le transport des combustibles irradiés du réacteur ISPRA 1 à Eurex, les pourparlers entre les contractants, conformément aux dispositions de la Loi atomique italienne n° 1860 du 31 décembre 1962, qui prévoit un montant de couverture d'environ 5 000 000 de dollars, ont abouti à l'établissement d'une police d'assurance satisfaisante.

En ce qui concerne le transport des combustibles irradiés du réacteur HFR à Eurochemic, il a été consenti une police d'assurance qui, conformément à la loi néerlandaise en cours d'élaboration, prévoit, pour la couverture des risques, un montant d'environ 15 000 000 de dollars.

I. Recherches sur les molécules marquées

La Commission s'est efforcée de mettre à la disposition des utilisateurs, grâce à la Banque des molécules marquées et aux contrats de recherches, des composés rares ou introuvables sur le marché, d'établir des liaisons indispensables entre les producteurs et les utilisateurs et de contribuer à la réalisation au niveau industriel des conditions d'une production équilibrée ainsi que de développer l'échange des connaissances afférentes à la synthèse des molécules marquées et aux problèmes connexes.

Douze contrats impliquant la collaboration d'utilisateurs qui avaient préparé pour leurs propres besoins des composés introuvables sur le marché ont permis de porter à 54 le nombre des produits de la Banque des molécules marquées.

Des contrats de recherche ont également permis de mettre au point des synthèses nouvelles, d'améliorer la pureté des produits, de simplifier les techniques de préparation de plus de 200 composés. C'est ainsi que les Universités d'Heidelberg et de Milan ont préparé une série de composés intéressant les recherches sur la croissance de cellules normales ou pathologiques.

En outre, l'Université de Milan et l'Institut interuniversitaire des Sciences nucléaires de Belgique ont préparé de nouvelles hormones stéroïdes ou thyroïdiennes marquées à l'iode, au tritium ou au carbone, destinées à des recherches sur l'endocrinologie et sur la synthèse protéique. Ces produits sont appelés à être utilisés d'une manière croissante en matière de diagnostic.

La Faculté des Sciences de Paris a effectué la synthèse de plus de 30 composés marqués aux isotopes stables pour des recherches sur les mécanismes des réactions chimiques.

Le Collège de France a mis au point un nouveau procédé de préparation de protéines et d'hormones marquées à l'iode ou au tritium en utilisant la biosynthèse à l'aide d'organes isolés.

Les Sociétés Sorin et Montecatini ont poursuivi des travaux pour préparer chacune pour leur part des protéines iodées et des insecticides marqués au phosphore par des procédés originaux présentant l'avantage de la simplicité

D.J. 11

et d'un prix de revient peu élevé. En ce qui concerne les protéines, la technique utilisée permet d'obtenir des produits conservant la totalité de leur activité biologique. Pour ce qui est des insecticides, l'activité spécifique élevée obtenue permet d'étudier l'action de ces produits dans des conditions ne nuisant pas aux végétaux.

Le Centre d'Etudes nucléaires de Mol en Belgique a mis au point une méthode permettant d'utiliser les rayonnements des combustibles nucléaires irradiés pour la synthèse des molécules marquées simples. Cette technique permet, d'une part, de donner une utilisation économique à l'énergie des produits de fission et de diminuer, d'autre part, le coût des produits marqués en évitant la synthèse chimique.

La Technische Hochschule de Munich a également mis au point une technique radiochimique pour la préparation de composés marqués. Il s'agit d'utiliser le recul de certains atomes de fission pour obtenir, sans passer par la synthèse chimique, des produits marqués au chrome, au molybdène, à l'iode ou au ruthénium. Au sein du même Institut, le Professeur Weygand a mis au point une méthode de séparation des composés marqués en diastéréoisomères optiques, ce qui permet d'étudier plus avant des mécanismes, en biochimie notamment.

De plus, l'Université de Rome, le Collège de France et l'Université de Cologne ont amélioré les méthodes de conservation des composés marqués d'activité spécifique élevée tels que les acides aminés, les hormones, les hydrocarbures et les acides gras. Ces travaux permettent une utilisation accrue de ces produits que limitait, jusqu'à présent, une importante autoradiodécomposition.

Grâce aux contrats de mise à disposition et de recherches, il a été possible de mettre en œuvre des travaux d'intérêt général qui n'auraient pu être entrepris en l'absence des produits en question.

Grâce aux produits livrés par Euratom, tant aux Etats membres qu'aux pays tiers, on a pu effectuer des travaux sur le traitement de cancers à l'aide de produits qui se fixent spécifiquement sur les cellules cancéreuses. Ces produits, fortement marqués, sont susceptibles d'agir par irradiation interne localisée.

Des acides nucléiques tritiés ont fait progresser les études notablement sur la croissance cellulaire et la transmission du code génétique.

On a utilisé l'acide gibbérellique marqué au carbone pour en préciser le mécanisme d'action, jusqu'ici peu connu, sur la stimulation de la croissance végétale.

Enfin, on a eu largement recours aux produits marqués au deutérium utilisés pour vérifier les données de chimie théorique concernant les molécules aromatiques. Le mécanisme de l'action cancérigène de ces produits a été notamment étudié et précisé par des méthodes de spectroscopie moléculaire.

La Commission a procédé à une centralisation plus poussée des informations relatives aux besoins et aux disponibilités en produits rares. Les producteurs ont pu de la sorte tirer parti des travaux effectués dans le cadre des contrats, procéder à la commercialisation de plusieurs produits sans entreprendre des recherches dépassant leurs moyens et donner une orientation concrète à leurs programmes.

Dix bulletins d'information diffusés à plus de 7 000 laboratoires ont publié en 1964 les besoins de ces établissements en produits rares. Ces bulletins ont également mis l'accent sur les nouvelles méthodes de synthèse des molécules marquées ainsi que sur les améliorations consécutives à leur emploi.

La Commission a fait publier les comptes rendus de la première Conférence internationale sur les méthodes de préparation et de conservation des molécules marquées qui s'est tenue à Bruxelles en 1963, tout comme ceux du Symposium sur la préparation et les applications médicales des molécules marquées qui a eu lieu en août 1964 à Venise, en présence de plus de 100 délégués de la Communauté et de 12 pays tiers.

La Commission a également décidé de faire paraître, chaque trimestre, des références aux publications scientifiques sur les méthodes de préparation de composés marqués et des problèmes connexes. Les deux premiers rapports ont ainsi fourni plus de 1 000 résumés d'articles.

II. Recherches sur les radio-isotopes

Comme par le passé, l'action de la Commission dans ce domaine s'est poursuivie dans trois directions : amélioration des méthodes de production, récupération des produits de fission et mise au point de nouvelles applications. Dans le cadre de l'amélioration des méthodes de production de radio-isotopes et d'isotopes stables, des recherches ont été amorcées sous contrats, notamment sur l'élaboration de nouvelles cibles de tritium, la mise au point d'une méthode de production de Cl-36 à haute activité spécifique et la préparation du Na-24 sans entraîneur. La mise au point d'une méthode nouvelle de production de radio-isotopes, au moyen de neutrons monocinétiques ou à spectre énergétique préétabli, se poursuit de façon satisfaisante. La production envisagée porte actuellement sur le P-33 exempt de P-32 et sans entraîneur. Citons également que la réalisation d'une source de neutrons portable,

à flux élevé, comparativement aux sources classiques et d'un coût extrêmement bas est en voie d'achèvement. Outre l'intérêt qu'elle présente, elle constituera un débouché important pour un radio-isotope extrait des solutions de produits de fission.

Enfin, une réunion internationale de spécialistes a été organisée les 17 et 18 février 1964, en collaboration avec l'Université de Liège. Elle avait pour objet les cibles pour accélérateurs de particules adaptées à la production de neutrons.

La Commission a cru devoir remettre à plus tard d'autres actions prévues en matière d'amélioration des méthodes de production de radio-isotopes et d'isotopes stables, car il lui a semblé préférable, en raison de la limitation des crédits dont elle disposait, de concentrer ses efforts sur un problème que le développement de l'énergie nucléaire rend plus immédiatement prioritaire, à savoir celui de la récupération des produits de fission. La solution de ce problème, en effet, tout en permettant de simplifier les méthodes de rejet des effluents, rendra possible la production de sources intenses de rayonnements. C'est dans cette perspective qu'ont été poursuivis sous forme de contrats les travaux du CEN et du CEA sur les problèmes fondamentaux et technologiques.

Compte tenu des difficultés à résoudre, notamment en ce qui concerne les installations-pilotes, il est possible de considérer les résultats obtenus comme très satisfaisants. Dans le cadre du contrat CEN, en effet, la récupération du Cs-137 a été réalisée au moyen d'échangeurs d'ions comme le phosphate de zirconium et le « ferrocyanure de molybdate », qui a été découvert et mis au point dans les laboratoires de Mol. Quant à la récupération du Sr-90, la découverte d'un nouvel échangeur d'ions très sélectif, l'acide polyantimonique, constitue un grand pas en avant puisqu'il permet déjà la fixation sélective du Sr en milieu acide de 0,5 à 2 M HNO₃.

Une cellule de séparation, travaillant en actif (100 Ci max.) a été construite et mise en marche en vue de vérifier l'opportunité de la méthode de récupération du Cs-137 et du Sr-90.

Dans le cadre du contrat avec le CEA visant à une plus ample récupération du Cs-137 et du Sr-90, une équipe de 25 chercheurs a continué ses travaux de façon satisfaisante. Les nécessités technologiques ont cependant modifié quelque peu le programme initialement prévu. C'est ainsi que, sans abandonner l'extraction par solvant pour la récupération du Sr-90, on s'est orienté vers la séparation par échangeurs d'ions minéraux. Le contrat a désormais suffisamment progressé pour que l'on soit assuré d'une récupération du Cs-137 en quantités appréciables et à l'état de grande pureté ($< 5,10^{-4}$ % du cérium-

144 original et $<5,10^{-3}$ % du Sr-90 original). Les études tant fondamentales que technologiques relatives au Sr-90 et aux terres rares se poursuivent d'une manière très favorable.

La coordination des recherches du CEN et du CEA est assurée par des réunions fréquentes entre les spécialistes responsables des projets.

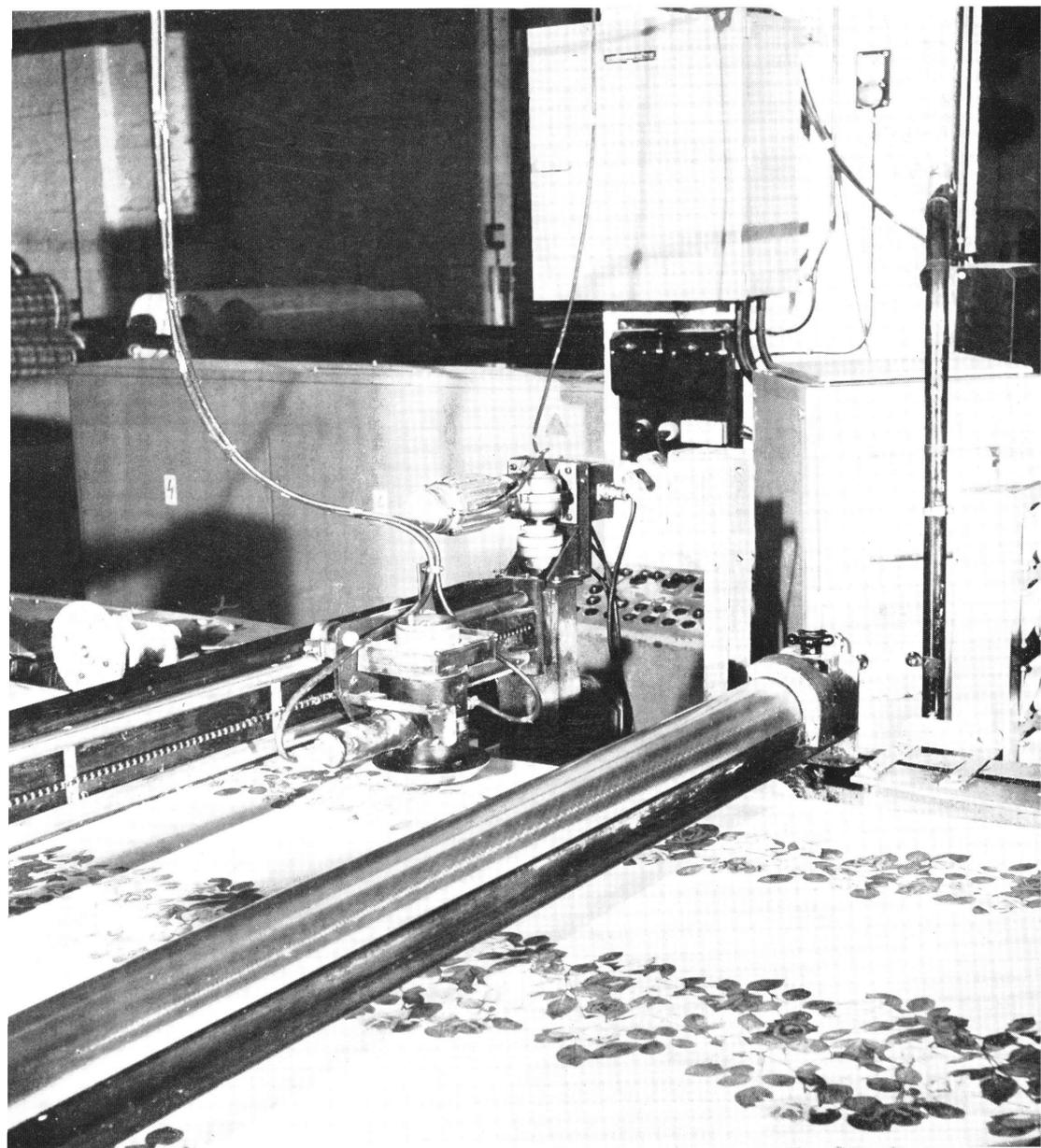
D'autres travaux préliminaires, entrepris également sous contrats, sont en cours en ce qui concerne le technétium-99 et le krypton-85.

Pour ce qui est des nouvelles applications des radio-isotopes, la Commission a retenu une proposition de recherches émanant de l'Université de Paris portant sur la photo-activation.

L'activité de la Commission en ce même domaine a également porté en 1964 sur :

- La recherche et le développement de possibilités d'utilisation des traceurs isotopiques à forte section efficace, irradiés par une source neutronique et détectés soit au moyen des gammas de capture, soit par absorption neutronique. Un projet en ce sens est en cours de réalisation.
- La recherche et le développement jusqu'au stade du laboratoire de l'utilisation des sources intenses de rayonnement concernant les réactions mettant en jeu des phénomènes de catalyse. Une recherche sous contrat avec l'Institut Battelle de Francfort a pour but de tenter d'expliquer le mécanisme de certaines réactions de catalyse hétérogène s'effectuant sous irradiation-bêta.

Pour ce qui est des générateurs d'électricité à base de radio-isotopes, le groupe de Conversion directe d'Ispra, qui a mis au point un prototype d'une puissance de 5 We, travaille en étroite collaboration avec le groupe Radio-isotopes qui étudie actuellement les possibilités de fourniture de la source isotopique de Tm-170.



LYON (France) — APPLICATIONS INDUSTRIELLES DES RADIO-ISOTOPES —
CONTRÔLE DE L'ÉPAISSEUR DU REVÊTEMENT PLASTIQUE DE TOILES CIRÉES

(Voir légende au verso)

La mesure de l'épaisseur du revêtement en plastique de toiles cirées est effectuée à l'aide d'une jauge à rétrodiffusion, constituée par un ensemble « source radio-active - détecteur » associée à une électronique appropriée. Les variations du rayonnement émis par la source radio-active sont relevées par le détecteur et transmises à l'électronique qui traduit les signaux reçus en unités d'épaisseur. La sonde « source-détecteur », située au milieu de la photo, explore en un mouvement de va-et-vient la largeur totale de la toile cirée qui défile sous la jauge.

**APPLICATIONS INDUSTRIELLES
DES RADIO-ISOTOPES
ET DES RAYONNEMENTS****Activités du Bureau Eurisotop**

Le Bureau Eurisotop a pour tâche d'encourager l'utilisation des radio-isotopes et des rayonnements dans l'industrie. Pour ce faire, il favorise la mise au point de moyens d'application appropriés, instruments, méthodes d'utilisation et matières, par voie de contrats de recherche et de développement, ainsi que l'utilisation pratique des radio-isotopes et rayonnements par l'acquisition et la diffusion de connaissances. En outre, le Bureau étudie et contribue à améliorer les conditions matérielles et psychologiques de leur emploi (couverture des risques, réglementation, prestations de services par l'industrie, etc.). Il contribue enfin à la coordination à l'échelle européenne des efforts entrepris sur les plans nationaux.

I. Activités contractuelles

Les contrats passés par Euratom visent essentiellement à favoriser la solution de nombreux problèmes industriels, notamment en ce qui concerne l'instrumentation, l'analyse par activation, la technologie et l'utilisation intense des rayonnements.

A l'heure actuelle, le Bureau gère quelque 60 contrats et prépare la conclusion d'une trentaine d'autres intéressant 26 secteurs industriels, tels que la métallurgie (hauts fourneaux), la construction sous-marine, l'industrie textile, etc.

II. Activités d'information et de documentation

Le Bureau possède une bibliothèque spécialisée comportant actuellement environ 1 300 ouvrages et rapports, 30 000 fiches, 600 tirés à part et photocopies.

Au Salon européen de la Métallurgie, qui s'est tenu du 19 au 30 septembre 1964, le Bureau a disposé d'un stand pour présenter son activité de promotion dans le domaine de la métallurgie. Ce matériel d'exposition, fourni

gracieusement par trois sociétés françaises et deux sociétés allemandes, pourra servir en d'autres occasions.

Le Bureau a organisé à Turin un colloque suivi d'une démonstration sur la mesure des fuites dans les conduites de gaz souterraines, en collaboration avec Italgas et SORIN, et une journée d'étude sur l'application des radio-isotopes dans la métallurgie, en liaison avec l'Associazione italiana della Metallurgia. Un autre colloque, comportant une démonstration sur la mesure du degré d'humidité des matières premières a également eu lieu à Wildbad avec le concours du laboratoire du Professeur Berthold.

Un film « Les Radio-éléments dans l'Industrie », illustrant l'utilisation des radio-isotopes, réalisé en versions française et néerlandaise, a été achevé en août 1964, à l'intention des ingénieurs et techniciens.

Les rapports découlant du programme contractuel sont généralement publiés par le CID. Quatre publications et douze communications sont déjà parues; d'autres suivront sous peu.

De plus, le Bureau Eurisotop fait paraître à l'intention des experts, utilisateurs, entreprises et organismes nationaux les « Nouvelles du Bureau Eurisotop » et les « Cahiers d'Information du Bureau Eurisotop ».

Les « Nouvelles » paraissent tous les mois en quatre langues. Chaque numéro contient des nouvelles brèves permettant une rapide vue d'ensemble de l'activité mensuelle du Bureau de cinq à dix notes documentaires.

Les « Cahiers d'Information » cherchent à vulgariser l'éventail des méthodes et techniques nucléaires, tout en fournissant des renseignements précis sur des aspects particuliers de l'application industrielle des radio-isotopes.

En outre, le Bureau met à la disposition des groupes intéressés des documents de travail réunissant un grand nombre d'articles, tirés à part et bibliographies sur un thème donné.

III. Activité de coordination

La promotion de l'emploi des radio-isotopes impose la coordination des techniques mises en œuvre dans les différents domaines d'utilisation tels que : industrie, recherche, médecine.

Pour ce qui est de la coordination par voie de négociations, l'action entreprise jusqu'ici, le plus souvent dans le cadre de contrats de recherches, a eu pour

effets la réduction des frais de recherches, la division rationnelle du travail et l'exécution efficace des projets d'étude.

Par ailleurs, des groupes de travail sont constitués en vue d'étudier les possibilités d'emploi des radio-isotopes pour la protection du littoral, la purification des eaux fluviales et industrielles, les transports hydrauliques.

En ce qui concerne l'analyse par activation, des groupes de travail sont chargés d'organiser un réseau de centres d'analyses. En outre, un service d'information, actuellement en voie de formation, réunira toute la documentation existante en la matière. Par ailleurs, sont en cours des recherches sur l'analyse de l'oxygène dans l'acier. La plupart des laboratoires de par le monde ont été invités à y collaborer.

L'effort le plus important concerne néanmoins l'industrie textile. La Commission a organisé un programme d'études, bénéficiant de la participation de plus de 300 entreprises textiles importantes et d'environ 40 experts en radio-isotopes. Quatre volumes réunissant des documents techniques à l'usage des groupes de travail, ainsi qu'un index « matières » très détaillé et un cahier d'information ont été publiés à ce sujet à l'intention des participants. Cette activité s'achèvera en juin 1965 par la publication de rapports d'étude, l'organisation de réunions de travail et l'élaboration d'un programme de développement.

Il y a lieu enfin de signaler les négociations relatives à un projet de navire équipé de dispositifs d'irradiation en vue de procéder à des démonstrations et des essais d'irradiation à proximité immédiate des entreprises intéressées.

IV. Aspects juridiques et économiques de l'utilisation des radio-isotopes

En ce qui concerne l'aspect juridique et économique, le Bureau a réuni une documentation relative aux entreprises fournissant des produits et services en matière de radio-isotopes (y compris 250 entreprises de pays tiers). Il a établi un inventaire des prestations susceptibles d'être fournies par l'industrie et a entrepris une série d'études économiques, techniques et sociologiques sur des cas particuliers d'utilisation des radio-isotopes.

D'autres études, tant juridiques qu'économiques, sur l'utilisation des sources scellées de rayonnements et sur les conséquences de l'emploi des radio-isotopes dans les divers autres secteurs, sont en cours. De plus, la publication d'un rapport statistique sur l'utilisation des matières radio-actives de 1953 à 1963 est imminente.

V. Coopération avec les organismes des pays tiers

En plus de ses relations avec les principaux établissements de recherches utilisant des radio-isotopes, le Bureau Eurisotop entretient des contacts directs avec les organismes de certains pays tiers, ainsi qu'il ressort des exemples suivants :

Un film sur l'utilisation des radio-isotopes a été projeté à Moscou, à Genève, à Vienne et en Iran.

Un expert suisse et un expert d'Israël participent aux efforts visant à favoriser l'emploi de radio-isotopes dans l'industrie textile. Le Bureau est en relation avec l'industrie textile britannique et se trouve en pourparlers avec le Commissariat argentin à l'Energie atomique en vue de la conclusion d'un contrat. L'Autriche, pour sa part, manifeste également un vif intérêt pour ces activités.

Un délégué de l'industrie britannique du gaz a assisté à la démonstration concernant la mesure des fuites de conduites de gaz.

Des laboratoires américains, anglais, israéliens et autrichiens, spécialisés dans l'analyse par activation, sont associés à la réalisation d'un contrat de recherches.

Le Bureau a invité un grand nombre de laboratoires d'analyse par activation des pays tiers à collaborer à son service permanent d'information (voir II ci-dessus : « Activités d'information et de documentation »).

Le Bureau et Foratom procèdent à des échanges d'informations et tiennent des réunions de travail conjointes.

En outre, le Bureau Eurisotop participe à des colloques, groupes de travail, etc., au sein de l'AIEA et de l'AEEN.

I. Participation au navire de recherches nucléaires « Otto Hahn » de la Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH (GKSS) Hambourg

Conclusion du contrat

Les négociations concernant la participation d'Euratom à la conception, à la construction et à l'exploitation du navire de recherches « Otto Hahn » ont abouti, en juillet 1964, à la conclusion d'un contrat avec la GKSS. Les clauses de ce contrat ont été acceptées par le constructeur du navire, les Kieler Howaldtswerke et par le fournisseur de l'installation nucléaire, le groupement Deutsche Babcock & Wilcox et Interatom, Internationale Atomreaktorbau GmbH. En contrepartie de sa collaboration, des informations fournies et de sa participation financière de 4 000 000 d'u.c., Euratom acquiert certains droits, notamment dans le domaine de la diffusion, dans la Communauté, des connaissances obtenues pendant l'exécution du contrat.

Description du projet

Le navire a été lancé en juin 1964 et doit être livré à la GKSS fin 1966. Le réacteur devrait atteindre sa pleine puissance au cours de l'été 1967. Le choix s'est porté sur un cargo minéralier qui présente certains avantages du point de vue de la sécurité et dont le coût de construction est moins élevé que celui d'autres types de navire.

Le port en lourd du navire est de 15 000 t, sa puissance sur l'arbre de 10 000 CV et sa vitesse de 15 $\frac{3}{4}$ nœuds. Avec un navire de cette taille, il est possible d'obtenir des résultats d'exploitation et d'essais applicables à des navires de tonnage et de vitesse supérieurs.

Pour remplir sa mission de recherches, le navire est équipé de plusieurs laboratoires et peut loger un effectif scientifique de 40 personnes. Il possède, de plus, une installation qui permet la manipulation et le stockage à bord des pièces radio-actives du réacteur, notamment les éléments de combustible. Le

réacteur à eau pressurisée de l'installation de propulsion a une puissance thermique de 38 MW et sera réalisé selon la conception intégrée qui fait installer dans la cuve de pression le cœur du réacteur et le générateur de vapeur. Par suite de l'adoption d'un faible taux d'ébullition dans le cœur, la pression primaire n'est que de 63 kg/cm². Un système particulier de pressurisation est superflu, la pression étant maintenue constante par une couche de vapeur dans la partie supérieure du réacteur. Ce sont notamment ces trois caractéristiques qui permettent une forte diminution du poids et de l'encombrement. En passant dans le cœur, la température de l'eau primaire s'élève de 266 à 278°C. Le générateur de vapeur, à circulation forcée, se trouve immédiatement au-dessus du cœur et fournit de la vapeur légèrement surchauffée à 273°C sous 31 atm. abs.

Lors de la conception d'ensemble de l'installation de propulsion, il n'a été tenu compte des considérations économiques que dans la mesure où elles ne risquaient pas de restreindre l'aptitude du navire à la recherche.

Le réacteur offre un grand intérêt du fait du haut degré de sécurité de son exploitation et pour cette raison se prête particulièrement bien à des essais dans les conditions de bord, afin d'acquérir les connaissances et l'expérience qui permettront d'amener les réacteurs navals à la rentabilité. On envisage, par exemple, de monter un second cœur amélioré en fonction des résultats d'exploitation du premier cœur, après seulement 500 jours de fonctionnement à pleine puissance. Il conviendra également d'essayer certains composants du réacteur de construction perfectionnée, notamment les commandes de barres de contrôle. Par une étude précise de la propriété d'autorégulation du réacteur, on s'efforcera d'améliorer et de simplifier le système de contrôle. On déterminera entre autres les propriétés du réacteur et sa puissance maximale dans les conditions de refroidissement par circulation naturelle. Enfin, il est envisagé d'étudier l'effet des mouvements et des vibrations du navire sur la distribution des bulles de vapeur dans le cœur et l'incidence de celle-ci sur le comportement du réacteur.

En conclusion, il est possible d'affirmer que le « Otto Hahn » sera un véritable « laboratoire flottant » et que rien n'a été négligé pour acquérir, grâce à lui, des connaissances nouvelles.

Etat d'avancement des travaux

La construction du navire est désormais assez avancée pour que l'on entreprenne l'installation du réacteur qui, selon le programme établi, débutera par le montage, durant le premier semestre de 1965, de l'enceinte de sécurité.

La cuve de pression, les pompes primaires et le premier mécanisme de commande des barres de contrôle sont en cours de fabrication. Les commandes relatives aux circuits auxiliaires, à l'équipement électrique et électronique, ainsi qu'au système de ventilation, ont été passées à la fin de 1964.

II. Contrat d'association avec le Reactor Centrum Nederland

En 1964, les efforts de RCN ont été, dans une large mesure, consacrés à l'établissement d'un projet intermédiaire, dénommé NEREUS, visant à faire le point sur l'état d'avancement du programme. Le but essentiel du contrat est d'élaborer des plans de construction et de recueillir des données suffisamment détaillées pour évaluer la possibilité, ainsi que l'intérêt économique que présenterait la réalisation d'un prototype du réacteur NERO. Il serait conçu de façon à appliquer des techniques avancées à un réacteur à eau sous pression pour la propulsion navale.

Bien que l'on en soit, pour certaines parties du programme, encore assez en deçà de l'objectif, le projet intermédiaire n'en a pas moins montré que l'on peut espérer parvenir à bonne fin grâce aux résultats des travaux expérimentaux en cours ou en préparation. De même, la Commission a constaté que les plans de l'ensemble de l'installation du réacteur NEREUS et de plusieurs de ses composants, ainsi que les schémas de ses installations auxiliaires, pourront servir au projet final sans qu'il soit nécessaire, pour tenir compte des résultats expérimentaux, de procéder à des modifications fondamentales.

Les expériences effectuées sur l'assemblage critique KRITO de Petten ont permis de comparer les valeurs mesurées aux valeurs calculées et, partant, de préciser les coefficients utilisés dans les calculs neutroniques. Durant le second semestre de 1964, on a commencé de compléter ces recherches par des essais sur l'ensemble sous-critique. Par ailleurs, la boucle à haute pression pour l'étude de la corrosion du gainage des éléments de combustible a été mise en service vers la fin de l'année. Enfin, la mise en place de l'installation d'essai du générateur de vapeur et de la boucle à haute pression sous irradiation a été presque achevée.

Les travaux théoriques comportaient, entre autres, la mise au point d'un code pour calculatrice permettant d'évaluer d'une façon plus précise l'effet, sur la vie du cœur, d'un poison consommable incorporé dans le combustible, des calculs de transfert de chaleur pour le générateur de vapeur et l'amélioration

des calculs neutroniques déjà mentionnés sur la base des résultats obtenus avec l'installation critique.

III. Contrat d'association avec Fiat-Ansaldo

En 1964 a été poursuivie dans le cadre de l'association Euratom-Fiat-Ansaldo, patronnée par le CNEN, la mise au point d'un réacteur naval à eau pressurisée et circulation forcée, dont le développement avait été décidé l'année précédente. Il est désormais possible d'envisager que le programme théorique et expérimental en cours permettra d'établir, vers le milieu de l'année 1967, les plans de construction du projet optimal d'un pétrolier de 50 000 t de port en lourd dont le réacteur développera une puissance d'environ 23 500 CV sur l'arbre. L'établissement d'un projet intermédiaire destiné à l'étude de perfectionnements éventuels est en bonne voie et sera achevé en 1965.

Ce projet s'inspire d'une conception « compacte » qui prévoit la localisation, à proximité immédiate de la cuve de pression du réacteur, de plusieurs générateurs de vapeur et des pompes de circulation du circuit primaire afin de réduire l'encombrement et, partant, le poids du réacteur. En outre, le cœur sera réparti en deux zones concentriques parcourues successivement par le fluide primaire, ce qui améliorera les conditions d'échange thermique. On a recherché une longue durée de vie du combustible, favorable à une exploitation économique du navire, en recourant à un poison neutronique dissous dans l'eau de refroidissement primaire, sans omettre les exigences particulières à la propulsion navale. L'augmentation du taux d'irradiation du combustible et la réduction des pointes locales de flux seront également obtenues grâce à la répartition du cœur en deux zones d'enrichissement et à un système de barres de contrôle assemblées en grappes.

Une partie des études en cours sur le réacteur a pour but de préciser les caractéristiques du projet définitif. Il s'agit notamment, dans le domaine expérimental, de l'étude des flux de caléfaction réalisée sur une boucle de transfert thermique d'une puissance de 600 kW, pouvant supporter une pression de 150 kg/cm², ainsi que des essais hydrauliques, sur des maquettes d'éléments de combustible et de barres de contrôle. Les études théoriques portent notamment sur l'élaboration et l'adaptation de plusieurs codes relatifs au calcul des distributions de flux neutronique, du transfert de chaleur et des caractéristiques nucléaires du combustible pour des irradiations élevées. Le comportement transitoire du réacteur selon les variations de charge en fonctionnement normal ou en cas d'accident a été analysé sur un modèle analogique de l'installation nucléaire.



KIEL (Allemagne) — LANCEMENT EN JUIN 1964 DU NAVIRE DE RECHERCHE
NUCLÉAIRE « OTTO HAHN »
DE LA GESELLSCHAFT FÜR KERNENERGIEVERWERTUNG IN SCHIFFBAU UND
SCHIFFFAHRT mbH (GKSS), Hambourg

(Voir légende au verso)

Minéralier équipé pour la recherche expérimentale; déplacement 25 800 t; port en lourd 15 000 t; puissance sur l'arbre 10 000 CV; vitesse 15 3/4 nœuds.

Réacteur à eau pressurisée de conception intégrée avec une puissance thermique de 38 MW, utilisant 3 t d'UO₂ faiblement enrichi; 16 éléments de combustible; gainage en acier inoxydable; circuit primaire 63,3 kg/cm²; 266,8 - 278°C; vapeur secondaire 31 kg/cm²; 273°C avec surchauffe de 36°C.

Mise en service : mi-1967.

IV. Essais de collision (exécutés dans le cadre du contrat d'association avec Fiat-Ansaldo)

Au cours de l'année 1964 a progressé la partie du programme du contrat d'association avec Fiat-Ansaldo relative à l'étude de l'efficacité de quelques types de structures anticollisions pour des navires. Il a été procédé à trois essais de modèles grâce à l'installation de l'Université de Naples qui avait déjà été utilisée en 1963 pour l'essai initial. Cette installation, mise à disposition par le CNEN, comporte une rampe sur laquelle un modèle de la proue du navire abordeur, monté sur chariot, vient heurter un modèle des structures anticollisions du navire abordé, également monté sur un chariot qui est doté de dispositifs permettant de simuler la résistance que l'eau oppose à un navire qui se trouve déporté transversalement à la suite d'une collision.

Les modèles étaient à l'échelle : 1/15, comme pour l'essai initial.

Les essais ont permis de perfectionner sensiblement la technique d'expérimentation et notamment la fixation des modèles sur les chariots, afin de tenir compte de l'élasticité de l'ensemble de la structure d'un navire, qui fait défaut à un modèle d'une partie de coque, mais que l'on peut maintenant simuler par des dispositifs élastiques de fixation. L'un des trois essais mentionnés a été effectué avec un modèle abordé d'un pétrolier normal, c'est-à-dire, sans structures anticollisions, afin :

- d'une part, d'évaluer la résistance des structures anticollisions expérimentées jusqu'à présent en comparant les résultats obtenus avec et sans ces structures;
- d'autre part, de pouvoir comparer les résultats obtenus avec le modèle sans barrières de collision aux dégâts provoqués par des collisions réelles dont l'aspect est connu.

L'échange d'informations avec un groupe d'études allemand effectuant des recherches analogues s'est intensifié en 1964 et s'est révélé être très utile. Actuellement, on étudie la possibilité d'exécuter quelques essais selon un plan élaboré en commun, afin de comparer les résultats.

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

Essais de blindage à Geesthacht

La collaboration réciproque des contractants d'Euratom intéressés à la mise au point de blindages d'un minimum de poids et de volume, pour réacteurs

navals, est allée en s'intensifiant. Parmi les quatre installations d'essais dont est pourvu à cet effet le réacteur de recherches de Geesthacht, l'installation ESTAGROP I ⁽¹⁾ mérite une mention particulière. Elle a permis d'étudier un certain nombre d'écrans acier-eau, faits de grandes plaques d'acier (ayant jusqu'à $200 \times 250 \times 20$ cm³) et intéressant le blindage du réacteur naval développé par le Reactor Centrum Nederland. Les essais en question sont complétés par des essais effectués auprès du réacteur de recherches de Saluggia, dans le cadre du contrat Euratom-Fiat-Ansaldo, déjà mentionné. Pour obtenir des résultats comparables et d'une sûreté accrue, on utilise des configurations simplifiées dont on mesure le pouvoir d'atténuation tant à Geesthacht qu'à Saluggia. La configuration-type est constituée par une plaque d'acier entourée d'eau, dont on fait varier l'épaisseur et la distance au cœur. Les données expérimentales obtenues à partir de conditions physiques parfaitement connues sont alors l'objet d'une interprétation précise à l'aide de calculs de contrôle, ouvrant ainsi la voie à l'obtention des bases théoriques nécessaires à la détermination de l'efficacité de configurations plus complexes.

La même installation a également permis d'expérimenter la maquette d'une pénétration servant au passage des conduites de vapeur et d'eau à travers le blindage secondaire du réacteur du navire « Otto Hahn ».

L'installation ESTAKOS ⁽²⁾, qui sert à l'étude de plaques de blindage de dimensions plus réduites (60×60 cm²) doit, elle aussi, être mentionnée. Le coût plus faible des matériaux a permis l'étude de nombreuses configurations avec des plaques en polyéthylène, paraffine, terphényle, acier au bore et béton.

Sur le grand canal d'irradiation ESTAGROP II, on a vérifié et perfectionné les dispositifs de manipulation servant notamment au transfert, au montage et à la mise en place des maquettes d'écrans de protection. On a également installé des appareils de télévision supplémentaires.

A l'aide du canal d'irradiation, on a étudié le fonctionnement d'un spectromètre à semi-conducteur, développé par la GKSS en vue de son utilisation pour la mesure de l'absorption neutronique. On a déterminé un grand nombre de spectres afférents au rayonnement tel qu'il sort du réacteur, et au rayonnement atténué tel qu'on l'obtient à la sortie de couches absorbantes en graphite, eau et acier.

(1) ESTAGROP : Einrichtung für Strahlen-Abschirmungsversuche mit grossen Platten (Installation pour des essais de protection contre les rayonnements au moyen de grandes plaques).

(2) ESTAKOS : Einrichtung für Strahlen-Abschirmungsversuche mit Kollimiertem Strahl (Installation pour des essais de protection contre les rayonnements au moyen de rayons collimatés).

Etude théorique des problèmes de protection

L'élaboration des méthodes de calcul pour l'optimisation des écrans a marqué un progrès. Le CCR d'Ispra a participé à cette étude, parallèlement aux contractants de la Commission.

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

A Geesthacht, la GKSS a poursuivi les essais sur le banc de roulis qui permet d'éprouver la résistance mécanique de pièces atteignant un poids de 2,2 t sous des accélérations allant jusqu'à 3 g.

Il a été constaté que les plaques de béton du blindage secondaire d'un réacteur naval pouvaient être avantageusement remplacées par un simple mélange de gravier et de morceaux de basalte. Le mélange, placé dans un caisson, a été soumis sur ce banc à des mouvements identiques à ceux d'un navire sur une mer agitée. L'homogénéité du mélange est apparue comme restant satisfaisante.

Enfin, sur le même banc de roulis, on a monté une boucle de simulation d'un réacteur à eau bouillante, boucle construite et financée par l'Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG). Dotée d'une puissance de chauffe de 335 kW, elle servira à l'étude du comportement d'un réacteur à eau bouillante lorsqu'il est soumis aux mouvements d'un navire. Les essais sont en cours.

I. Le réacteur d'essai BR 2

Le réacteur d'essai de matériaux BR 2, qui est exploité conjointement par Euratom et le Centre belge d'Etude de l'Energie nucléaire, a fonctionné normalement durant toute l'année.

Avec un cœur chargé de 20 éléments de combustible, la puissance dissipée a été de 34 MW, correspondant à un flux thermique réel maximal de $6,3 \times 10^{14}$ n/cm² s.

Au cours des 18 cycles de marche, le réacteur a produit une énergie de 7 570 MWj représentant une consommation d'environ 9 kg d'U 235. Le chargement en combustible frais a été de 163 éléments, le taux d'épuisement moyen de 25 %. Aucun incident notable n'a été enregistré; seuls quelques arrêts inopinés se sont produits par suite de chutes intempestives de barres de réglage.

Les irradiations se sont poursuivies régulièrement pour le compte des organismes de la Communauté et d'autres pays. Une vingtaine d'expériences ont été effectuées au cours de chaque cycle, le taux d'occupation du cœur approchant de 70 %. Au nombre de celles-ci, citons l'irradiation d'acier inoxydable et de graphite jusqu'à 1 200° pour l'UKAEA, l'irradiation en boucle de graphite jusqu'à 1 000° dans de l'hélium chargé d'impuretés pour le projet DRAGON, l'irradiation de zirconium pour le CEA, l'irradiation de matériaux fissiles et de matériaux de structure pour plusieurs firmes allemandes, l'irradiation de transplutoniens, ainsi que la production d'isotopes et l'utilisation hors pile des faisceaux de neutrons pour diverses recherches physiques.

La cellule de démantèlement associée au réacteur a été dans une grande mesure utilisée pour le matériel actif.

L'étude et la construction des dispositifs expérimentaux sont l'œuvre du laboratoire de technologie et de l'industrie. La section de technologie a mis au point une boucle au sodium en vue de l'irradiation (pour le CEA) de crayons au plutonium qui pourront atteindre un taux de dissipation calorifique de

2 500 W/cm³. De nombreux autres dispositifs ont été mis au point, allant de la simple capsule à des capsules très instrumentées. Il a été procédé de la sorte à plus d'une centaine d'expériences au cours de l'année.

Au service des laboratoires chauds (LMA), une cellule alpha de 1 000 curies, construite par une entreprise de la Communauté, a été achevée et mise en activité pour une analyse de cibles de transplutoniens. Les cellules de plomb (200 curies) pour les examens métallurgiques postirradiatoires ont été construites et leur entrée en activité s'échelonne de mars à juillet 1965.

Le service de physique a étudié une nouvelle configuration du cœur du réacteur comprenant 30 éléments de combustible entourant le canal central et qui sera réalisée au printemps 1965. On disposera aussi d'un plus grand nombre de canaux d'irradiation à haut flux et, partant, d'une puissance dissipée plus élevée.

La limitation des crédits a empêché la construction du laboratoire de très haute activité. Pour la même raison, certaines autres actions importantes, notamment le retraitement des éléments de combustibles brûlés, ont dû être reportées au troisième programme quinquennal, ce qui se traduit par un accroissement des frais de location d'uranium.

II. Le réacteur HFR de Petten

Depuis novembre 1962, et pour une période de 4 ans, le réacteur HFR est exploité, pour le compte d'Euratom, par le RCN qui, pendant la même période, conserve la priorité d'utilisation du réacteur pour les besoins de ses recherches propres. Le réacteur fonctionne à une puissance de 20 MW depuis 1962. Traduites en termes comptables, les irradiations effectuées dans le HFR se sont élevées à 455 000 u.c. en 1964. La future économie d'exploitation du réacteur semble se présenter de façon encourageante.

