

