Un groupe, constitué pour l'étude détaillée des problèmes posés par l'augmentation de puissance du réacteur, a préconisé de porter la puissance, en premier lieu, de 20 à 30/35 MW, en second lieu, de 30 à 40/50 MW. A ce propos, il est intéressant de remarquer que, pour les mêmes raisons, le centre américain d'Oak Ridge se prépare à porter à 60 MW la puissance de son réacteur dont HFR est la reproduction presque exacte.

On peut diviser les dispositifs d'irradiation, déjà en place dans le réacteur ou en cours de réalisation pour une prochaine installation en pile, en deux

catégories : les dispositifs pour matériaux non fissiles et les dispositifs pour matériaux fissiles.

Les dispositifs de la première catégorie, pour matériaux non fissiles (acier de gainage ou de cuves sous pression, graphite, glucine, hydrure de zirconium, etc.), sont généralement du type à barillet, avec contrôle de la température par chauffage électrique et évacuation de l'énergie calorifique à l'eau de refroidissement du réacteur à travers une mince lame de gaz.

Ces dispositifs commencent à être assez bien connus, leurs limitations étant liées soit aux difficultés de transfert de chaleur dans les basses températures, soit à la tenue et à la compatibilité des matériaux pour les températures supérieures à 1 000°C.

En ce qui concerne les matériaux fissiles, deux types principaux de dispositifs sont utilisés, selon que les échantillons à irradier sont de petite dimension ou représentent un crayon de combustible. Dans le cas des petits échantillons (études sur le carbure d'uranium ou sur des alliages métalliques ternaires d'uranium), ceux-ci sont généralement placés individuellement dans des petites boîtes contenant du sodium ou du sodium-potassium pour le transfert de chaleur. Ces boîtes contiennent en plus des résistances chauffantes pour contrôler les températures d'irradiation. La chaleur totale de fission, d'échauffement gamma et de chauffage électrique est transférée à l'eau de refroidissement du réacteur par une mince lame d'un gaz ou d'un solide.

Pour l'irradiation de crayons de combustible (par exemple d'oxyde d'uranium gainé d'acier mince), un type différent de dispositif est mis au point, fondé sur des expériences d'irradiation utilisées à grande échelle à l'Oak Ridge Research Reactor pour le programme de réacteurs à gaz. Le crayon à irradier baigne dans du sodium ou du sodium-potassium à l'intérieur d'un container étanche. La chaleur dégagée dans ce container par fission et échauffement gamma est transférée à l'eau de la piscine (dispositifs installés en pool side facility) à travers une lame de gaz très mince, de quelques centièmes de millimètres d'épaisseur. Le contrôle de la température d'irradiation est effectué soit par variation de la composition du mélange gazeux de la lame mince (par exemple, hélium, azote), soit par déplacement sous flux du dispositif monté sur glissières.

Les difficultés rencontrées lors du développement des dispositifs d'irradiation décrits ci-dessus, ainsi que l'estimation de besoins futurs d'expérimentateurs, ont amené le groupe Petten à développer de nouveaux types de dispositifs d'irradiation visant à l'extension des gammes de température d'irradiation, ou tendant à la mesure du fluage de tubes de gainage.

En liaison avec le développement de capsules d'irradiation à haute et très haute températures, Petten a également amorcé un important programme d'irradiation de thermocouples pour températures supérieures à 1 000°C. Certaines capsules standards permettant l'irradiation de ces thermocouples ont été mises au point et peuvent occuper indifféremment des positions libres du réacteur, ce qui permet d'accumuler sur les couples tests des doses importantes.



KARLSRUHE — FOUR DE FUSION PAR BOMBARDEMENT D'ELECTRONS

(Voir légende au verso)

Ce four permet la fusion sous vide à haute température d'alliages et de composés métalliques ou céramiques. La fusion s'effectue d'une manière continue dans un creuset en cuivre refroidi par circulation d'eau et sans adhérence entre creuset et coulée.

Utilisé notamment pour la fusion d'alliages d'uranium ou de thorium à faible teneur en plutonium, il présente l'avantage de laisser très peu de déchets.

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 (le gros œuvre de tous les bâtiments étant d'ailleurs terminé), l'Institut européen des Transuraniens a poursuivi la mise au point de son programme et a entamé ses travaux sur le plutonium. Rappelons que ceux-ci 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.

II. Les transplutoniens

Les travaux de recherches sur les éléments transplutoniens ont été poursuivis en collaboration avec les centres de recherches des Etats membres.

A Mol (Centre belge d'Etude de l'Energie nucléaire), la construction et l'équipement d'une cellule alpha de 1 000 curies ont été terminés.

En avril 1964, quelques grammes d'américium 241 en provenance des Etats-Unis ont été introduits dans le réacteur BR 2. Cette expérience fait partie d'un programme d'irradiation de petites quantités d'éléments transuraniens et dont le but est l'étude de la synthèse d'éléments lourds.

En janvier 1965, pour la première fois en Europe, des quantités pondérables de berkelium et de californium ont été séparées d'un crayon d'américium 241 fortement irradié.

Les travaux relatifs au programme de recherches sur les éléments transplutoniens ont donné lieu, en 1964, à seize publications et quatre demandes de

brevets. D'autre part, les travaux de plusieurs groupes de recherches ont été présentés aux symposia organisés par l'Institut interuniversitaire des Sciences nucléaires et l'Université de Liège le 16 mars 1964, par la Section de Radiochimie de la Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging le 23 octobre 1964 à Utrecht, tandis qu'en septembre 1964, un colloque sur la chimie des sels fondus, organisé à Liège, a permis de réunir, avec nos collaborateurs de la Communauté, des experts européens et américains.

MESURES NUCLÉAIRES

I. Mesures de paramètres neutroniques

Rappelons que le programme de mesure du BCMN est fondé presque entièrement sur des demandes émanant de constructeurs de réacteurs. Ces demandes sont centralisées et discutées régulièrement par le Comité américano-européen des constantes nucléaires et par le comité correspondant d'experts de la Communauté.

Accélérateur Van de Graaff

- La section efficace différentielle de diffusion élastique et inélastique par le fer a été mesurée avec une précision se situant entre 0,45 et 2,3 MeV. Les mesures sont achevées et le calcul des corrections est en cours, tout comme des mesures similaires sur le silice. D'autres sont en préparation sur le Pu 239 et les isotopes du lithium.
- La section efficace d'activation a été mesurée avec une très bonne précision entre 12,6 et 19,6 MeV pour les réactions à seuil suivantes :

Fe ⁵⁶	(n,p)	Mn ⁵⁶
Co ⁵⁹	(n,α)	Mn ⁵⁶
Cu ⁶³	(n,2n)	Cu ⁶²
Ni ⁵⁸	(n,2n)	Ni ⁵⁷
Cu ⁶⁵	(n,2n)	Cu ⁶⁴
Zn ⁶⁴	(n,2n)	Zn ⁶³
Cu ⁶³	(n,α)	Co ⁶⁰
Ni ⁶⁰	(n,p)	Co ⁶⁰
Ti ⁴⁶	(n,p)	Sc ⁴⁶
Na ²³	(n,2n)	Na ²²
Co ⁵⁹	(n,2n)	Co ⁵⁸
Mn ⁵⁵	(n,2n)	Mn ⁵⁴

Les résultats ont été publiés ou sont à l'impression. La distribution angulaire des neutrons de la réaction $T(d,n)He^4$ a été mesurée à nouveau et publiée.

D.J. 16

La compilation critique de données sur les réactions à seuil a été complétée et tenue à jour par la publication de pages supplémentaires.

La mesure de sections efficaces totales de l'U 238 entre 2 et 30 keV est en préparation.

Accélérateur linéaire

- La construction du bâtiment de l'accélérateur linéaire s'est trouvée suffisamment avancée en avril pour qu'il ait été possible de commencer à y installer la machine. Le premier faisceau a été obtenu le 15 septembre. La mise au point de l'accélérateur n'était pas encore achevée à la fin de l'année, mais on en attend la réception début 1965.
- Huit bases de vol sont en cours d'installation. L'équipement pour des mesures aux énergies de résonance a été étudié et est en bonne partie sur place. Les mesures spécifiques suivantes sont en préparation :
 - sections efficaces totales (U 238, U 235, Pu 240, Ca)
 - sections efficaces de fission (U 235, Pu 239).

Des contacts ont été pris avec des groupes de physiciens du Centre belge d'Étude de l'Énergie nucléaire, du Commissariat français à l'Énergie atomique (Saclay) et du Kernforschungsanlage Jülich, qui envisagent d'utiliser les bases de vol pendant une partie de l'année.

Un système de traitement des résultats bruts de mesure a été organisé, de sorte que le BCMN se trouve relié directement aux ordinateurs électroniques de Bruxelles et d'Ispra (CETIS).

Mesures avec neutrons thermiques

L'étude des résultats dépouillés obtenus sur la section efficace de fission du Pu 239 a révélé que la précision obtenue sur cette valeur absolue était insuffisante pour satisfaire les demandes dans ce domaine.

II. Détermination des rapports isotopiques des isotopes stables et à vie longue

La Spectrométrie de masse a déménagé de ses locaux provisoires du CEN à Mol vers ses nouveaux laboratoires, construits sur le site du BCMN.

Un spectromètre de masse « tandem » pour mesures précises de très faibles concentrations isotopiques a été installé.

A la demande du National Bureau of Standards à Washington, le BCMN a coopéré à l'établissement, par ce dernier, du premier standard isotopique de plutonium. Une étude très approfondie de la discrimination de masse a conduit à une définition absolue de la composition isotopique du stock de bore étalon du BCMN.

Une recommandation du Comité américano-européen des constantes nucléaires (EANDC), parue dans une série de journaux scientifiques, conseille de considérer les standards isotopiques de bore du BCMN et du National Bureau of Standards comme des références primaires.

Deux études sur la dilution isotopique sont en cours d'impression. Elles permettront d'atteindre davantage de précision dans la détermination quantitative de très faibles quantités d'un élément solide (10^{-6} g et moins).

Un rapport a été établi sur les mesures des abondances naturelles des éléments. Un rapport similaire, qui comprendra une étude théorique poussée du calcul des poids atomiques, ainsi qu'une revue complète de la littérature sur les abondances isotopiques et poids atomiques de tous les éléments, est en voie d'achèvement.

Le laboratoire a procédé à de nombreuses analyses isotopiques de cibles et d'échantillons préparés au BCMN. C'est ainsi qu'un fractionnement isotopique a été découvert lors de l'évaporation de bore. Le laboratoire a également prêté son aide à des centres nucléaires, universités, organismes divers, en procédant à des mesures isotopiques précises d'échantillons envoyés.

Une collaboration internationale a été organisée pour la définition absolue des concentrations isotopiques dans l'eau lourde.

III. Comptage absolu des radio-isotopes

Les recherches sur le comptage α en faible géométrie ont conduit à une précision de plus de 0,2 % et les résultats ont été publiés. Ont été achevés et publiés également, les travaux sur le comptage par scintillateur liquide de haute précision.

Un microcalorimètre de précision a été construit et mis en service. Un rapport sur les corrections d'absorption d'un comptage 4π est achevé. Les recherches sur le comptage à gaz de haute précision ont été continuées et étendues au C^{14} et au Kr^{85} . Du travail sur le comptage à coïncidences par scintillateur liquide, de même que sur le comptage rapide $4\pi\text{-}\beta$ et sur le comptage des rayons X à géométrie intermédiaire, a été commencé.

De nombreuses sources calibrées de différents isotopes ont été étalonnées en relation avec d'autres travaux en cours au BCMN ou dans des laboratoires extérieurs.

Des mesures sur le rapport EC/β^+ sur Na^{22} , V^{48} et Mn^{52} sont terminées. Le branchement dans le Kr^{85} , ainsi que le nombre d'électrons de conversion dans l' Am^{241} ont été mesurés également. Le dépouillement des résultats de mesures précises de la section efficace du Co^{59} pour les neutrons thermiques est presque achevé. Une mesure par calorimétrie de la demi-vie du Tl^{204} et une étude du schéma de désintégration du Be^7 et du Mg^{54} sont en cours.

IV. Laboratoire central de préparation d'échantillons

Le BCMN a poursuivi ses efforts pour donner satisfaction à toutes les demandes d'échantillons. Les laboratoires ont préparé, analysé et envoyé plus de 2 250 échantillons, destinés à des centres nationaux (Karlsruhe, Mol, Saclay), aux autres établissements du Centre commun et à des universités de la Communauté.

Les laboratoires de physique neutronique ont marqué un vif intérêt pour des détecteurs, dont des séries importantes ont été livrées. Des techniques spéciales pour la fabrication, le laminage et l'estampage d'alliages ont été développées dans ce but.

Des échantillons de bore, de fluorure de lithium, de cobalt, d'indium et de titane ont été réalisés. Une unité spéciale pour l'évaporation de l'uranium sous ultraviolette a été construite. Plusieurs échantillons ont été préparés par électrovaporisation et électrolyse.

La plupart des échantillons ont été contrôlés au point de vue de leur composition chimique et isotopique et par des techniques métrologiques (homogénéité, épaisseur, dimensions, masse).

A la fin de l'année, 900 échantillons étaient en différents stades de fabrication et de contrôle et le nombre de demandes, reçues par le laboratoire, ne cesse d'augmenter.

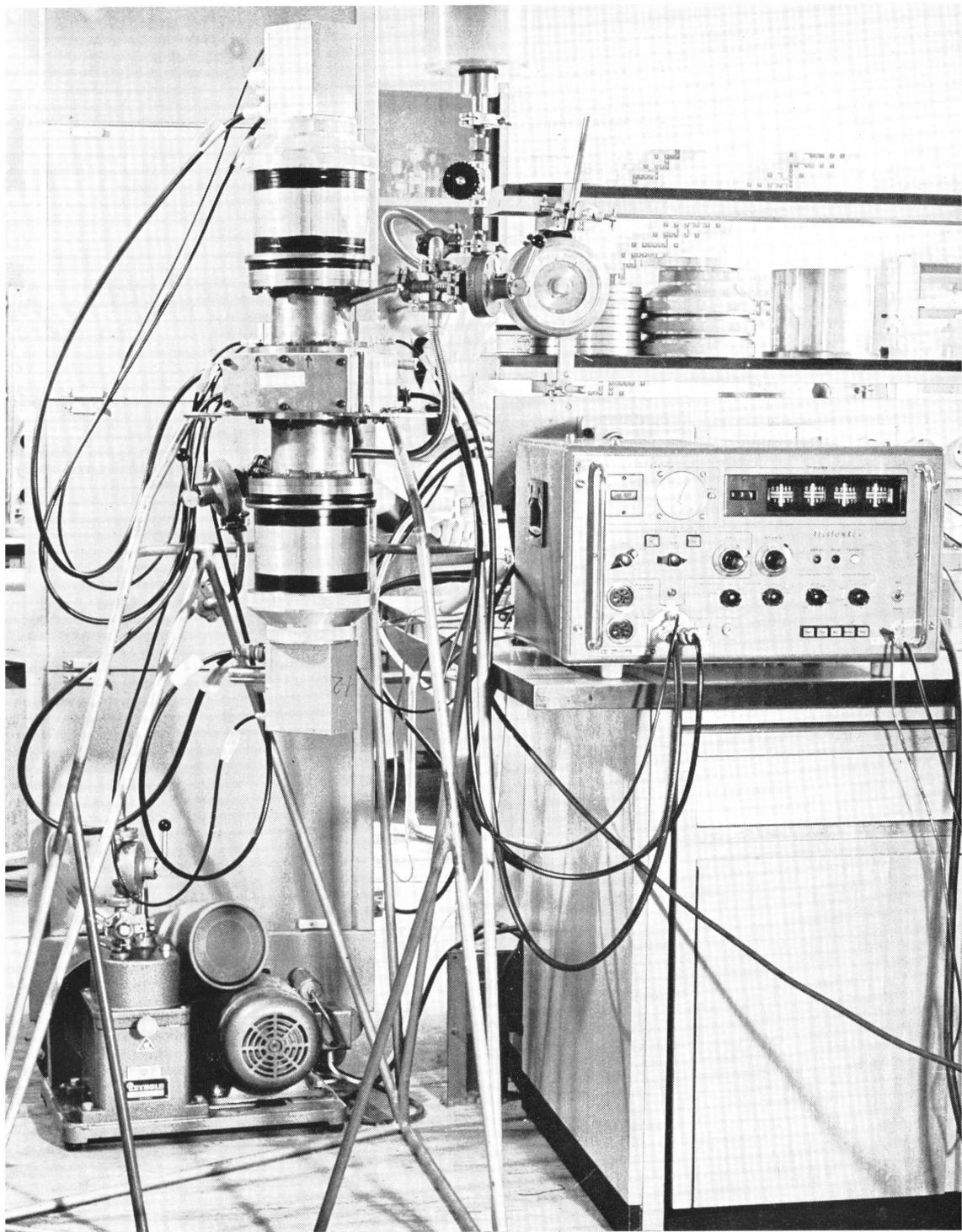
V. Contacts avec les organismes nationaux et internationaux

Le Comité élargi des constantes nucléaires d'Euratom, groupant des spécialistes de mesures et de réacteurs de la Communauté, a continué de coordonner

les programmes de mesures dans la Communauté et de préparer les travaux du Comité américano-européen des constantes nucléaires et ceux du Comité américano-européen de la physique des réacteurs.

Le BCMN continue à participer aux travaux du Comité consultatif des rayonnements ionisants du Bureau international des poids et mesures et entretient des contacts avec des bureaux de standards à l'intérieur et en dehors de la Communauté.

Un observateur d'Euratom a participé à Vienne à des réunions d'un groupe de travail, créé par l'Agence internationale de l'Energie atomique, qui s'occupe des constantes nucléaires sur une échelle mondiale.



EQUIPEMENT DE MESURES NUCLEAIRES
COMPTEUR A FAIBLE GEOMETRIE REALISE AU B.C.M.N.

(Voir légende au verso)

Cet appareillage dont l'originalité réside dans la simplicité d'exécution, permet d'effectuer des mesures avec des résultats précis à 0,2 % près.

1. *Etude d'un réacteur source pulsé*

Au cours de 1964, un contrat a été passé avec les firmes Belgo-nucléaire et Siemens, afin de définir les spécifications techniques du réacteur SORA, l'élaboration du projet et l'évaluation de son coût.

La masse critique de ce réacteur 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 du 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/s, avec une largeur d'impulsion de 50/us.

2. *Physique neutronique*

En physique neutronique expérimentale, on a poursuivi les études sur l'interaction des neutrons thermiques et froids avec la matière.

Les études théoriques et phénoménologiques de la thermalisation des neutrons dans un modérateur contenant de l'hydrogène ont été poursuivies. Des expériences en parallèle avec l'accélérateur Van de Graaff pulsé ont été préparées.

Les phénomènes de transport des neutrons ont été étudiés avec différentes méthodes. Ces travaux ont donné lieu à des problèmes courants. La théorie développée sur le bruit de neutrons dans les réacteurs permettra de déduire par des expériences de corrélation (par exemple dans une expérience critique) non seulement les données nucléaires statistiques d'un réseau, mais également le comportement dynamique. En général, il est estimé que la compréhension des phénomènes de transport permettra dans peu de temps l'analyse suffisamment précise d'expériences de substitution et des essais avec des microensembles, qui pourraient un jour se substituer à des expériences critiques plus coûteuses.

3. *Blindage et sécurité des réacteurs*

En ce qui concerne les études de blindage, le Centre d'Ispra a développé la théorie et le calcul du transport des neutrons et de la radiation gamma à travers des matériaux.

Il a également procédé, en collaboration avec l'Institut de Physique de l'Université de Padoue, à la mesure de la section de déplacement des neutrons dans l'eau et à la propagation des neutrons rapides dans les conduites entourées d'eau.

En vue du développement de ce genre de mesure, l'installation d'un convertisseur à uranium hautement enrichi est en cours de préparation dans le réacteur ISPRA 1.

En ce qui concerne plus particulièrement la sécurité du réacteur, quelques travaux ont été exécutés notamment sur le calcul de criticité pour le stockage des éléments de combustible d'ISPRA 1 et des études de sécurité ont été entreprises pour le réacteur SORA.

L'étude théorique d'un réacteur à excursion (TESI) a été abandonnée au cours de 1964, étant donné que la possibilité de la réalisation d'un tel réacteur dans la Communauté semble être minime.

4. *Cycles de combustible*

Cette action s'imbrique en fait dans l'étude de la physique des réacteurs à eau lourde et concerne, d'une part, l'utilisation du plutonium et, d'autre part, celle du thorium.

Dans le domaine des cycles de combustible, on a étudié théoriquement les propriétés des réseaux contenant du plutonium et l'effet du taux de combustion sur la neutronique des réacteurs à eau légère.

La théorie des expériences d'oscillation avec du combustible contenant du plutonium dans ECO a été mise au point. L'expérience obtenue pourra servir aux problèmes de permutation du combustible (« shuffling ») et de l'utilisation du thorium dans la filière ORGEL.

Suite aux conclusions du Comité ad hoc, nommé par la Commission en juin 1964, le CETIS a continué à s'orienter vers son rôle principal, celui de centre de calcul pour les problèmes nucléaires et pour tout autre travail communautaire en matière de traitement automatique de données, avec un certain potentiel de recherches dans les mathématiques appliquées, la programmation et, en général, le traitement de l'information. Les activités ont été les suivantes :

- En ce qui concerne les activités de calcul, le tableau I indique la répartition de l'utilisation des machines à Ispra. Le tableau II indique leur nombre d'heures de fonctionnement. Les principaux utilisateurs externes furent : les universités de Milan, Amsterdam et Georgetown (USA), Fiat (Turin), CISE (Milan), Praxis (Milan), Olivetti (Milan), CNEN (Rome), AEG (Francfort), Siemens (Erlangen), GAAA (Paris), RCN (La Haye), General Atomics (Zurich), EIR (Würenlingen, Suisse) et la Programmothèque des codes nucléaires ENEA.

Une troisième installation IBM 1401 à laquelle le CETIS participe pour un tiers a été mise en fonctionnement à Bruxelles. Trois personnes du CETIS y ont été détachées. Certains travaux y ont été effectués sous la responsabilité du CETIS pour les directions générales Administration et Personnel, Budget et Finances et Industrie et Economie et le Bureau central de Mesures nucléaires (BCMN).

A la fin de 1964, une proposition a été élaborée par le CETIS en vue du renouvellement des machines digitales au cours de 1966, étant donné que la saturation complète de l'installation actuelle d'Ispra est à prévoir, du fait qu'on envisage un doublement des travaux d'ici trois ans. En même temps, un projet de connexion par téléprocessing avec Bruxelles a été mis au point et le CETIS a étudié la possibilité de faire des calculs en ligne directe pour quelques laboratoires de l'établissement avec une machine auxiliaire.

Les services de calcul des machines digitales en « closed shop » ont effectué notamment la mise au point de systèmes d'utilité générale, la préparation de codes nucléaires, le traitement des problèmes pour les services scientifiques,

ainsi que des travaux de statistique appliquée et la mise au point de programmes pour le Centre d'Information et de Documentation (CID) et pour la bibliothèque d'Ispra.

Tableau 1
UTILISATION DES MACHINES A CALCULER
PAR CATEGORIES D'UTILISATEURS
(pourcentages)

Gestion	IBM 7090	IBM 1401/1	IBM 1401/2	PACE 231R/1	PACE 231R/2	PACE 231R/3
A. Travaux en « Closed Shop » (1)						
1) <i>Gestion et entretien des machines</i> (entrée, sortie, éducation, mise en route, démonstrations « engineering changes », entretien, etc.)	10,4	66,6	18,0	11,5	12,0	13,16
2) <i>Gestion de la programmothèque et essais des systèmes de programmation</i>	5,8	4,4	5,5	—	—	—
3) <i>Service de calcul</i>						
a) pour les services scientifiques d'Euratom et contrats Euratom	6,5	0,9	1,0	84,2	84,0	74,52
b) pour l'Office statistique des Communautés européennes	14,2	7,3	8,4	—	—	—
c) pour services généraux du Centre d'Ispra	1,0	0,5	30,4	—	—	—
d) pour services généraux d'Euratom à Bruxelles	0,3	0,3	4,4	—	—	—
4) <i>Recherches propres</i>						
a) documentation automatique	2,3	0,7	18,3	—	—	—
b) autres recherches : system programming (système APACHE, monitor CARN, reconstitution automatique du bloc diagramme, compilateur pour documentation), recherche analyse numérique, « full testing » et élaboration de codes nucléaires, recherches spéciales en technique analogique, etc.)	16,6	5,8	2,0	4,3	4,0	12,32
	57,1	86,5	88,0	100	100	100

Tableau 1 (suite)

Gestion	IBM 7090	IBM 1401/1	IBM 1401/2	PACE 231R/1	PACE 231R/2	PACE 231R/3
A. Travaux en « Closed Shop » ⁽¹⁾	57,1	86,5	88,0	100	100	100
B. Travaux en « Open Shop » ⁽²⁾						
1) <i>Travaux pour le compte d'Euratom</i>						
a) Département Physique des réacteurs (utilisation codes de bibliothèques)	19,9	4,6	0,7	—	—	—
Département Physique des réacteurs (autres problèmes)	10,8	2,8	1,3	—	—	—
b) Autres services d'établissement Ispra	2,0	0,3	0,8	—	—	—
c) ORGEL	1,6	0,9	0,8	—	—	—
d) Siège et autres établissements du CCRN	0,2	0,3	0,8	—	—	—
2) Travaux pour autres (universités, centres de recherches nucléaires, instituts scientifiques, firmes privées):						
a) contrats de prestations de service	3,2	1,2	3,0	—	—	—
b) contrats de recherches ou d'association, ou accords spéciaux	5,2	3,4	4,6	—	—	—
	100	100	100	100	100	100

⁽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.

⁽²⁾ 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 de codes standards de « bibliothèque ».

Les machines analogiques ont été utilisées principalement pour la simulation de la dynamique des réacteurs ESSOR et SORA.

Des activités de recherches ont été effectuées sur les méthodes mathématiques (probabilité et statistique, théorie des algorithmes, analyse fonctionnelle), les méthodes de calcul (équations différentielles hyperboliques, approximation

de fonction), le calcul analogique et hybride (développement futur des machines analogiques, réalisation de certaines modifications des machines analogiques en vue du couplage des techniques digitales et analogiques) et les techniques de l'optimisation. En système de programmation, un progrès a été fait en utilisant le programme MIDAS (un simulateur qui permet de traiter sur IBM 7090 un système différentiel exprimé en bloc-diagrammes analogiques) en combinaison avec le système APACHE. Des études préliminaires ont été faites sur la reconstitution automatique du bloc diagramme (phase initiale pour la reconversion de programmes d'une machine à une autre) et le moniteur CARN permettant d'automatiser la chaîne de calculs d'un réacteur de type donné.

Tableau 2

TYPES DE MACHINESTemps total utilisé en heures (période 1^{er} janvier/30 novembre)

	<i>Arithmétiques</i>				<i>Analogiques</i>		
	IBM 7 090	IBM 1401/1	IBM 1401/2	IBM 1 620	PACE 231 R/1	PACE 231 R/2	PACE 231 R/3
1962	2 632	2 645	—	1 267	1 515	1 557	—
1963	3 742	3 274	2 055	770	710	918	1 085
1964	4 534	2 996	2 692	3 430	1 559	1 478	1 394

En ce qui concerne la documentation automatique, la collaboration avec le CID a été poursuivie. Fin 1964, les activités d'Ispra dans ce domaine ont été réduites pour répondre aux besoins propres. La recherche en traduction automatique du russe en anglais (contrat avec l'Université de Georgetown) a été terminée vers la moitié 1964. Depuis cette date, la production de traductions s'est faite suivant les demandes.

L'activité d'étude et de mise au point des codes nucléaires provenant de l'extérieur, ainsi que la préparation de nouveaux codes, a été poursuivie en collaboration avec le Département de Physique des Réacteurs et la librairie des codes nucléaires ENEA.

I. Physique de l'état solide

Au sein du groupe de physique de l'état solide de l'Etablissement d'Ispra, une équipe a été constituée en vue d'étudier, après irradiation, les phénomènes de migration des défauts et de diffusion des produits de fission. Les études sur les propriétés optiques et électriques de cristaux ioniques sous déformation et après addition d'impuretés chimiques ont été poursuivies, tout comme les études de diffraction des rayons X par des monocristaux (Zn et Si) avec différents degrés d'imperfection. Le projet d'un spectromètre MOESSBAUER à grande précision a été mené à terme en collaboration avec certains autres services.

II. Résonance magnétique

Il a été procédé à des recherches fondamentales sur le rôle des radicaux libres dans la décomposition des organiques par spectrométrie et par résonance magnétique (ESR). De plus, les méthodes de résonance magnétique ont été utilisées pour étudier les solutions de radicaux organiques dans le toluène, les biphényles deutérés et les cristaux organiques irradiés.

III. Conversion directe

Le programme d'étude sur les méthodes de conversion directe de la chaleur d'origine nucléaire en électricité s'est trouvé sensiblement modifié à la suite de l'invention du tube caloporteur (Heat Pipe) par le Dr Grover de Los Alamos, Etats-Unis. Ce tube permet, en principe, une certaine séparation entre le chauffage nucléaire et la production d'électricité par émission thermo-ionique et offre une possibilité effective de construire un réacteur spatial d'une puissance de 100 kWh environ. Un convertisseur doté d'un tube caloporteur est en cours de fabrication aux fins d'essai dans le réacteur ISPRA 1. Il a été possible de réaliser, en l'occurrence, une jonction céramique-niobium,

mécaniquement stable et étanche au vide pour des températures s'élevant jusqu'à 1 200°C. Des études ont été effectuées sur la technologie des tubes caloporteurs, sur les problèmes de corrosion et, par voie de contrats, sur le combustible (cermets UO_2 - Mo et UO_2 - W et particules (UZr)C avec couche de graphite pyrolytique).

Le développement dont il vient d'être fait état a eu pour effet de retarder les recherches sur la physique des convertisseurs thermo-ioniques. Un contrat d'étude relatif à l'influence du CsF sur le rendement de conversion et un contrat pour la réalisation d'anodes à faible potentiel d'extraction par l'application d'une couche semi-conductrice ont donné des résultats prometteurs.

IV. Phénomènes nucléaires de basse énergie

Treize groupes de recherches ont poursuivi en 1964 les travaux sur les phénomènes nucléaires de basse énergie, prévus par le contrat d'association que la Commission a signé en 1960 avec le Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (CNEN).

On a poursuivi les recherches sur les réactions nucléaires provoquées aussi bien par les neutrons que par les particules chargées, la spectroscopie nucléaire, les photoréactions nucléaires, ainsi que la fission provoquée par les photons et les protons.

Parmi les résultats les plus intéressants qui ont été obtenus, il convient de mentionner ceux qui sont relatifs à l'effet Ericson et aux interactions fortes, ainsi que la mise en évidence du phénomène de fluorescence nucléaire. Au titre des réalisations techniques, signalons l'entrée en fonction à Milan du cyclotron de 45 MeV à focalisation azimutale.

**EXÉCUTION
DES CONTRATS DE PARTICIPATION
AUX RÉACTEURS DE PUISSANCE**

I. La Centrale du Garigliano de la SENN

1. La centrale en service industriel

C'est à la fin de mai 1964 que la Centrale du Garigliano est entrée pratiquement dans la phase de service industriel. Les faits les plus saillants de l'année ont été les suivants :

23 janvier : Le générateur est mis en parallèle sur le réseau, fournissant à celui-ci, pour la première fois, de l'énergie électrique d'origine nucléaire.

23 mai : L'installation atteint la puissance électrique nominale.

18 novembre : L'essai officiel de réception, de 100 heures en puissance nominale, marque la fin du programme d'expérimentation. La SENN assume alors la responsabilité de l'exploitation de la centrale.

Pendant environ la moitié de l'année, la centrale a pu fournir la puissance requise par le réseau. En fait, l'installation a fonctionné à plein régime de façon à peu près ininterrompue, de la fin mai au début octobre, ainsi que de la mi-novembre à la fin de décembre.

Les chiffres de production et de burn-up pour l'exercice 1964 ont été les suivants :

— Energie électrique nette fournie au réseau	680 200 000 kWh
— Burn-up moyen du combustible au 31 décembre 1964	2 254 MWj/t

En service industriel, l'installation a été à même, non seulement d'assumer la charge de base d'une façon prolongée, mais aussi de répondre avec une remarquable aisance aux variations de la charge. Le facteur de charge, pour la période du 23 mai jusqu'au 31 décembre, a été de 78,28 %.

Durant les essais effectués au cours de l'année, la consommation nette de chaleur a été de 2 725 kcal/kWh, soit inférieure de 6,4 % à la consommation garantie pour un rendement net de 31,5 %, alors que la proportion prévue n'était que 29,6 %.

Aucun élément de combustible ne s'est montré défectueux.

Voici quelques détails techniques sur les événements de l'année 1964.

Au terme des essais de court-circuit de l'alternateur, et une fois effectuée (le 23 janvier) la mise en parallèle du groupe avec le réseau, le programme d'essais à puissance a été repris. La liaison Garigliano-Rome à 220 kV s'est trouvée établie le 25 janvier, par la mise en service du tronçon de ligne Garigliano-Latina.

Au cours des essais de 80 MWe, le groupe turbo-alternateur a montré un excès de survitesse en cas de délestage. Le comportement était dû essentiellement à l'apparition, à l'intérieur de la turbine et des tuyauteries connexes, d'un excès d'eau condensée.

En conséquence, on a procédé en plusieurs étapes à des modifications qui ont été chaque fois suivies d'essais de contrôle; cette opération s'est déroulée en deux phases.

On s'est d'abord attaché à améliorer le drainage de la turbine et des tuyauteries connexes et à réduire la valeur d'intervention du régulateur d'urgence, ce qui a permis de poursuivre les essais et de porter la puissance à la valeur nominale, sans courir le risque d'atteindre une vitesse dangereuse. En raison de la demande d'énergie du réseau, la centrale a ensuite été maintenue en service et on a reporté à un arrêt prévu pour le mois d'octobre de nouvelles modifications destinées à éliminer complètement les inconvénients en cause.

Ces modifications ont consisté à installer un séparateur centrifuge d'humidité et de drainages sur la partie horizontale de chacune des deux tuyauteries de connexion entre l'échappement de la partie haute pression et l'admission de la partie moyenne pression. On a également modifié les drainages de différents étages de la partie haute pression ainsi que du système des soutirages. De plus, on a installé un dispositif qui, en cas de délestage, assure simultanément la fermeture anticipée des vannes de régulation et des vannes de non-retour des soutirages, ainsi que l'ouverture plus rapide des vannes de by-pass des soutirages. Enfin, on a mis en place un dispositif de préurgence qui, à un certain degré de survitesse, provoque la fermeture des vannes d'urgence et en permet la réouverture lorsque la vitesse diminue.

On a profité de l'arrêt d'octobre pour procéder à une partie des travaux d'installation, dans le cadre du programme de recherches et de développement, d'un « data-logger » et pour effectuer diverses tâches d'entretien et de réparation.

Le 8 novembre, les essais en puissance ont été repris et menés à bonne fin. Du 13 au 18 novembre a eu lieu l'essai officiel de réception pendant 100 heures, au terme duquel la SENN a pris en charge la responsabilité de l'installation.

2. Exécution du contrat

a. Détachements

Pendant l'année 1964, le personnel détaché auprès de l'installation a été le suivant :

	Total	Hommes-mois
Agents d'Euratom détachés à titre permanent	3	27,5
Ingénieurs détachés par des entreprises ou des organismes de pays de la Communauté	7	10,5
Stagiaires étudiants	3	6
Total	<u>13</u>	<u>44</u>

La répartition de ces ingénieurs et étudiants par pays d'origine s'établit comme suit :

Ingénieurs :	Belgique	1
	Allemagne	1
	France	3
	Italie	1
	Pays-Bas	1
Etudiants :	Allemagne	1
	Pays-Bas	2

b. Acquisition de connaissances

41 rapports et exposés ont été établis au cours de l'année. Ce chiffre comprend les rapports des ingénieurs détachés d'Euratom et d'organismes et firmes de la Communauté, ainsi que les exposés présentés par ces ingénieurs et les représentants des contractants lors de la dernière réunion d'information. De plus, 4 rapports ont été rédigés par des stagiaires étudiants.

II. Centrale de Latina de l'ENEL-SIMEA

1. La centrale en exploitation industrielle

La centrale a été exploitée dans des conditions normales en 1964. La pleine puissance a été maintenue pendant neuf mois. Voici quelques données relatives à cette exploitation :

D.J. 20

— Energie électrique produite nette	kWh	1 462 300 000
— Facteur de charge	%	83,2
— Taux d'irradiation moyen du combustible dans le réacteur au 31.12.1964	MWj/t	921,5

Hors la remise en état des étages de basse pression des trois groupes turbo-alternateurs principaux, on a effectué des travaux de grand entretien sur les six boucles du circuit primaire.

On a enregistré des pertes de production restreintes à la suite de fuites mineures du circuit eau-vapeur des échangeurs qui ont nécessité la réparation rapide, mais souvent renouvelée, des isolements d'échangeurs.

Le comportement du combustible dans le réacteur a été satisfaisant. La température maximale sur gaine a été portée de 450 à 455°C après une réévaluation des températures maximales en cas d'accident. Il a été ainsi obtenu un accroissement de 5 MW de la puissance électrique.

On a décelé cinq ruptures de gaine pendant les deux premiers mois de l'année. Les canaux correspondants ont été déchargés sans pratiquement réduire la puissance du réacteur dans le cas des trois derniers.

Le cycle de substitution du combustible a débuté en septembre 1964, après 16 mois de fonctionnement en puissance; le taux d'irradiation moyen était de 750 MWj/t. On a renouvelé le combustible de 283 des 2 929 canaux que comporte le réacteur. Le fonctionnement des appareillages de chargement/déchargement a, dans l'ensemble, été satisfaisant. Quelques difficultés ont cependant été rencontrées, notamment pour le fonctionnement du grappin pour la manipulation des éléments de combustible.

Les frais d'exploitation pendant l'année s'élèvent à environ 2 800 000 u.c. dont environ 20 % pour l'entretien et approximativement 30 % pour frais généraux et administratifs.

Un programme de mesures sur le réacteur a été entrepris en vue de déterminer l'évolution des paramètres nucléaires en fonction de l'irradiation du combustible. Il sera poursuivi dans le cadre d'un contrat de recherches passé par la Commission. On en escompte de précieux renseignements pour ce qui est notamment de l'évolution de la réactivité disponible dans ce type de réacteur.

2. Exécution du contrat

a. Détachements

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

	Total	Hommes-mois
Agents d'Euratom :		
a) détachés à titre permanent	1	12
b) détachés provisoirement	1	1
Ingénieurs détachés par des entreprises ou des organismes des pays de la Communauté	12	6
Stagiaires étudiants	2	2
Total	16	21

La répartition de ces ingénieurs et étudiants par pays d'origine s'établit comme suit :

Ingénieurs :	France	12
Etudiants :	{ France	1
	{ Pays-Bas	1

b. Acquisition de connaissances

29 rapports et exposés ont été établis au cours de l'année. Ce chiffre comprend les rapports des ingénieurs détachés d'Euratom et d'organismes et firmes de la Communauté, ainsi que les exposés présentés par ces ingénieurs et les représentants des contractants lors de la dernière réunion d'information. De plus, deux rapports ont été rédigés par des stagiaires étudiants.

III. Centrale de Chooz de la SENA

1. Avancement des travaux

Au cours de l'année, les travaux ont progressé dans l'ensemble conformément au programme établi.

Les difficultés rencontrées au début, lors de travaux d'excavation, n'ont pas entraîné de retards importants.

L'excavation des galeries, puits et cavernes, est terminée; le volume total creusé est de 85 000 m³.

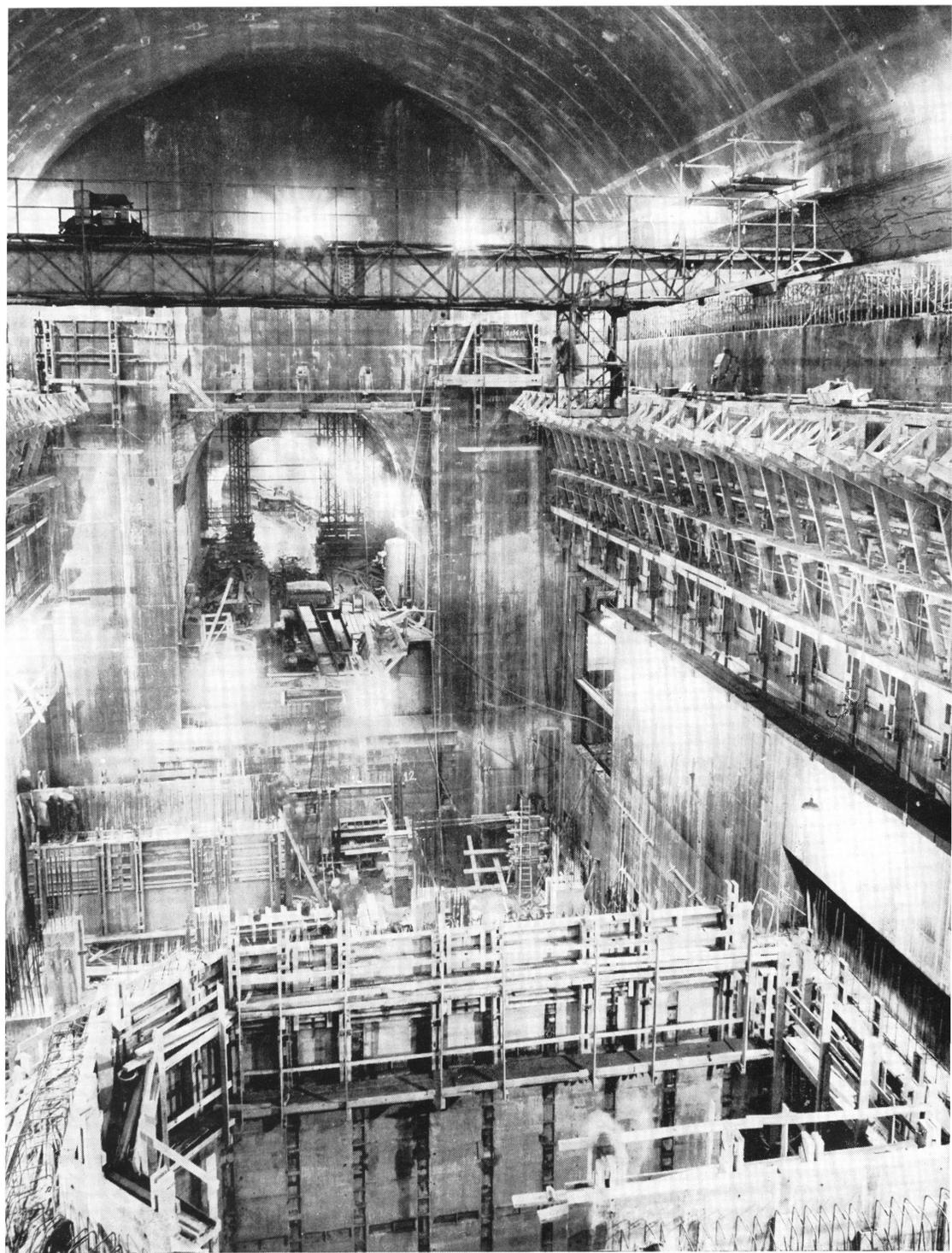
A la suite de ces travaux, on a procédé au bétonnage de toutes les galeries et cavernes. Les puits ont été, soit bétonnés, soit renforcés par des injections de béton. La caverne du réacteur a été pourvue de tôle de 3 mm d'épaisseur, ce qui permettra, lorsque les sas et traversées des câbles et des tuyaux auront été mis en place, de contrôler l'atmosphère de la caverne. Tous les cordons de soudure ont été soigneusement vérifiés. On a procédé ensuite dans la même caverne au bétonnage de la piscine du réacteur, des supports et des fondations du circuit primaire (générateur de vapeur, pressuriseur, pompes, vannes et tuyauteries) ainsi qu'à celui des niveaux intermédiaires. On a alors monté le pont roulant et la cuve du blindage neutronique, et placé les supports et enclaves des générateurs de vapeur ainsi que les tôles en acier inoxydable de revêtement de la piscine du réacteur.

Dans la caverne des installations auxiliaires et dans celle des installations électriques, on a également effectué le bétonnage des structures, c'est-à-dire des supports des fondations et des niveaux intermédiaires. On a ensuite procédé au montage du pont roulant, de quelques réservoirs et échangeurs de chaleur dans la caverne des installations auxiliaires et commencé celui des conduites de câbles et du système de ventilation dans la caverne des installations électriques.

On a achevé le pont sur la Meuse qui relie les différentes parties du site, le bétonnage dans les bâtiments des machines, de l'annexe électrique, de l'administration, de l'épuration et du stockage des éléments combustibles, ainsi que les installations d'amenée d'eau et de rejet. La construction des bâtiments réservés aux ateliers, au stockage et au traitement des effluents radio-actifs se poursuit.

La pose des structures en acier de la partie supérieure et du toit du bâtiment des machines est terminée mais le revêtement extérieur des murs est encore en cours.

Un réservoir d'eau d'alimentation a été placé sur le toit de l'annexe électrique. Le pont roulant du bâtiment des machines a déjà pu être mis en service. Le montage de la première moitié du condenseur est terminé et l'on procède aux percements nécessaires. On a commencé le montage de l'installation de traitement des eaux et de la station d'air comprimé. Les conduites d'eau de refroidissement reliant les installations d'amenée d'eau, le bâtiment des machines et les installations de rejet, sont en place tout comme les tuyauteries de recirculation. Les travaux de canalisation et l'aménagement des voies d'accès se poursuivent.



PISCINE DU RÉACTEUR DE LA CENTRALE DE LA SOCIÉTÉ
D'ÉNERGIE NUCLÉAIRE FRANCO-BELGE DES ARDENNES (SENA)

(Voir légende au verso)

Les travaux de construction de cette centrale de 266 MWe ont atteint un stade avancé : l'excavation et le bétonnage des galeries, puits et cavernes sont terminés. La cuve du réacteur est installée.

La première criticité est prévue pour le milieu de 1966; la mise en service de l'installation aura lieu vers la fin de la même année.

La centrale de la SENA fait partie du programme de participation d'Euratom.

C'est en novembre, après six semaines de transport, que la cuve de pression fabriquée au Creusot est parvenue sur place. En attendant son montage dans la caverne du réacteur, elle demeure sur sa remorque dans le hall des machines, où des résistances électriques et un système d'isolement la protègent contre de trop basses températures.

La fabrication du pressuriseur, des divers éléments de tuyauterie du circuit primaire et du groupe turbo-alternateur est en cours et celle des pompes et des vannes primaires est bien avancée; les boucles d'essai sont en voie de vérification et la livraison des générateurs de vapeur interviendra sous peu.

En résumé, les travaux de la SENA se poursuivent conformément au programme établi, qui prévoit la première criticalité pour le milieu de 1966.

2. Exécution du contrat

a. Détachements

Pendant l'année 1964, le personnel détaché auprès de l'installation a été le suivant :

	Total	Hommes-mois
Agents d'Euratom détachés à titre permanent	3 (1)	30

(1) Un de ces agents a été détaché auprès de la Westinghouse à Pittsburgh à dater du 15 janvier 1964 pour une durée d'un an.

b. Acquisition de connaissances

30 rapports et exposés ont été établis au cours de l'année. Ce chiffre comprend les rapports des ingénieurs détachés d'Euratom, ainsi que les exposés présentés par ces ingénieurs et les représentants des contractants lors de la dernière réunion d'information.

IV. La Centrale de Gundremmingen de la KRB

1. Avancement des travaux

En janvier 1964, un premier essai sous pression de l'enceinte de sécurité du réacteur a fait ressortir certains défauts qui ont amené à modifier, entre autres, les traversées des sas. Le bétonnage à l'intérieur de l'enceinte n'a donc pu intervenir à la date prévue, ce qui a provoqué un retard de quelques mois

par rapport au programme initial. Le second essai sous pression a eu lieu en août 1964 de façon tout à fait satisfaisante. Il a été alors possible de procéder au bétonnage qui s'effectue de façon accélérée pour rattraper le retard.

Durant le temps nécessaire aux modifications de l'enceinte, il a été possible de se consacrer davantage aux autres travaux de génie civil, ce qui a permis de faire progresser plus rapidement que prévu la construction des autres bâtiments.

La fabrication en usine des diverses parties de la centrale a progressé normalement. Actuellement, des éléments importants, tels que la cuve de pression du réacteur, les générateurs de vapeur secondaire, les pompes de circulation, le système de purification de l'eau primaire et la turbine, sont en voie d'achèvement. Les essais en usine et la livraison sur le site auront lieu au cours du premier trimestre de 1965.

Ont été établies les caractéristiques définitives du premier cœur. Les éléments combustibles, les barres de contrôle et leur dispositif de commande, les séparateurs de vapeur ainsi que les éléments de structure du cœur, sont actuellement en cours de fabrication.

Le programme des travaux a été révisé récemment en fonction de l'état d'avancement des travaux de génie civil et de la fabrication des équipements principaux. La première criticalité du réacteur est maintenant prévue pour mai 1966, la mise en service de la centrale demeurant fixée à la fin de la même année.

2. Exécution du contrat

a. Détachements

Pendant l'année 1964, le personnel détaché auprès de l'installation a été le suivant :

	Total	Hommes-mois
Agents d'Euratom détachés à titre permanent	2	24

b. Acquisition de connaissances

17 rapports et exposés ont été établis au cours de l'année. Ce chiffre comprend les rapports des ingénieurs détachés d'Euratom, ainsi que les exposés

présentés par ces ingénieurs et les représentants des contractants lors de la dernière réunion d'information.

V. La Centrale de Doodewaard de la SEP

1. *Avancement du projet*

Le projet comporte trois phases, dont la deuxième (étude détaillée de la centrale) a été menée à terme au cours de l'année. Le délai de 18 mois, prévu pour cette phase, a pu être respecté.

Les modifications les plus importantes par rapport au projet préliminaire concernent les points suivants :

- Pour le gainage des éléments combustibles, on prévoit maintenant des tubes en Zr-2 plutôt qu'en acier inoxydable; ces tubes seront du type autoportant et d'une seule pièce. Il s'ensuivra une réduction de 19 % de la longueur active du combustible, ce qui augmentera de 24 % la densité moyenne de puissance.
- La perte de charge plus élevée découlant du remplacement de l'acier inoxydable par le Zircaloy ainsi qu'une meilleure connaissance des phénomènes de recirculation, acquise sur un réacteur analogue, celui de Humboldt-Bay, ont amené à doubler la hauteur des « cheminées » situées sur les canaux des éléments de combustible.
- Il avait été prévu, initialement, de disposer les séparateurs et les sorties de la vapeur aux parois du corps de la cuve du réacteur. Il a été ensuite décidé de les fixer au couvercle de la cuve. On peut obtenir, de la sorte, une séparation plus poussée de la vapeur pour une même hauteur de cuve sous pression. Il s'ensuit de plus une meilleure répartition d'écoulement.
- Le condenseur de secours ne se trouve plus dans la piscine de stockage pour les éléments irradiés, mais dans un bassin spécialement conçu à cet effet. On évite ainsi le risque d'une contamination radio-active par des éléments défectueux.
- Le diamètre de la cuve du réacteur a pu être réduit de 305 à 279 cm.
- Le taux d'irradiation moyen du combustible a été augmenté d'environ 15 %.

A la fin des travaux d'études, on a procédé à une évaluation précise du coût de la centrale. Il convenait de ne pas dépasser un total de 95 000 000 de fl. C'était là une des conditions que la SEP elle-même avait mise à la construction de la centrale.

La SEP a pris sa décision à la fin du mois de janvier 1965 et a amorcé la constitution d'une société, la « Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland N.V. » (GKN), qui exploitera la centrale. Le Ministère des Affaires sociales, de son côté, a accordé son « nihil obstat » à la construction et à l'expérience critique.

Les travaux préparatoires d'aménagement du site (terrassément, construction d'un port, ainsi que de digues et de voies d'accès supplémentaires) n'en avaient pas moins débuté dès octobre 1964. Grâce à un temps propice, environ 25 % de ces travaux ont pu être achevés à la fin de l'année. Le site prévu pour la centrale a été surélevé jusqu'au niveau des « hautes eaux », afin de pouvoir procéder aux fondations dès l'obtention de l'accord du gouvernement néerlandais.

Au début de l'année 1964, l'équipe de la SEP comptait 9 ingénieurs et 3 techniciens. Six ingénieurs, dont un agent de Neratoom, ont été détachés jusqu'en octobre auprès de la General Electric à San Jose pour étudier de façon approfondie le système nucléaire de production de vapeur (Nuclear Steam Supply System). Un autre ingénieur a travaillé jusqu'en été à la SENN. Les effectifs comprennent maintenant 12 ingénieurs et 6 techniciens, y compris deux ingénieurs détachés auprès de la SEP par la direction Industrie d'Euratom.

La gestion du projet d'ensemble est du ressort du bureau de construction de la SEP à Arnhem. La General Electric a été chargée de l'étude du système nucléaire de production de vapeur avec la participation des ingénieurs détachés par la SEP. Les autres travaux, y compris les études relatives à l'acier de la cuve sous pression et le calcul du blindage, sont effectués par le bureau de construction d'Arnhem. Du 1^{er} octobre à la fin décembre a été poursuivie la préparation du rapport final de sécurité, tandis que pour sa part la Commission d'Euratom, à la demande du gouvernement néerlandais, a fait procéder, sur ce point, à une expertise par un groupe d'experts de la Communauté.

Conformément au contrat de participation Euratom/SEP, la SEP a transmis à la Commission, tout au long de l'année, toutes les spécifications et plans définitifs jusqu'à la fin de l'année.

Deux ingénieurs de la direction Industrie d'Euratom ont été détachés, en qualité de représentants permanents, auprès de la SEP pour tenir la Commission au courant de l'état d'avancement du projet. Ils ont été inclus, selon leurs qualifications professionnelles, aux groupes de travail du bureau de construction.

2. Exécution du contrat

a. Détachements

Pendant l'année 1964, le personnel détaché auprès de l'installation a été le suivant :

	Total	Hommes-mois
Agents d'Euratom détachés à titre permanent	2	14,50

b. Acquisition de connaissances

16 rapports et exposés ont été établis au cours de l'année. Ce chiffre comprend les rapports des ingénieurs détachés d'Euratom, ainsi que les exposés présentés par ces ingénieurs et représentants des contractants lors de la dernière réunion d'information.

VI. Documentation transmise par les contractants

En contrepartie de sa participation, la Commission obtient, entre autres, de ses contractants, une documentation qui lui permet de constituer un ensemble organique d'informations et de données sur la conception, la construction, les essais, la mise en service et l'exploitation des centrales.

Cette documentation comprend :

- des documents contractuels et notamment les copies des contrats conclus entre le contractant et ses fournisseurs principaux;
- des dessins, spécifications, schémas, données et caractéristiques techniques principales et programmes de construction et d'essais;
- des rapports de sécurité;
- des rapports, dont certains sont établis périodiquement, sur tous les aspects de la réalisation d'une centrale nucléaire tels que : avancement des travaux, modifications apportées au projet pendant la construction, difficultés et incidents importants, mesures prises pour y remédier;
- des renseignements d'ordre financier et technico-économique.

Conformément aux contrats, les partenaires d'Euratom ont régulièrement fourni la documentation prévue, ce qui représente, pour 1964, un total de quelque 12 000 pages de texte et de dessins.

**RÉPARTITION, PAR CENTRALES ET PAR TYPES
DE DOCUMENTS, DE LA DOCUMENTATION REÇUE
AU COURS DE L'ANNÉE**

Documentation reçue	SENN	SIMEA	SENA	KRB	SEP	Total
Rapports initiaux	—	—	23	—	—	23
Rapports annuels	1	1	2	1	1	6
Rapports trimestriels	5	3	5	7	4	24
Rapports spéciaux	2	—	—	—	—	—
Rapports de sécurité	—	—	2	2	1	5
Plans, spécifications, etc.	101	4	109	156	181	553
Total	109	8	141	166	187	611

VII. Diffusion des connaissances

Les informations fournies à Euratom aux termes des contrats de participation sont mises à la disposition des organismes, entreprises et personnes autorisées; elles sont diffusées de deux façons différentes :

1. Diffusion des documents

Les documents suivants sont diffusés par l'intermédiaire des six correspondants nationaux :

- rapports des ingénieurs détachés par la Commission;
- listes périodiques afférentes aux rapports des ingénieurs détachés par les entreprises ou firmes de la Communauté et aux documents transmis par les contractants.

Les destinataires de ces listes peuvent consulter, au siège de la Commission, les documents qui les intéressent ou en demander copie sur microfilm.

Pays	Nombre de demandeurs	SENN	ENEL/SIMEA	SENA	KRB	SEP	Total
Belgique	2	1	—	4	—	—	5
Allemagne	6	18	1	7	21	4	51
France	3	12	24	—	1	2	39
Italie	4	168	148	83	6	6	411
Pays-Bas	3	—	—	2	3	2	7
	18	199	173	96	31	14	513

Documents microfilmés en 1964 : le tableau ci-avant indique le nombre de microfilms demandés par pays et pour chaque centrale ainsi que le nombre de demandeurs par pays.

Au cours de la même année, les documents disponibles au siège d'Euratom ont été consultés par 233 personnes, se répartissant comme suit :

Belgique	25 organismes et firmes ont envoyé	52 personnes
Allemagne	28 » » »	50 »
France	28 » » »	62 »
Italie	12 » » »	34 »
Luxembourg	1 firme a envoyé	2 personnes
Pays-Bas	15 organismes et firmes ont envoyé	33 »
	<u>109</u>	<u>233</u>

2. Réunions d'information

La quatrième réunion d'information sur l'exécution des contrats de participation aux réacteurs de puissance a eu lieu les 13 et 14 mai 1964 à Bruxelles. A cette réunion étaient représentés 109 organismes et entreprises de la Communauté, se répartissant comme suit :

Belgique	25
Allemagne	28
France	28
Italie	12
Luxembourg	1
Pays-Bas	15

250 personnes ont participé à la réunion. Le programme des travaux comportait l'examen de problèmes généraux, d'organisation, de questions économiques et de diffusion des connaissances, en même temps que la présentation d'exposés par des ingénieurs d'Euratom, par des ingénieurs détachés de firmes et organismes de la Communauté et par des représentants des sociétés contractantes.

Ces rapports ont fourni d'intéressantes données sur la situation actuelle des cinq centrales et sur différents aspects techniques de leur réalisation. Il a été surtout question des résultats des essais de mise en service des centrales du Garigliano et de Latina, de l'état d'avancement des travaux et des problèmes de conception et de construction des centrales de Chooz et de Gundremmingen et de la conception et de certains problèmes techniques de la centrale de Doodewaard.

**LA RESPONSABILITÉ CIVILE
EN MATIÈRE D'UTILISATION
DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE**

Les conventions européennes relatives à la responsabilité civile

En 1960, la plupart des pays de l'Europe occidentale — dont tous les Etats membres de la Communauté européenne — ont signé la Convention de Paris (Convention du 29.7.1960 sur la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire). En 1963, ils ont signé la Convention complémentaire de Bruxelles (Convention complémentaire à la Convention de Paris du 29.7.1960 sur la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire, du 31.7.1963). Toutefois, ces conventions ne sont pas encore entrées en vigueur.

L'établissement en Europe d'un régime commun de responsabilité civile nucléaire était imposé par le caractère même des dommages nucléaires, dont les effets peuvent se faire sentir au-delà des frontières d'un Etat et par la nécessité, en cas de sinistres importants, d'une intervention financière des pouvoirs publics. Ce risque financier, les Etats européens entendent le supporter en commun dans le cadre d'un système de compensations réciproques. Dans le cas de la Communauté européenne, un autre élément important a joué : celui du Marché commun de l'énergie nucléaire, qui exige un régime uniforme de responsabilité civile, des régimes différents pouvant entraîner des disparités de coûts et, par conséquent, de fâcheuses distorsions de la concurrence.

L'entrée en vigueur des conventions.

La ratification des conventions s'est trouvée retardée provisoirement, dans la plupart des Etats signataires, du fait de la mise au point du texte de la Convention mondiale de Vienne peu après la signature de la Convention complémentaire de Bruxelles. Bien que la Convention de Vienne n'eût été signée par aucun des Etats membres de la Communauté européenne, non plus que par les Etats-Unis, l'URSS et la Grande-Bretagne, il convenait de rendre possible une adhésion simultanée aux conventions européennes et à celle de Vienne. C'est pourquoi des protocoles additionnels, complétant et modifiant

ces conventions de façon à les rendre compatibles avec celle de Vienne, ont été signés en janvier 1964. Les conventions européennes ont ainsi reçu la forme définitive sous laquelle elles pourront être ratifiées.

La Commission estime qu'il serait très souhaitable, étant donné le développement de l'industrie nucléaire, que les conventions soient bientôt ratifiées et appliquées dans la Communauté. La Commission a fait des démarches en ce sens auprès des Etats membres. Cela permettrait de simplifier et d'accélérer les procédures d'autorisation d'exploitation des installations nucléaires et de réduire les charges d'assurance.

La législation des Etats membres

En Italie, une loi atomique reprenant les principes de la Convention de Paris a été promulguée le 31 décembre 1962. En cas de ratification de la Convention, il n'y aura que peu de modifications à apporter à cette loi. Une ratification prochaine ne se heurte donc pas, dans ce pays, à de grandes difficultés.

Aux Pays-Bas, un projet de loi provisoire sur la responsabilité civile nucléaire a été soumis au Parlement. Le projet sera voté prochainement. Reprenant lui aussi les principes de la Convention de Paris, il restera applicable jusqu'à la ratification de la convention. Son adaptation aux conventions ne posera pas de problèmes notables. On espère que l'Italie et les Pays-Bas ratifieront bientôt les conventions.

En France et en Belgique, des lois de ratification et d'application des conventions sont actuellement à l'étude. On espère que ces lois seront votées dès 1965.

En Allemagne et au Luxembourg, on n'a pas encore abordé l'étude d'une législation de ratification et d'application. En effet, la loi atomique allemande, promulguée en 1959, institue un régime qui correspond dans l'ensemble aux dispositions des conventions, à l'exception de certains points qui seront à modifier; quant au Luxembourg, le problème ne se pose pas encore à l'heure actuelle.

Harmonisation des législations d'application

Sur un certain nombre de points, les conventions laissent une grande latitude aux Etats membres en ce qui concerne leur législation nationale d'application. La Commission estime, toutefois, que si les Etats membres de la Communauté européenne faisaient usage de la faculté qui leur est ainsi donnée de régler chacun de ces points à leur manière sans se concerter au préalable, le marché nucléaire européen risquerait de s'en trouver perturbé. C'est pourquoi, au

cours de l'automne 1964, elle a invité les Etats membres à harmoniser leurs législations d'application, en précisant les points pour lesquels une telle harmonisation lui semblait particulièrement souhaitable et opportune. En janvier 1965, une première réunion d'experts nationaux a été consacrée à la confrontation des projets de textes d'application des conventions, réunion à l'occasion de laquelle les Etats membres et la Commission sont convenus de poursuivre activement leurs efforts en vue de l'harmonisation des textes. La Commission a formulé des suggestions ayant pour objet de faciliter l'adoption de solutions communes sur les principaux points laissés par les conventions à la discrétion des Etats contractants. Une deuxième réunion se tiendra très prochainement.

ASSURANCE DES RISQUES NUCLÉAIRES

1. Assurance des installations de la Communauté

En ce qui concerne l'assurance de ses propres installations nucléaires, la Commission avait à envisager deux sortes de problèmes, l'assurance en dommages matériels et la couverture de sa responsabilité civile.

Pour ce qui est de l'assurance en dommages matériels nucléaires, la Commission, en plein accord avec le Conseil, n'a pas cru devoir modifier en 1965 la situation antérieure qui ne prévoyait pas pour ce genre de risques de recours au marché des assurances, mais une couverture à l'aide de son propre budget.

La question de la couverture de la responsabilité civile liée à l'exploitation des établissements du CCRN, de son côté, avait déjà fait l'objet d'échanges de vues avec le Conseil en 1963 et 1964. La complexité du problème et la diversité des solutions appliquées dans les Etats membres avaient rendu difficile la fixation, dès 1964, d'une politique générale de la Communauté en la matière. Aussi a-t-on décidé provisoirement pour 1965 de couvrir par assurance la responsabilité de la Communauté pour le Centre d'Ispra et le BCMN et au moyen du budget les risques liés à l'Institut des Transuraniens de Karlsruhe, la Communauté devenant ainsi son propre assureur.

En vue de faciliter le choix d'une solution applicable à l'ensemble des installations propres d'Euratom, la Commission a procédé en 1964 à une large consultation des milieux intéressés pour obtenir un complément d'informations.

Les résultats de cette consultation, même s'ils n'ont pas entièrement répondu à ses souhaits — le marché des assurances nucléaires n'ayant pas une suffisante fluidité pour permettre une concurrence parfaite — devraient permettre à la Commission de fixer dans le courant de 1965 les grandes lignes de la politique qu'il conviendrait de suivre pour la couverture de la responsabilité civile liée au fonctionnement de ses installations nucléaires fixes.

2. Problèmes pratiques d'assurance nucléaire

La Commission s'est penchée, cette année encore, sur les problèmes pratiques d'assurance nucléaire en général. A cet effet, elle a tenu avec les assureurs

nucléaires de la Communauté, en mai 1964 à Aix-en-Provence, un colloque auquel ont également assisté des observateurs des gouvernements des Etats membres. A cette occasion, la Commission a attiré l'attention sur les perspectives d'expansion que le développement de l'énergie nucléaire permet d'escompter à moyen terme pour le marché de l'assurance nucléaire et sur l'effort que cette évolution commandera de la part des assureurs.

Il est apparu néanmoins que la situation particulière de l'assurance nucléaire par rapport aux autres branches d'assurance risquait de se prolonger assez longtemps encore. Cette situation est imputable surtout au fait que les risques nucléaires sont encore mal connus. Il n'existe encore, en effet, qu'un petit nombre d'installations nucléaires. La probabilité d'accidents importants est faible, mais un sinistre pourrait coûter extrêmement cher. Il est encore impossible, en matière d'assurance nucléaire, de calculer les probabilités de réalisation du risque, comme on le fait habituellement, en recourant à la statistique. Toujours en raison du nombre très restreint des installations existantes, les primes ne suffiront pas à couvrir de gros sinistres éventuels. A l'inverse d'autres assurances, pour lesquelles les assureurs organisent simplement une communauté et une compensation des risques, l'assurance nucléaire constitue un véritable risque financier. C'est pourquoi les différentes compagnies d'assurance et de réassurance n'acceptent d'assumer pour leur propre compte que des risques relativement peu importants. Aussi les compagnies d'assurance des Etats membres se sont-elles groupées en pools pour répondre à la nécessité d'une coassurance.

Parmi les conditions du développement d'un marché communautaire de l'assurance nucléaire, les assureurs ont attaché une importance particulière à l'harmonisation, dans les Etats membres, des législations d'application des Conventions de Paris et de Bruxelles. Ils ont manifesté leur intérêt pour toute initiative que la Commission pourrait prendre en ce sens. Ils lui ont, depuis lors, fait connaître leur point de vue.

Enfin, les assureurs ont accueilli favorablement l'intention de la Commission d'encourager l'harmonisation des conditions pratiquées par les pools pour l'assurance des installations nucléaires fixes. Le rapprochement des pratiques contractuelles est de nature à faciliter le développement de la réassurance et à contribuer à l'abaissement du coût de l'assurance.

La Commission travaille, actuellement, avec les assureurs, à l'harmonisation des polices d'assurance couvrant la responsabilité civile des installations nucléaires fixes. Les principes d'une police d'assurance harmonisée sont en voie d'établissement au sein d'un groupe de travail institué entre la Commis-

sion et les assureurs. L'assurance nucléaire étant concentrée sous forme de pools, la Commission estime qu'il convient de mettre au point les principes de base des conditions d'assurance avec tous les intéressés. Les textes harmonisés seront donc également examinés avant publication avec les principales associations européennes de preneurs d'assurance.

L'harmonisation des polices d'assurance couvrant la responsabilité civile des installations nucléaires fixes doit être suivie de celle des polices d'assurance des dommages matériels d'origine nucléaire et d'une refonte de l'assurance responsabilité civile des transports nucléaires.

GESTION DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

Le développement du portefeuille de brevets de la Communauté s'est poursuivi. Une déclaration de la Commission au Conseil a défini le régime applicable aux brevets issus des contrats d'association. Cette définition s'ajoute à celle du régime des brevets dans les contrats de recherche (1961), du régime des connaissances non brevetables issues des mêmes contrats (1963), du régime des « brevets de base » détenus par les contractants (1963), ainsi que de la position de la Commission en ce qui concerne la concession de licences sur ses brevets aux pays tiers et aux personnes ou entreprises étrangères de la Communauté (1963). La politique constituée par cet ensemble de définitions a été confirmée par une application sans heurts.

1. *Communication des demandes de brevets* (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 1964, reçu la communication du contenu de 11 322 demandes de brevet, dont 1 361 demandes communiquées en 1963. Le nombre des inventions, objet des demandes communiquées à la Commission, soit sous forme de contenu, soit sous forme de communication d'existence, est de 8 333.

2. *Dépôt de brevets par la Communauté et ses contractants*

A la fin de 1964, le Bureau des brevets de la Commission avait examiné 634 inventions issues de l'exécution du programme de recherches. Parmi ces inventions, 247 ont été examinées en 1964, contre 139 au cours de l'année précédente. Ces inventions avaient fait l'objet, depuis l'entrée en vigueur du Traité jusqu'à la fin de 1964, de 532 premières demandes de brevet dans un pays, soit au nom de la Communauté, soit au nom des contractants de la Commission, dont 181 premières demandes en 1964. Le nombre total des demandes de brevets d'extension à d'autres pays avait atteint 1 412 à la fin de 1964.

D.J. 23

Parmi les brevets demandés dans des pays qui pratiquent l'examen préalable, 59 ont été accordés; aucun échec n'a été enregistré.

Les inventions faisant l'objet d'un dépôt de brevet se répartissaient comme suit, fin 1964 :

	1964	Années antérieures
ORGEL, ECO et ESSOR	14	73
Réacteurs rapides	66	—
Fusion thermonucléaire contrôlée	18	35
BR 2	6	20
DRAGON	25	68
Divers	104	103

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

	1964	Années antérieures
Etablissements du CCR	61	91
Contrats d'association	97	83
Autres contrats	46	54
DRAGON	24	67
Divers	5	4

Une liste des demandes de brevet déposées du 1^{er} janvier au 31 décembre 1964 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.

3. Exploitation des brevets du portefeuille

Les établissements du CCR, les associés et contractants utilisent en laboratoire ou à l'échelle semi-industrielle une partie substantielle des inventions brevetées issues de l'exécution du programme de la Communauté. Le nombre des demandeurs de licences, au titre de l'article 12 du Traité, reste faible. Les demandes de licences concernent des brevets de portée limitée (petit appareillage, instruments de mesure, etc.) dont l'application n'est pas seulement nucléaire. Mis à part l'emploi dans les réacteurs de la Commission et de ses associés, on ne peut évidemment espérer voir se manifester des demandes de licences sur les brevets de réacteurs ou parties de réacteurs, qu'à partir du moment où la construction de prototypes sera décidée. Par ailleurs, la non-exclusivité des licences, voulue par le Traité, en affaiblissant la protection du licencié sur le marché, n'incite guère les entreprises de la Communauté aux investissements que nécessite la commercialisation de produits nouveaux.

En 1964, une seule licence nouvelle a été concédée. Elle porte sur un brevet issu de travaux entrepris dans le cadre d'une association; son objet est un densimètre.

En revanche, la négociation de quatre autres licences est très avancée. Elles auraient pour objet : un pulvérisateur électrostatique, une matière céramique pour la fusion de l'uranium et ses alliages, un appareillage pour la purification d'une atmosphère inerte enfermée et un appareil permettant de déterminer la valeur des fuites des boîtes à gants ou des enceintes α considérées étanches.

4. Régime des brevets dans les contrats d'association

Le Conseil a pris acte d'une déclaration de la Commission concernant le régime des brevets dans les contrats d'association. Les principes essentiels de ce régime — adaptation aux associations du régime appliqué depuis 1961 aux contrats de recherches — sont les suivants :

- En règle générale, les brevets protégeant les inventions issues de l'association sont déposés au nom de l'associé, si celui-ci le désire. Exceptionnellement, notamment en cas de renonciation de la part de l'associé, ils sont déposés au nom de la Communauté. Les frais de dépôt, de délivrance, de maintien et de défense des brevets sont partagés dans les mêmes proportions que les frais de l'association.
- La Commission et l'associé bénéficient sur les brevets issus de l'association d'un droit d'usage gratuit, non exclusif et irrévocable, pour leurs propres besoins.
- La Commission et l'associé concèdent d'un commun accord les licences ou sous-licences pour les applications nucléaires. Pour les applications non nucléaires, l'associé concède librement les licences, sous réserve d'en informer la Commission.

Lorsqu'il s'agit d'applications nucléaires, la Commission ou l'associé ne peuvent refuser leur accord à la concession d'une licence ou sous-licence par l'autre partie aux Etats membres, personnes et entreprises de la Communauté, y compris les entreprises communes, pour l'exploitation des brevets sur le territoire des Etats membres; il en va de même si la licence ou sous-licence n'est pas concédée uniquement pour effectuer des recherches, pour l'exportation d'objets fabriqués sur ce territoire, une partie de la fabrication étant cependant autorisée dans le pays destinataire, si elle est la condition nécessaire de l'exportation (dispositions légales ou réglementaires, conditions des cahiers des charges, tarifs douaniers, etc., dans le pays destinataire).

La licence ou sous-licence peut être accordée, sans autres conditions que celles prévues à l'alinéa précédent :

- a. si elle est concédée uniquement pour effectuer des recherches;
- b. si elle est concédée pour permettre l'exploitation des résultats d'une recherche effectuée par celle des parties contractantes qui la concède ou pour son compte, dans la mesure où la licence ou sous-licence est nécessaire à l'exploitation de ces résultats de recherches.

Dans les autres cas :

- a. la Commission ne peut concéder de licence ou sous-licence qu'après s'être assurée que la concession est conforme à la mission de la Communauté, c'est-à-dire qu'elle est de nature à contribuer à l'établissement des conditions nécessaires à la formation et à la croissance rapides des industries nucléaires de la Communauté;
- b. la Commission peut s'opposer à la concession d'une licence ou sous-licence par l'associé, si elle l'estime contraire à la mission de la Communauté.
 - Les taux des redevances et les conditions générales ou particulières des licences ou sous-licences pour les applications nucléaires sont fixés d'un commun accord (même si le commun accord sur le principe même de concession de la licence ou sous-licence n'est pas requis).
 - Les redevances sont partagées entre la Commission et l'associé dans les mêmes proportions que les frais de l'association. La question de savoir si les redevances pour les applications non nucléaires sont partagées est débattue contrat par contrat.
 - S'il y a lieu, l'associé prend, en matière de brevets de base, des engagements similaires à ceux qui sont demandés, le cas échéant, à l'occasion de la conclusion de contrats de recherches financés à 100 %.

5. Vérification des droits de propriété industrielle dans le cadre des Six

L'avant-projet de convention relatif à un droit européen des brevets à l'élaboration duquel la Commission d'Euratom a participé, aux côtés de la Commission de la CEE, est actuellement examiné par le Conseil.

D'importants problèmes politiques n'ont pu encore trouver de solution. Il s'agit, en particulier, de la question de savoir si le brevet à créer sera communautaire ou international et si l'accès en sera réservé ou non aux ressortissants des Etats membres de la convention.

1. *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.

	<i>Nombre d'installations au</i>			
	1.1.1962	1.1.1963	1.1.1964	1.1.1965
Règlement n° 7	83	97	117	135
Règlement n° 8	127	134	155	168

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.

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

Les installations dont les caractéristiques techniques fondamentales ont été communiquées à la Commission jusqu'au 1.1.1965 se répartissent, par branche d'industrie, comme suit :

	Belgique	Allemagne	France	Italie	Pays-Bas	Communauté
Fabrication de concentrés	1 ⁽¹⁾	1	4	1 ⁽²⁾		7
Fabrication de combustibles	1	1	6			8
Fabrication éléments combustibles	3 ⁽³⁾	2	4	1		10
Réacteurs	7 ⁽⁵⁾	22	24 ⁽⁴⁾	20	8	81
Traitement combustibles irradiés			1	1		2
Laboratoires	5	6	7	9 ⁽⁶⁾		27
	17	32	46	32	8	135

(¹) Hors Communauté (République démocratique du Congo).

(²) Installation arrêtée.

(³) Dont deux installations arrêtées.

(⁴) Dont un réacteur arrêté.

(⁵) Dont un réacteur hors Communauté.

(⁶) Dont deux laboratoires ne traitant plus de matières nucléaires actuellement.

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

Les données suivantes expriment la situation de l'application du Règlement n° 8 au 1.1.1965 :

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 : 64 entreprises communiquent à la Commission des bilans et inventaires de 139 installations.

b. Exportations et importations avec les pays tiers :

22 entreprises ont adressé à la Commission, lors de l'importation ou de l'exportation, 341 déclarations de transfert avec les pays tiers :

	<i>Importations</i>	<i>Exportations</i>
— Uranium naturel	25	26
— Uranium appauvri	19	6
— Thorium	22	57
— Matières fissiles spéciales	157	29
	<hr/>	<hr/>
Total :	223	118

101 de ces importations et 12 de ces exportations portaient sur des matières livrées à la Communauté en vertu d'accords de coopération.

- c. Les tableaux ci-après montrent le développement des activités dans les principaux secteurs du cycle de combustible, ainsi que l'augmentation du volume des matières sous engagements souscrits par la Communauté dans des accords avec des pays tiers.

STOCK DE MATIÈRES FISSILES SPÉCIALES IMPORTÉES

	31.12.1962 Accords bilatéraux conclus par		31.12.1963 Accords bilatéraux conclus par		31.12.1964 Accords bilatéraux conclus par	
	la Commu- nauté	les Etats membres	la Commu- nauté	les Etats membres	la Commu- nauté	les Etats membres
<i>Uranium enrichi</i> (U-235 en kg)						
Centres de recherches	2	98	1	151	43	453
Production de combus- tible	1	138	130	473	217	593
Réacteurs	50	736	1 145	834	2 656	1 146
	53	972	1 276	1 458	2 916	2 192
Total Communauté	1 025		2 734		4 948	
<i>Plutonium</i> (en kg)						
Centres de recherches	1	1	8	4	51	4,4
Réacteurs	0,2	0,1	0,4	0,2	2	0,2
	1,2	1,1	8,4	4,2	53	4,6
Total Communauté	2,3		12,6		57,6	

**STOCK D'URANIUM NATUREL (en t)
DANS LES RÉACTEURS DE LA COMMUNAUTÉ**

	au 31.12.1962	au 31.12.1963	au 31.12.1964
Réacteurs	669	844	1 230

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

	Belgique	Allemagne	France	Italie	Pays-Bas	Communauté
Entreprises	7	24	16	17	8	72
Etablissements	8	27	50	19	8	112
Installations	13	38	71	31	15	168
- Mines		2	26	1		29
- Fabric. concentrés		1	4			5
- Fabric. combustibles	1	1	3			5
- Fabric. élém. combustibles	1	3	6	1		11
- Réacteurs	6	22	22	19	8	77
- Trait. comb. irradiés			1			1
- Laboratoires	5	9	9	10	7	40

4. Inspections

Au cours de l'année 1964, les inspecteurs se sont rendus dans 110 installations :

	<i>Nombre d'inspections</i>
— Installations de concentration de minerais	2
— Installations de préparation de combustibles	9
— Installations de fabrication d'éléments de combustible	12
— Réacteurs de puissance	9
— Réacteurs de recherches	55
— Laboratoires de recherches	23

L'Agence d'approvisionnement d'Euratom est entrée en activité le 1^{er} juin 1960. A cette date, le rythme du développement de l'industrie nucléaire apparaissait comme sensiblement plus lent qu'on ne l'avait prévu lors de la négociation du Traité.

Approvisionnement en uranium naturel

La demande civile d'uranium naturel était alors assez faible. Elle correspondait essentiellement aux besoins des activités de recherches et de quelques installations industrielles pilotes. En outre, la situation du marché des minerais et matières brutes se caractérisait par un excès notable de l'offre sur la demande.

Pour cette double raison, la Commission s'est efforcée de définir un régime de conclusion des transactions moins administratif que le système transitoire de l'article 222 du Traité, en vertu duquel la conclusion des contrats portant sur l'approvisionnement des minerais et matières brutes était subordonnée à une autorisation de la Commission.

D'autre part, la Commission a estimé nécessaire de ne définir les modalités de confrontation des offres et des demandes qu'en pleine connaissance de la situation de chacun des marchés des produits tombant sous l'application du chapitre VI du Traité. Aussi a-t-elle donné directive à l'Agence de lancer une enquête de marché. Les résultats de cette enquête, la première du genre à être effectuée dans la Communauté et qui portait sur la période 1960-1965, ont amené l'Agence, ainsi que les représentants qualifiés des producteurs et utilisateurs auprès de son Comité consultatif, à estimer que la procédure applicable aux transactions sur les minerais et les matières brutes devrait être assouplie.

Aussi la Commission a-t-elle approuvé, après avis du Comité consultatif, un règlement de confrontation des offres et des demandes, établi par l'Agence, et en vertu duquel les contrats relatifs à ces matières pourraient être conclus selon une procédure simplifiée.

Cette procédure simplifiée, toujours en vigueur, et dont l'opportunité s'est trouvée confirmée par une deuxième enquête de marché (1963/1967), permet

aux producteurs et utilisateurs de négocier librement leurs contrats de fourniture à l'intérieur comme à l'extérieur de la Communauté, tout en maintenant formellement le droit exclusif de l'Agence de conclure des contrats, droit qui s'exerce par le biais d'une notification obligatoire des contrats.

Etude sur l'approvisionnement en uranium à long terme

Les ressources d'uranium naturel étaient assez mal connues et largement surestimées. L'opinion courante était que l'approvisionnement en uranium, même à long terme, ne poserait aucun problème. Eu égard aux perspectives de l'énergie nucléaire, telles qu'elles ont été exposées par la Commission dans son rapport de 1960, et notamment à la proximité de la date à laquelle l'énergie nucléaire deviendra compétitive par rapport à l'énergie classique, ce qui aura pour effet d'accroître les besoins en uranium, l'Agence a été amenée à entreprendre, avec le concours de son Comité consultatif, une étude approfondie sur les problèmes de l'approvisionnement en uranium de la Communauté dans le cadre du monde occidental. Ces études ont fait l'objet d'un rapport du Comité consultatif qui, après approbation de la Commission, a été publié et a obtenu une large audience. Il a aidé à montrer aux gouvernements et à l'industrie que les ressources du monde occidental en uranium économiquement exploitable étaient loin d'être illimitées et que les ressources dont disposait la Communauté ne correspondaient en rien à ses besoins prévisibles à long terme.

Pour la première fois, le problème de l'approvisionnement en uranium à long terme se trouvait posé en Europe. Il a fait l'objet d'un débat au Parlement européen qui, à la suite d'une résolution votée à l'unanimité, a recommandé à la Commission de prendre les mesures nécessaires pour le résoudre.

Les données présentées dans le rapport du Comité consultatif de l'Agence d'approvisionnement ont reçu confirmation lors de la Conférence de Genève de septembre 1964. L'intérêt que la Commission a porté à ce problème, encouragée qu'elle était par les milieux intéressés, s'est traduit par plusieurs initiatives concrètes dont il est fait état dans le chapitre III du Rapport général.

Matières fissiles spéciales

Dans le domaine des matières fissiles spéciales, l'Agence d'approvisionnement, compte tenu du plein exercice de son droit de conclure des contrats, de la nature de ces matières et de la structure de leur marché, a pu jouer un rôle particulier.

Approvisionnement des réacteurs de puissance

L'Agence a conclu jusqu'ici avec l'USAEC trois contrats portant sur la fourniture de matières fissiles spéciales destinées à l'approvisionnement des réacteurs de puissance :

	<i>Quantité totale approximative U 235</i>	<i>Valeur u.c.</i>
SENN (Italie) (Società Elettronucleare Nazionale)	4 000 kg	30 000 000
SELNI (Italie) (Società Elettronucleare Italiana)	8 000 kg	73 000 000
SENA (Société d'Energie nucléaire franco-belge des Ardennes)	8 000 kg	75 000 000
Total :	<hr/> 20 000 kg	<hr/> 178 000 000

Ces trois réacteurs ont pu bénéficier pour leur approvisionnement en combustible de conditions d'achat à paiement différé. Aux termes de cette procédure, les paiements correspondant aux combustibles consommés dans les réacteurs peuvent être échelonnés sur 10 ans, les paiements ainsi différés étant frappés d'un intérêt annuel de 4 %. Le paiement comptant est requis toutefois pour les montants dépassant un certain plafond, fixé à l'avance en fonction de l'« inventaire » du combustible fourni. Le contrat de fourniture prévoit de plus que la valeur de l'uranium enrichi à récupérer dans les éléments de combustible irradiés dans le réacteur est portée par l'USAEC au crédit de l'Agence pour l'achat d'uranium enrichi frais destiné aux réacteurs dont elle assure l'approvisionnement dans le cadre de l'Accord de coopération ou de son avenant.

Signalons enfin que pour la SENN et la SENA, réacteurs qui sont inscrits au programme commun des « réacteurs de puissance » Euratom/USAEC, un deuxième contrat prévoit l'achat éventuel par l'USAEC d'une quantité limitée de plutonium qui ne trouverait pas acquéreur dans la Communauté.

Des négociations sont en cours pour l'approvisionnement d'autres réacteurs de puissance :

	<i>Quantité totale approximative U 235</i>	<i>Valeur u.c.</i>
KRB (Allemagne) (Kernkraftwerk RWE-Bayernwerk) (eau bouillante 237 MWe) (accepté dans le cadre du programme commun de puissance)	6 800 kg	55 000 000

D.J. 25

<i>AEG (Allemagne)</i> (Kernkraftwerk Lingen GmbH) (eau bouillante 160 MWe 250 MWe (surchauffé))	847 kg	6 300 000
<i>KERNKRAFTWERK OBRIGHEIM</i> (Allemagne) (eau pressurisée 280 MWe)	2 600 kg	21 000 000
Total :	<hr/> 10 247 kg	<hr/> 82 300 000

Il en va de même de certaines entreprises qui ont demandé à l'Agence d'entamer des négociations pour la couverture de leurs besoins pour des réacteurs à usage industriel. Tel est notamment le cas pour :

	<i>Quantité totale approximative U 235</i>	<i>Valeur u.c.</i>
<i>GKSS (Allemagne)</i> (Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt Hamburg) (eau pressurisée (avancé) — réacteur destiné au navire « Otto Hahn »)	225 kg	2 000 000
<i>Belgonucléaire/VULCAIN (anglo-belge)</i> (Société belge pour l'industrie nucléaire) (eau pressurisée avec modération varia- ble 20/25 MWe)	1 000 kg	10 000 000
<i>AVR (Allemagne)</i> (Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor) (gaz/graphite haute température)	30 kg	360 000
Total :	<hr/> 1 255 kg	<hr/> 12 360 000

Ainsi, dans le domaine de l'approvisionnement de réacteurs à usage industriel, l'Agence aura, à l'expiration des négociations en cours, traité des opérations dont le chiffre d'affaires s'élève à 272 660 000 u.c. portant sur 31 502 kg d'U 235.

Approvisionnement aux fins de recherche

L'Agence s'est constamment attachée à rationaliser et à simplifier les transactions sur les matières fissiles intéressant la recherche en les regroupant, dans toute la mesure du possible, dans des contrats-cadre. A cet effet, un contrat

de vente a été conclu avec l'USAEC en date du 24 mai 1961 pour l'achat de 1 000 kg d'uranium enrichi et de 8 kg de plutonium pour répondre aux besoins du programme de recherches et de développement mené en commun par les Etats-Unis et Euratom.

Aux termes de ce contrat, il a été importé 25 kg d'uranium enrichi et 8 kg de plutonium, d'une valeur globale de 100 000 u.c.

Multi-lease contract

Le 18 juillet 1962, un « multi-lease contract » a été signé entre l'Agence et l'USAEC pour la location de matières fissiles spéciales prévues à l'avenant de l'Accord de coopération Euratom/Etats-Unis. Le 1^{er} décembre 1963 a été signé un nouveau « multi-lease » valable jusqu'au 30 juin 1967, et permettant d'assurer l'approvisionnement de plusieurs réacteurs de recherches de la Communauté.

Les commandes les plus importantes déjà passées en exécution de ce « multi-lease » sont reprises dans le tableau récapitulatif suivant :

	<i>Quantité totale approximative U 235</i>	<i>Valeur u.c.</i>
ISPRA 1 (Italie)	41,5 kg	500 000
BR 2 (Mol - Belgique)	126,8 kg	1 500 000
Hoge Flux Reactor (Petten - Pays-Bas)	110,0 kg	1 300 000
PEGASE (Commissariat à l'Energie atomique - France)	99,0 kg	1 100 000
Programme réacteurs rapides	545,0 kg	6 300 000
Total :	922,3 kg	10 700 000

Pour la réalisation du programme des réacteurs rapides de la Communauté et de ses trois associés (Commissariat à l'Energie atomique - France, Gesellschaft für Kernforschung - Allemagne et Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare - Italie), un contrat de location à court terme d'uranium enrichi, valable jusqu'à juin 1968, a été conclu avec une option d'achat à exercer au plus tard à cette date. En vertu de ce contrat, l'Agence a loué ou est sur le point de louer à l'USAEC les quantités d'U 235 suivantes :

	<i>Quantités approximatives</i>
— Pour la Gesellschaft für Kernforschung	444 kg U 235
— Pour le Commissariat à l'Energie atomique	224 kg U 235
Total :	668 kg U 235
Valeur approximative :	7 650 000 u.c.

Ainsi, dans le domaine de la recherche, l'Agence a traité en ce qui concerne l'uranium enrichi, un chiffre d'affaires de 18 450 000 u.c.

Dans le cadre de ses activités contractuelles, l'Agence a eu l'occasion de familiariser aux différentes démarches nécessaires, notamment en matière de transport et assurance, les autorités compétentes et les utilisateurs qui s'occupaient, souvent pour la première fois, de ce genre de problèmes. Les difficultés qui se sont fait jour, il y a quelques années, à ce sujet, sont maintenant pratiquement résolues et l'essentiel de ces activités s'effectue désormais à l'initiative du secteur privé.

L'exécution des programmes communautaires des réacteurs rapides a requis la négociation et la conclusion par l'Agence de très importants contrats de fourniture de plutonium :

1. Dans le cadre d'une autorisation du Congrès américain de fournir à Euratom 500 kg de plutonium, l'Agence négocie un contrat portant sur approximativement 400 kg destinés aux assemblages critiques de Cadarache et de Karlsruhe, pour une valeur approximative de 17 200 000 u.c.
2. D'autre part, l'Agence a conclu avec l'UKAEA, pour le compte du Commissariat à l'Énergie atomique français, deux contrats portant sur la fourniture de 90 kg de plutonium constituant la charge du premier cœur du réacteur RAPSODIE (Association Euratom/CEA), et pour une valeur approximative de 4 500 000 u.c.

Ainsi le chiffre d'affaires de l'Agence dans le domaine du plutonium s'élève actuellement à environ 21 800 000 u.c.

En conclusion, sans tenir compte des contrats passés par l'Agence en vertu de la procédure simplifiée et relatifs aux fournitures d'uranium naturel, l'exercice du droit de conclure des contrats par l'Agence dans le domaine des matières fissiles spéciales aura porté, entre le moment de son entrée en activité en juin 1960 et le milieu de l'année 1965, sur un montant approximatif global de 312 910 000 u.c.

**DISPOSITIONS ENTRÉES EN VIGUEUR
DANS LE DOMAINE DE LA
PROTECTION SANITAIRE
ET PROJETS SOUMIS A LA COMMISSION
AU TITRE DE L'ARTICLE 33 EN 1964**

Belgique

La Belgique a transmis à la Commission, pour avis, au titre de l'article 33 du Traité :

- un projet d'« Arrêté ministériel relatif à l'approbation d'un type d'appareil contenant des substances radio-actives », reçu le 14 février 1964;
- un projet d'« Arrêté ministériel modifiant certaines dispositions du Règlement général pour la protection du travail », reçu le 9 avril 1964;
- un avant-projet d'« Arrêté royal modifiant le Règlement général pour la protection du travail et relatif à l'institution des services médicaux du travail, ainsi qu'à l'organisation des secours immédiats et des soins d'urgence aux travailleurs victimes d'accident ou d'intoxication », reçu le 22 mai 1964;
- un avant-projet d'« Arrêté royal modifiant l'Arrêté du Régent du 25 septembre 1947 portant règlement général des mesures d'hygiène et de santé des travailleurs dans les mines ».

Allemagne

Le deuxième Règlement sur la protection radiologique (« Règlement sur la protection contre les dommages dus aux radiations ionisantes dans les écoles ») est entré en vigueur le 30 octobre 1964.

Italie

Est entré en vigueur le 16 juillet 1964, le Décret du Président de la République, n° 185 du 13 février 1964, relatif à la « Sécurité des installations et la protection sanitaire des travailleurs et de la population contre les dangers des radiations ionisantes résultant de l'emploi pacifique de l'énergie nucléaire ».

Luxembourg

La Commission a formulé son avis sur 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 », reçu le 23 janvier 1964.

Les Etats membres de la Communauté sont dotés de tout un réseau de stations de surveillance de la radio-activité ambiante. Depuis trois ans, ce réseau est tout à fait au point et les appareillages et méthodes de mesure sont parfaitement éprouvés.

Les chiffres enregistrés sont étudiés et exploités par la Commission. En 1964, un rapport a présenté l'ensemble des données mensuelles fournies par les stations nationales en ce qui concerne les radio-éléments et l'activité bêta dans l'atmosphère. L'éventail des stations était constitué par 118 stations de surveillance de l'air et 132 stations de surveillance des retombées.

A titre d'exemple, nous donnons ci-joint les courbes établies par les stations de Bruxelles, d'Ispra et de Bari.

Pour l'année 1964, les courbes se rapportent à des enregistrements journaliers, ce qui donne une idée précise de l'évolution de la radio-activité. Pour la période allant de 1958 à 1963, nous y avons ajouté la courbe des résultats mensuels.

Pour la période qui va de la fin de 1961 à 1964, période au demeurant très active, on constate l'évolution suivante :

- fin 1961, remontée instantanée très forte, liée à la reprise des essais nucléaires; après avoir atteint un maximum en fin d'année, les valeurs diminuent régulièrement jusqu'au troisième trimestre de 1962;
- fin 1962, remontée progressive avec un maximum pendant l'été de 1963;
- en 1964, valeurs faibles, marquées seulement par une légère recrudescence en milieu d'année; en décembre 1964, la radio-activité est retombée à un niveau très faible, comparable à celui de 1960.

Du point de vue sanitaire (protection des populations), le taux de la radio-activité atmosphérique en 1964 n'a présenté aucun danger. C'est ainsi qu'à Ispra la moyenne de l'activité bêta totale de l'air n'a été que de $1,14 \text{ pCi/m}^3$ et celle du strontium (durant le premier trimestre) de $0,04 \text{ pCi/m}^3$. Ces valeurs correspondent à une très faible fraction de la « concentration maximale admissible » pour la population. Il en a été de même pour les autres stations de la Communauté.

Contamination radio-active du lait en 1963

L'évolution de la contamination radio-active du lait est suivie avec un intérêt particulier, la consommation de cet aliment représentant environ 50 % de l'apport total de strontium à l'homme adulte. Les figures ci-jointes permettent de se faire une idée des variations qui se sont produites en 1962 et en 1963 dans le niveau de contamination du lait en strontium-90 et en césium-137. A titre de comparaison, on a également reporté les valeurs enregistrées aux Etats-Unis et au Canada.

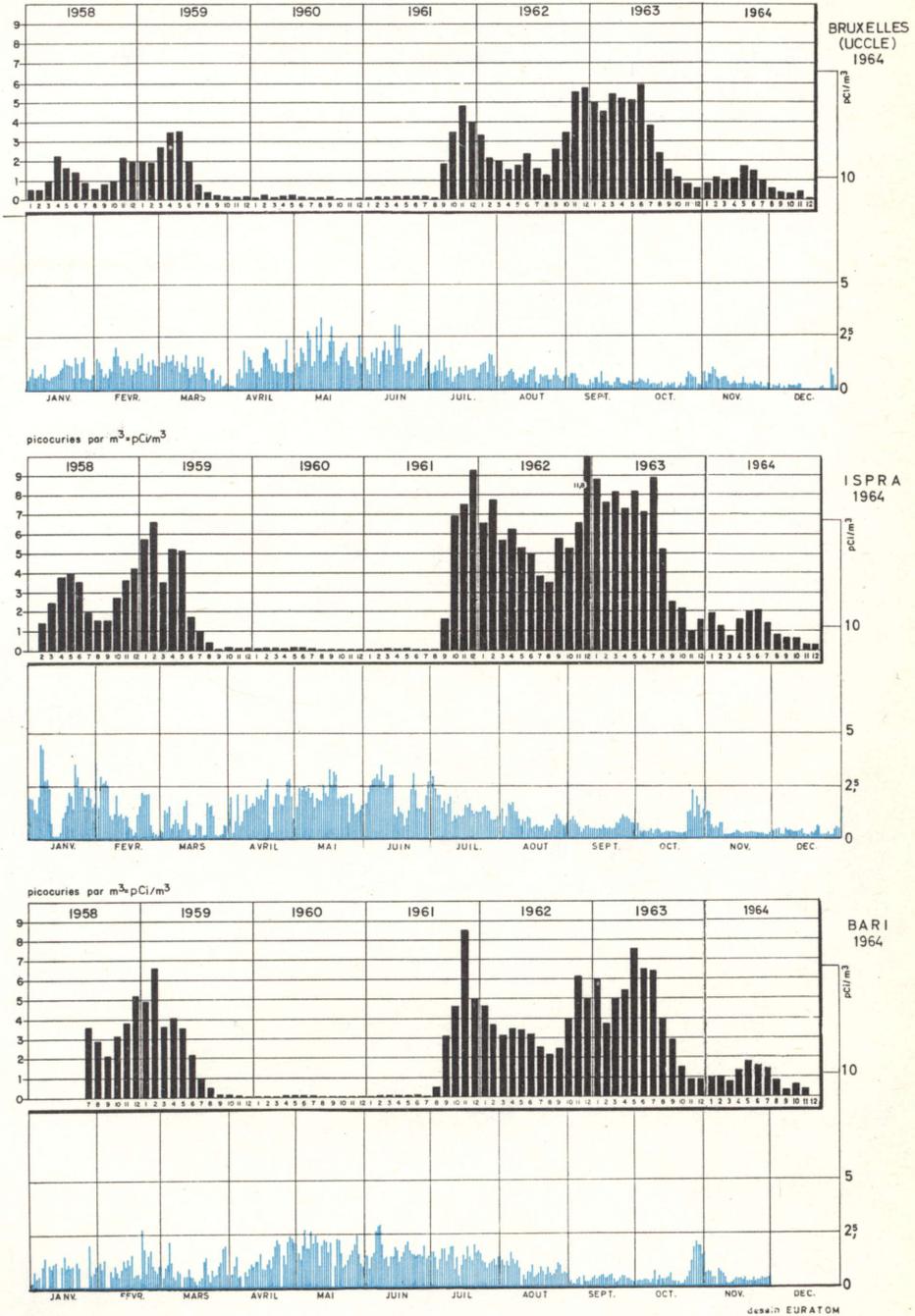
On constate que l'activité du césium-137 et du strontium-90 dans le lait a augmenté à partir du mois de mai 1963. Ainsi dans la Communauté, l'activité du strontium-90 passe de 12,4 pCi/gCa au mois d'avril à 34,4 pCi/gCa au mois de juillet pour se maintenir au taux de 30 pCi/gCa pendant le reste de l'année. Cette augmentation est due aux fortes retombées radio-actives du début de l'été. Il convient en outre de signaler que, dans certaines régions montagneuses à fortes précipitations, des niveaux 2,5 à 3 fois supérieurs ont été atteints pendant le second semestre. La moyenne annuelle pour la Communauté, de janvier 1963 à décembre 1963, s'établit à 23,4 pCi/gCa, soit un facteur 2,2 fois plus élevé que pendant l'année précédente.

Pour le césium-137, l'évolution est la même. Pour ce nuclide, la teneur passe d'environ 80 pCi/l à environ 250 durant la période d'avril à juillet 1963. La concentration moyenne est de 167 pCi/l pour l'année 1963, contre 64 pCi/l pour 1962.

Si l'on compare les valeurs enregistrées dans la Communauté avec celles observées aux Etats-Unis et au Canada, on constate que l'évolution de la contamination du lait s'est effectuée dans le même sens, avec une amplitude variable qui a été sans doute fonction des positions géographiques respectives et de l'intensité des précipitations.

Les radio-activités obtenues dans le césium ne représentent environ que 4 % de la concentration maximale admise et celles du strontium environ 10 %.

RADIOACTIVITE ARTIFICIELLE BETA DE L'AIR

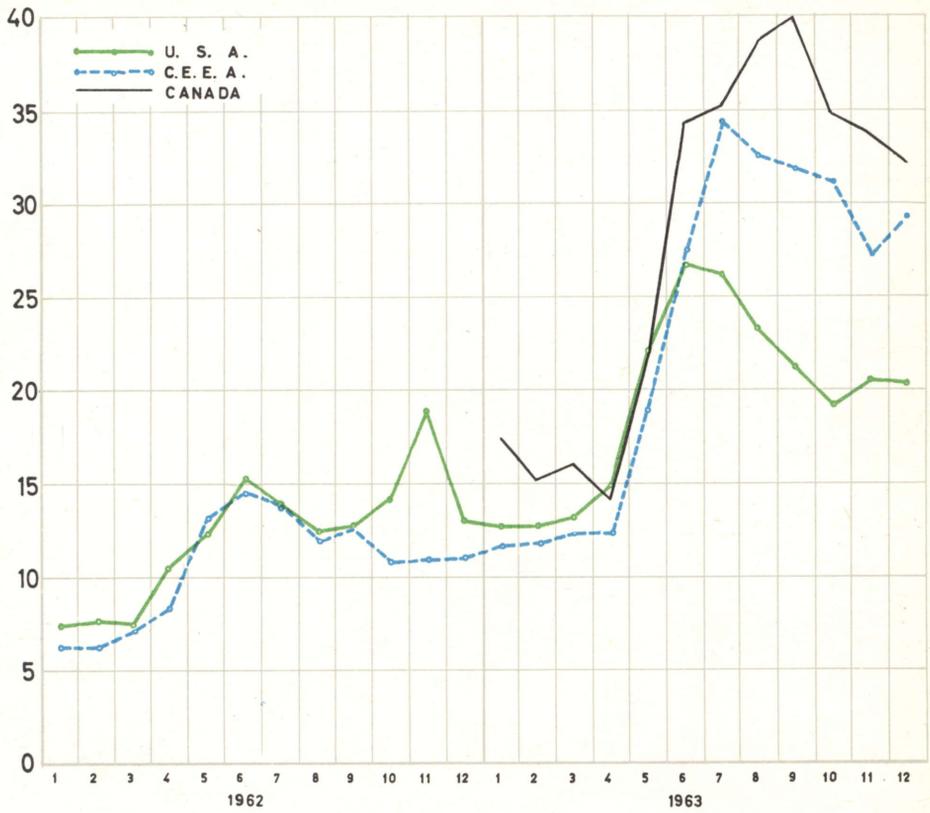


Exemple de mesure de la radioactivité artificielle Beta de l'air en 1964 et de 1958 à 1964 à Bruxelles, Ispra et Bari.

^{90}Sr DANS LE LAIT

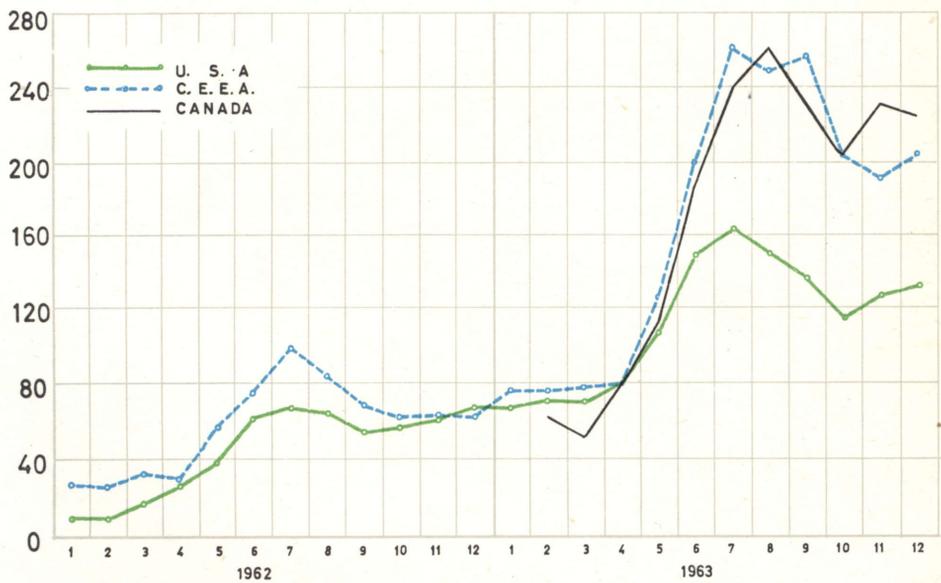
Dessin EURATOM

pci/gCa = picoCurie par gramme de Calcium



^{137}Cs DANS LE LAIT

pci/l = picoCurie par litre



La contamination radioactive du lait par le Sr^{90} et le Cs^{137} en 1962 et 1963 dans les pays de la Communauté, aux Etats-Unis et au Canada.

SÉCURITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

On sait que la Commission mène depuis quelques années déjà, dans le domaine de la sécurité, une action résultant en premier lieu des modalités prévues dans les contrats de base conclus avec les sociétés exploitantes de centrales nucléaires, qui ont été acceptées dans le cadre de l'Accord de coopération Etats-Unis/Euratom. Ces études constituent d'ailleurs la suite des évaluations de sécurité avant construction, effectuées dans le cadre du Comité mixte des réacteurs Etats-Unis/Euratom. Les centrales pour lesquelles la Commission se forme ainsi une opinion sur les aspects de sécurité sont celles exploitées par les sociétés SENN en Italie, KRB en République fédérale et SENA à la frontière franco-belge.

La Commission a également procédé à d'autres études de sécurité qui résultent de demandes gouvernementales ou de requêtes émanant de sociétés privées. C'est le cas pour les projets SEP aux Pays-Bas et AKB en Allemagne, pour le navire nucléaire NS « Savannah » et pour l'usine de retraitement Eurochemic en Belgique.

En outre, les modalités d'application de la décision du Conseil relative à l'octroi des avantages d'entreprise commune aux centrales « Kernkraftwerk Lingen GmbH » et « Kernkraftwerk Obrigheim », prévoient que la Commission d'Euratom procède à l'étude des aspects de sécurité de ces installations.

Pour éviter les doubles emplois, ces travaux sont tous menés en collaboration étroite avec les autorités et organismes techniques compétents à l'échelon national.

1. SENN

Les études de la sécurité d'exploitation de la centrale du Garigliano, exécutées en collaboration avec les services compétents du CNEN et avec l'aide d'experts allemands et de conseillers techniques de l'USAEC, se sont poursuivies au courant de l'année 1964.

Les travaux, qui portaient essentiellement sur les essais de mise en marche de l'installation, ont permis de mieux préciser les spécifications techniques détaillées qui feront partie de la licence définitive d'exploitation à pleine puissance.

2. SENA

L'étude, sous l'angle de la sécurité, du développement de la conception et de la construction de la centrale de Givet-Chooz (projet SENA) s'est poursuivie en étroite collaboration technique avec les services compétents du CEA.

On a commencé à évaluer l'aspect sécurité de l'augmentation potentielle de la capacité de la centrale à la puissance de 260 MWe. Cette augmentation devrait être obtenue en recourant notamment au contrôle du réacteur par voie d'empoisonnement chimique. Il importe de rappeler que la centrale de Givet-Chooz avait été acceptée en 1962, notamment du point de vue de la sécurité, dans le cadre de l'Accord de coopération Etats-Unis/Euratom comme une centrale pouvant produire 210 MWe.

3. KRB

Un accord est intervenu avec les autorités compétentes de Bavière en vue d'une collaboration entre les services techniques spécialisés allemands et la Commission en matière de l'étude des aspects de sécurité de la centrale de Gundremmingen. La procédure de coopération instaurée est analogue à celle appliquée pour la centrale de Garigliano (SENN), en collaboration avec le CNEN, et pour la centrale de Givet-Chooz (SENA), en collaboration avec le CEA.

L'étude conjointe avec les services techniques compétents d'Allemagne, qui se poursuivra pendant l'exploitation initiale de la centrale, a été entamée au courant de 1964.

4. SEP

La Commission a été saisie par le gouvernement des Pays-Bas d'une demande d'expertise sous l'angle de la sécurité du projet de centrale SEP de 50 MWe utilisant un réacteur à eau bouillante.

La Commission a remis au gouvernement néerlandais un avis et un rapport d'évaluation, élaborés avec la coopération d'experts des Etats membres.

L'avis remis et le rapport en question étaient destinés à permettre aux autorités compétentes néerlandaises de se prononcer quant à l'octroi du permis de construction et de définir les conditions de ce permis.

5. Projet AKB

La Commission a été saisie par la société « Kernkraftwerk für Atomkraft Bayern » d'une demande d'expertise d'un réacteur de puissance d'environ

100 MWe, modéré à l'eau lourde et refroidi au CO₂, projeté par la société Siemens.

Cette expertise a notamment été effectuée sous l'angle de la sécurité.

6. *Propulsion navale — NS « Savannah »*

Dans le cadre de l'évaluation de la sécurité d'exploitation du navire nucléaire NS « Savannah », un quatrième rapport d'évaluation a été publié en collaboration avec deux bureaux de classification de navires de la Communauté, le Germanischer Lloyd (Allemagne) et le Bureau Veritas (France).

Cette étude prenait surtout en considération l'expérience de la première exploitation du navire et les critères et mesures pratiques appliqués dans les divers ports visités. L'intérêt de cette étude est évident dans l'optique de la mise en exploitation future d'autres navires nucléaires, en particulier ceux de la Communauté. Parallèlement, les échanges de vues ont été poursuivis avec les diverses autorités compétentes des Etats membres, dans le but d'harmoniser autant que possible les dispositions administratives et techniques.

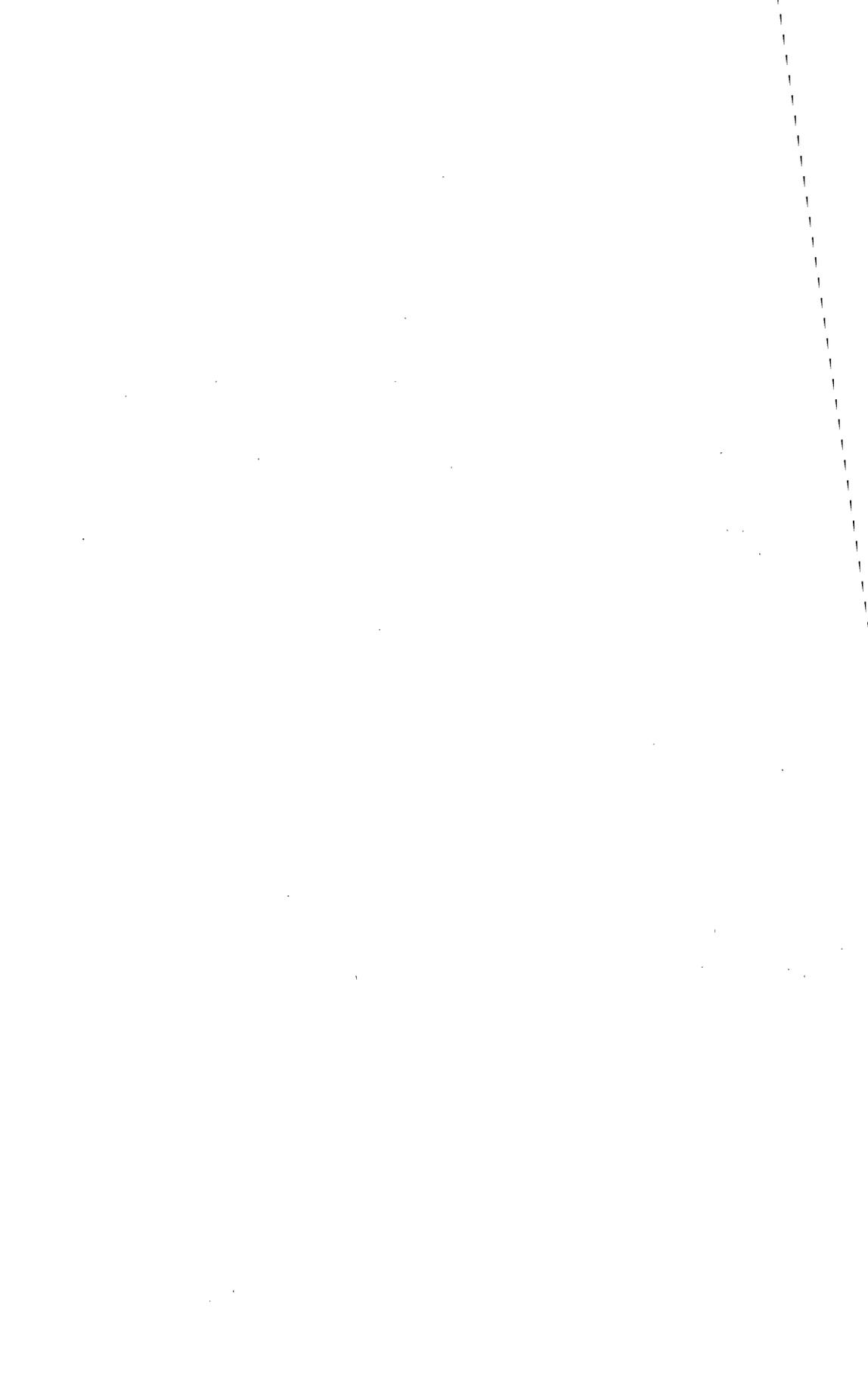
7. *Eurochemic*

La participation de la Commission aux travaux du Comité de contact Eurochemic - Santé publique belge, consacrés aux aspects de la sécurité de l'usine de retraitement à Mol, s'est poursuivie.

Le gouvernement belge a récemment demandé à la Commission d'émettre un avis, sous l'angle de la sécurité, sur l'adaptation des installations d'Eurochemic au retraitement de combustibles hautement enrichis en U-235.

8. *Lingen et Obrigheim*

Les travaux d'évaluation des aspects de la sécurité de ces centrales, pour lesquelles le statut d'entreprise commune est demandé, viennent d'être entamés.



**LE CENTRE COMMUN
DE RECHERCHES NUCLÉAIRES**

Le Centre commun de Recherches nucléaires comprend quatre établissements :

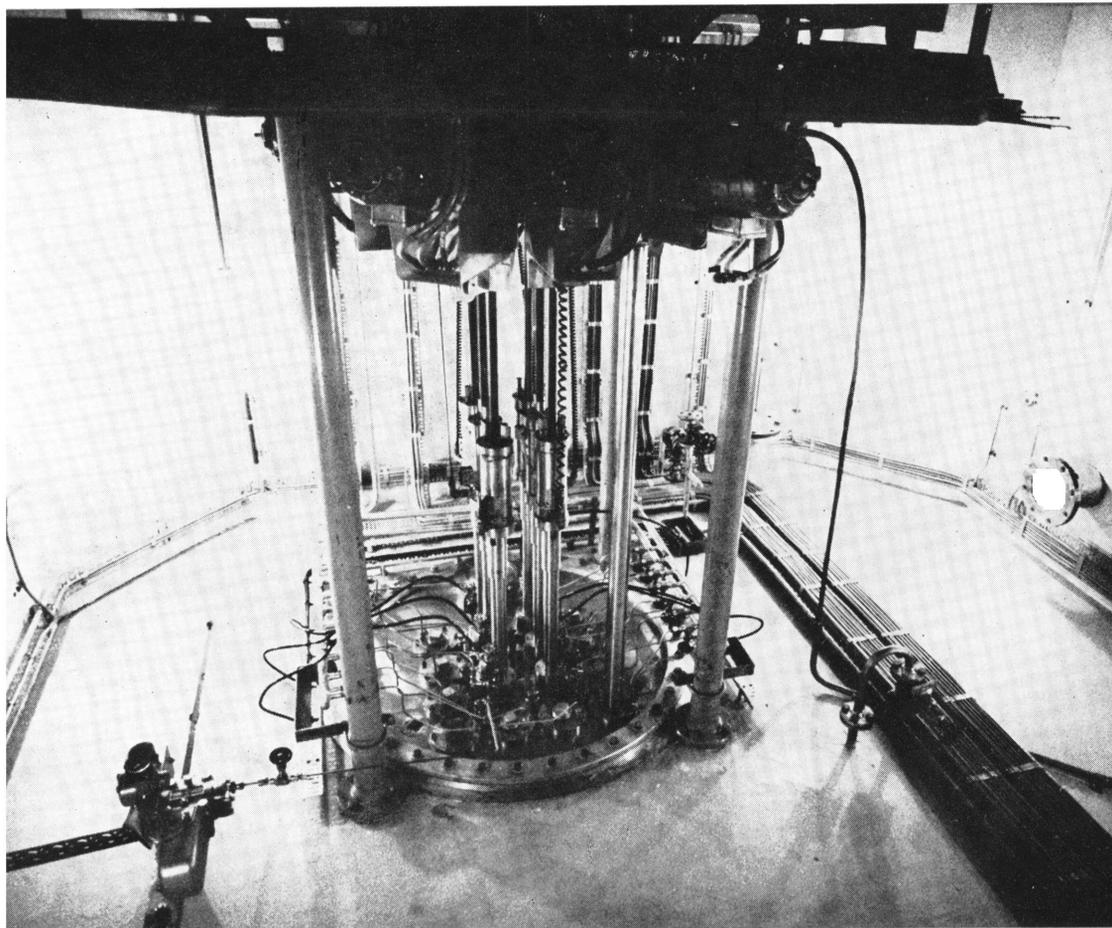
Le Bureau central de Mesures nucléaires de Geel en Belgique s'occupe de métrologie.

L'Institut des Transuraniens de Karlsruhe en Allemagne s'efforce d'élargir les connaissances relatives aux propriétés et à la technologie des éléments transuraniens. Au nombre de ceux-ci, le plutonium, combustible de choix de divers types de réacteurs de puissance, occupe une place de première importance.

En revanche, les établissements d'Ispra en Italie et de Petten aux Pays-Bas ont une compétence générale dans le domaine nucléaire. Ils peuvent se voir confier toute mission dans le cadre des activités scientifiques et techniques d'Euratom. Leur équipement général tient compte d'une certaine variation de leurs tâches dans le temps.

L'activité du Centre commun est déterminée par les programmes quinquennaux. Un Comité central des Programmes répartit les tâches et en surveille l'exécution. Ses travaux permettent de déterminer les bases techniques nécessaires à l'évaluation des crédits à inscrire dans les avant-projets de budgets annuels.

Le septième rapport général a fourni des renseignements sur l'origine, les effectifs, les principaux moyens de recherches, le programme et la dotation de ces établissements. La mise à jour de ces renseignements est fonction de l'issue des travaux en cours sur l'aménagement du deuxième programme quinquennal.



PETTEN — RÉACTEUR À HAUT FLUX HFR
MÉCANISME D'ENTRAÎNEMENT DES BARRES DE CONTRÔLE

(Voir légende au verso)

Le réacteur HFR est un réacteur d'essais de matériaux, modéré et refroidi par l'eau légère, fonctionnant depuis 1962 à une puissance de 20 MW; les éléments de combustible se présentent sous forme de plaques contenant de l'uranium enrichi à 90 %.

Le réacteur est contrôlé par 6 barres de contrôle en cadmium. Chaque barre peut être déplacée verticalement à l'aide d'une unité d'entraînement commandée par des moteurs montés sur une plateforme placée sous l'enceinte du réacteur. La photo montre ces mécanismes d'entraînement et les pénétrations dans le couvercle inférieur du réacteur. Grâce à la disposition de ces mécanismes sous le réacteur, l'espace au-dessus du cœur est facilement accessible pour l'installation de capsules ou de boucles d'irradiation.

**CONTRATS PASSÉS
PAR LA COMMISSION EN 1964
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 du contrat (en u.c.) ⁽²⁾
Contrats intéressant les établissements du CCR :		
a) <i>Ispra</i>		
— Traitement de l'Information scientifique (CETIS)	3	114 000
— Conversion directe	7	329 000
— Autres recherches	3	90 000
b) <i>Karlsruhe</i>		
— Transplutoniens	2	207 000
— Transuraniens	1	3 200 000
Projet ORGEL	18	1 097 000
Réacteurs rapides	1	150 000
Réacteurs à gaz poussés	1	150 000
Réacteurs de types éprouvés	25	4 416 000
Etudes technico-économiques	2	164 000
Retraitement de combustibles	2	3 740 000
Traitement de déchets	2	261 000
Nouveaux types de réacteurs	3	1 234 000
Propulsion navale	1	20 000
Radio-isotopes :		
— Recherches	11	291 000
— Applications industrielles ⁽³⁾	51	224 000
Biologie et protection sanitaire	9	601 000
	142	16 288 000

⁽¹⁾ Seuls ont été pris en considération, dans cette liste, les avenants comportant un relèvement du plafond financier de contrats antérieurs.

⁽²⁾ Les montants ont été arrondis.

⁽³⁾ Dont 38 contrats relatifs à l'industrie textile.

Tableau 2

ASSOCIATION ET AVENANTS ⁽¹⁾

Objet	Nombre	Montant global à charge de la Commission pour la durée totale des contrats (en u.c.)
Mesures physiques	1	1 950 000
Réacteurs à neutrons rapides	3	8 703 000
Réacteurs à gaz poussés	1	10 000 000
Réacteurs de types éprouvés	1	447 000
Propulsion navale nucléaire	2	5 500 000
Biologie et protection sanitaire	3	1 999 000
	11	28 599 000

(1) Soit 4 avenants portant relèvement du plafond financier d'associations antérieures.

LISTE DES CONTRATS NOUVEAUX PASSÉS EN 1964
(avenants non compris)

I. *Contrats intéressant les établissements du C.C.R.*

a) **Ispira**

— Traitement de l'Information scientifique

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
034-64-1 CETN	UNIV. AMSTER-DAM	Travaux sur l'application de la logique mathématique
035-64-3 CETI	PRAXIS	Participation à un projet de moniteur qui doit permettre l'utilisation intégrée de différents codes nucléaires, amélioration du système APACHE et études préliminaires pour définir la structure d'un traducteur automatique du langage d'une machine de programmation en un autre
036-64-5 CETI	SOLARTRON	Étude d'un système de couplage dynamique des calculateurs analogiques et digitaux (seconde phase)

— Conversion directe

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
004-64-8 CODD	LEYBOLD HOCHVAKUUM ANLAGEN	Développement, construction, essai, fourniture et montage d'un dispositif, permettant la recherche d'une méthode d'utilisation de césium pour la construction de cellules convertisseurs thermo-ioniques
007-64-5 CODD	METALLGESELL- SCHAFT	Étude et développement de matériaux utilisés pour les convertisseurs thermo-ioniques, en vue de leur utilisation dans un réacteur
008-64-12 CODU	MHD RESEARCH INC.	Étude de la détermination de la densité de la température des électrons dans un plasma en utilisant la nouvelle technique de diagnostic avec un HE-Ne-gas-laser
009-64-5 CODI	SAES GETTERS S.A.	Recherches sur les propriétés d'absorption des matériaux employés dans des convertisseurs thermo-ioniques destinés à l'usage en-pile et au développement d'un « getter » utilisable dans des convertisseurs
010-64-4 CODB	CEN	Recherches relatives à la fabrication d'éléments combustibles pouvant convenir à des convertisseurs thermo-ioniques et la fourniture à la Communauté de trois de ces éléments
011-64-6 CODF	CSF	Étude et réalisation de dispositifs de mesure de convertisseurs thermo-ioniques, devant être utilisés pour des travaux de recherches sur le fonctionnement des diodes à plasma de césium
012-64-4 CODD	BROWN BOVERI Cie	Recherches relatives à l'influence des structures polycristallines et des couches de substances étrangères sur l'émission thermique d'électrons à la surface des matériaux d'émetteurs et la construction d'un appareillage de mesure perfectionné

— Autres recherches

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
133-64-9 ISPI	UNIV. PADOVA	Mesures des sections macroscopiques
135-64-5 ISPI	CISE Segrate/Milan	Réalisation des appareillages électroniques nécessaires pour effectuer des mesures de temps et d'énergie avec des semi-conducteurs
140-64-4 ISPI	ARS Milan	Recherche de la relation entre la section différentielle de collision et les coefficients de transport macroscopique du liquide où apparaît la diffraction

— Mesures physiques

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
002-63-11 MPAI ⁽¹⁾	CNEN (INFN) Rome	Recherches sur les phénomènes nucléaires de basse énergie et sur l'interaction des rayons ionisants et des photos avec la matière

a) **Karlsruhe**

— Transplutoniens

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
011-64-6 TPUB	UNIV. LIEGE	Étude des propriétés chimiques des éléments transplutoniens

— Transuraniens

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
001-64-4 TRUB	BELGONUCLÉAIRE CEN Bruxelles	Recherches sur les conditions d'emploi du plutonium dans les réacteurs à eau légère

(1) Contrat d'association.

II. *Projet ORGEL*

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
091-64-4 ORGF	SEPR Villejuif/Seine	Étude de la résistance de tubes en SAP à la pression interne
130-63-11 ORGC	BATTELLE INST. Francfort SERAI Bruxelles TNO La Haye	Exécution d'un programme de recherches ayant pour objet la synthèse de polyphényles purs pour servir de substances de référence, et préparation de molécules marquées (C14-Tritium)
131-64-4 ORGF	CEA Paris PROGIL, France	Étude de l'encrassement des parois chaudes en présence de triphényles et sous rayonnement
159-64-4 ORGI	ISTITUTO DINA- MO-METRICO ITALIANO Turin	Mise au point d'extensimètres spéciaux pour utilisation haute température et sous irradiation.
161-64-9 ORGF	CEA Paris	Étude des coupes pétrolières comme substitués aux terphényles dans un réacteur de la filière Orgel
162-64-1 ORGF	CEA Paris	Recherches sur les échanges thermiques au moyen de caloporteurs organiques
163-64-4 ORGN	TNO La Haye	Recherches sur l'usure du SAP
165-64-5 ORGN	TNO La Haye	Isolément par céramique projetée
166-64-6 ORGN	TNO La Haye	Étude du burn-out des mélanges de terphényles (suite contrat 097 ORGN)
167-64-5 ORGN	TNO	Sondage du SAP par explosion
169-64-7 ORGF	SOGREAH Grenoble	Étude d'isolation thermique par poudre d'un canal de réacteur nucléaire de type ORGEL

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
170-64-4 ORGI	MONTECATINI	Exécution d'un programme de fabrication de produits SAP
176-64-8 ORGB	CEN	Études électrochimiques de l'influence des ions halogènes sur la passivation des films d'oxyde
177-64-4 ORGI	UNIV. BOLOGNE	Recherches sur la structure et les mécanismes de la déformation plastique dans la poudre SAP
179-64-5 ORGN	LOK N.V. Aalsmeer	Étude fondamentale du comportement de fermetures étanches soumises à une pression élevée et ayant une très grande étanchéité
180-64-5 ORGI	CISE	Étude de procédés de jonction entre le Zircaloy et l'acier

III. Réacteurs de types éprouvés

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
003-63-11 TEEI	FIAT Turin	Développement de méthodes de calcul nucléaire pour réacteurs à eau
006-64-1 TEEF (RD)	CEA Paris	Programme de recherches sur les instabilités hydrodynamiques limitant la puissance des réacteurs à eau bouillante
007-64-7 TEEF (RD)	INSTITUT DE SOUDURE Paris	Étude sur les joints soudés de tôles en acier de forte épaisseur
011-64-1 TEEN	UNIV. EIND- HOVEN Eindhoven	Transferts de chaleur dans les réacteurs pressurisés

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
014-63-8 TEED	NUKEM Wolfgang bei Hanau	Perfectionnement et essais d'éléments combustibles pour réacteurs modérés et refroidis à l'eau légère
020-64-4 TEED	AEG Berlin	Étude expérimentale et théorique des instabilités dans les réacteurs à eau bouillante
024-64-4 TEAL	CNEN Rome	Recherches relatives au transfert thermique de liquides organiques; essais d'irradiation dans le circuit CIRO; mise au point d'un mécanisme de commande des barres de contrôle par le bas du type « r » pignons et crémaillères; analyse chimique de liquides organiques terphényliques, purification des liquides organiques terphényliques
025-64-7 TEEF	SOUDURE AUTO-GENE FRANCAISE (SAF) Paris	Fabrication d'une installation de soudage et de traitement thermique pour tôles épaisses
026-64-2 TEEI	UNIV. BOLOGNA Bologne	Recherches sur les mécanismes de diffusion et de précipitation de l'hydrogène dans le zirconium et ses alliages
028-64-1 TEED (RD)	HAHN-MEITNER INSTITUT Berlin	Étude fondamentale du mécanisme des gaz de fission dans les combustibles céramiques
029-64-3 TEED	METALLGESELLSCHAFT Francfort	Recherches concernant l'utilisation de l'alliage ZrNb3SnI comme matériau de gainage de réacteurs refroidis à l'eau; particulièrement mise au point de la fabrication et contrôle de tubes de gainage en alliage ZrNb3SnI
031-64-5 TEEF	IRSID St-Germain-en-Laye	Étude du métal de base destiné à une recherche sur la rupture fragile des gros assemblages soudés en acier de forte épaisseur pour la construction des caissons de réacteurs

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
033-64-9 TEEF (RD)	CAFL Paris	Étude du comportement des aciers inoxydables à la corrosion dans l'eau ou à la vapeur à haute pression et à haute température
034-63-11 TEEC (RD)	THOMSON HOUSTON AEG/Francfort ALSTHOM/Paris	Recherches sur l'amélioration des possibilités thermiques des combustibles nucléaires par l'utilisation du procédé VAPOTRON
038-64-3 TEGI	SNAM (AGIP) San Donato Milanese	Mesure de la constante de multiplication infinie de réseaux à uranium naturel et graphite par la méthode PCTR dans l'assemblage critique RB1
045-65-3 TEGF	CITE Paris	Étude et expérimentation sur maquette de caissons à pression intérieure en béton précontraint suivant le procédé CITE-PATIN
046-65-2 TEGF	MESSIER Paris	Étude de mise au point d'usinage d'une gaine monobloc de grande longueur
056-64-3 TEEB (RD)	CEN Bruxelles	Étude des caractéristiques physiques fondamentales de monocristaux d' UO_2 et leur évolution sous irradiation
050-65-1 TEGI	ENEL Rome	Étude de l'évolution de la réactivité du réacteur de LATINA
061-64-7 TEEF (RD)	SNECMA Paris	Développement de l'étude déjà menée par le contractant sur l'amélioration des transferts de chaleur par écoulement tourbillonnaire dans les réacteurs nucléaires à liquide bouillant
063-64-12 TEGF	BERTIN Paris	Étude des échanges thermiques par convection naturelle
065-64-7 TEOI	ISML	Amélioration de la technique de fabrication du SAP

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
101-63-11 RDI	SENN	Recherches sur le réacteur Gari-gliano

IV. *Études technico-économiques*

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
023-64-3 ECIF	M. SAVARY Paris	Examen préliminaire des possibilités économiques liées à l'utilisation de l'énergie nucléaire sous ses diverses formes dans les pays en voie de développement

V. *Réacteurs rapides*

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
011-64-4 RAPC	BELGONUCLÉAIRE Bruxelles SIEMENS Erlangen	<p>a) Définition et rédaction des spécifications techniques d'un réacteur rapide pouvant être utilisé en régime pulsé ou stationnaire (SORA), en effectuant des études sur certains ensembles constitutifs de ce réacteur;</p> <p>b) Élaboration du projet complet, fourniture de tous les renseignements nécessaires à la construction et essentiellement à la mise en marche et au fonctionnement du réacteur; établissement du coût détaillé de réalisation du complexe SORA</p>

VI. Réacteurs à gaz poussés

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
003-63-1 RGAD	BROWN BOVERI KRUPP REAK- TORBAU Düsseldorf KFA Jülich	a) Programme de recherches et de développement relatif à un réacteur thermique du cycle thorium-uranium avec un facteur de conversion élevé sur la base du réacteur à haute température refroidi au gaz avec un noyau « à boulets » et un circuit de vapeur secondaire (réacteur THTR) et acquisition des expériences de fonctionnement par participation à l'exploitation du réacteur AVR actuellement en construction et de ses installations; b) étude d'une installation prototype d'un réacteur à haute température refroidi au gaz, fonctionnant au thorium (THTR)
004-64-9 RGZC	INDATOM Paris ENEL, Rome	Étude de l'évaluation des réacteurs de la filière à gaz HTGR

VII. Retraitement de combustibles

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
001-64-11 RCII	CNEN Rome	Construction, exploitation et utilisation à des fins de recherches de l'installation EUREX
004-64-4 RCIB	CEN Bruxelles	Mise au point d'un cycle de retraitement de combustibles céramiques basé sur la méthode de volatilisation

VIII. *Traitement de déchets*

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
003-65-3 WASF	Ets KUHLMANN Paris	Étude sur le traitement des effluents radio-actifs à l'aide de silicates type zéolithe et étude sur les problèmes posés par l'utilisation des détergents
009-65-2 WASD	LEYBOLD HOCHVAKUUM ANLAGEN Cologne	Mise au point d'une méthode de traitement des effluents fortement radio-actifs et des solutions de produits de fission par le procédé dit « par lyophilisation »

IX. *Nouveaux types de réacteurs*

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
006-64-4 NTRI	CISE Milan	Développement d'un projet de réacteur modéré à l'eau lourde et refroidi par le brouillard

X. *Propulsion navale nucléaire*

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
009-64-7 PNID ⁽¹⁾	GKSS Hambourg	Construction, mise au point et exploitation d'un navire de recherche à propulsion nucléaire

XI. *Radio-isotopes*a) *Recherches*

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
040-63-9 RISB	IISN Bruxelles	Mise au point de méthodes de synthèse et de conservation d'hormones tritiées de haute activité spécifique

⁽¹⁾ Contrat d'association

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
046-64-1 RISI	UNIV. MILAN Ist. Patologia Milan	Synthèse de 3 molécules marquées uniformément au C-14
053-63-10 RISI	SORIN Saluggia	Mise au point d'une méthode électrochimique de préparation de protéines marquées à l'iode
057-64-10 RISF	CEA Paris	Récupération du krypton des effluents gazeux à basse température
058-64-6 RISI	SORIN Saluggia	Mise au point d'une méthode électrochimique de préparation de sodium sans entraîneur
062-64-7 RISF	UNIV. PARIS Fac. des Sciences Prof. Josien Paris	Mise au point de synthèse de composés organiques marqués au deutérium
063-64-7 RISF	COLL. DE FRANCE Prof. Roche Paris	Mise au point de méthodes tritiation d'hormones thyroïdiennes
064-64-11 RISD	KFA Jülich	Étude des caractéristiques physiques et chimiques du technetium et mise au point d'une méthode de récupération
066-64-11 RISD	KFA Jülich	Mise au point d'une méthode de préparation du chlore-36 à haute activité spécifique
073-64-9 RISI	IST. DONEGANI Milan	Préparation d'insecticides marqués au phosphore-32
095-64-11 RISB	UNIV. LIEGE Liège	Préparation de cibles de tritium destinées aux générateurs de neutrons
021-64-9 IRAB	SERAI Bruxelles	Le développement d'appareillages automatisés et facilement transportables à la détermination radiochimique des ions chlore et la détermination d'oxygène

b) Application industrielle

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
020-64-10 IRAF	HISPANO-SUIZA Bois-Colombes Seine	Étude et développement de thermo-éléments et projet de générateur thermo-électrique de faible puissance à radio-isotopes
022-64-10 IRAB	COMASCI Bruxelles	Étude sur l'application des traceurs radio-actifs à courte période et des traceurs activables au contrôle des opérations unitaires dans l'industrie textile
023-64-8 IRAL	ARBED Luxembourg	Étude des possibilités d'utilisation industrielle de l'analyse par activation pour le dosage de l'oxygène et, éventuellement, de l'azote et de l'hydrogène présents dans l'acier en comparaison avec les méthodes habituelles d'analyse non nucléaire
024-64-4 IRAF	SAMES Paris	Exécution d'un programme de recherches ayant pour objet la définition des conditions expérimentales pour l'analyse par activation au moyen d'un générateur de neutrons de 14 MeV
025-64-10 IRAF	CENTRE DE RECH. DE LA SOIERIE ET DES INDUSTRIES TEXTILES Lyon	Étude des possibilités d'emploi des traceurs radio-actifs pour la détermination de la répartition des adjuvants utilisés sur les fils lors de l'ensimage, de l'encollage et de l'apprêtage
028-64-9 IRAB	UNIV. GAND Gand	Mise au point d'une installation automatique pour le dosage de l'oxygène et d'autres éléments produisant des isotopes de très courte période sous un bombardement de neutrons rapides
029-64-8 IRAF	L'ATOME INDUSTR. Paris	Étude bibliographique et théorique des possibilités de l'utilisation des traceurs activables dans l'industrie et l'étude fondamentale en vue du développement de certains cas d'utilisation

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
036-64-7 IRAN	TNO La Haye	Développement d'un appareil portable d'analyse et de mesure d'épaisseur par fluorescence X
037-64-8 IRAL	ARBED Luxembourg	Application des isotopes radioactifs dans la fonderie
040-74-10 IRAD	FRIESEKE HOEPFNER Erlangen	Développement d'un appareillage radiométrique d'analyse et de dosage en continu par absorption de rayonnement bêta et utilisable dans les conditions d'ambiance de l'industrie chimique
048-64-11 IRAD	THYSSENHÜTTE Duisburg-Hamborn MAXIMILANS- HÜTTE Sulzbach-Rosenberg	Recherches systématiques concernant le marquage du processus de désoxydation
049-65-1 IRAD	ISOTOPEN STUDIEN GESELLSCHAFT Francfort	Développement et essai d'un appareil de mesure combiné destiné à déterminer la vitesse et la direction de l'eau souterraine ainsi que la porosité dans l'environnement des sondages

CONTRATS D'EXPERTS

(les contrats cités ci-après concernent tous des recherches sur l'application des radio-isotopes dans l'industrie textile)

041-64-9 IRAD	P. CUPPERS Mayence
042-64-8 IRAN	Dr. PLATZEK Delft
043-64-8 IRAN	TNO La Haye
044-64-9 IRAI	SORIN Saluggia

045-64-9 IRAI	SORIN
046-64-9 IRAI	SORIN
047-64-8 IRAB	CEN Bruxelles
050-64-9 IRAI	SORIN Saluggia
051-64-8 IRAI	SORIN
052-64-8 IRAI	SORIN
053-64-9 IRAD	BATTELLE INSTITUT Francfort
054-64-9 IRAD	BATTELLE INSTITUT Francfort
055-64-8 IRAD	Prof. Dr. BORN Munich
056-64-9 IRAD	M. LORENZEN
057-64-9 IRAD	Dr. SCHWARZ Oberlahnstein
058-64-8 IRAN	TNO La Haye
059-64-9 IRAS	INRESCOR
062-64-8 IRAB	CEN Bruxelles
063-64-10 IRAF	Centre de Recherche de la soierie et des industries textiles Lyon
064-64-10 IRAB	M. VAN DER BORGHT Geel

065-64-12 IRAB	Mme DAVID Bruxelles
066-64-9 IRAD	Dr. PYCHLAU
067-64-10 IRAD	FRIESEKE HOEPFNER Erlangen
068-64-8 IRAF	CEA (M. Puig) Paris
069-64-9 IRAF	CEA (M. Levêque) Paris
070-64-9 IRAF	ERSI
071-64-9 IRAD	M. R. HELM Bad Honnef
072-65-1 IRAB	MBLE Bruxelles
073-64-10 IRAI	BREDA
074-64-10 IRAI	BREDA
075-64-11 IRAF	CGE
076-64-10 IRAN	PHILIPS
077-64-11 IRAF	ATOME INDUSTRIEL
079-64-11 IRAF	CEA
081-64-11 IRAF	KUHLMANN
083-64-11 IRAF	SAMES
085-64-11 IRAB	CEN
086-64-12 IRAD	M. WENDT

XII. *Biologie et Protection sanitaire*

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
031-64-1 BIAD ⁽¹⁾	GESELLSCHAFT FUR STRAHLEN- FORSCHUNG München-Neuherberg	Recherches destinées à faciliter la compréhension des réactions de l'organisme humain et notamment de ses organes hématopoïétiques sous l'effet de rayonnement ionisants et à créer ainsi les bases nécessaires à la découverte et au développement de méthodes de diagnostic et de thérapeutique en cas d'irradiation
032-64-1 BIOF	ASSOC. CL. BERNARD Villejuif/Seine	Recherches sur les cellules immunologiquement compétentes et l'immunogénétique des greffes
035-64-5 BIOI	UNIVERSITÉ ROME (Inst. de Radiologie)	Étude des modifications provoquées par les radiations sur l'homme, par l'analyse de la morphologie des chromosomes
036-64-6 BIOI	UNIVERSITÉ ROME (Inst. de Génétique)	Étude des divers mécanismes d'altérations chromosomiques provoquées par les radiations ionisantes et sur les différents facteurs qui influencent les altérations
039-64-10 BIOF	COLLEGE DE FRANCE Prof. Wolff Nogent-sur-Marne	Étude de l'effet des irradiations sur l'embryon et ses organes in vivo et in vitro
042-64-10 BIOF	INST. G. ROUSSY Villejuif/Seine	Étude du renouvellement métabolique et l'existence des formes duplicatives de l'ADN
046-64-3 BIOB	UNIV. LIEGE Liège IISN, Bruxelles ASBL, Bruxelles	Recherches sur les radioprotecteurs
049-64-3 BIAF ⁽¹⁾	CEA Paris	Études sur le mouvement de certains isotopes importants chez les animaux et chez l'homme

⁽¹⁾ Contrats d'association

N° du contrat	Contractant	Objet de la recherche
053-64-3 BIOB	CEN Bruxelles	Étude des effets aigus et chroniques des radiations envisagés surtout au point de vue du métabolisme des acides nucléiques et des protéines
054-63-10 BIOF	UNIV. STRAS- BOURG Strasbourg	Étude expérimentale du traitement des radiolésions par la padutine et d'autres substances à caractère thérapeutique
055-64-10 BIOF	INST. G. ROUSSY Villejuif/Seine	Étude de l'effet restaurateur des acides nucléiques après irradiations
052-64- BIAN	UNIV. LEIDEN	Radiobiologie des systèmes génétiques et biochimiques

**ACTIVITÉS
DU CENTRE D'INFORMATION
ET DE DOCUMENTATION (CID)**

Le Centre d'Information et de Documentation (CID) a poursuivi en 1964 le développement de son activité dans les deux domaines de la documentation et de l'information scientifique et technique.

Le programme de travail du CID est périodiquement discuté et précisé par le Comité consultatif en matière d'information et de documentation (CCID), qui réunit les experts des six Etats membres. Il fait en outre l'objet d'échanges de vues permanents avec le groupe de travail constitué par les chefs des services de documentation des centres nationaux de recherches nucléaires, de façon que soit assurée une répartition harmonieuse des tâches en vue de l'exploitation optimale des informations scientifiques et techniques disponibles dans le domaine nucléaire.

Le CID continue d'autre part de participer aux travaux de la Fédération internationale de Documentation (FID), du Centre européen de Traduction, de l'International Cooperation in Information Retrieval among Examining Patent Offices, etc.

Enfin, en 1964, le CID a été chargé par l'USAEC d'organiser à Stresa, près de l'établissement d'Ispra, la réunion des bibliothécaires dépositaires en Europe, en Afrique et en Asie, des publications de la Commission américaine de l'Energie atomique. Cette réunion a été l'occasion d'une confrontation internationale du plus grand intérêt des méthodes et des perspectives en matière de documentation nucléaire.

I. Documentation scientifique et technique

1. Recherches documentaires traditionnelles

En attendant la mise en service du système de documentation semi-automatique, mis au point par le CID, les recherches bibliographiques nécessaires au Centre commun de Recherches et aux contractants ou associés de la Commission sont confiées au groupe « Documentation traditionnelle ». Ce groupe, avec l'aide parfois des services de documentation spécialisés de la Communauté, a effectué en 1964 un total de 271 recherches bibliographiques.

2. *Documentation semi-automatique*

On estime à plus de 300 000 unités d'information (rapports, articles de périodiques, livres, etc.) la masse documentaire actuellement disponible intéressant la science nucléaire. L'importance même de cette richesse fait qu'elle échappe en grande partie aux moyens de recherche documentaire classiques, c'est-à-dire essentiellement manuels. Pour être en mesure de satisfaire les besoins documentaires des personnes, des entreprises industrielles, des centres nationaux des Etats membres de la Communauté, la Commission avait décidé la mise à l'étude d'un système de documentation semi-automatique, capable, grâce à l'utilisation d'un ordinateur électronique, de fournir les informations scientifiques et techniques d'ordre nucléaire nécessaires de façon plus rapide, plus précise et plus complète.

Cet ordinateur a été livré en octobre 1963. Il est utilisé conjointement par le CID, par le CETIS et par l'Office statistique des Communautés européennes.

Dans la mémoire de l'ordinateur, le groupe « Analyse documentaire » du CID a introduit, à la date du 31 décembre 1964, plus de 240 000 unités d'informations documentaires préalablement codées selon un répertoire de mots clés appropriés à la technique nucléaire, mis au point par le CID.

La plus grande partie de ces unités d'informations a été puisée dans le périodique signalétique américain « Nuclear Science Abstracts ». D'autres ont été communiquées à Euratom en vertu des deux contrats conclus avec l'« Excerpta Medica Foundation » d'Amsterdam (médecine nucléaire) et avec la société « Brevatome » de Paris (brevets d'intérêt nucléaire). Un troisième contrat a été conclu avec l'USAEC pour la fourniture au CID de références bibliographiques déjà codées aux Etats-Unis, par les spécialistes de l'USAEC, selon le système mis au point par le CID; ce contrat doit servir de prélude à une coopération plus étroite et de plus longue durée entre les services de documentation de l'USAEC et le CID, de façon que soit emmagasiné, selon les mêmes méthodes et dans deux ordinateurs parallèles, l'ensemble de la littérature nucléaire au fur et à mesure où elle devient disponible dans le monde (50 000 à 60 000 unités d'informations nouvelles par an).

La mise en route opérationnelle du système de documentation semi-automatique du CID est prévue pour le début de l'année 1966.

3. *Sources bibliographiques*

La technique nucléaire fait souvent appel à des techniques marginales au nucléaire proprement dit, et le CID doit donc posséder des indications pré-

cises sur les centres de documentation, bibliothèques, périodiques, qui n'appartiennent pas au domaine nucléaire mais lui sont directement liés. Une enquête permanente a été entreprise dans ces secteurs marginaux, qui permet au CID de dessiner des « profils » codés de ces sources d'informations secondaires, avant de les emmagasiner également dans la mémoire de son ordinateur.

4. Bibliothèques

Le CID contrôle l'activité des cinq bibliothèques de la Commission d'Euratom respectivement installées à Bruxelles et dans les différents établissements du CCR : Ispra, Geel, Petten et Karlsruhe. La bibliothèque de Bruxelles, qui centralise les acquisitions nécessaires à toutes ces bibliothèques, sauf la bibliothèque d'Ispra, est en outre chargée de couvrir les besoins des agents d'Euratom qui exercent leur activité en dehors des institutions d'Euratom. La mécanisation de l'ensemble des opérations d'acquisition et de comptabilité des bibliothèques d'Euratom par un système de bandes perforées est sur le point d'être achevée.

II. Information scientifique et technique

La Commission a précisé devant le Conseil, le 1^{er} avril 1963, les principes qui président à la diffusion des connaissances acquises lors de la mise en œuvre du programme de recherches de la Communauté : ne sont diffusées que les connaissances dont la divulgation ne risque pas de compromettre le déroulement régulier des travaux de recherches entrepris; les connaissances susceptibles d'exploitations industrielles sont communiquées aux seules personnes et entreprises de la Communauté pouvant justifier d'un intérêt légitime, aux seuls Etats membres, et aux tiers seulement lorsque cela est conforme à l'intérêt général de la Communauté; sont largement divulguées toutes les connaissances scientifiques de caractère fondamental ou autres, présentant un caractère général pour l'humanité.

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

Du 1^{er} janvier au 31 décembre 1964, la Commission a publié 528 rapports scientifiques ou techniques dont la liste est reprise dans le document n° 33.

Pendant le même laps de temps, elle a diffusé aux personnes, entreprises et Etats membres de la Communauté, par l'intermédiaire de « correspondants

nationaux » désignés dans chacun des Etats membres, 329 « communications » dont certaines sont constituées par un grand nombre de documents volumineux et donc disponibles seulement sous forme de microfilms.

2. Publications paraissant à intervalles réguliers

Les trois périodiques « Euratom-Information », « Transatom-Bulletin » et « Euratom-Bulletin » ont paru régulièrement en 1964. Le nombre de leurs abonnés s'accroît à un rythme continu.

« Euratom-Information » 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. Depuis 1964, « Euratom-Information » paraît tous les mois et son volume s'est notablement accru du fait qu'y sont reprises les informations relatives au programme de recherches et de développement Euratom/Etats-Unis, informations précédemment insérées dans le « Quarterly Digest », dont la publication a été suspendue.

« Transatom-Bulletin », qui paraît également tous les mois, a publié en 1964 9 832 entrées bibliographiques signalant 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.

« Euratom-Bulletin » est une revue trimestrielle comportant cinq éditions respectivement en allemand, français, italien, néerlandais et anglais. Cette revue traite, sous une forme accessible à un public très vaste, des questions intéressant l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire et les activités de la Commission.

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

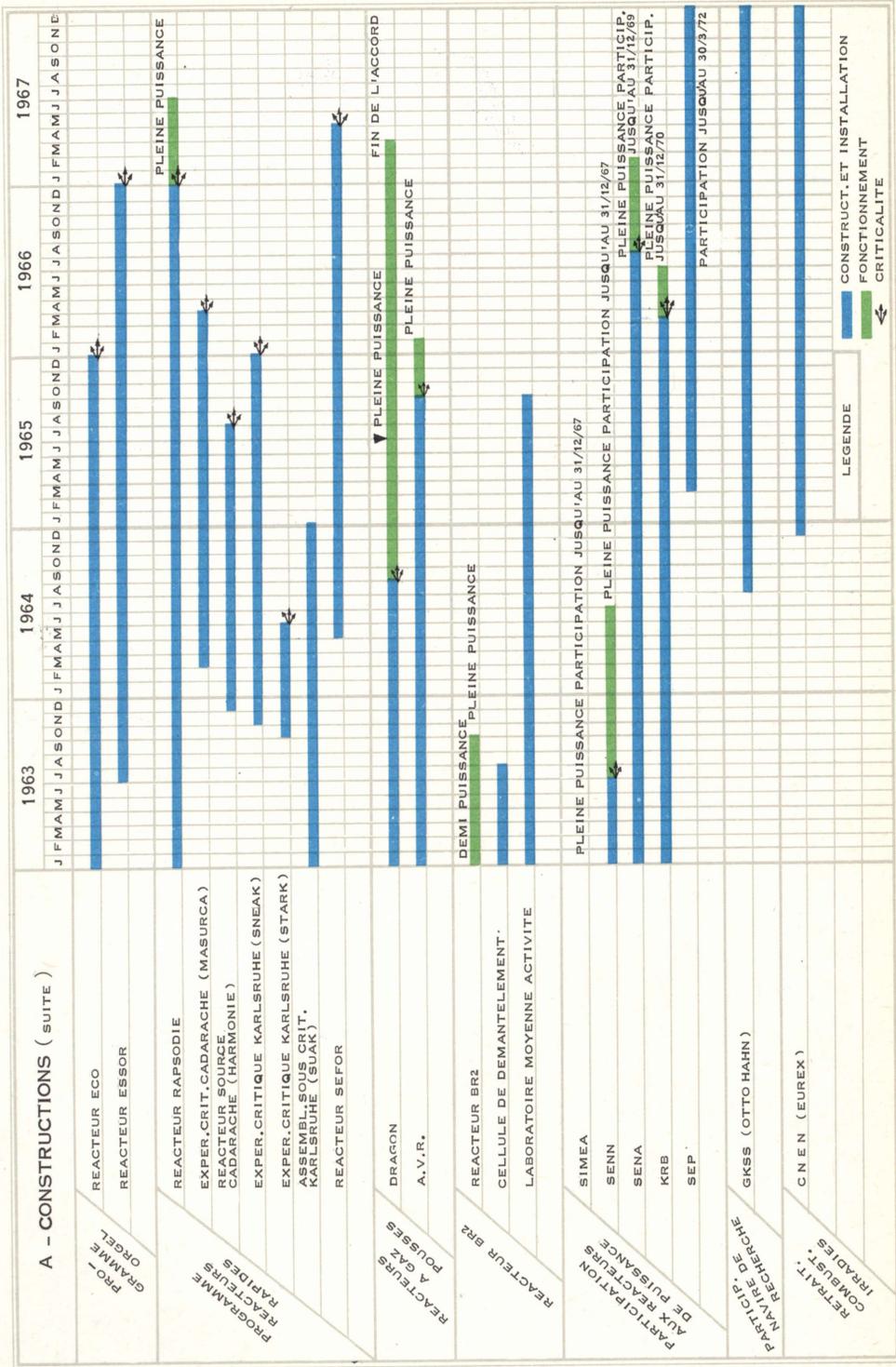
CALENDRIER DES GRANDES REALISATIONS DU 2ème PROGRAMME QUINQUENNAL

ETAT AU 1^{ER} AVRIL 1965

A - CONSTRUCTIONS	1963												1964												1965												1966												1967											
	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	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETABLISSEMENT DE DISPA	DEPARTAMENT PHYSIQUE DE REACTEURS												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	LABORATOIRE MOYENNE ACTIVITE METALLURGIE												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	LABORATOIRE CHIMIE												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	LABORATOIRE PHYSICO-CHIMIE (EXTENSION)												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
BUREAU CENTRAL DE MESURES NUCLEAIRES	SERVICE MEDICAL												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	FOYER DU PERSONNEL 1ERE TRANCHE												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	ACCELERATEUR LINEAIRE												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	ACCELERATEUR VAN DE GRAAFF												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
ETABLISSEMENT DE KARLSRUHE	BATIMENT SPECTROMETRIE												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	BATIMENT SERV.AUXILIAIRES												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	AILE A LABOR.ETUDES FOND.												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	AILE C ADMINISTR.												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
ETABLISSEMENT DE POTTEN	AILE D VESTIAIRES												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	AILE E SERVITUDES												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	AILE G HALL TECHNOL.												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	AILE B LAB.HAUTE ACTIVITE OXY												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
ETABLISSEMENT DE POTTEN	AILE F LAB. TECHNOL.												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	REACTEUR HFR												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	CELLULE DE DEMANTELEMENT												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	BATIMENTS PREFABRIQUES												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
ETABLISSEMENT DE POTTEN	HALL TECHNOLOGIE												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
	LABORATOIRE CHIMIE												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]											
LABORATOIRE MOYENNE ACTIVITE												[Bar chart showing activity from May 1963 to May 1964]												[Bar chart showing activity from May 1964 to May 1965]												[Bar chart showing activity from May 1965 to May 1966]												[Bar chart showing activity from May 1966 to May 1967]												

CAPACITE D'IRRADIATION UTILISEE A PLUS DE 70 %

} SUIVANT DECISION DU CONSEIL SUR
L'AMENAGEMENT DU PROGRAMME QUINQUENNAL



B - ACCORDS INTERNATIONAUX ET GRANDS CONTRATS		1963			1964			1965			1966			1967								
		J	F	M	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ACCORD EURATOM U.S.A.	PROGRAMME COMMUN	PREMIERE TRANCHE DEUXIEME TRANCHE QUINQUENNALE																				
REACTEURS A GAZ POURSES	ACCORD DRAGON THTR	ACCORD INITIAL ACCORD PROLONGE																				
PROJET KALLEN	EXTENSION DE L'ACCORD	FIN PARTICIPATION EURATOM																				
REACTEURS RAPIDES	C.E.A. KARLSRUHE																					
	C.N.E.N.																					
REACTEURS ORGANQUES	C.N.E.N. (PROJET PRO)																					
REACT.BR2	CONVENTION BR2																					
NOUVEAUX TYPES DE REACT.	REACTEUR A SUSPENSION (KEMA) REACTEUR A BROUILLARD (CISE)	NOUVEAU CONTRAT																				
RETRAI- TEMENT COMB. TR2.	C.N.E.N. (EUREX)																					
RECYCLAGE DU PLUTONIUM	C.E.N./ BELGONUCLEAIRE C.E.A.																					
PROFUSION NAVALE	FIAT/ANSALDO R.C.N. G.K.S.S. ESSAIS DE BLINDAGE ETC... G.K.S.S. OTTO HAHN																					

B - ACCORDS INTERNATIONAUX
ET GRANDS CONTRATS (suite)

	1963	1964	1965	1966	1967
FUSION ET PHYSIQUE GENERALE	INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK	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			
	C.E.A.	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			
	C.N.E.N.	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			
	F.O.M.	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			
	K.F.A.	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			
	C.N.E.N./I.N.F.N.MESURES PHYSIQUES	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			
BIOLOGIE	ITAL.RADIOBIOLOGIE VEGETALE	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			
	C.N.R./C.N.E.N.RADIOGENETIQUE	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			
	U.L.B. BIOLOGIE MOLECULAIRE	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			
	T.N.O.RADIOBIOLOGIE ANIMALE	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			
	C.N.E.N.RADIOBIOLOGIE MARINE	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			
	UNIVERSITE RISE/U.L.B.	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			
	APPLIC.MED.ENERGIE NUCL.	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			
	GES.F.STRAHLENF.HEMATOLOGIE	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			
	GES.F.STRAHLENF. EFFETS DES RADIATIONS	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			
	C.E.A.TOXICITE DES RADIOELEMENTS	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			
PROTECT. SANITAIRE	UNIVERS.DE LEIDEN RADIOBIOLOGIE	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			
	C.E.A. CONTAMINATION CHAINE ALIMENT.	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			

**RAPPORTS SCIENTIFIQUES ET
TECHNIQUES RÉSULTANT DE
L'EXÉCUTION DU PROGRAMME
DE RECHERCHES D'EURATOM
ET PUBLIÉS PAR LA COMMISSION (1)
(du 1^{er} janvier au 31 décembre 1964)**

(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. SÉPARATION DES ISOTOPES
8. MATHÉMATIQUES ET ORDINATEURS
9. MÉTAUX, CÉRAMIQUES ET AUTRES MATÉRIAUX
10. PHYSIQUE
11. TECHNOLOGIE DES RÉACTEURS
12. TRAITEMENT ET STOCKAGE DES DÉCHETS RADIOACTIFS
13. DROIT, ÉCONOMIE ET INDUSTRIE
14. DOCUMENTATION
15. GÉNÉRALITÉS

1. BIOLOGIE ET MÉDECINE

a) Rapports imprimés

APPLEYARD R.K.

Euratom's Biology program 1961-1964 - Report and
perspectives
Rapport Euratom n° EUR 1884 e

(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.

- BACQ Z.M.
ONKELINX C.
BARAC G. Absence d'activité radioprotectrice du phénylsélenol chez la souris
Rapport Euratom n° EUR 563 f - Reprint
- BALNER H. Bone marrow transplantation after whole-body irradiation - an experimental study in the rat
Rapport Euratom n° EUR 484 e
- BALTUS E.
BRACHET J. Presence of deoxyribonucleic acid in the chloroplasts of acetabularia mediterranea
Rapport Euratom n° EUR 1677 e - Reprint
- BARBE G. Influence des ions manganèse sur la synthèse induite de cytochrome oxydase chez saccharomyces cervisiae
Rapport Euratom n° EUR 1857 f - Reprint
- BIELIAVSKY N. Effets de la mitomycine sur l'incorporation de la thymidine tritiée dans les embryons d'amphibiens au stade Morula
Rapport Euratom n° EUR 559 f - Reprint
- BILLAZ R.
GOFFEAU A.
BOVE J.M. Action de la parachlorophényl éthyl 5 oxazolidine dione 2.4. sur la phosphorylation photosynthétique
Rapport Euratom n° EUR 1700 f - Reprint
- BOUDNITZKAYA E.V.
BRUNFAUT M.
ERRERA M. Effects of x-rays on RNA and RNA metabolism in HeLa Cells
Rapport Euratom n° EUR 1352 e - Reprint
- BRACHET J. Acides ribonucléiques « messagers » et morphogénèse
Rapport Euratom n° EUR 817 f - Reprint
- BRACHET J.
SIX N.
BOSELER F. Effet différentiel de la ribonucléase sur l'incorporation des acides aminés dans les protéines des pointes de racines d'oignons
Rapport Euratom n° EUR 1855 f - Reprint
- BRACHET J.
FICO A.
TENCER T. Amino-acid incorporation into proteins of nucleate and anucleate fragments of sea urchin eggs: effect of parthenogenetic activation
Rapport Euratom n° EUR 1657 e - Reprint
- BRACHET J.
QUERTIER J. Cytochemical detection of cytoplasmic deoxyribonucleic acid (DNA) in amphibian oocytes
Rapport Euratom n° EUR 1688 e - Reprint
- BURNY A.
CHANTRENNE H. Incorporation de ³²P dans les acides ribonucléiques de réticulocytes de lapin
Rapport Euratom n° EUR 562 f - Reprint
- CHANTRENNE H.
LECLERCQ-CALINGAERT M. Secondary effect of 8-Azaguanine on the induced or constitutive synthesis of penicillinase in bacillus cereus
Rapport Euratom n° EUR 509 e - Reprint
- COLIN F.
MERCENIER P.
KORNITZE F.
CLEEMPOEL H. Bases expérimentales d'une interprétation quantitative du rénoigramme
Rapport Euratom n° EUR 1890 f

- CULTRERA G.
RICOTTI V.
MAGLIULO E. Il ruolo della transferrina nell'assorbimento intestinale di Fe⁵⁹ del ratto normale e siderosico
Rapport Euratom n° EUR 1871 i - Reprint
- DE BORTOLI M.
GAGLIONE P.
MALVICINI A.
VAN DER STRICHT E. Misure di radioattività ambientale Ispra 1962
Rapport Euratom n° EUR 481 i
- DEVREUX M. Effets de l'irradiation gamma chronique sur l'embryo-génèse de capsella bursa-pastoris moench
Rapport Euratom n° EUR 447 f - Reprint
- DE VRIES M.J. A systemic dermatosis of uncertain etiology (x-disease?) in monkeys
Rapport Euratom n° EUR 384 e - Reprint
- DE VRIES M.J. Pathology of secondary disease in primates
Rapport Euratom n° EUR 385 e - Reprint
- DOMMERMUES P.
GILLOT J. Comparaison des effets de différents agents mutagènes par l'étude de la mutagénèse de quelques plantes-types
Rapport Euratom n° EUR 1610 f
- DOMMERMUES P.
GILLOT J. Variation de la réaction des boutures d'œillet à l'irradiation gamma
Rapport Euratom n° EUR 1809 f
- DOMMERMUES P.
GILLOT J. Comparaison des effets de différents agents mutagènes par l'étude de la mutagénèse de quelques plantes-types (2^{me} année)
Rapport Euratom n° EUR 1829 f
- DORIA G. Iso-antigénicité des cellules embryonnaires
Rapport Euratom n° EUR 512 f - Reprint
- DUMONT J.
RODESCH F.
ROCMANS P. Stimulation of thyroidal radioiodine uptake by actinomycin and fluoruracil
Rapport Euratom n° EUR 808 e - Reprint
- ERRERA M.
BRUNFAUT M. Observations of mitotic figures in pulse labelled HeLa cells
Rapport Euratom n° EUR 1658 e - Reprint
- FABRY Cl. Schéma anatomo-physiologique du tractus gastro-intestinal à prendre en considération pour le calcul des niveaux de contamination radioactive
Rapport Euratom n° EUR 489 f
- FICQ A. Nucleocytoplasmic relations in the oocyte
Rapport Euratom n° EUR 1836 e
- FICQ A.
BRACHET J. Métabolisme des acides nucléiques et des protéines chez les embryons normaux et les hybrides létaux entre échinodermes
Rapport Euratom n° EUR 569 f - Reprint

- FEINENDEGEN L.E.
BOND V.P.
CRONKITE E.P.
HUGHES W.L. Reutilization of DNA-thymine, and conversion of RNA-pyrimidines for DNA-thymine, in normal rat bone marrow. Studies with tritiated nucleosides
Rapport Euratom n° EUR 1814 e
- FRACCARO M. Problemi di citogenetica umana
Rapport Euratom n° EUR 514 i - Reprint
- FRACCARO M. Rapporto tecnico sulle attività del gruppo Euratom per le radiazioni e la citogenetica umana dell'università di Pavia dal 1-10-1963 al 29-2-1964
Rapport Euratom n° EUR 1893 i
- GAVOSTO F.
GHEMI F.
PEGORARO L.
PILERI A. Sintesi dell'ADN in cromosomi di leucemia acuta umana
Rapport Euratom n° EUR 1353 i - Reprint
- GAVOSTO F.
PEGORARO L.
PILERI A. Possibilité de marquer à l'aide de précurseurs tritiés les chromosomes de cellules leucémiques chez l'homme
Rapport Euratom n° EUR 1877 f - Reprint
- GERBER G.B.
REMY-DEFRAIGNE J. Studies on detoxication by the perfused liver - I. Hippuric acid synthesis after irradiation - II. Bilirubin conjugation and excretion after irradiation
Rapport Euratom n° EUR 564 e - Reprint
- GERBER G.B. Die Ursachen der strahlenbedingten Ausscheidung von β -Aminoisobuttersäure und Creatin
Rapport Euratom n° EUR 591 d
- GILLET C.
LENNES G.
BACQ Z.M. Action radioprotectrice de chlorures alcalino-terreux (BeCl_2 , SrCl_2 et BaCl_2) sur la croissance de l'orge
Rapport Euratom n° EUR 1355 f - Reprint
- GIRARDI F.
MERLINI M. Studies on the distribution of trace elements in a mollusk from a freshwater environment, by activation analysis
Rapport Euratom n° EUR 474 e
- GOFFEAU A. Photosynthèse et multiplication virale chez brassica chinensis L
Rapport Euratom n° EUR 1648 f
- GOFFEAU A.
BOVE J.M. Réactions photosynthétiques chez brassica chinensis L - Réactions de Hill et photophosphorylations, importance du pH
Rapport Euratom n° EUR 1851 f - Reprint
- GOTTSCHALK W. Untersuchungen über die Abgrenzung von Pleiotropie und absoluter Koppelung
Rapport Euratom n° EUR 1689 d - Reprint
- HERZOG A. An effect of streptomycin on the dissociation of escherichia coli 70 S-ribosomes
Rapport Euratom n° EUR 1854 e - Reprint

- RECHT P. Irradiation consécutive aux retombées radioactives
Rapport Euratom n° EUR 457 f - Reprint
- SRINIVASAN P.R.
BRUNFAUT M.
ERRERA M. The role of sulfhydryl groupes in RNA metabolism
Rapport Euratom n° EUR 1875 e - Reprint
- THOMAS R. On the structure of the genetic segment controlling
immunity in temperate bacteriophages
Rapport Euratom n° EUR 1675 e - Reprint
- VAN DER WAAY D.
ZIMMERMANN W.M.T. Problems in the sanitation of monkeys for wholebody
irradiation experiments
Rapport Euratom n° EUR 383 e - Reprint
- VAN PUTTEN L.M. Bone marrow transplantation in the Rhesus monkey
Rapport Euratom n° EUR 382 e - Reprint
- WINCKELMANS D.
HILL M.
ERRERA M. Ribosomes from HeLa cells
Rapport Euratom n° EUR 571 e - Reprint
- XXX Application of atomic energy in agriculture (Annual
report 1962)
Rapport Euratom n° EUR 1881 e
- XXX Application of atomic energy in agriculture (Annual
report 1963)
Rapport Euratom n° EUR 1882 e
- XXX Bone marrow transplantation in irradiated animals -
production and application of pathogen free animals
in radiation experiment
Rapport Euratom n° EUR 1607 e
- XXX Etude des niveaux de contamination radioactive du
milieu ambiant et de la chaîne alimentaire
Rapport Euratom n° EUR 1612 f
- XXX Mise au point et étude des effets de substances muta-
gènes chimiques, en comparaison avec les agents muta-
gènes physiques
Rapport Euratom n° EUR 1609 f
- XXX Studio della biologia dei pesci del Lago Maggiore, allo
scopo di raccogliere quelle informazioni che permettano
di prevedere le eventuali interazioni tra questi animali
e la radioattività presente nelle acque del Lago (1962)
Rapport Euratom n° EUR 1825 i
- XXX Studio della biologia dei pesci del Lago Maggiore, allo
scopo di raccogliere quelle informazioni che permettano
di prevedere le eventuali interazioni tra questi animali
e la radioattività presente nelle acque del Lago (1963)
Rapport Euratom n° EUR 1842 i

- COTTIER H.
ODARTCHENKO N.
FEINENDEGEN L.E.
KEISER G.
BOND V.P.
- Autoradiographische Untersuchungen über die Entker-
nung der Erythroblasten nach in vivo-Markierung mit
Thymidin-³H
Rapport Euratom n° EUR 1174 d (MF) - Reprint
- DE BORTOLI M.
GAGLIONE P.
MALVICINI A.
VAN DER STRICHT E.
- Strontium-90 and Caesium-137 in milk at Ispra, Italy,
during 1960-62
Rapport Euratom n° EUR 1685 e (MF) - Reprint
- DE CARLI L.
MAIO J.J.
NUZZO F.
- Gene dosage and control of alkaline phosphatase in
human cultured cells
Rapport Euratom n° EUR 673 e (MF)
- DE CARLI L.
MAIO J.J.
- Uso di reazioni cromatogene per la ricerca di marcatori
enzimatici in popolazioni di cellule eteroploidi umane
coltivate in vitro
Rapport Euratom n° EUR 1921 i (MF) - Reprint
- DE CARLI L.
MAIO J.J.
NUZZO F.
- Alkaline phosphatase activity and chromosome variation
in human cells in culture
Rapport Euratom n° EUR 1963 e (MF) - Reprint
- DECROLY M.
CAPE M.
BRACHET J.
- Contribution à l'étude du métabolisme de l'acide ribo-
nucléique au cours du développement embryonnaire
Rapport Euratom n° EUR 1865 f (MF) - Reprint
- DI PRISCO G.
GIUDITTA A.
- Effetto dei barbiturici sulla diaforasi-I di cervello di
bue : relazione tra struttura e inibizione
Rapport Euratom n° EUR 727 i (MF) - Reprint
- EDWARDS A.W.F.
- Migrational selection
Rapport Euratom n° EUR 1666 e (MF) - Reprint
- EDWARDS A.W.F.
- The measure of association in a 2 × 2 table
Rapport Euratom n° EUR 1668 e (MF) - Reprint
- EDWARDS A.W.F.
- Natural selection and the sex ratio - the approach to
equilibrium
Rapport Euratom n° EUR 1695 e (MF) - Reprint
- EDWARDS A.W.F.
- Human sex ratio and maternal immunity to male antigen
Rapport Euratom n° EUR 1696 e (MF) - Reprint
- ERRERA M.
SRINIVASAN P.R.
BRUNFAUT M.
- Essai de localisation cellulaire de la synthèse de l'acide
ribonucléique de transfert
Rapport Euratom n° EUR 1665 f (MF) - Reprint
- FEINENDEGEN L.E.
BOND V.P.
- Observation on nuclear RNA during mitosis in human
cancer cells in culture (HeLa-S₃), studied with tritiated
cytidine
Rapport Euratom n° EUR 560 e (MF) - Reprint
- FEINENDEGEN L.E.
BOND V.P.
CRONKITE E.P.
HUGHES W.L.
- RNA turnover in normal rat bone marrow
Rapport Euratom n° EUR 1981 e (MF)

- FICQ A.
AIELLO F.
SCARANO E. Métabolisme des acides nucléiques dans l'œuf d'oursin en développement (étude autoradiographique)
Rapport Euratom n° EUR 574 f (MF) - Reprint
- FICQ A. Localisation d'un acide ribonucléique (RNA) de transfert dans les oocytes d'astéries
Rapport Euratom n° EUR 575 f (MF) - Reprint
- FRANCESCHINI P.
CEPPELLINI R.
DE CARLI L.
SANTACHIARA-BENERECETTI S. Propagazione in vitro di una linea cellulare umana portatrice di un marcatore cromosomico (delezione) preesistente in vivo
Rapport Euratom n° EUR 1396 i (MF)
- FRANCESCHINI P.
VOLANTE G.
CEPPELLINI R.
DE CARLI L.
NUZZO F.
TORRICELLI C. Mosaico cromosomico « traslocazione 21 su 13-15/normale » in un individuo mongoloide
Rapport Euratom n° EUR 1923 i (MF) - Reprint
- GALAND P. Effet de polynucléotides naturels et artificiels sur l'incorporation d'acides aminés marqués par des cellules de Landschütz (in vitro)
Rapport Euratom n° EUR 1035 f (MF) - Reprint
- GERACI G.
DE PETROCELLIS B.
ROSSI M.
SCARANO E. Anomala sensibilità della 2'-deossiribosil 4-amino-pirimidone-2 5'-fosfato aminoidrolasi da tessuti di animali a sangue caldo alla dialisi, al trattamento con resine a scambio ionico ed a filtrazione su sephadex
Rapport Euratom n° EUR 749 i (MF) - Reprint
- GEUSKENS M. Accumulation nucléolaire d'acide ribonucléique (RNA) dans l'oocyte d'astérie
Rapport Euratom n° EUR 580 f (MF) - Reprint
- GIUDITTA A.
DI PRISCO D. The inhibition of cerebral NAD(P)H: acceptor oxidoreductase by barbiturates and nervous depressants
Rapport Euratom n° EUR 1039 e (MF) - Reprint
- GIUDITTA A.
STRECKER H.J. NADH-tetrazolio riduttasi del cervello di bue
Rapport Euratom n° EUR 1028 i (MF) - Reprint
- GIUDITTA A.
STRECKER H.J. Brain NADH-tetraazolium reductase activity, lipoamide déhydrogenase and activating lipids
Rapport Euratom n° EUR 1365 e (MF) - Reprint
- GRAZIOSI F. La biofisica nelle sue relazioni con la ricerca d'insegnamento di fisica e biologia
Rapport Euratom n° EUR 1154 i (MF)
- GRAZIOSI F. Proprietà biologiche e molecolari di un nuovo tipo di particella fagica
Rapport Euratom n° EUR 1395 i (MF) - Reprint
- GUERRINI F.
CALEF E. Studi sul meccanismo di formazione dei fagi trasduttori
Rapport Euratom n° EUR 720 i (MF)

- HERZOG A. L'action de la streptomycine sur les ribosomes de *Escherichia coli*
Rapport Euratom n° EUR 677 f (MF) - Reprint
- HUART R.
LEDOUX L. The translocation of nucleic acids in germinating barley seeds
Rapport Euratom n° EUR 507 e (MF)
- JANOWSKI M. Incorporation de phosphore radio-actif dans les acides ribonucléiques de fragments nucléés et anucléés d'*Acetabularia mediterranea*
Rapport Euratom n° EUR 579 f (MF) - Reprint
- JEENER R.
VANSANTEN G. On the structural alterations of phage proteins synthesized in the presence of pancreatic ribonuclease
Rapport Euratom n° EUR 1662 e (MF) - Reprint
- KARAMATA D.
KELLENBERGER E.
KELLENBERGER G.
TERZI M. Sur une particule accompagnant le développement du coliphage λ
Rapport Euratom n° EUR 1054 f (MF) - Reprint
- MAGLIULO E.
VAN PUTTEN L.M.
DE VRIES M.J. Risultati del trapianto di midollo osseo autologo in scimmie Rhesus irradiate
Rapport Euratom n° EUR 1967 i (MF) - Reprint
- MAIO J.J.
DE CARLI L. Induction and repression of alkaline phosphatase in human cultured cells by prednisolone, hydrocortisone and organic monophosphates
Rapport Euratom n° EUR 1669 e (MF) - Reprint
- MODIANO G.
BENERECETTI-
SANTACHIARA A.S.
GONANO F.
CAPALDO A.
CAVALLI-SFORZA L.L. Analisi della popolazione leccese per gruppi sanguigni, G6PD, aptoglobine e transferrine
Rapport Euratom n° EUR 1922 i (MF) - Reprint
- MORONI A. Evoluzione della frequenza dei matrimoni consanguinei in Italia negli ultimi cinquant'anni
Rapport Euratom n° EUR 668 i (MF)
- MYTTENAERE C.
KIRCHMANN R. Influence de l'apport de strontium stable au sol sur la teneur en strontium des végétaux cultivés - emploi des techniques d'activation et de spectrométrie gamma
Rapport Euratom n° EUR 1143 f (MF) - Reprint
- NUZZO F.
DE CARLI L.
BOMPIANI A.
MONETA E. Valore adattivo in vitro di diversi cariotipi in un mosaico cromosomico umano
Rapport Euratom n° EUR 1038 i (MF) - Reprint
- NUZZO F.
DE CARLI L.
RITA G.
RUSSI M.
FISCHER-FANTUZZI L. Osservazioni su un caso di relativa stabilità del corredo cromosomico in un ceppo di rene di scimmia in coltura continua
Rapport Euratom n° EUR 1920 i (MF) - Reprint

- ODARTCHENKO N.
BOND V.P.
FEINENDEGEN L.E.
COTTIER H. Kinetics of erythrocytic precursor proliferation in dog
Rapport Euratom n° EUR 1366 e (MF) - Reprint
- ODARTCHENKO N.
BOND V.P.
FEINENDEGEN L.E.
COTTIER H. Kinetics of erythroblastic cell populations in the dog,
studied with tritiated thymidine
Rapport Euratom n° EUR 1982 e (MF)
- ODARTCHENKO N.
COTTIER H.
FEINENDEGEN L.E.
BOND V.P. Mitotic delay in more mature erythroblasts of the dog,
induced in vivo by sublethal doses of X-rays
Rapport Euratom n° EUR 1983 e (MF)
- ODARTCHENKO N.
COTTIER H.
FEINENDEGEN L.E.
BOND V.P. Evaluation of mitotic time in vivo, using tritiated thy-
midine as a cell marker : successive labelling with time
of separate mitotic phases
Rapport Euratom n° EUR 1992 e (MF) - Reprint
- PECHERE J.F.
ZANEN J. Possible production of several exopenicillinases by bacil-
lus cereus
Rapport Euratom n° EUR 1906 e (MF) - Reprint
- RITOSSA F.M.
PULITZER J.F. Aspects of structure of polytene chromosome puffs of
drosophila busckii derived from experiments with anti-
biotics
Rapport Euratom n° EUR 1694 e (MF) - Reprint
- RITOSSA F. A new puffing pattern induced by temperature shock
and DNP in Drosophila
Rapport Euratom n° EUR 1965 e (MF) - Reprint
- ROLLER A. Etude de DNA (teneur, localisation) des œufs de ba-
traciens
Rapport Euratom n° EUR 1866 f (MF) - Reprint
- RONDANELLI E.G.
GORINI P.
MAGLIULO E.
FIORI G.P.
PECORARI D. Morfologia, dinamica e cronologia della mitosi nel mega-
loblasto dell'anemia pernicioso
Rapport Euratom n° EUR 1873 i (MF) - Reprint
- SASSEN A.
KENNES F.
MAISIN J.R. Electrophorèse en gélose des protéines tissulaires de la
souris
Rapport Euratom n° EUR 1869 f (MF)
- SCARANO E.
GERACI G.
POLZELLA A.
CAMPANILE E. Probabile presenza di due siti attivi sulla 2'-deossiribo-
sil 4-aminopirimidone-2 5'-fosfato aminoidrolasi
Rapport Euratom n° EUR 728 i (MF) - Reprint
- SCARANO E.
BONADUCE L.
DE PETROCELLIS B. The enzymatic aminohydrolysis of 4-aminopyrimidine
deoxyribonucleotides - III. Purification and properties
of 2'-deoxyribosyl 4-aminopyrimidone-2, 5'-phosphate
aminohydrolase from monkey liver
Rapport Euratom n° EUR 1692 e (MF) - Reprint

- SCARANO E.
GERACI G.
POLZELLA A.
CAMPANILE E. The enzymatic aminohydrolysis of 4-aminopyrimidine deoxyribonucleotides - IV. On the possibility of the occurrence of an allosteric site on 2'-deoxyribosyl 4-amino-pyrimidone-2, 5'-phosphate aminohydrolase
Rapport Euratom n° EUR 1693 e (MF) - Reprint
- SCHNEK A.G.
LEDOUX L.
LEONIS J.
RAPPAPORT M.
CHARLES P. Protéines marquées de l'œuf de poule - biosynthèse et préparation
Rapport Euratom n° EUR 1867 f (MF)
- SELS A.A. Dosage des hémoprotéines chez la levure - 4) Cytochrome oxydase
Rapport Euratom n° EUR 1663 f (MF) - Reprint
- SELS A.A. Dosage des hémoprotéines chez la levure - 3) Chaînon de la succinoxydase
Rapport Euratom n° EUR 1667 f (MF) - Reprint
- SMEETS J.G.P.M. Een kwantitatieve en kwalitatieve vergelijking omtrent het voorkomen van splijtingsprodukten in de atmosfeer en in plantaardige en dierlijke produkten
Rapport Euratom n° EUR 1997 n (MF) - Reprint
- SRINIVASAN P.R.
MILLER-FAURES A.
ERRERA M. Isolation technique for HeLa-cell nuclei
Rapport Euratom n° EUR 1994 e (MF) - Reprint
- STRECKER H.J.
DI PRISCO G. Activation and inhibition of NaDH oxidation by brain mitochondrial fragments
Rapport Euratom n° EUR 1670 e (MF) - Reprint
- THOMAS R.
LAMBERT L. On the occurrence of bacterial mutations permitting lyzogenization by clear variants of temperate bacteriophages
Rapport Euratom n° EUR 576 e (MF) - Reprint
- THOMAS R. Le sort du prophage après l'infection d'une bactérie lysogène par un bactériophage non co-immun
Rapport Euratom n° EUR 577 f (MF) - Reprint
- THOMAS R.
LAMBERT L. Données sur le rôle du genotype bactérien dans l'établissement de la lysogénie
Rapport Euratom n° EUR 1630 f (MF) - Reprint
- TOCCHINI-VALENTINI G.
STODOLSKY M.
AURISICCHIO A.
SARNAT M.
GRAZIOSI F.
WEISS S.B.
GEIDUSCHEK E.P. On the asymmetry of RNA synthesis in vivo
Rapport Euratom n° EUR 1052 e (MF) - Reprint
- TOCCO G.
ORENGO A.
SCARANO E. Ribonucleic acids in the early embryonic development of the sea urchin
Rapport Euratom n° EUR 1177 e (MF) - Reprint

- UTJAN L. Sur les protéines basiques des réticulocytes de lapin
Rapport Euratom n° EUR 1664 f (MF) - Reprint
- VAN BEKKUM D.W.
VAN PUTTEN L.M.
DE VRIES M.J. Identification of causative factors of X-diseases in monkeys
Rapport Euratom n° EUR 672 e (MF) - Reprint
- YAMAMOTO Y.L.
FEINENDEGEN L.E.
BOND V.P. Effect of radiation on the RNA metabolism of the central nervous system
Rapport Euratom n° EUR 561 e (MF) - Reprint
- ZAALBERG O.B.
WEYZEN W.W.H.
VOS O. Influence of excess of antigen on immunological tolerance in radiation chimeras
Rapport Euratom n° EUR 1943 e (MF) - Reprint
- XXX Etude du mécanisme d'action des mutagènes chimiques (Rapport annuel 1963)
Rapport Euratom n° EUR 1156 f (MF)
- XXX Recherches en biologie fondamentale et en radiologie - Formation de jeunes chercheurs (Rapport annuel 1962)
Rapport Euratom n° EUR 1614 f (MF)

2. CHIMIE

a) Rapports imprimés

- ANZANI A.
BREDAEL I.
SCIUTO F. Dispositif de mesures de la pureté nucléaire des matériaux par la méthode d'oscillation
Rapport Euratom n° EUR 523 f
- BAUMGAERTNER F.
SCHOEN A. Eine papierchromatographische Trennung der isomeren Dijodbenzole und ihr aktivierungsanalytischer Nachweis
Rapport Euratom n° EUR 1860 d - Reprint
- BARBI G.B. Thermodynamic functions and phase stability limits by electromotive force measurements on solid electrolytic cells
Rapport Euratom n° EUR 1874 e - Reprint
- BERTHELOT C.A.
HERMANN S.
LAUER K.F.
MUZZARELLI R.A.A. The chromatographic concentration and the spectrographic determination of traces of cadmium, yttrium, scandium and lanthanons in uranium metal
Rapport Euratom n° EUR 587 e
- BRUECK A.
LAUER K.F.
LE DUIGO Y. Détermination de la teneur en cobalt d'une solution par spectrophotométrie différentielle
Rapport Euratom n° EUR 581 f
- BUIJS K.
CHÖPPIN G.R. Near infra-red studies of the structure of water: I. Pure water, II. Ionic solutions
Rapport Euratom n° EUR 554 e - Reprint

D.J. 33

- BUIJS K.
CHOPPIN G.R. Assignment of the near-infra-red bands of water and ionic solutions
Rapport Euratom n° EUR 1197 e - Reprint
- CERRAI E.
HAINSKI Z.
ROSSI G.
TRUCCO R. Chemical separation and spectrographic determination of trace amounts of rare earths in SAP material (Part I)
Rapport Euratom n° EUR 1682 e - Reprint
- DE GAUDEMARIS G.P.
DE GORSKI E.
GIULIANI P.
LELEU G. Caloporteurs organiques d'origine pétrolière pour réacteurs nucléaires
Rapport Euratom n° EUR 496 f
- DREZE P.
DUYCKAERTS G. Extraction du plutonium (IV) par l'acide dibutylphosphorique
Rapport Euratom n° EUR 436 f
- DUYCKAERTS G.
GOFFART J. L'extraction liquide-liquide par les oxydes d'alkylphosphine
Rapport Euratom n° EUR 437 f
- ELBERG S.
FRIZ G. Physical properties of organic nuclear reactor coolants
Rapport Euratom n° EUR 400 e
- FRANCINI M.
MARTINI S. Oscillographic polarography in molten nitrates. I. The validity of the Randles-Sevcik equation
Rapport Euratom n° EUR 1908 e
- FRIZ G. Bestimmung der Zähigkeit von Polyphenylen mit Hilfe einer Methode für kleine Substanzmengen
Rapport Euratom n° EUR 594 d
- FRIZ G.
REITER F.W.
NEHREN R. A compilation of the newest values of the physical properties of OM_2 for heat transfer purposes
Rapport Euratom n° EUR 1619 e
- GEISS F.
SCHLITT H.
RITTER F.J.
WEIMAR W.M. Analyse von Polyphenylgemischen mit der Dünnschichtchromatographie - I. Qualitative Arbeiten
Rapport Euratom n° EUR 553 d - Reprint
- GIRARDI F.
PIETRA R. Determination of calcium, strontium and barium in single crystals of alkali halides by neutron activation
Rapport Euratom n° EUR 1656 e - Reprint
- HAUBOLD W.
PEPPLER W. Trennung von Terphenylgemischen durch Thermodiffusion
Rapport Euratom n° EUR 1895 d
- HAUBOLD W. Destillation von Terphenylgemischen mittels Dünnschichtverdampfer
Rapport Euratom n° EUR 1676 d - Reprint
- HAUSSER K.H.
MONGINI L.
VAN STEENWINKEL R. E.S.R. spectra of the terphenyl-anions
Rapport Euratom n° EUR 1344 e - Reprint

- JUPPE G.
ALVARENGA A.
HANNAERT H. The pyrolytic decomposition of terphenyls
Rapport Euratom n° EUR 1647 e
- KARLSON P.
MAURER R.
WENZEN M. Eine Mikromethode zur Markierung von Steroiden und
von Ecdyson mit Tritium
Rapport Euratom n° EUR 510 d - Reprint
- LATARJET R.
EKERT B.
DEMERSEMAN P. Peroxydation of nucleic acids by radiation : biological
implications
Rapport Euratom n° EUR 440 e - Reprint
- LILJENZIN J.O.
REINHARDT H.
WIRRIES H.
LINDNER R. Complex formation in molten salts studied by distribu-
tion methods - II. Ca-chlorocomplexes in K-Li-NO₃
Rapport Euratom n° EUR 395 e (2) - Reprint
- LILJENZIN J.O.
LINDNER R.
REINHARDT H. Further studies on radiocolloids
Rapport Euratom n° EUR 458 e - Reprint
- LINDNER R.
SCHMITZ F. Diffusion of Pu in UO₂
Rapport Euratom n° EUR 501 e - Reprint
- MANNONE F.
STOPPA C. Estrazione del Torio da soluzioni acquose solforonitri-
che mediante Trilaurilamina
Rapport Euratom n° EUR 1911 i
- MANNONE F.
STOPPA C. Estrazione dell-Uranio esavalente da soluzioni acquose
solforiconitriche mediante Trilaurilamina
Rapport Euratom n° EUR 1912 i
- MANNONE F.
STOPPA C.
SANSO G. Separazione con solventi dei prodotti di dissoluzione
nietrica del carburo d'Uranio
Rapport Euratom n° EUR 1913 i
- MUELLER W.
FUGER J.
DUYCKAERTS G. Complex formation in tertiary amine extraction of tri-
valent metals
Rapport Euratom n° EUR 2169 e
- NOUVERTNE W.
HEMPEL K. Untersuchungen über die Lagerfähigkeit H-3-markierter
Aminosäuren hoher spezifischer Aktivität
Rapport Euratom n° EUR 1828 d
- OSINSKI P. Recherches sur la préparation et la conservation des
stéroïdes tritiés d'activité spécifique élevée
Rapport Euratom n° EUR 412 f
- RABE J.G.
GUARINO A.
RABE B. Auto-radiolysis of tritium-labelled cyclohexane and
n-propanol under different conditions
Rapport Euratom n° EUR 1672 e - Reprint
- REITER F.W. Wärmeleitfähigkeit einiger Polyphenyle und Polyph-
enylmischungen
Rapport Euratom n° EUR 528 d

D.J. 33

- SCOPPA P.
GERBAULET K. Microdetermination of terphenyls by spectrofluorimetry:
its extension to biological materials
 Rapport Euratom n° EUR 2168 e
- TOUSSAINT C.
VOS G. Quelques applications analytiques de la diffusion cohé-
rente et incohérente des rayons X
 Rapport Euratom n° EUR 488 f
- VENERONI R.
FRIESEN R. Water determination in terphenyls using the Karl
Fischer coulometric titration
 Rapport Euratom n° EUR 2159 e
- VERSINO B.
GEISS F.
BARBERO G. Verwendung von Betone-haltigen Trennsäulen für die
Gaschromatographie von Polyphenylgemischen
 Rapport Euratom n° EUR 1653 d - Reprint
- VOS G. Le dosage des traces minérales dans les polyphényles par
spectrographie X
 Rapport Euratom n° EUR 478 f
- XXX Activation analysis techniques at the Joint Research
Laboratories at Ispra
 Rapport Euratom n° EUR 1601 e
- XXX Bibliographie comparée de l'analyse par activation (rap-
port final)
 Rapport Euratom n° EUR 1886 f
- XXX Collection of marked compounds
 Rapport Euratom n° EUR 1801 e
- XXX Methods of preparing and storing marked molecules -
Proceedings of the conference held at Brussels (Bel-
gium) from November 13 to 16, 1963
 Rapport Euratom n° EUR 1625 e
- XXX Propriétés thermiques des polyphényles (Parties I et II)
 Rapport Euratom n° EUR 1635 f
- XXX Substitués aux terphényles
 Rapport Euratom n° EUR 1604 f
- XXX Synthese von Kohlenstoff-14-, Tritium- und Deuterium-
markierten Terphenylen
 Rapport Euratom n° EUR 492 d

b) Rapports microfilmés

- BERLIN A.
MENES F.
FORCHERI S.
MONFRINI C. Differences in the mobilities of like charge ions in mol-
ten systems
 Rapport Euratom n° EUR 1660 e (MF) - Reprint
- EKERT B. Effect of gamma-rays on thymine in de-aerated aqueous
solutions
 Rapport Euratom n° EUR 565 e (MF) - Reprint

- JOSIEN M.L. Utilisation des molécules organiques marquées aux isotopes stables dans les études fondamentales de spectroscopie moléculaire et synthèse de plusieurs composés marqués au deutérium
Rapport Euratom n° EUR 675 f (MF) - Reprint
- MAURER R.
WENZEL M.
KARLSON P. Tritium-labelling of natural products
Rapport Euratom n° EUR 1991 e - Reprint (MF)
- MILHAUD G.
AUBERT J.P. Recherches sur l'obtention de bases puriques et pyrimidiques ¹⁴C de haute activité spécifique
Rapport Euratom n° EUR 1984 f (MF)

3. MÉCANIQUE ET APPAREILLAGES

a) Rapports imprimés

- AMELINCKX S.
DE CONINCK R.
DENAYER M.
GIJS A.
HEERSCHAP M.
NAGELS P.
VAN GOOL L. Solid state neutron detector
Rapport Euratom n° EUR 431 e
- BAUMIER J.
GOLLION H.J. Pompes mécaniques pour métaux liquides
Rapport Euratom n° EUR 1826 f
- BOBIN K.J.
MATHIEU F.
WANHAELEWIJN R. Flow failure tests on BR-2
Rapport Euratom n° EUR 1681 e - Reprint
- BONNET C.
MACKE E.
MORIN R. Visualisation de l'ébullition nucléée de l'eau à pression atmosphérique et mesure simultanée des variations de température de surface
Rapport Euratom n° EUR 1622 f
- BONNET P.
BORLOO E.
JANSEN J. Tests non destructifs sur tubes de gaine Orgel
Rapport Euratom n° EUR 2109 f
- CAPPELLANI F.
RESELLI G. Construction and performances of silicon surface barrier detectors
Rapport Euratom n° EUR 1683 e - Reprint
- DE BLUST E.
MANDL V.
DE LOTTO I. Tunnel diode low level discriminator
Rapport Euratom n° EUR 1037 e - Reprint
- DEMANGE Ph.
DOUGUET E.
LEFRANC J.D. Le vapotron nucléaire
Rapport Euratom n° EUR 1753 f - Reprint
- DE LOTTO I.
STANCHI L. Sensibilità e ritardo nei circuiti a scatto
Rapport Euratom n° EUR 430 i

- FAURE J. Détermination de la diffusivité thermique des isolants par la méthode du signal très bref
Rapport Euratom n° EUR 1822 f
- FORTE M. Nanosecond resolving time obtained with NaI (T1) detectors
Rapport Euratom n° EUR 821 e - Reprint
- FRAYSSE G.
PROSDOCIMI A.
WINTER J. Dispositifs d'électronique rapide utilisés dans des mesures de sections efficaces de fission
Rapport Euratom n° EUR 1036 f - Reprint
- GIULIANI S.
MUSTACCHI C. Heat transfer in a fuel element gas gap
Rapport Euratom n° EUR 521 e
- GUERRI L. Numerical calculation of shock waves
Rapport Euratom n° EUR 1659 e - Reprint
- HAINSKI Z.
ROSSI G.
TRUCCO R. Quelques considérations sur la méthode « Copper Spark », influence de l'excitation
Rapport Euratom n° EUR 513 f - Reprint
- HERZBERGER P.
BOULLET J.J. Eine elektrische Waage für kleine Gewichte
Rapport Euratom n° 1870 d - Reprint
- KLOPF P.
MEYER H. A nanosecond time coder with great analysis range for time-of-flight experiments
Rapport Euratom n° EUR 491 e
- KRANERT W. Influence des caractéristiques des redresseurs sur la performance des amplificateurs magnétiques
Rapport Euratom n° 790 f - Reprint
- LIJBRINK E.
JASPERS J.H. Bijzondere toepassingen van de argonarc lasmethode bij het Reactor Centrum Nederland in Petten
Rapport Euratom n° 1684 n - Reprint
- MATTEOLI L.
LOGI P.
SALAMANNA S. Autoradiografia quantitativa I. Preparazione degli standards radioattivi a concentrazione scalare di tracciante
Rapport Euratom n° 1883 i
- MEYER H.
VERELST H. Tunnel diodes as multivibrator for fast counting in time-of-flight coding and derandomising applications
Rapport Euratom n° EUR 528 e
- SPERNOL A.
DENECKE B. Präzise Absolutmessung der Aktivität von Tritium
Rapport Euratom n° EUR 1400 d - Reprint
- SPILLER K.H.
PERSCHKE D. Messungen zur Füllstandanzeige, zur Benetzung und zum Blasennachweis bei flüssigem Na in einem Behälter aus nichtrostendem Stahl
Rapport Euratom n° EUR 1823 d
- SCHROCK V.E.
VAN ERP J.P.
POSSA G. Analysis of steady state density changes in boiling coolants
Rapport Euratom n° EUR 1367 e - Reprint

- STRUB A. A simple device for series testing of photomultiplier overall gain and cathode uniformity
Rapport Euratom n° EUR 2102 e
- VAN AUDENHOVE J. Theorie en toepassingen van het elektronenbombarde-
ment
Rapport Euratom n° EUR 1204 n - Reprint
- VAN DER LAAN P.C.T. Some properties of a high current spark gap
DE JONG A. Rapport Euratom n° EUR 1644 d - Reprint
- WERZ R. Messung der gemischten Strahlungsfelder im Reaktor
BR2 mit Hilfe von Kalorimetersonden
Rapport Euratom n° EUR 363 d - Reprint
- XXX Esone-Systeem voor nucleaire elektronica
Rapport Euratom n° EUR 1831 n

b) **Rapports microfilmés**

- XXX Third symposium on engineering problems in thermo-
nuclear research
Rapport Euratom n° EUR 1902 e (MF)
- BERNARDET H. Jauge de Penning à réponse rapide
GOURDON C. Rapport Euratom n° EUR 1936 f (MF) - Reprint
- BESSOUAT R. Dispositif pour la mesure des tensions de vapeur jus-
qu'à 20 kg/cm² et 500° c
CHAVANEL H. Rapport Euratom n° EUR 567 i (MF) - Reprint
ELBERG S.
- BESSOUAT R. Dispositif de mesure de densités de liquides à haute
CHAVANEL H. température jusqu'à 500° c et sous pression jusqu'à
ELBERG S. 20 kg/cm²
Rapport Euratom n° EUR 568 f (MF) - Reprint
- BESSOUAT R. Dispositif de mesure de viscosités de liquides à haute
ELBERG S. température jusqu'à 500° c et sous pression jusqu'à
20 kg/cm²
Rapport Euratom n° EUR 1953 f (MF) - Reprint
- BLED J. Nouvelles techniques d'utilisation des ondes millimétri-
BRESSON A. ques et submillimétriques
PAPOULAR R. Rapport Euratom n° EUR 1900 f (MF) - Reprint
WEGROWE J.G.
- BOESCHOTEN F. Comparison of a few methods for measuring the diffu-
GEISSLER K. sion rate of plasma across a magnetic field
SILLER F. Rapport Euratom n° EUR 1952 e (MF)
- BONAZZOLA G.C. A fast-neutron time-of-flight spectrometer
Rapport Euratom n° 1932 e (MF) - Reprint
- BÜCHL K. Druckmessungen mit piezoelektrischen Sonden an einem
linearen Z-Pinch
Rapport Euratom n° EUR 1947 d (MF) - Reprint

D.J. 33

- CONRADS H.
HARTWIG H. Eine getriggerte Gleitfunkenstrecke zur Erzeugung von Emissionsspektren im Gebiet der weichen Röntgenstrahlen
Rapport Euratom n° EUR 1948 d (MF) - Reprint
- DRAWIN H.W. Recent developments in the field of continuous indicating vibration-friction gages
Rapport Euratom n° EUR 676 e (MF)
- DRAWIN H.W. Die Gasreibung beim kontinuierlich anzeigenden Vibrationsreibungsvakuummeter
Rapport Euratom n° EUR 1951 d (MF) - Reprint
- FAUGERAS P.E.
LASRY J.
VERON D. Physique des plasmas - canon coaxial
Rapport Euratom n° EUR 1940 f (MF) - Reprint
- FIGUERA A.S.
MILONE C. A proton recoil fast neutron spectrometer with solid state detectors
Rapport Euratom n° EUR 1972 e (MF) - Reprint
- HÜBNER K. Magnetfeldmessungen mit Hilfe des Zeeman-Effektes
Rapport Euratom n° EUR 2000 d (MF) - Reprint
- MARTONE M. Dispositivo per la misura dell'allargamento delle righe spettrali con elevata risoluzione temporale
Rapport Euratom n° EUR 663 i (MF)
- OSWALD B. Zur Erzeugung hoher stationärer Magnetfelder mit Hilfe wassergekühlter Spulen
Rapport Euratom n° EUR 1964 d (MF) - Reprint
- PAPOULAR R. Far IR reference sources for the evaluation of high temperatures
Rapport Euratom n° EUR 1973 e (MF) - Reprint
- PELLEGRINI B. Comportamento dinamico di circuiti di commutazione a diodi tunnel
Rapport Euratom n° EUR 1144 i (MF) - Reprint
- POTENZA R.
RUBBINO A. Spectrometers for fast neutrons from nuclear reactions and from collimated beams
Rapport Euratom n° EUR 1930 e (MF) - Reprint
- POTENZA R.
RUBBINO A. Fast neutron spectrometer
Rapport Euratom n° EUR 1934 e (MF) - Reprint
- SPERNOL A.
VANINBROUKX R.
GROSSE G. Thermal flux perturbation by cobalt detector
Rapport Euratom n° EUR 1868 e (MF) - Reprint
- WEISER G. A rigid low-loss polarizing device for giant pulse lasers
Rapport Euratom n° EUR 1903 e (MF)

5. SANTÉ ET SÉCURITÉ

a) Rapports imprimés

- FONTAINE G.
LAURENT R.
MALVICINI A. Unité mobile d'intervention et de décontamination des solides
Rapport Euratom n° EUR 1821 f
- WIEBE W. Schiffbauliche und maschinelle Sicherheitsmaßnahmen auf nuklear angetriebenen Schiffen
Rapport Euratom n° EUR 453 d - Reprint
- XXX Technische Beurteilung der Sicherheit der N.S. Savannah (Vol. I und II)
Evaluation technique de la sécurité du N.S. Savannah (Vol. I et II)
Valutazione tecnica della sicurezza della N.S. Savannah (Vol. I e II)
Technische beoordeling van de veiligheid van het N.S. Savannah (Vol. I en II)
Technical safety evaluation of the N.S. Savannah (Vol. I and II)
Rapport Euratom n° EUR 1621 d, f, i, n, e
- XXX Recherches sur les effets multiples de certains radio-protecteurs chimiques (1962-1963)
Rapport Euratom n° EUR 1835 f

6. APPLICATIONS INDUSTRIELLES DES ISOTOPES ET DES RADIATIONS

a) Rapports imprimés

- CHAUVIN J.L.
DANION J. Mesure du débit solide des cours d'eau par charriage au moyen de traceurs
Rapport Euratom n° EUR 1837 f
- SALES M.
BORELLI F.
BRUNA A.
CALDERA P.G. L'emploi des isotopes radioactifs pour déceler les fuites de gaz
Rapport Euratom n° EUR 1645 f

7. SÉPARATION DES ISOTOPES

a) Rapports imprimés

- BRESESTI M.
LANZ R.
DEL TURCO A.M. Separazione di P-32 da solfati irraggiati in un reattore
Rapport Euratom n° EUR 766 i - Reprint
- BRESESTI M.
DEL TURCO A.M.
OSTIDICH A. Preparation of ¹⁸F in a nuclear reactor
Rapport Euratom n° EUR 1655 e - Reprint

- FASOLO G.B.
MALVANO R.
ROSA U. Produzione di Mn^{54} carrier-free per irraggiamento di ferro in reattore
Rapport Euratom n° EUR 1641 i
- FUSCHINI E.
MARONI C.
PORCEDDU C.
VERONESI P. A new method for preparing radioactive sources
Rapport Euratom n° EUR 1878 e - Reprint
- SPERNOL A.
DE ROOST E.
LERCH O. High precision $4 \pi\beta\gamma$ coincidence counting and the preparation of solid Co^{60} standard sources and solutions for an international comparison
Rapport Euratom n° EUR 477 e

8. MATHÉMATIQUES ET ORDINATEURS

a) Rapports imprimés

- AGAZZI A.
VINCENTI E.
MONTEROSSO R. The code COSTANZA I
Rapport Euratom n° EUR 2104 e
- ALBERTONI S.
BLAESSER G.
d'AMICO G.
CLERICI C.G. HET - B2 : A heterogeneous method for reactor calculations
Rapport Euratom n° EUR 1839 e
- ANNINO J.S.
SANGERMANO L.A. GLEE : Generalized Library Editor and Executor
Rapport Euratom n° EUR 1843 e
- BECKER W.
DE LOTTO I. Pattern Display considerations for a programming aid machine linking a digital and an analogue computer
Rapport Euratom n° EUR 410 e
- BORELLA A.
GUZZI G. Computer program system for a quantitative analysis by neutron activation and gamma-ray spectrometry
Rapport Euratom n° EUR 531 e
- BRAFFORT P.
HIRSCHBERG D.
MOMMENS J. La programmation des problèmes non numériques
Rapport Euratom n° EUR 365 f
- CAMION P.
VERBEEK L. Efficient realization of Boolean functions by means of diode conjunction matrices and minimal cost assembling problems
Rapport Euratom n° EUR 600 e/f
- CAMION P. Minimisation du nombre de relais dans une commutatrice élémentaire
Rapport Euratom n° EUR 1626 f
- CAMION P. Matrices totalement unimodulaires et problèmes combinatoires
Rapport Euratom n° EUR 1632 f

- MONGINI-TAMAGNINI C. AIREK-MOD : A modified version of the kinetic code AIREK II
Rapport Euratom n° EUR 1914 e
- SCHELTEN-PETERSEN B.
SCHULZE W. Eichung magnetischer Durchflußmesser für Flüssigmetalle
Rapport Euratom n° EUR 1631 d
- VAN WAUWE A. The Sioux System
Rapport Euratom n° EUR 1917 e
- VINCENTI E.
MONTEROSSO R.
AGAZZI A. COSTANZA : A numerical code for the study of the reactor spatial dynamics in two groups
Rapport Euratom n° EUR 2103 e

b) Rapports microfilmés

- ENGELMANN F. Solution of Milne's equation for general line profiles by power series expansion
Rapport Euratom n° EUR 1987 e (MF) - Reprint
- GERACE G.B. Microprogrammed control for computing systems
Rapport Euratom n° EUR 1155 e (MF) - Reprint
- GORENFLO R. Über Pseudozufallsgeneratoren und ihre statistischen Eigenschaften
Rapport Euratom n° EUR 616 d (MF)
- LAVAL G.
PELLAT R.
COTSAFTIS M.
TROCHERIS M. Marginal stability condition for stationary non-dissipative motions
Rapport Euratom n° EUR 1935 e (MF) - Reprint
- ROBERTS F. The development of special graphites for gas cooled, graphite moderated reactors - a review of the work carried out on the Harwell experimental graphite plant
Rapport Euratom n° EUR 1634 e (MF)

9. MÉTAUX, CÉRAMIQUES ET AUTRES MATÉRIAUX

a) Rapports imprimés

- AMELINCKX S.
DELAVIGNETTE P.
HEERSCHAP M. Electron microscope study of inter-lamellar compounds of graphite with bromine, iodine monochloride and ferric chloride
Rapport Euratom n° EUR 542 e
- AMELINCKX S.
RUEDL E. Electron microscopic observation of dislocation networks and radiation damage in α -Uranium
Rapport Euratom n° EUR 1525 e - Reprint
- BEGHI G.
PIATTI G.
QUATAERT D. Evolution structurale de l'alumine dans le SAP fondu
Rapport Euratom n° EUR 589 e

D.J. 33

- BEGHI G.
PIATTI G.
QUATAERT D. Analisi dilatometrica del SAP a differenti tenori in ossido
Rapport Euratom n° EUR 1613 i
- BENEDICT J.
HUET J.J. Untersuchungen in der Zirkoniumecke der Systeme Zirkonium-Niob-Chrom und Zirkonium-Niob-Vanadium
Rapport Euratom n° EUR 1317 d - Reprint
- BROSSA F.
SCHLEICHER H.W.
THEISEN R. Efficiency of diffusion barriers for aluminium-canned uranium fuel elements
Rapport Euratom n° EUR 515 e - Reprint
- DESLOIRE M. Influence de divers facteurs métallurgiques sur la fragilité du matériau composite aluminium-alumine
Rapport Euratom n° EUR 1846 f
- DI COLA G.
MATZKE H. Calculation of the fractional release of gases from a slab after recoil bombardment
Rapport Euratom n° EUR 2157 e
- DOUMERC J.
TROCÇON G.
HAUSER R. Etude théorique et technologique de combustibles nucléaires à base de pastilles réfractaires composites
Rapport Euratom n° EUR 1249 f
- ESCHBACH H.L. Herstellung von gleichmäßigen Aufdampfschichten auf Platten und Zylindern
Rapport Euratom n° EUR 1654 d - Reprint
- FRIGERIO G.
GEREVINI T. The dependence upon the irradiation dose of the apparent/diffusion rates of xenon in uranium dioxide
Rapport Euratom n° EUR 1318 e - Reprint
- GUEGNAUD A.
ROQUES C. Choix et mise en œuvre d'un acier austénitique pour la construction de la cuve du réacteur à neutrons rapides RAPSODIE
Rapport Euratom n° EUR 1642 f
- GUYOT P. Contribution à l'étude de la plasticité du SAP
Rapport Euratom n° EUR 550 f
- GUYOT P. Blocage des dislocations dans les alliages du type SAP/A1-Al₂O₃
Rapport Euratom n° EUR 584 f
- GUYOT P. Activation energy and activation volume in SAP
Rapport Euratom n° EUR 1862 e - Reprint
- HERENGUEL J.
LAMOTTE M.
MANSARD D.
ROUSSET P.
WHITWHAM D. Etude de la mise en forme et de l'irradiation du monocarbure d'uranium
Rapport Euratom n° EUR 471 f
- HESS E.G. Contribution à l'étude des possibilités de fabrication de produits en aluminium fritté
Rapport Euratom n° EUR 1844 f

- HOLTBECKER H.
MONTAGNANI M. Saldatura e formatura del SAP con esplosivi
Rapport Euratom n° EUR 1818 i
- LAGERWALL T.
SCHMELING P. Interpretation and evaluation of non-ideal gas release
in post-activation measurements
Rapport Euratom n° EUR 595 e
- LEYENDECKER W.
SERRINI G. Determinazione dell'alluminio nel SAP
Rapport Euratom n° EUR 585 i
- MONTUELLE J.
CHAUDRON G. Nouvelles propriétés structurales d'aciers inoxydables
préparés à partir de métaux purifiés par zone fondue
Rapport Euratom n° EUR 1586 f - Reprint
- PAGANELLI M. Dimensioni dei sub-grani in estrusi di SAP 4, 7, 10 e
14 % Al_2O_3 , ricotti a 600 e a 650°
Rapport Euratom n° EUR 1847 i
- RAZ B.
SCHMIDT H.E. A propos d'une anomalie de la résistance électrique
d' UO_2 fritté
Rapport Euratom n° EUR 451 f - Reprint
- RICHTER H.
TVERBERG J.C. Über die Eigenschaften von Schweissnähten Niob-Haltiger
Zirkonium-Legierung
Rapport Euratom n° EUR 1319 d - Reprint
- RUEDL E.
STAROSTE E. Some observations on annealed and ion bombarded SAP
foils
Rapport Euratom n° EUR 1833 e
- SCHLECHTER M.
KOOI R. The preparation of UO_2 by fused salt electrolysis using
 UO_2 or UF_4 as starting material
BILLIAU R.
CHARLIER R.A.
DUMONT G.L. Rapport Euratom n° EUR 1896 e
- SPILLER K.H. Zur Kenntnis der physikalischen Stoffeigenschaften von
Fluessigmetallen zwischen Schmelz- und Siedepunkt
Rapport Euratom n° EUR 599 d
- THEISEN R. Anwendung des Röntgenmikroanalysators zur Untersu-
chung des Zeilengefüges von kaltverformten Sinteralu-
minium
Rapport Euratom n° EUR 774 d - Reprint
- VAN AUDENHOVE J.
ESCHBACH H. Deposition by electron bombardment and weighing
under vacuum of thin high purity boron layers
MORET H. Rapport Euratom n° EUR 557 e - Reprint
- VAN LANDUYT J.
AMELINCKX S. Domain patterns in columbium (niobium)
Rapport Euratom n° EUR 1588 e - Reprint
- WEISSGERBER P. The investigation of passivating oxide layers on zir-
conium metal using small single shot anodic current
pulses
Rapport Euratom n° EUR 1511 e - Reprint

b) **Rapports microfilmés**

- BEHRISCH R. Festkörperzerstäubung durch Ionenbeschuß
Rapport Euratom n° EUR 1999 d (MF) - Reprint
- MORANVILLE C. Studi metallurgici sotto l'egida dell'Euratom
Rapport Euratom n° EUR 1962 i (MF) - Reprint
- ROBERTS F. Some studies in the development of fine-grained gra-
LONGSTAFF B. phites for nuclear applications
JENKINS T.R. Rapport Euratom n° EUR 1633 e (MF)

10. PHYSIQUE

a) **Rapports imprimés**

- ALLEN J.E. Strong ionizing front in a magnetic field
SEGRE S.E. Rapport Euratom n° EUR 1879 e - Reprint
- ANCARANI A. Détermination de l'effet Doppler des éléments fissiles
FOSSOUL E.A. dans les réacteurs rapides
Rapport Euratom n° EUR 530 f
- BEETS C. Propagation des neutrons dans des massifs d'uranium
CAMPAN J.L. naturel et d'uranium naturel-acier
CAUMETTE P. Rapport Euratom n° EUR 1637 f
COLLE P.
DECKERS H.
DESPRETS A.
ZALESKI C.P.
- BERTOTTI B. Stabilità di un plasma non uniforme senza collisioni
Rapport Euratom n° EUR 535 i
- BONAZZOLA G.C. The measurement by activation of cross sections for
BROVETTO P. 14,7 MeV neutrons
CHIAVASSA E. Rapport Euratom n° EUR 1697 e - Reprint
SPINOGLIO R.
PASQUARELLI A.
- BRESESTI M. The thermal neutron capture cross-section and the reso-
CAPPELLANI F. nance capture integral of ^{124}Xe
DEL TURCO A.M. Rapport Euratom n° EUR 551 e - Reprint
ORVINI E.
- BÜNEMANN D. Shielding experiments and calculations at the research
FENDLER H.G. reactor Geesthacht, Germany
FIEBIG R. Rapport Euratom n° EUR 1636 e
FRISIUS F.
HOFFMANN O.
KOTSCHI H.
PATZELT H.
RICHTER G.
THURO G.
- DANERI AD. Il metodo di galerkin e la doppia P1 per il calcolo del
DENNERI ADR. flusso termico
Rapport Euratom n° EUR 533 i

- DE BIEVRE P.
DEBUS G.
SPAEPEN G. Thermal neutron absorption cross section of bore
Rapport Euratom n° EUR 454 e - Reprint
- FUMELLI M. Une décharge dans la vapeur de lithium
Rapport Euratom n° EUR 1627 f
- FUSCHINI E.
GADJOKOV V.
MARONI C.
VERONESI P. On the decay scheme of ^{47}Ca
Rapport Euratom n° EUR 1678 a - Reprint
- GIERTS G. Spectrométrie des neutrons rapides au moyen de la
réaction $^6\text{Li}(n, t) ^4\text{He}$
Rapport Euratom n° EUR 441 f - Reprint
- GIRARD J.P.
GOURDON C. Injection longitudinale de particules chargées dans une
configuration magnétique statique à miroirs
Rapport Euratom n° EUR 544 f
- GUERRI L.
TARONI A. Computation of the flow behind a converging detona-
tion front in cylindrical or spherical geometry
Rapport Euratom n° EUR 1848 e
- HAUSSER K.H. Dynamic nuclear polarization in liquids at high magne-
tic fields
Rapport Euratom n° EUR 483 e
- HUBERT P. La première expérience CAPEL
Rapport Euratom n° EUR 545 f
- KELLY R.
RUEDEL E. An attempt to correlate diffusion and electron micro-
scopy in krypton-bombarded platinum foils
Rapport Euratom n° EUR 1834 e
- KREBS K. Dynamical model for lattice vibrations in metals
Rapport Euratom n° EUR 1343 e - Reprint
- KUEPPER F.P. Die zeitliche Änderung der radialen Elektronendichte-
verteilung beim Theta-Pinch
Rapport Euratom n° EUR 511 d - Reprint
- LAVAL G.
PELLAT R.
REBUT P.H. Les équilibres de bifurcation et la stabilité hydromagné-
tique
Rapport Euratom n° EUR 556 f - Reprint
- LECOUSTEY P. Transmission d'un jet de plasma à travers une barrière
magnétique
Rapport Euratom n° EUR 1863 f - Reprint
- LUNELLI M.
MAGGIONI G. A multi-dimensional, multigroup, multiregion, neutron
diffusion code (iterativevariational approach)
Rapport Euratom n° EUR 532 e
- MAGISTRELLI F. Esperienze sulle guaine di carica spaziale
Rapport Euratom n° EUR 495 i

D.J. 33

- MERCIER C. Sur une représentation des surfaces toroïdales : applications aux équilibres magnétohydrodynamiques
Rapport Euratom n° EUR 555 f - Reprint
- NEU H. Electron heating in hall fields of MPD generators
Rapport Euratom n° EUR 506 e - Reprint
- NEU H. Die nukleare Cäsium-Zelle
Rapport Euratom n° EUR 1687 d - Reprint
- PALUMBO D. Das Euratom-Programm zur Fusions-Forschung
Rapport Euratom n° EUR 442 d - Reprint
- LISKIEN H. PAULSEN A. Compilation of cross-sections for some neutron induced threshold reactions (second series) - Supplement n° 1
Rapport Euratom n° EUR 119 e
- PETER G. MÜLLER G. RABBEN H.H. Untersuchungen mit der HF-Plasma-Resonanzsonde an einem Caesium-Kontaktionisations-Plasma
Rapport Euratom n° EUR 1817 d
- ROTTER W. Verzögerte Photoneutronen im Beryllium-Reaktor BR-02
Rapport Euratom n° EUR 503 d - Reprint
- RUBIN R. KLEY W. PERETTI J. Inelastische Streuung kalter Neutronen an Vanadiumhydrid
Rapport Euratom n° EUR 522 d
- SCHRAM P. Kinetic equations for plasmas
Rapport Euratom n° EUR 1805 e
- TAMAGNINI M.G. PONTI C. A comparison between the codes for the calculation of thermal spectra in homogeneous media
Rapport Euratom n° EUR 1605 e
- VANINBROUKX R. GROSSE G. Standaardisatie van Cobalt-58
Rapport Euratom n° EUR 524 n
- VOSLAMBER D. Relaxation of electron and Ion temperatures in a strong magnetic field
Rapport Euratom n° EUR 1880 e - Reprint
- WAGNER H. HENSSEN H. Rechnungen zur optimalen Auslegung der Primärschirmung des OM-Schiffsreaktors
Rapport Euratom n° EUR 1888 d
- WU J.C. Effects of viscosity in magnetoplasma dynamic generators
Rapport Euratom n° EUR 520 e - Reprint
- XXX Abschirmungsexperimente am Forschungsreaktor Geesthacht - Jahresbericht 1961
Rapport Euratom n° EUR 534 d (1)
- XXX Abschirmungsexperimente am Forschungsreaktor Geesthacht - Jahresbericht 1962
Rapport Euratom n° EUR 534 d (2)

XXX

Beschleuniger-Targets, bestimmt zur Herstellung von Neutronen - cibles pour accélérateurs destinées à la production de neutrons - accelerator targets designed for the production of neutrons
Rapport Euratom n° EUR 1815 d, f, e

b) **Rapports microfilmés**

- AGODI A.
GIORDANO R.
SCHIFFRER G.
GIANNINI M. Numerical methods for D.W.B.A. calculations on (n, p) reactions
Rapport Euratom n° EUR 895 e (MF) - Reprint
- AGODI A.
SCHIFFRER G. Finite range and exchange effects in the reaction $^{28}\text{Si}(n, p)^{28}\text{Al}$
Rapport Euratom n° EUR 1926 e (MF) - Reprint
- AGODI A.
GIORDANO R.
SCHIFFRER G. Analysis of direct (n, p) reactions
Rapport Euratom n° EUR 1945 e (MF) - Reprint
- ALLEN J.
TURRIN A. The collection of positive ions by a probe immersed in a plasma
Rapport Euratom n° EUR 1129 e (MF) - Reprint
- ALLEN J.E.
GATTI G.
MARTONE M.U.
RUMI B. The implosion phase of a theta-pinch
Rapport Euratom n° EUR 1629 e (MF)
- ALLEN J.E.
SEGRE S.E.
TURRIN A. The disposition of an ionized gas in a gravitational field
Rapport Euratom n° EUR 1929e (MF) - Reprint
- ANDREOLETTI J. Physique des plasmas - sur la stabilité d'un plasma à pression finie
Rapport Euratom n° EUR 1937 f (MF) - Reprint
- ANGER W. Technische Probleme der Plasmaphysik
Rapport Euratom n° EUR 1970 d (MF) - Reprint
- ANDREOLETTI J. Etat stationnaire d'un plasma de faible pression en présence d'un champ électrique ambipolaire
Rapport Euratom n° EUR 1976 f (MF) - Reprint
- BARTOLI C.
BOSCHI A.
GRATTON R. Study of an inductive system for the measurement of large impulse currents employed in Garridi experiment
Rapport Euratom n° EUR 1628 e (MF)
- BECCHI C.
MANUZIE G.E.
MENEGETTI L.
VITALE S. Photodisintegration of He^3 by y-rays of energy between 10 and 30 MeV
Rapport Euratom n° EUR 1928 e (MF) - Reprint

- BECHERER R.
BARIAUD A.
PREVOT F. Décharge dans les gaz - la topographie du champ magnétique dans un duoplasmatron annulaire. Son influence sur la fixation de la décharge
Rapport Euratom n° EUR 1960 f (MF) - Reprint
- BECHERER R.
BARIAUD A.
PREVOT F. Décharge dans les gaz - conditions d'uniformité de la décharge d'un duoplasmatron annulaire
Rapport Euratom n° EUR 1961 f (MF) - Reprint
- BERG H.
TONDELLO G. Calculation on the temperature sensitive intensity ratio of the HE-II-4686-A line and its neighbouring continuum
Rapport Euratom n° EUR 1966 e (MF)
- BERTOTTI B. Fine structure in current sheaths
Rapport Euratom n° EUR 1650 e (MF) - Reprint
- BIGUET A.
BLANC P.
GRAVIER R.
LECOUSTEY P.
LUC H.
RENAUD C.
TACHON J.
VERON D.
ZANFAGNA B. Temps de confinement d'un plasma chaud dans le puits magnétique de DECA II
Rapport Euratom n° EUR 1985 f (MF) - Reprint
- BOESCHOTEN F. Review of experiments on the diffusion of plasma across a magnetic field
Rapport Euratom n° EUR 1957 e (MF) - Reprint
- BOGEN P.
HINTZ P.
SCHLUTER J. Influence of impurities on a high temperature, high density deuterium plasma
Rapport Euratom n° EUR 1946 e (MF) - Reprint
- BOLLINI D.
FOSSATI F.
PAOLILLO A.M.
ROVERA S. Energy spectrum of protons from Cs and I with 17.6 MeV incident γ -rays
Rapport Euratom n° EUR 1933 e (MF) - Reprint
- BRETON C. Physique des plasmas - rôle de la dissociation dans les phénomènes d'ionisation de l'hydrogène dans une décharge pulsée
Rapport Euratom n° EUR 1131 f (MF) - Reprint
- CARUSO A.
CAVALIERE A. The low pressure discharge in the strong ionization regime
Rapport Euratom n° EUR 1986 e (MF) - Reprint
- CAVALIERE A.
CROSIGNANI B.
GRATTON F. Motion of a charge in changing magnetic fields with nonadiabatic intervals
Rapport Euratom n° EUR 1993 e (MF) - Reprint
- CHODURA R. Zum Zündmechanismus einer Theta-Pinch-Entladung
Rapport Euratom n° EUR 1949 d (MF) - Reprint
- CORMACK G.D. The contact surface in an electromagnetic shock tube
Rapport Euratom n° EUR 1975 e (MF) - Reprint

- COSTA S.
FERRONI F.
FERRONI S.
MOLINO C.
MALVANO R.
- Photomeutrons from medium elements up to 80 MeV photon energy
Rapport Euratom n° EUR 1998 e (MF) - Reprint
- CUPERMAN S.
ENGELMANN F.
OXENIUS J.
- Non-thermal impurity-radiation from a spherical plasma (Part II)
Rapport Euratom n° EUR 1938 e (MF) - Reprint
- DEICAS R.
VALCKX F.P.G.
- Source d'ions intense à faisceau plan
Rapport Euratom n° EUR 546 f (MF)
- ENGELMANN F.
FICK E.
- Quantentheorie der Zeitmessung (I und II)
Rapport Euratom n° EUR 1114 d (MF) - Reprint
- ENGELMANN F.
FEIX M.
MINARDI E.
- Connection between shielding and stability in a collisionless plasma
Rapport Euratom n° EUR 1864 e (MF) - Reprint
- ETIEVANT C.
- Les instabilités électrostatiques associées aux anisotropies de distributions de vitesses (comparaison - théorie - expérience)
Rapport Euratom n° EUR 1958 f (MF)
- FASOLI U.
TONOLIO D.
ZAGO G.
- Elastic and inelastic scattering of protons by Li^7 in the energy interval 3.0 - 5.5 MeV
Rapport Euratom n° EUR 1904 e (MF)
- FASOLI U.
SILVERSTEIN E.A.
TONIOLO D.
ZAGO G.
- The elastic scattering of protons by Li^6 in the energy range 1.3 - 5.6 MeV
Rapport Euratom n° EUR 1905 e (MF)
- FASOLI U.
ZAGO G.
- Scattering of neutrons by α -particles at 14.1 MeV
Rapport Euratom n° EUR 1925 e (MF) - Reprint
- FASOLI U.
TONIOLO D.
ZAGO G.
- The Li^3 (p, He^3) reaction in the energy range 3-5.6 MeV
Rapport Euratom n° EUR 1927 e (MF) - Reprint
- FAUGERAS P.E.
- Diffraction d'une onde électromagnétique plane par un cylindre de plasma inhomogène
Rapport Euratom n° 619 f (MF) - Reprint
- FEIX M.
- Excitation level of plasma oscillations
Rapport Euratom n° 762 e (MF) - Reprint
- FIDONE I.
LAFLEUR Ch.
LAFLEUR S.
- Mouvement stochastique d'une particule chargée dans un plasma
Rapport Euratom n° EUR 1602 f (MF)
- FUSCHINI E.
GADJOKOV V.
MARONI C.
VERONESI P.
- Time-reversal invariance in strong interactions $\text{II}\beta$ $\psi_1\psi_2$ angular correlation in ^{106}Rh
Rapport Euratom n° EUR 948 e (MF) - Reprint
- FUSCHINI E.
GADJOKOV V.
MARONI C.
VERONESI P.
- Time-inversal invariance in strong interactions I $-\beta$ $\gamma_1\gamma_2$ angular correlation in ^{47}Ca
Rapport Euratom n° EUR 1931 e (MF) - Reprint

- GADIOLO E.
MARCAZZAN G.M.
PAPPALARDO G. Analysis of fluctuations on $A1^{27}$ (d, a) Mg^{25} and $A1^{27}$ (d, p) $A1^{28}$ reactions
Rapport Euratom n° EUR 1942 e (MF) - Reprint
- v. GIERKE G.
MÜLLER G.
PETER G.
RABBEN H.H. On the influence of ion sheaths upon the resonance behaviour of a R.F. plasma probe
Rapport Euratom n° EUR 1990e (MF) - Reprint
- HERRMANN W. Über die Instabilität eines Elektronenstrahl-Plasmas (Erste Messungen an einem Strahl-Plasma)
Rapport Euratom n° EUR 674 d (MF)
- HUBERT P. Colloque international sur les configurations à miroirs magnétiques
Rapport Euratom n° EUR 1978 f (ME) - Reprint
- HUBERT P. Injection de particules chargées dans une bouteille magnétique statique ayant la symétrie de révolution
Rapport Euratom n° EUR 1979 f (MF) - Reprint
- KALECK A. Über den Bewegungsvorgang in einem linearen Plasma-beschleuniger
Rapport Euratom n° EUR 1968 d (MF)
- KUNZE H.J.
FÜNFER E.
KRONAST B.
KEGEL W.H. Measurement of the spectral distribution of light scattered by $a\theta$ - pinch plasma
Rapport Euratom n° EUR 1944 e (MF) - Reprint
- LAVAL G.
PELLAT R. Mouvement d'une spire de plasma dans une configuration magnétique à point de champ nul
Rapport Euratom n° EUR 1941 f (MF) - Reprint
- LAVAL G.
PELLAT R. Equations d'évolution de la fonction de distribution à une particule d'un plasma stable ou faiblement instable
Rapport Euratom n° EUR 1974 f (MF) - Reprint
- MAHN C.
RINGLER H.
WIENECKE R.
WITKOWSKI S.
ZANKL G. Experimente zur Erhöhung der Lichtbogentemperatur durch Reduktion der Wärmeleitfähigkeit in einem Magnetfeld
Rapport Euratom n° EUR 664 d (MF) - Reprint
- MERCIER C.
TASSO H. Influence de la forme de l'axe magnétique sur les plages de stabilité et leur variation
Rapport Euratom n° EUR 1603 f (MF)
- MERCIER C. Les effets toroïdaux sur l'équilibre et la stabilité magnéto-hydrodynamiques
Rapport Euratom n° EUR 1955 f (MF)
- MERCIER C. Les instabilités des plasmas
Rapport Euratom n° EUR 1956 f (MF)
- MILONE C. Energy spectra of photoneutrons from A1 and neutron emission processes
Rapport Euratom n° EUR 891 e (MF) - Reprint
- MINARDI E. Microstability conditions for a plasma in a box
Rapport Euratom n° EUR 1969 e (MF)

- MINARDI E. Energy principle for electrostatic stability of a plasma
Rapport Euratom n° EUR 1977 e (MF)
- SCHRADER W.J. The influence of the relativistic increase of mass on
particle energy gain and trapping near cyclotron resonance
Rapport Euratom n° EUR 628 e (MF)
- TOSCHI R. Convertitori magnetoplasmodinamici
Rapport Euratom n° EUR 1971 i (MF) - Reprint
- TROCHERIS M. Microinstabilités et phénomènes de transports anormaux
dans les plasmas
Rapport Euratom n° EUR 1939 f (MF)
- WIENECKE R. Reaktionswärmeleitfähigkeit von Wasserstoff und ein-
fach ionisiertem Helium in einer zylindersymmetrischen
Entladung mit überlagertem axialem Magnetfeld
Rapport Euratom n° EUR 1950 d (MF) - Reprint
- WIMMEL H.K. Theory of the plasma resonance probe
Rapport Euratom n° EUR 1989 e (MF) - Reprint
- XXX Contribution of Euratom associations to the VIth inter-
national conference on ionization phenomena in Gases
(Paris, 1963)
Participation des associations Euratom à la sixième
conférence internationale sur les phénomènes d'ionisa-
tion dans les gaz (Paris, 1963)
Rapport Euratom n° EUR 1954 e, f (MF)-Reprint

11. TECHNOLOGIE DES RÉACTEURS

a) Rapports imprimés

- ACKERS J.G.
BUSTRAAN M.
COEHOORN J.
HEYBOER R.J.
LUIDINGA F.
MUYSKEN M.
NIJS W.W.
TAS A.
ZIJP W.L.
- The critical facility KRITO
Rapport Euratom n° EUR 498 e
- ALFILLE L.
VALENTIN G.
- Essais exploratoires pour l'utilisation de gaines très
minces pour crayon de combustible (gaines en acier
inoxydable en sollicitation triaxiale)
Rapport Euratom n° EUR 1608 f
- AMYOT L.
- The fast neutron multiplication factor
Rapport Euratom n° EUR 1618 e
- ARDENT V.
ROSSI G.
- Fondamenti della teoria dello spettro dei neutroni ter-
mici in un reattore nucleare
Rapport Euratom EUR 2108 i

- BARBASTE P. Etude du contrôle de la puissance d'un réacteur par le débit du réfrigérant avec températures d'entrée et de sortie constantes
Rapport Euratom EUR 1652 f - Reprint
- BLÄSSER G. On the parametric representation of fast reactor spectra
DIANA E. Rapport Euratom EUR 446 e - Reprint
- BLÄSSER G. The kinetic theory of a fast reactor periodically pulsed
MISENTA R. by reactivity variations
RAIEVSKI V. Rapport Euratom n° EUR 493 e
- BOSTRAAN M. The subcritical facility puk
TAS A. Rapport Euratom n° EUR 499 e - Reprint
- BUSSAC J. Utilisation du plutonium dans les réacteurs à neutrons
KANIA A. thermiques et dans les réacteurs à neutrons rapides
MEYER-HEINE A. Rapport Euratom n° EUR 1841 f
VENDRYES G.
ZALESKI C.P.
- BUSINARO U.L. A new approach on engineering hot channel and hot
POZZI G.P. spot statistical analysis
Rapport Euratom n° EUR 1302 e
- CASINI G. Critical analysis of the progressive substitution method
KIND A. for material buckling measurements
ROSSI G. Rapport Euratom n° EUR 789 e - Reprint
- CANALI U. Mac-Rad - A reactor shielding code
ILSEMANN H. Rapport Euratom n° EUR 2152 e
PONTI C.
PREUSCH H.
- CASINI G. Spectrum effects on long term reactivity calculations
KIND A. for D₂O moderated-organic cooled reactors
ROSSI G. Rapport Euratom n° EUR 1620 e
- CLAUZON P. Contribution à l'étude du cycle U²³³-Th²³² dans les
KANIA A. réacteurs rapides
POMIE P. Rapport Euratom n° EUR 1885 f
- GEIST J.J. Capsule assembly vibration experiment in the high
flux reactor (HFR)
Rapport Euratom n° EUR 1638 e
- GELEE Y. Boucle en pile SR 1
HOULLIER A. Rapport Euratom n° EUR 1649 f
- GODELLE M. Arrêt d'un réacteur à eau lourde par variation brusque
de réactivité
Rapport Euratom n° EUR 548 f
- FORTE M. The magnetic mirror neutron polarizer at the reactor
ISPRA I
Rapport Euratom n° EUR 538 e
- HENRY M.T. Quelques caractéristiques de piles à neutrons rapides et
piles assimilées
Rapport Euratom n° EUR 549 f

- MARTIN R. La manutention du combustible
Rapport Euratom n° EUR 1179 f - Reprint
- MASSIMO L. Effects of a lower temperature on the nuclear properties of a Dragon type power reactor
Rapport Euratom n° EUR 1899 e
- MATTHES V. The concept of « Neutron Importance » in reactor physics
Rapport Euratom n° EUR 1897 e
- MONTAGNANI M.
WELTEVREDEEN P.S. Research on wear in reactor core materials
Rapport Euratom n° EUR 1816 e
- NIJSING R. Diffusional and kinetic phenomena associated with fouling - considerations on the effect of hydrodynamic and thermal conditions
Rapport Euratom n° EUR 543 e
- RAIEVSKI V. Reactor physics program at Euratom CCR Ispra Establishment
Rapport Euratom n° EUR 592 e
- SMIDT D. Parameterstudien an gasgekühlten schnellen Reaktoren
Rapport Euratom n° EUR 770 d - Reprint
- SOLA A.
SCOTT R. Jr.
MC CARDELL R.K.
FEINAUER E. Reactor kinetic behavior and motion picture documentation of the destructive test
Rapport Euratom n° EUR 497 e
- STORRER F.
STIEVENART M. Contribution to the theory of the pulsed neutrons technique applied to fast multiplying systems
Rapport Euratom n° EUR 593 e
- STURM B. Calculation of D₂O moderated lattices by basic methods
Rapport Euratom n° EUR 597 e
- VALETTE L.J. Carbon transport
Rapport Euratom n° EUR 516 e - Reprint
- VAUTREY L. Les métaux liquides et les piles rapides. Les installations thermiques de RAPSODIE
Rapport Euratom n° EUR 1852 f - Reprint
- WENT J.J.
KERSTEN J.A.H.
HERMANS M.E.A.
WOLF H.
VAN ZOLINGEN J.J.
WIJKER H. The aqueous homogeneous suspension reactor project Euratom-RCN-KEMA
Rapport Euratom n° EUR 1611 e
- WUNDT H. Die Selbstregelfähigkeit von Leistungsreaktoren
Rapport Euratom n° EUR 519 d - Reprint
- WUSTNER R. RAPSODIE, réacteur expérimental à neutrons rapides
Rapport Euratom n° EUR 1699 f - Reprint

D.J. 33

- XXX RAPSODIE : Point des études neutroniques, hydrauliques, thermiques et dynamiques et des études de stabilité au début de l'année 1963.
Rapport Euratom n° EUR 1807 f
- XXX Euratom's scientific activities - Orgel program (Vol. I, II, III)
Rapport Euratom n° EUR 1830 e

b) Rapports microfilmés

- DEGAIN R. Les fluides organiques en tant que modérateurs et refroidisseurs dans l'industrie nucléaire
Rapport Euratom n° EUR 1133 f (MF) - Reprint
- FRANZETTI F.
HOULLIER A. Boucle de radiolyse pour l'étude des terphényles
Rapport Euratom n° EUR 1907 f (MF) - Reprint
- LENY J.C. Euratom's high hopes for the Orgel reactor
Rapport Euratom n° EUR 1859 e (MF) - Reprint
- SELLERIO A.
GRECO G.
OLIVIERI E.
SINAGRA E.
SPITALE M.C. Descrizione e funzionamento dell'oscillatore per il reattore AGN 201 dell'università di Palermo
Rapport Euratom n° EUR 1924 i (MF) - Reprint
- VALLAURI M. Neue Entwicklungen der Druckwasserreaktoren für Schiffsantriebe
Rapport Euratom n° EUR 1996 d (MF) - Reprint

12. TRAITEMENT ET STOCKAGE DES DÉCHETS RADIOACTIFS

a) Rapports imprimés

- DEJONGHE P.
LÓPES CARDOZO R. Decontamination of synthetic effluent by flotation
Rapport Euratom n° EUR 502 e - Reprint

13. DROIT, ÉCONOMIE ET INDUSTRIE

a) Rapports imprimés

- DAMBRINE C.
ROZENHOLC M. L'industrie française et les réacteurs rapides
Rapport Euratom n° EUR 768 f - Reprint
- ILLIES K.
LEGRAND J. Die Bau- und Betriebskosten einer Kernenergie-Antriebsanlage für Handelsschiffe im Vergleich zu denen herkömmlicher Handelsschiffe unter Voraussetzung gleicher Benutzung mit dem Ziel gleicher Wirtschaftlichkeit
Rapport Euratom n° EUR 586 d

MICHAELIS H. Situation et perspectives de l'énergie nucléaire dans la Communauté européenne de l'énergie atomique
 Situation and trends of nuclear energy in the European atomic energy Community
 Rapport Euratom n° EUR 1887 f e

XXX Etude comparative des polices d'assurance en usage dans les Etats membres de la Communauté européenne de l'énergie atomique et couvrant la responsabilité civile afférente aux installations nucléaires
 Vergleichende Untersuchung der in den Mitgliedstaaten der Europäischen Atomgemeinschaft bestehenden Versicherungspolizen für die Deckung des Haftpflichtrisikos aus Atomanlagen
 Rapport Euratom n° EUR 598 f d

XXX Verzekeringsvraagstukken betrekking hebbend op het vervoer van bestraalde en onbestraalde splijtstoffen over zee
 Certaines questions d'assurance portant sur le transport par mer de combustibles nucléaires irradiés et non irradiés
 Rapport Euratom n° EUR 1639 f

b) Rapports microfilmés

REGGIO G. Analyzation of nuclearship competitiveness on the basis of the recent economic studies
 Rapport Euratom n° EUR 1995 e (MF) - Reprint

14. DOCUMENTATION

a) Rapports imprimés

BERNSTEIN H.H. Ein mechanisches Verfahren zur Herstellung selektiver Listen mit Hilfe der Lochstreifen-technik
 PETRI H. Rapport Euratom n° EUR 1686 d - Reprint

BERNARD-GEORGES A. Analyse morphologique du verbe allemand
 LAURENT G. Rapport Euratom n° EUR 539 f
 LEVENBACH D.

BREE R. Regional cooperation in the field of scientific and technical information within the European Community
 Rapport Euratom n° EUR 494 e

BOEHM E. Le fichier des périodiques de résumés utilisé par le Centre d'information et de documentation (CID) de la Commission d'Euratom
 Rapport Euratom n° EUR 529 f

BUNTROCK H. Zur Kompilation von Thesauri
 Rapport Euratom n° EUR 558 d - Reprint

- XXX Etudes de documentation automatique
Tome I : Analyse et comparaison des langages documentaires
Rapport Euratom n° EUR 409 f
- XXX Euratom-Thesaurus - Keywords used within Euratom's nuclear energy documentation project (first edition)
Rapport Euratom n° EUR 500 e

b) **Rapports microfilmés**

- LECERF Y.
LEROY A. Autoamorçage d'un ensemble d'analyse automatique utilisant un diagramme général comme organe de contrôle sémantique
Rapport Euratom n° EUR 1988 f (MF)
- LYNCH I.
HIRSCHBERG L. Discussions on the theory of projectivity (Parts I and II)
Discussions sur l'hypothèse de projective (Parties I et II)
Rapport Euratom n° EUR 335 e, f (MF)
- ROLLING L. Euratom's plans and realizations in the field of information retrieval
Rapport Euratom n° EUR 508 e (MF)

15. **GÉNÉRALITÉS**a) **Rapports imprimés**

- DE STORDEUR A. The European Community activities in the fast reactor field
Rapport Euratom n° EUR 1630 e
- HAUNSCHILD H.H. Euratom-Forschung: ein Überblick ein Jahr nach Festsetzung des 2. Fünfjahresprogramms
Rapport Euratom n° EUR 1691 d - Reprint
- KRUYSS P.
MORIN R.
BERGE PH.
SEBILLE J.
FERNET P. Research carried out under the Euratom/United States Agreement
Rapport Euratom n° EUR 1840 e
- ULKEN D. Probleme des Kernenergie-Schiffsantriebes
Rapport Euratom n° EUR 1872 d - Reprint
- WOISIN G. Über die Größe der Torsionsmomente im Seegang
Rapport Euratom n° EUR 504 d - Reprint
- XXX Centrale elettronucleare del Garigliano - Relazione annuale 1963
Rapport Euratom n° EUR 1803 i

D.J. 33

- XXX Centrale életronucléaire de Chooz - Rapport annuel 1963
Rapport Euratom n° EUR 1804 f
- XXX Centrale elettronucleare di Latina - Relazione annuale 1963
Rapport Euratom n° EUR 1810 i
- XXX Euratom participation in five nuclear power stations in the European Community
Rapport Euratom n° EUR 420 e
- XXX Euratom : Scientific and technical activities. Activités scientifiques et techniques
Rapport Euratom n° EUR 1850 e f
- XXX Euratom's scientific activities at the Joint Nuclear Research Center's Ispra Establishment
Rapport Euratom n° EUR 1643 e
- XXX Kernenergiecentrale naamloze vennootschap samenwerkende electriciteits-productiebedrijven (N.V. SEP) Jaarverslag 1963
Rapport Euratom n° EUR 1811 n
- XXX Kernkraftzentrale Gundremmingen (KRB) - Jahresbericht 1963
Rapport Euratom n° EUR 1802 d
- XXX List of Euratom scientific and technical reports up to December 31, 1963 (numerical index and price list)
Rapport Euratom n° EUR 225 e
- XXX Unionlist of non-« United States Atomic Energy Commission » - Project reports (NP-reports) available in Europe
Rapport Euratom n° EUR 1892 e

b) Rapports microfilmés

- BUZZATI-TRAVERSO A.A. La pianificazione della ricerca scientifica
Rapport Euratom n° EUR 1959 i (MF) - Reprint

**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} janvier 1964 au 31 décembre 1964)

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/229	Perfectionnements à la fermeture des extrémités de crayons d'éléments combustibles nucléaires à gaine d'épaisseur très faible	Alfillé (EUR) Bocquet (SEIV) (†) Chaignon (SEIV) Pramaggiore (SEIV) Valentin (SEIV)	Euratom	Orgel
I/269	Inrichting voor het met elektronen bombarderen van een voorwerp	Groeseneken (CEN) Henuset (CEN) Meulemans (CEN)	CEN	CEN 023 ORGB
I/275	Dispositif électromécanique générateur de trains d'impulsions modulés en fréquences	Bredael (EUR) Sciuto (EUR)	Euratom	Ispra (Projet DRAGON)
I/293	Durchführung für schmierbedürftige Elemente in abgeschlossene druck- und temperaturmäßig hoch beanspruchte Räume oder Behälter	Schupp (EUR)	Euratom	Ispra
I/299	Dispositif étanche télécommandé de transfert magnétique	Basso-Bert (St. Gobain) Removille (EUR)	Euratom	St. Gobain 019 PETF
I/318	Verfahren und Vorrichtung zur Wärmeisolierung von Reaktorkanälen	Ohlmer (EUR)	Euratom	Ispra

(†) SEIV - Société d'Études Industrielles de Villejuif

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/319	Cellule de mémoire analogique pneumatique	Genet (EUR) Neisse (EUR)	Euratom	Ispra
I/325	Mécanisme de transformation d'un mouvement de rotation continue en un mouvement de rotation alternative	Van Saene (EUR)	Euratom	BCMN Geel
I/326	Umhüllung von zu bestrahlenden Probekörpern	Bodnarescu (EUR)	Euratom	CEN Mol GEX BR2
I/328	Procédé et installation pour le chargement et le déchargement d'un réacteur nucléaire	Charles Guiducci (EUR)	Euratom	Ispra
I/330	Appareil de métallisation sous vide, particulièrement pour la métallisation de corps de forme allongée, notamment cylindriques ou parallépipédiques	Ceresoli (EUR)	Euratom	Ispra
I/331	Générateur d'impulsions pneumatiques à auto-entretien	Genet (EUR) Neisse (EUR)	Euratom	Ispra
I/332	Reactivity Pulsing Device for Nuclear Reactors	Raievski (EUR)	Euratom	Ispra
I/335	Procédé pour le formage de gorges profondes sur des pièces en matériaux conducteurs, particulièrement tubes métalliques ou en matériaux céramique-métal, à l'aide d'un appareil de formage magnétique, et dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé	Marchal (CEN) Veaux (EUR)	Euratom	Ispra
I/336	Pulsierungseinrichtung für eine als schneller Reaktor ausgebildete gepulste Neutronenquelle	Kistner (EUR) Meister (EUR)	Euratom	Ispra
I/339	Reactivity Pulsing Device for Pulsed Fast Reactors	Riccobono (EUR)	Euratom	Ispra
I/345	Verfahren zur Eliminierung von Ionen und Radioaktivitäten aus Wasser und anderen Flüssigkeiten durch Verwendung von Kunststoff und anderen Dielektrikagemischen	Schumacher (EUR)	Euratom	Euratom

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/350	Crayon de combustible à joint thermique perfectionné pour réacteurs nucléaires	Biondi (Montecatini) Gualandi (ISML) Klersy (EUR) Detiffe (EUR)	Euratom	Montecatini 118 ORGI
I/360	Instrument pour la détermination de la valeur du coefficient angulaire en un point d'une courbe (voir I/635 - perf.)	Terzaghi (EUR)	Euratom	Euratom
I/369	Dispositif étanche pour la réalisation d'un mouvement de balayage circulaire	Van Saene (EUR)	Euratom	BCMN Geel
I/375	Verfahren zur Wiederaufbereitung von Kernreaktorbrennstoffen (voir perf. I/497)	Wurm (EUR)	Euratom	Ispra
I/388	Verfahren zur Herstellung trägerfreier jodmarkierter Verbindungen	Schön (TH) Baumgärtner (TH)	Euratom	TH München 031 RISD
I/389	Détecteur de particules liquides entraînées par un gaz en circulation	Delisle (CEA) Lions (CEA)	CEA	CEA 006 RAAF
I/390	Lichtleiterkörper	Strub (EUR)	Euratom	Ispra
I/391	Composé céramique de creuset à base de BeO et de La ₂ O ₃ pour la fusion des métaux et alliages fissiles et procédé de préparation de ce composé	Wurm (EUR) Lanaspeze (Battelle) Auriol (Battelle)	Euratom	Ispra (Battelle Genève) 007 ISPS)
I/393	Verfahren zur Fortleitung gesundheitsschädlicher flüchtiger Stoffe in höhere Luftschichten, und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens	Ritter (EUR)	Euratom	Ispra
I/394	Procedimento per ottenere un rivestimento metallico su leghe di zirconio	Volta (EUR) Sesini (CISE) Di Pietro (CISE)	Euratom	Ispra (CISE)
I/395	Appareillage pour la purification d'une atmosphère inerte enfermée	Portal (EUR)	Euratom	Ispra

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/396	Apparatur zur Durchführung spektralphotometrischer Titrationen	Brück (EUR) Le Duigou (EUR)	Euratom	Ispra
I/397	Improvements in or Relating to Nuclear Fuel Materials — Hollow Fuel Particles	Jaques (UKAEA) Sturge (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/398	Ureum Precipitatie	Hermans (KEMA) Van der Plas (KEMA)	RCN	KEMA (RCN) 001 SUAN
I/400	Improvements in or Relating to the Pyrolytic Deposition of Carbon	Bickerdike (RAE) Hughes (RAE)	Royal Aircraft Est.	Pr jet DRAGON
I/420	Selbsttätige Kupplungs- und Entkupplungseinrichtung	Riemenschneider (EUR)	Euratom	CEN Mol GEX BR2
I/404	Gerät zum kontinuierlichen Messen des Flüssigkeitsstands elektrisch leitfähiger Flüssigkeiten	Cuyvers (CEN) Soenen (CEN)	Euratom	CEN Mol GEX BR2
I/405	Zusammengesetzter Wärmeaustauscher sowie mit einem solchen Wärmeaustauscher ausgerüstete Reaktoranlage (perf. au I/261)	Bonsel (RCN) Van Haarst (RCN) Weevers (RCN)	RCN	RCN 007 PNIN
I/406	Perfectionnement aux crayons de combustible à gaine mince souple pour réacteurs nucléaires	Alfillé (EUR) Charrault (EUR) Lafontaine (EUR)	Euratom	ORGEL
I/407	Ringmanschette zur mechanischen Verbindung achsial fluchtender Rohr- der Stangenstücke	Fiebelmann (EUR)	Euratom	Ispra
I/408	Machine outil pour effectuer le tronçonnage d'un assemblage de tubes coaxiaux, particulièrement de canaux d'un réacteur nucléaire à tubes de force	Di Piazza (EUR) Leroy (EUR) Monzani (EUR)	Euratom	Ispra
I/409	Elektronische Schaltung zum ziffernmäßigen Vergleich zweier Binärzahlen (voir perf. I/455)	Becker (EUR)	Euratom	Ispra

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/410	Erzeugung von rechteckigen Einzelimpulsen durch Entladen einer Leitung	Kobus (EUR)	Euratom	Ispra
I/411	Dispositif de manutention et de transport de matériaux radioactifs	Baudiffier (EUR) Bazzoni (EUR) Cauwe (EUR) Lecoq (EUR)	Euratom	Ispra
I/413	Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Metallen zum Zwecke der späteren Aufbringung von Überzügen	Brossa (EUR) Ferrari (EUR) Schleicher (EUR)	Euratom	Ispra
I/417	Niveaumessgerät für hochtemperierte flüssige Medien, insbesondere Flüssigmetalle (perf. au I/218)	Schelten-Peterssen (EUR) Schulze (EUR)	Euratom	Ispra
I/418	Crayon de combustible tubulaire à gaine mince souple pour réacteurs nucléaires	Alfillé (EUR) Charrault (EUR) Lafontaine (EUR)	Euratom	ORGEL
I/419	Verfahren und Anordnung zur Erzeugung kurzer Neutronenimpulse hoher Flächenstromdichte	Hora (IFP) Kronast (IFP)	Inst. f. Plasmaphysik	Inst. f. Plasmaphysik 003 FUAD
I/420	Élément combustible pour réacteur nucléaire et procédé de fabrication dudit élément (voir perf. I/424)		CEA	CEA 006 RAAF
I/421	Détecteur de vibrations	Loupere (Veritas)	CEA	006 RAAF
I/422	Appareil pour l'ouverture de tubes	Menissier (SICN)	CEA	006 RAAF
I/423	Procédé de mesure continue de la température de saturation en oxyde d'un métal liquide et dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé	Delisle (CEA)	CEA	006 RAAF
I/424	Élément combustible pour réacteur nucléaire et procédé de fabrication dudit élément (perf. au I/420)	Mercier (CEA)	CEA	006 RAAF
I/425	Procédé d'identification de pièces mécaniques et dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé	Rideau (CEA)	CEA	006 RAAF

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/426	Pince de télémanipulateur	Mas (CEA) Escavis (CEA)	CEA	CEA 006 RAAF
I/427	Pince mécanique de manipulation	Mas (CEA) Escavis (CEA)	CEA	CEA 006 RAAF
I/428	Mécanisme basculeur automatique, notamment pour objets radioactifs	Mas (CEA) Escavis (CEA) Gerard (CEA)	CEA	CEA 006 RAAF
I/429	Banc de démontage pour éléments combustibles de réacteur nucléaire	Escavis (CEA) Mas (CEA)	CEA	006 RAAF
I/430	Porte étanche	Escavis (CEA) Mas (CEA)	CEA	006 RAAF
I/431	Dispositif de raccordement électrique à embrochage automatique	Loriot (CEA) Mas (CEA)	CEA	006 RAAF
I/434	Dispositif de commande automatique pour appareil photographique (perf. au I/163)	Mahe (CEA)	Euratom	CEA 001 FUAF
I/435	Verfahren und Vorrichtung zum Schmelzen von Uran-dioxyd	Hoppe (NUKEM) Müller (NUKEM) In der Schmitt (NUKEM)	Euratom	Nukem 013 TEED
I/436	Procédé pour la préparation de dioxydes à partir de fluorure d'éléments radioactifs	Billiau (CEN) Lamotte (TLH) Schlechter (EUR) Schmets (CEN) Speckaert (CEN) Zamorani (EUR)	CEN et Belgo-nucléaire	CEN 098 RDB
I/437	Werkwijze ter bereiding van een minerale ionenwisselaar en minerale ionenwisselaar bereid volgens deze werkwijze	Huys (CEN) Baetsle (CEN)	CEN	CEN 028 RISB
I/438	Process for the Analysis of Isotopes and the Apparatus for this Purpose	Lugnair (O.St.A) Rüdenauer (O.St.A.) Viedler (O.St.A) Viehböck (O.St.A)	Österr. Studienges. f. Atom-energie	Projet DRAGON
I/439	Vorrichtung zum Schmelzen von Metallen und Verbindungen mit hohem Schmelzpunkt	Himmelstein Kühn Wille (NUKEM)	Nukem	Nukem 088 RDD

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/440	Improvements in or Relating to Fuel Bearing Components for Nuclear Reactors-Making Fuelled Tubes with Inner Unfuelled Layer	Redding (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/441	Kernreaktorbrennelement	Heiers (EUR) Leipold (EUR)	Euratom	Petten
I/442	Splijtstofelement voorzien van verdwijnend gif	Coochoorn (RCN) Bogaardt (RCN)	RCN	RCN 007 PNIN
I/445	Vorrichtung zur Erzeugung eines Ionen enthaltenden Gasstromes	Platzek (TNO)	Euratom	TNO 002 IRAN
I/446	Perfectionnement aux réacteurs nucléaires (perf. au I/264)	Foure SNECMA Moussez SNECMA	SNECMA	SNECMA 058 RDF
I/447	Inrichting voor het filtreren, classeren of agiteren van een uit minstens twee fasen van verschillend s.g. bestaand vloeibaar mengsel	Spruyt (RCN) Matteman (RCN) Bottinga (RCN)	RCN	KEMA (RCN) 001 SUAN 002 NTAN
I/448	Optisches Gerät zu Kontrolle der Symmetrie und der Oberflächenbeschaffenheit des Inneren von Rohren	Krischer (EUR)	Euratom	Ispra
I/449	Vakuumdichte und druckfeste Hochspannungsdurchführung	Junger (EUR) Cordani (EUR) Spelta (EUR)	Euratom	Ispra
I/452	Verfahren zur Optimierung der Wärmeleitung und Wärmeübertragung bei hohen Temperaturen	Merz (EUR)	Euratom	Petten
I/454	Gasdurchströmtes, im Proportionalbereich arbeitendes $4\pi\beta$ -Zählrohr zur Radioaktivitätsmessung	Adam (EUR) Bertolini (EUR) Fantechi (EUR)	Euratom	Ispra
I/455	Elektronische Schaltung zum ziffernmässigen Vergleich zweier Binärzahlen (perf au I/409)	Becker (EUR)	Euratom	Ispra

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/456	Elektrische Schaltung zur Füllstandsüberwachung, zur Feststellung des Siedens und zur Verwendung bei Benetzungsuntersuchungen in Metallbehältern mit Flüssigmetall	Spiller Perschke (EUR)	Euratom	Ispra
I/458	Prüfapparatur zum Messen Empfindlichkeitsverteilung von Sekundäremissionsvervielfachern in Abhängigkeit vom Ort auf der Kathode	Strub (EUR)	Euratom	Ispra
I/459	Capteur pneumatique pour mesures de niveau ou de pression dans les liquides	Genet Milliot (EUR)	Euratom	Ispra
I/462	Widerstandsmatrix zur Dekodierung binärer Codes	Becker (EUR)	Euratom	Ispra
I/463	A Process for Welding Composite Metal-Oxide Materials such as Sintered Aluminium Powder (S.A.P.)	Beghi (EUR) Musso (EUR)	Euratom	Ispra
I/469	Hochvakuum-Hochdruck-Ventil	Munten (EUR) Bruch (EUR) Sebastian (I.f.P.) (EUR)	Inst. f. Plasmaphysik	I.f.P. 003 FUAD
I/471	Aus Glasfasern aufgebauter Lichtleiter mit mindestens einem spaltförmigen Ende	Glock (I.f.P.) Chiapetti (I.f.P.)	Inst. f. Plasmaphysik	Inst. f. Plasmaphysik 003 FUAD
I/472	Linearer Strömungswiderstand Strömungsmessgeräte	Ahlborn (I.f.P.) Salvat (I.f.P.)	Inst. f. Plasmaphysik	003 FUAD
I/473	Anordnung zum Herstellen zweidimensionaler Bilder eines Infrarotstrahlers	Hora (I.f.P.)	Inst. f. Plasmaphysik	003 FUAD
I/474	Verfahren zur Korrektur eines optischen Systems	Hora (I.f.P.)	Inst. f. Plasmaphysik	003 FUAD
I/475	Elektrische Einrichtung mit einer Wicklung aus hohlen, von einem Kühlmittel durchströmten Leitern	Oswald (I.f.P.)	Inst. f. Plasmaphysik	003 FUAD
I/476	Verfahren und Einrichtung zur Darstellung einer sich schnell ändernden Energieverteilung	Steinhausen (I.f.P.)	Inst. f. Plasmaphysik	003 FUAD

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/477	Mit elektrischen Feldern arbeitendes Massenspektrometer	Blauth (I.f.P.) Melzner (I.f.P.) Meyer (I.f.P.)	Inst. f. Plasmaphysik/ Max-Planck Gesellschaft	003 FUAD
I/478	Flugzeit-Massenspektrometer	Blauth (I.f.P.) Melzner (I.f.P.) Meyer (I.f.P.)	Inst. f. Plasmaphysik/ Max-Planck Gesellschaft	003 FUAD
I/479	Massenspektrometer	Blauth (I.f.P.) Melzner (I.f.P.) Meyer (I.f.P.)	Inst. f. Plasmaphysik/ Max-Planck Gesellschaft	003 FUAD
I/480	Verfahren und Einrichtung zur Erzeugung von elektrischen Schwingungen deren Frequenz von einer Spannung und dem Verhältnis von Ladung zu Masse von Gasionen abhängt	Blauth (I.f.P.) Melzner (I.f.P.) Meyer (I.f.P.)	Inst. f. Plasmaphysik/ Max-Planck Gesellschaft	003 FUAD
I/481	Massenspektrometer	Blauth (I.f.P.) Melzner (I.f.P.) Meyer (I.f.P.) Behrisch (I.f.P.)	Inst. f. Plasmaphysik/ Max-Planck Gesellschaft	003 FUAD
I/483	Reactorinstallatie voorzien van automatische regeling	Speelman (RCN)	Inst. f. Plasmaphysik/ Max-Planck Gesellschaft	RCN 007 PNIN
I/484	Procédé pour déterminer la valeur des fuites des boîtes à gants ou des enceintes	Gandolfo (EUR)	Euratom	Euratom (Mol)
I/486	Vernicklung von Zirkonium, Uran, Aluminium, ihren Legierungen und A1-A1203 — Sinterprodukten	Airola (EUR) Brossa (EUR) Ferrari (EUR)	Euratom	Ispra
I/487	Matériau composite du type cermet, et procédé de fabrication du composite sous forme compactée	Portal (EUR)	Euratom	Ispra
I/488	Dispositif expansible pour radiographie-rotative et outil relatif de commande (perf. au I/288)	Jansen (EUR)	Euratom	Ispra

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/489	Appareil pour la radiographie de tubes et particulièrement de tubes à ailettes pour applications nucléaires	Jansen (EUR) Mandrier (EUR)	Euratom	Ispra
I/490	Procedimento per ottenere uno strato superficiale di miscela ossidocarburo su zirconio o lega di zirconio	Camona (CISE) Volta (EUR)	Euratom	Ispra (CISE)
I/491	Dispositif pour mesurer le niveau d'un liquide transparent	Bonnaure (EUR) Bredael (EUR) Sciuto (EUR)	Euratom	Ispra
I/492	Hybrid Control Device for Analog Computers	Van Wauwe (EUR) De Backer (EUR)	Euratom	Ispra
I/493	Procédé de soudage	Perona (CISE) Volta (EUR)	Euratom CISE	Ispra (CISE 180 ORGI)
I/496	Vorrichtung zum Positionieren eines Körpers	Bodnarescu (EUR)	Euratom	CEN Mol GEX BR2
I/497	Verfahren zur Wiederaufbereitung von Kernreaktorbrennstoffen (perf. au I/375)	Avogadro (EUR) Wurm (EUR)	Euratom	Ispra
I/498	Strahlenabschirmung eines Lochs durch die Decke einer Experimentierzelle für radioaktive Präparate	Patané (EUR)	Euratom	CEN Mol GEX BR2
I/499	Kernreaktorinstallatie voorzien van een noodkoelsysteem voor de afvoer van vervalwarmte	Van den Bergh (RCN)	RCN	RCN 007 PNIN
I/500	Improved Uranium Mononitride Fuel and Method of Making	Endebrook (Battelle, Ohio)	USAEC	USAEC/ Battelle Memorial Inst., Ohio (R & D)
I/501	Soudeuse télécommandée	Babule (EUR) Sayag (EUR) Lemaire (Siers.) Mettetal (Siers.)	Siersatom	Petten
I/503	Sicherheitselement für Kernreaktoren	Köhler (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	Ges. f. Kernforschung 009 RAAD

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/504	Brennelement-Schleuse	Benndorf (G.f.K.) Franze (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/505	Einrichtung zum Beladen von Kernreaktoren	De Temple (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/506	Vorrichtung zum Beladen von Kernreaktoren	Benndorf (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/507	Einrichtung zum Beladen von Kernreaktoren	De Temple (G.f.K.) Benndorf (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/508	Wärmeaustauscher, insbesondere für Hochdruckreaktoren	De Temple (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/509	Abstandshalter für Brennelemente (voir perf. 1/578)	Keiper (G.f.K.) Sommer (G.f.K.) De Temple (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/510	Kernreaktor	Schmidt (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/511	Schieberventil	De Temple (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/512	Improvements in or Relating to a Process for the Preparation of Spherical or Spheroidal Particles	Huddle (UKAEA) Horsley (UKAEA)	SEN	Projet DRAGON
I/513	Dispositif de sécurité et de contrôle pour réacteur nucléaire	Lebey (CEA)	CEA	CEA 002 TEGF
I/514	Greifervorrichtung, insbesondere für Brennelemente	Wolter (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	Ges. f. Kernforschung 009 RAAD
I/515	Kernreaktor	Schmidt (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/516	Brennelement für Kernreaktoren	Spies (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/517	Stossdämpfer für Reaktor-Sicherheitsstäbe	Marten (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/518	Haltevorrichtung für Spaltstoffelemente in Kernspaltzonen	Wolter (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/519	Verfahren zum Bestimmen der Temperaturleitfähigkeit durch Messen der Phasendifferenzen von Temperaturwellen in Werkstoffproben	Spies (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/521	Perfezionamenti ai metodi di ricerca di fughe di gas mediante l'uso di traccianti radioattivi		SORIN	SORIN 003 IRAI -GAS
I/522	Verfahren zum Schmelzen von Metallen und Verbindungen mit hohem Schmelzpunkt	Himmelstein (NUKEM) Kühn (NUKEM) Wille (NUKEM)	Euratom	Nukem 088 RDD
I/523	Zirkonium-Legierung		Metallges.	Metallges. 019 TEED/ RD
I/526	Werkwijze voor de bereiding van kernbrandstofcarbiden	Beucherie (EUR) Wurm (EUR) Payrissat (EUR)	Euratom	Ispra
I/527	Afblaastank	van den Bergh (RCN) Luyten (RCN)	RCN	RCN 007 PINN
I/528	Ondersteuningsconstructie voor een kernreaktor	Bonsel (RCN)	RCN	007 PINN
I/529	Improvements in or Relating to Fluidised Bed Apparatus	Gough (UKAEA) Kern (UKAEA) Batchelor (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/530	Improvements in or Relating to Retarding Mechanisms	Lockett (UKAEA) Coast (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/531	Improvements in or Relating to Fuel for Nuclear Reactors	Huddle (UKAEA) Kern (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/532	Improvements in or Relating to Charge / Discharge Machines for Nuclear Reactors	Lockett (UKAEA) Pugh (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/533	Process for the Preparation of Sintered A1-A1203 Material (perf. au I/372)	Piatti (EUR) Beghi (EUR)	Euratom	Ispra

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/535	Anlage zur quantitativen Bestimmung der Konzentration von Dämpfen in einem Trägergas, insbesondere in Verbindung mit der Überwachung der Leckverluste aus einem Flüssigkeitsstrom	Verheyden (EUR) Klein (EUR)	Euratom	Ispra
I/537	Verfahren und Gerät zum Abmanteln von Thermokoaxialkabeln	Geiger (EUR)	Euratom	Ispra
I/543	Kollektoranlage	Schlüter (I.f.P.) Knobloch (I.f.P.) Andelfinger (I.f.P.) Schmitter (I.f.P.) Breit (I.f.P.) Kunze (I.f.P.)	Inst. f. Plasmaphysik	Inst. f. Plasmaphysik 003 FUAD
I/544	Kontakte für Stossstromanlagen	Knobloch (I.f.P.) Wulf (I.f.P.)	Inst. f. Plasmaphysik	003 FUAD
I/545	Improvements in or Relating to High Temperature Processes and Furnaces	Jaques (UKAEA) Kingdon (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/546	Arrangements for Closing Penetrations in the Walls of Pressure Containing Structures	Lockett (UKAEA) Coast (UKAEA) Coudray (UKAEA) Vitry (Indatom) Torielli (SNAM)	UKAEA	Projet DRAGON Projet DRAGON
I/554	Carbide Fuel Manufacture	Huddle (UKAEA) Horsley (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/557	Base Support Grid for Nuclear Reactors	Coudray (UKAEA) Vitry (Indatom)	Indatom	Projet DRAGON
I/558	Servicing Machine for a Nuclear Reactor	Coudray (UKAEA) Neybourger (Indatom)	Indatom	Projet DRAGON

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/559	Device for the Handling of Elements Inside Active Circuits of Nuclear Reactors and Particularly for the Loading and Unloading of Fuel Elements	Torielli (SNAM) Rocca (SNAM)	SNAM	Projet Dragon
I/560	Device for Temporary Closure of Pressure Vessels to Allow Removal of Equipment Contained therein	Torielli (SNAM) Rocca (SNAM)	SNAM	Projet DRAGON
I/561	Device for the Rapid Exchange of Fuel Elements in Nuclear Reactors with Dis-Encapsulation of Unirradiated Elements and Encapsulation of Irradiated Elements	Torielli (SNAM) Rocca (SNAM)	SNAM	Projet DRAGON
I/562	Ausbildung einer ultrahochvakuumdicht hartzuverlöten- den Oberfläche eines Keramikteiles	Berberich (I.f.P.)	Inst. f. Plas- maphysik	I.f.P. 003 FUAD
I/565	Wärmeröhre	Bohdansky (EUR) Caron (EUR) Strub (EUR)	Euratom	Ispra
I/566	Kühlsystem für Kernreakto- ren	Bohdansky (EUR) Busse (EUR) Grover (EUR)	Euratom	Ispra
I/567	Thermionischer Konverter	Busse (EUR) Grover (EUR) Caron (EUR)	Euratom	Ispra
I/569	Procédé de protection du mag- nésium ou de ses alliages contre la corrosion dans les liquides organiques	De Beni (EUR)	Euratom	Ispra
I/570	Process for the manufacturing of Fuel Elements	Gautsch (EUR) Mustacchi (EUR) Wahl (EUR)	Euratom	Ispra
I/573	Verfahren zur Messung von hohen Temperaturen	Meier (EUR)	Euratom	CEN Mol GEX BR2
I/574	Splijstofelement voorzien van verdwijnend neutronen- gif	Engel (RCN) Versteeg (RCN)	RCN	RCN 007 PNIN

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/575	Impianto nucleare a ciclo chiuso per generazione di vapore d'acqua		FIAT	FIAT 008 PNII
I/576	Haltekopf für Brennelemente	Händel Warchold (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	Ges. f. Kernforschung 009 RAAD
I/577	Verschlußkopf für Brennelemente	Händel (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/578	Abstandshalter (voir I/509 GF et I/642 GF)	Sommer (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/579	Verfahren zum Einstellen der Leistungsdichteverteilung in einem Kernreaktor	Köhler (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	Ges. f. Kernforschung 009 RAAD
I/580	Kernreaktor	Müller (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/581	Einrichtung zum Be- und Entladen von Elementen für Kernspaltzonen	Simon (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/582	Verfahren zum Trennen von Kernbrennstoffen	Vogg (G.f.K.) Bähr (G.f.K.) Ochsenfeld (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/583	Verfahren zur Vordekontamination von aufzubereitenden Kernbrennstoffen	Vogg (G.f.K.) Bähr (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/584	Verfahren zum Aufbereiten von Kernbrennstoffen	Vogg (G.f.K.) Bähr (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/585	Kernreaktor	Ritz (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/586	Brennelement-Schleuse	Engelmann (G.f.K.) Wittek (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/588	Procédé et dispositif et méthode pour mesurer de très haute température	Berthelot (G.f.K.)	Euratom	BCMN Geel
I/589	Druckbehälter	Benzler (EUR)	Euratom	Euratom

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/590	Werkwijze voor de rechtstreekse bereiding van korrels van een ammoniumhoudend uranylsulfaat van nagevoegde ronde vorm en bepaalde deeltjesgrootte	Hermans (KEMA) Kocken (KEMA)	RCN	Contrat KEMA 002 SUAN KEMA/ SUAN 001 SUAN
I/591	Improvements in or relating to grinding devices	van Lierde (CEN)	Euratom	CEN 010 TEEB
I/592	Improvements in or relating to processes for the preparation of particulate material — The addition of carbon to particles produced by the sol / gel process	van der Plas (KEMA) Hermans (KEMA) Noothout (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/593	Improvements in or relating to processes for the preparation of particulate material — Internal gelation of sol particles	van der Plas (KEMA) Hermans (KEMA) Noothout (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/594	Perfectionnements apportés aux échangeurs d'ions et à leurs procédés de fabrication	Lefèvre (CEA) Prosper (CEA) Raggenbass (CEA)	CEA	CEA 025 RISF
I/596	Dispositif et réglage de la puissance d'un réacteur nucléaire (voir I/597 et I/598)	Costes (CEA) Lehey (CEA)	CEA	CEA 002 TEGF
I/597	Dispositif de réglage de la puissance d'un réacteur nucléaire (voir I/596 et I/598)	Costes (CEA) Lebey (CEA)	CEA	CEA 002 TEGF
I/598	Dispositif de réglage de la puissance d'un réacteur nucléaire (voir I/596 et I/597)	Costes (CEA) Lebey (CEA) Martin (CEA)	CEA	CEA 002 TEGF
I/602	Procédé de préparation du phosphotungstate d'ammonium et produit obtenu	Hubertin (CEA) Lefèvre (CEA) Poupard (CEA) Raggenbass (CEA)	CEA	CEA 025 RISF
I/605	Werkwijze voor het afscheiden van hoogkokende bestanddelen uit organische koel- en moderatorvloei-stoffen	Lopes Cardozo (EUR) van Velzen (EUR)	Euratom	Ispra

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/607	Jauge pneumatique de niveau pour liquides	Elbaz (EUR) Metivier (EUR) Morbello (EUR) Neisse (EUR)	Euratom	Ispra
I/615	Methods of Forming Nuclear Fuel Bodies	Redding (UKAEA) Lamb (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/617	Sicherungsschaltvorrichtung für Kernreaktoren		BROWN-BOVERI KRUPP (BBK)	BBK 003 RGAD
I/618	Hohlkörperförmiges, vorzugsweise hohlkugelförmiges Brennstoffelement und Verfahren zu dessen Herstellung		BBK	003 RGAD
I/619	Sicherungsvorrichtung für Drucksysteme		BBK	003 RGAD
I/620	Anordnung zur gas- und druckdichten Drahdurchführung		BBK	003 RGAD
I/621	Hochtemperatur-Kernreaktor		BBK	003 RGAD
I/622	Anordnung zum fernbetätigten Aus- und Einbau einer Armatur		BBK	003 RGAD
I/623	Kompensationseinrichtung an Doppelrohren		BBK	003 RGAD
I/624	Verfahren zur Herstellung von aktivierten Präparaten		BBK	003 RGAD
I/625	Stopfen oder Kappen zum Verschliessen von Rohrleitungen		BBK	003 RGAD
I/626	Vorrichtung zum Reinigen eines Gasstromes von CO ₂		BBK	003 RGAD
I/627	Verfahren zur Herstellung von CO ₂ -Absorptionsfiltern aus CaO		BBK	003 RGAD
I/628	Vorrichtung zum Aussortieren von Kugeln mit beschädigter Oberfläche bzw. mit verändertem Durchmesser		BBK	003 RGAD

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/629	Anordnung zur Überdrucksicherung insbesondere für Druckgefäße		BBK	003 RGAD
I/630	Wärmetauscher		BBK	003 RGAD
I/631	Vorrichtung zum Dosieren einer Gasmenge		BBK	003 RGAD
I/632	Kernreaktor-Core		BBK	BBK 003 RGAD
I/633	Verfahren zum Absperrn einer koaxialen Rohrleitung		BBK	003 RGAD
I/634	Sicherheits bzw. Überströmventil		BBK	003 RGAD
I/635	Perfectionnements aux instruments pour la détermination de la valeur du coefficient angulaire en un point d'une courbe (perf. au I/360)	Terzaghi (EUR)	Euratom	Euratom
I/637	Zirconium base nuclear reactor alloy	Klepter (GE)	USAEC	General Electric/ USAEC R & D
I/639	Caméra de télévision		CEA	CEA 002 TEGF
I/640	Barrière thermique	Vitry (Indatom)	Indatom	Indatom 016 TEGC Indatom/ DBW
I/642	Abstandshalter für Brennelemente (Perf. au I/578 GF)	Müller (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	Ges. f. Kernforschung 009 RAAD
I/643	Verfahren zum Kühlen von Kernreaktoren	Franze (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/644	Verfahren und Einrichtung zum Umladen von Kernreaktoren	Müller (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/645	Dampferzeuger	Bukau (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/646	Brennelement für Kernreaktoren	Schmidt (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/647	Brennelement für Kernreaktoren (Perfectionnement au I/357 GF)	Schmidt (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/648	Kernreaktor	Ritz (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/649	Regel- und Abschaltvorrichtung für Kernreaktoren	Mühlhäuser (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	Ges. f. Kernforschung 009 RAAD
I/650	Kernreaktor-Brennelement	Schmidt (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/651	Verfahren zur Vordekontamination von aufzubereitenden Kernbrennstoffen	Vogg (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/652	Einrichtung zum Be- und Entladen der Spaltzone von Kernreaktoren	de Temple (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/653	Einrichtung zum Abführen von Spaltgasen aus Kernreaktor-Brennelementen	de Temple (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/654	Verfahren und Vorrichtung zum Überwachen von Anordnungen ibs. von Sicherheitsschaltseinrichtungen für Kernreaktoren	Oehmann (G.f.K.)	Ges. f. Kernforschung	009 RAAD
I/659	Process for the preparation of samples for measurements of isotopes by means of mass spectrometers	Edl (Öst. At.) Lugmair (Öst. At.) , Rüdenauer (Öst. At.) Viehböck (Öst. At.)	Osterr. Studiengesellschaft f. Atomenergie m.b.H.	Projet DRAGON
I/660	Improvement in or relating to nuclear reactors seed and blanket H.T.R. continually movable fuel	Acciarri (UKAEA) Lockett (UKAEA) Rennie (UKAEA)	UKAEA	Projet DRAGON
I/667	Dispositif de contrôle (voir I/668 Fr)	Aubert (CEA) Fortin (CEA) Gugenberger (CEA) Martin (CEA) Rouge (CEA)	CEA	CEA 002 TEGF

N° du dossier	Titre du brevet	Inventeur	Titulaire	Origine
I/668	Dispositif de contrôle (voir I/667 Fr)	Aubert (CEA) Fortin (CEA) Gugenberger (CEA) Martin (CEA) Rouge (CEA)	CEA	CEA 002 TEGF
I/669	Dispositif de supportage pour installations soumises à des vibrations (voir I/670 Fr)	Andrieux (FP)	CEA (avant FIVES- PENHOET SA)	CEA 006 RAAF
I/670	Dispositif de supportage pour installations soumises à des vibrations (voir I/669 Fr)	Andrieux (FP)	CEA (avant FIVES- PENHOET SA)	CEA 006 RAAF
I/671	Cloche d'extraction étanche, notamment pour un organe d'obturation d'un récipient renfermant un élément radio- actif	Escavis (GAAA) Gerard (GAAA) Mas (CEA)	CEA	CEA 006 RAAF
I/672	Dispositif de transmission de mouvement de rotation	Loriot (BEP) ⁽¹⁾ Mas (CEA)	CEA	CEA 006 RAAF
I/673	Perfectionnements aux dispo- sitifs de manutention desser- vant des enceintes actives	Loriot (BEP) MAS (CEA)	CEA	CEA 006 RAAF
I/674	Réacteur nucléaire	Vendryes (CEA) Zaleski (CEA)	CEA	CEA 006 RAAF
I/675	Réacteur nucléaire refroidi par circulation de métal liquide	Chalot (CEA) Gollion (CEA) Kania (CEA)	CEA	CEA 006 RAAF
I/676	Assemblage combustible pour réacteur nucléaire	Leduc (CEA) Mulot (CEA) Normand (CEA)	CEA	CEA 006 RAAF
I/677	Dispositif d'irradiation	Leduc (CEA) Marmonier (CEA)	CEA	CEA 006 RAAF
I/678	Perfectionnements aux disposi- tifs de positionnement à dis- tance	Loriot (BEP) Mas (CEA)	CEA	CEA 006 RAAF
I/679	Support pour installation ther- mique, par exemple pour cave de réacteur nucléaire	Andrieux (FP)	CEA (avant FIVES- PENHOET)	CEA 006 RAAF

(1) BEP — Bureau d'Études PEETERS.

I. Budget de recherches et d'investissements

Pour l'exercice 1964, la Commission a eu à sa disposition, en crédits d'engagement, les montants suivants :

	En millions d'u.c.
Budget de recherches et d'investissements 1964, arrêté par le Conseil le 18.12.1963	94,720
Crédits d'engagement subsistant des exercices antérieurs par l'application de l'art. 4, § 1b) du règlement financier sur l'établissement et l'exécution du budget de recherches	30,564
Total :	125,284

Les engagements comptabilisés au 31.12.1964 s'élèvent à 97 197 000 u.c., se répartissant de la façon suivante :

Titre	Chap.	Intitulé	Crédits d'engagement disponibles en 1964	Engagements comptabilisés au 31.12.1964
(en millions d'u.c.)				
I		<i>Dépenses de personnel</i>	14,800	14,560
II		<i>Dépenses de fonctionnement</i>	6,052	5,810
III		<i>Centre commun de Recherches nucléaires</i>		
	30 31	Appareillage et équipement Dépenses d'investissements immobiliers	9,161 9,859	7,953 6,736
Total du Titre III			19,020	14,689

Titre	Chap.	Intitulé	Crédits d'engagement disponibles en 1964	Engagements comptabilisés au 31.12.1964
			(en millions d'u.c.)	
IV		<i>Développement et construction de réacteurs</i>		
	40	Réacteurs à gaz	9,200	9,200
	41	Réacteurs à eau ordinaire	1,607	0,805
	42	Réacteurs à eau lourde	0,056	0,056
	43	Réacteurs organiques	14,644	11,047
	44	Réacteurs homogènes	0,674	0,606
	45	Réacteurs rapides	23,375	17,995
	47	Propulsion navale nucléaire	0,978	0,964
	48	Recherches et technologie appliquée relatives au développement et à la construction de réacteurs de type éprouvé	8,035	4,159
	49	Réacteurs de puissance	0,455	0,022
Total du Titre IV			59,024	44,854
V		<i>Autres activités scientifiques et techniques</i>		
	50	Irradiation à haut flux	3,276	3,271
	51	Fusion — Etudes des plasmas	6,481	6,405
	52	Biologie	4,033	2,423
	53	Radio-isotopes	1,606	1,049
	53b	Recherches diverses	4,881	1,380
	54	Documentation générale	1,187	1,146
	55	Enseignement et formation	0,674	0,557
	56	Retraitement des combustibles irradiés	2,850	1,009
	57	Traitement des effluents actifs	1,400	0,044
Total du Titre V			26,388	17,284
Total général			125,284	97,197

Les crédits de paiement inscrits au budget de 1964 s'élevaient à 85 000 000 d'u.c. Le montant total payé au 31 décembre 1964 a été de 75 190 000 u.c.

Les crédits de paiement reportés de 1963 sur 1964, qui se sont élevés à 15 994 000 u.c. ont été liquidés à concurrence de 15 214 000 u.c.

II. Budget de fonctionnement

Pour l'exercice 1964, la Commission disposait au titre du budget de fonctionnement (section III) de 8 606 750 u.c.

Les dépenses engagées au cours de l'exercice se sont élevées à 7 804 640 u.c. Au 31 décembre 1964, ces dépenses ont été effectivement réglées à concurrence de 7 223 714 u.c.

**RÉPARTITION DES EFFECTIFS
DU BUDGET DE RECHERCHES
ET D'INVESTISSEMENTS
PAR AFFECTATIONS BUDGÉTAIRES ⁽¹⁾**
(postes utilisés au 28.2.1965)

	A	B	C	D	Agents d'établis- sement	Total
Ispra et ORGEL	436	457	159	—	372	1 424
Institut des Transuraniens	37	44	27	—	19	127
BCMN	47	50	20	1	26	144
Petten	49	46	20	—	5	120
Réacteurs rapides	38	10	3	—	—	51
Réacteurs à gaz poussés	26	1	3	—	—	30
BR 2	18	19	11	—	—	48
Réacteurs éprouvés	25	2	5	—	—	32
Retraitement combustibles ir- radiés	3	—	—	—	—	3
Effluents	1	—	1	—	—	2
Nouveaux types de réacteurs	2	1	—	—	—	3
Propulsion navale	5	—	—	—	—	5
Radio-isotopes	5	—	4	—	—	9
Fusion	59	20	11	—	2	92
Protection sanitaire	7	3	—	—	—	10
Biologie	46	7	6	—	3	62
Enseignement	1	1	3	—	—	5
Direction générale Recherche et Direction Programmes	7	—	2	—	—	9
Diffusion des connaissances	26	21	41	4	—	92
Total général	838	682	316	5	427	2 268

(¹) Les différences constatées entre les chiffres de ce tableau et ceux du document 37 ci-après résultent du fait que les affectations géographiques ne coïncident pas nécessairement avec les affectations budgétaires.

**RÉPARTITION DES EFFECTIFS
DU BUDGET DE RECHERCHES
ET D'INVESTISSEMENTS
PAR AFFECTATION GÉOGRAPHIQUE
(État au 28.2.65)**

I. Affectation dans la Communauté

		<i>Nombre d'agents</i>
1.	<i>Belgique</i>	
	Bruxelles	186
	Etablissement du BCMN — Geel	119
	Gand	1
	Liège	2
	Mol	60
	Total :	368
2.	<i>Allemagne</i>	
	Institut des Transuraniens — Karlsruhe	108
	Bonn	1
	Francfort	1
	Fribourg	2
	Hambourg	1
	Jülich	4
	Mannheim	3
	Munich	14
	Total :	134
3.	<i>France</i>	
	Cadarache	23
	Chooz	1
	Fontenay-aux-Roses	53
	Genlis	1
	Grenoble	3
	Paris	2
	Saclay	9
	Strasbourg	1
	Total :	93

	<i>Nombre d'agents</i>
4. <i>Italie</i>	
Etablissement d'Ispra	1 070
Bologne	2
Casaccia	3
Fiascherino	1
Garigliano	1
Latina	1
Milan	2
Pallanza	1
Pavie	1
Rome et Frascati	18
Turin	2
	<hr/>
Total :	1 102
5. <i>Pays-Bas</i>	
Etablissement de Petten	92
Amsterdam	3
Arnhem	2
Jutphaas	2
La Haye	3
Rijswijk	2
Wageningen	5
	<hr/>
Total :	109
Total Communauté :	<hr/> 1 806

II. Affectation hors Communauté

	<i>Nombre d'agents</i>
1. <i>Grande-Bretagne</i>	
Culham	1
Harwell	1
Winfrith	14
	<hr/>
Total :	16
2. <i>Etats-Unis</i>	
Argonne	1
Baltimore	1
Berkeley	1
Boulder	1
Detroit	1
Idaho Falls	1
Livermore	1
Oak Ridge	4
Princeton	1
Raleix	1
San Jose	1
Upton	1
Vallecitos	1
	<hr/>
Total :	16
3. <i>Canada</i>	
Chalk River	1
	<hr/>
Total hors Communauté :	33
	<hr/>
Total général ⁽¹⁾ :	1 839

(¹) A ce total, il conviendrait d'ajouter :

380 agents d'établissement affectés	à Ispra
19 » » »	à Karlsruhe
26 » » »	à Geel
1 agent d'établissement affecté	à Fontenay
1 » » »	à Munich

Total : 427 agents d'établissement.

<i>Catégorie</i>	<i>Sujet</i>	<i>Affectation</i>
Sp.	Etudes dans le domaine de la physique de basse énergie et, en particulier, dans les applications de l'effet Mössbauer aux propriétés des niveaux excités des noyaux	CCR ISPRA
Th.	Interpretation of neutron scattering — I.R. absorption and Raman scattering in order to form a theory of ferro-electricity and melting	CCR ISPRA
Sp.	Regelungstechnik: Servomechanismen für Reaktoren	CCR ISPRA
Th.	Lösung der zeitabhängigen Boltzmann-Gleichung, mit Hilfe der Monte-Carlo-Methode	CCR ISPRA
Sp.	Tecniche radioisotopiche applicate alla biochimica	CCR ISPRA
Sp.	Studio di reticoli ad acqua leggera e confronto con i risultati sperimentali	CCR ISPRA
Sp.	Studio e realizzazione, tramite metodi di sintesi, di circuiti logici per l'automatizzazione dei sistemi di misura di variabili fisiche	CCR ISPRA
Sp.	Potenziali elettrocinetici di pareti e di particelle in liquidi debolmente polarizzati	CCR ISPRA
J.P.	Verifica ed ampliamento del metodo «semplificato» di calcolo dei reattori ad acqua pesante	CCR ISPRA
Th.	Diffusion des neutrons rapides	CCR ISPRA
Sp.	La trasmissione anormale dei raggi X nei cristalli con la struttura del diamante	CCR ISPRA
Th.	Chemie des Urans und der Spaltprodukte in geschmolzenem System KCl-AlCl ₃	CCR ISPRA
Sp.	Ricerca nel campo della sicurezza di reattori a tubi in pressione con particolare riguardo al trasferimento dell'energia liberata in caso di incidente alla struttura del reattore	CCR ISPRA
Sp.	Preparazione di leghe in fase dispersa e studio delle loro proprietà	CCR ISPRA

(The = bourse de thèse; Sp = bourse de spécialisation; J.P. = stages de jeunes professeurs d'université dans les centres de recherches nucléaires).

<i>Catégorie</i>	<i>Sujet</i>	<i>Affectation</i>
Th.	Untersuchungen über die atomaren Beweglichkeiten der Kationen in Uran-Plutonium Mischkörpern	CCR ISPRA
Sp.	Studio e messa a punto di codici nucleari, concernenti in particolare la preparazione di libreria di dati nucleari	CCR ISPRA
Sp.	Travaux de spécialisation dans le domaine de la physique nucléaire	CCR ISPRA
Th.	Untersuchung der Verteilung von Spaltprodukten zwischen flüssigen Uranmetallen (Uranlegierungen) und Halogenidschmelzen	CCR ISPRA
Th.	Abschreck- und Verformungsversuche an Urancarbid	CCR ISPRA
Sp.	Fisica-matematica applicata alla trattazione numerica di problemi di fluidodinamica e magneto-fluidodinamica	CCR ISPRA
Th.	Auslaugung von Spaltprodukten aus bestrahlten Keramischen Kernbrennstoffen (UO_2 , U_3O_8 und ThO_2) mittels einer Alkalihalogenidschmelze und Aufklärung des Reaktionsmechanismusses an der Phasengrenze fest-flüssig	CCR ISPRA
Sp.	Chimica delle alte Temperature : Cinetica di elettrodi in sali fusi e forze elettromotrici di catene galvaniche solide	CCR ISPRA
Th.	Het berekenen en uitvoeren van warmtetechnische constructies op het gebied van de directe conversie van warmte in elektriciteit	CCR ISPRA
Sp.	Specialisatie op het gebied van de programmering en de numerieke analyse	CCR ISPRA
Sp.	Meccanica delle deformazioni rapide	CCR ISPRA
Sp.	Processi di trasporto alle alte Temperature	CCR ISPRA
Sp.	Problemi impiantistici relativi alla costruzione ed alla compatibilità di materiali nei reattori nucleari	CCR PETTEN
Sp.	Elektronische Verarbeitung von Daten aus kernphysikalischen Experimenten	BCMNI GEEL
Sp.	Spezialisierung auf dem Gebiet der Programmierung und elektronischen Datenverarbeitung in Zusammenhang mit kernphysikalischen Problemen	BCMNI GEEL
Sp.	Diffrazione ai neutroni	RCN PETTEN
Sp.	Effet des radiations sur l'absorption et le sort des acides nucléiques marqués (homologues ou hétérologues) injectés dans <i>Arabidopsis</i>	CEN MOL
Sp.	Studio dei difetti cristallini nei minerali e nei metalli, in particolare per mezzo della microscopia elettronica	CEN MOL
Sp.	Propulsione Navale Nucleare — Ingegneria del reattore — Integrazione del reattore alla nave	CADARACHE

<i>Catégorie</i>	<i>Sujet</i>	<i>Affectation</i>
Sp.	Théorie de la physique des plasmas — travail concernant la particule « test »	CEN FONTENAY-AUX-ROSES
Th.	Studien über Niob in Uranspaltprodukten	CEN GRENOBLE
Th.	Kondensation von Dampfblasen in ruhendem Wasser bei Temperaturen wenig unterhalb der Sättigungstemperatur	CEN GRENOBLE
Th.	Recherche de l'influence du rayonnement neutronique rapide sur les caractéristiques magnétiques d'un monocristal Fe-Ni	CEN GRENOBLE
Th.	Untersuchung des Einflusses von Neutronen und Gamma-Strahlen auf Halbleiter durch Messung der thermischen Leitfähigkeit bei sehr tiefen Temperaturen	CEN GRENOBLE
Th.	Arbeiten auf dem Gebiet der Wärmeübertragung	CEN GRENOBLE
Th.	Reazione fra sodio e soda nel sodio fuso	CEN SACLAY
Th.	Recherches portant sur les phénomènes de transport des ions dans les sels fondus	CEN SACLAY
Sp.	Spécialisation dans le domaine neutronique	CEN SACLAY
Th.	Studio sulla purificazione del Plutonio e in particolare: comportamento dello Zirconio-Niobio et del Rutenio nell'estrazione del Plutonio mediante Trilaurilamina	CEN FONTENAY-AUX-ROSES
Sp.	Bau einer Entladungskammer für ein vollständig ionisiertes Wasserstoffplasma hoher Dichte	Laboratorio Gas Ionizzati - FRASCATI
Th.	Recherches concernant l'influence d'agents chelateurs sur l'activité d'enzymes et sur leur comportement sous radiation	Institut für experimentelle Kernphysik KARLSRUHE
Th.	Technique des cavités résonnantes en régime de supra-conduction, appliquées à la construction d'un accélérateur linéaire	Institut für experimentelle Kernphysik KARLSRUHE
Sp.	Ricerche riguardanti le oscillazioni longitudinali in plasmi relativistici e le loro instabilità	Instituut voor Plasma-fysica (FOM) JUTPHAAS
Sp.	Physique des plasmas — phénomènes sur l'interaction « Ondes-particules » dans un plasma	Institut für Plasmaphysik - MUNICH
Sp.	Diffusion of trapped Reversed Magnetic field in a Theta Pinch in the presence of a probe	Culham Laboratory CULHAM
Th.	Travaux de recherches en physique des plasmas	Institut de Physique théorique de la Faculté des Sciences BRUXELLES
Sp.	Le problème des complexes d'addition par transfert de charge	Institut de Biologie physico-chimique PARIS

<i>Catégorie</i>	<i>Sujet</i>	<i>Affectation</i>
Sp.	Biophysikalische Bestrahlungsexperimente	Institut d'Astrophysique LIEGE
Sp.	Etudes : 1) sur la ribonucléase acide de la rate 2) sur la phosphodiesterase de la rate	Centre de Recherches sur les Macromolécules STRASBOURG
Sp.	« Enzymologie — Protein — Biochemie »	Centre de Recherches sur les Macromolécules STRASBOURG

SERVICES DES PUBLICATIONS DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES
3722/2/1965/6

Pour les deux volumes :

Ffr. 15,—	FB 150,—	DM 12,—	Lit. 1.870,—	Fl. 11,—
-----------	----------	---------	--------------	----------
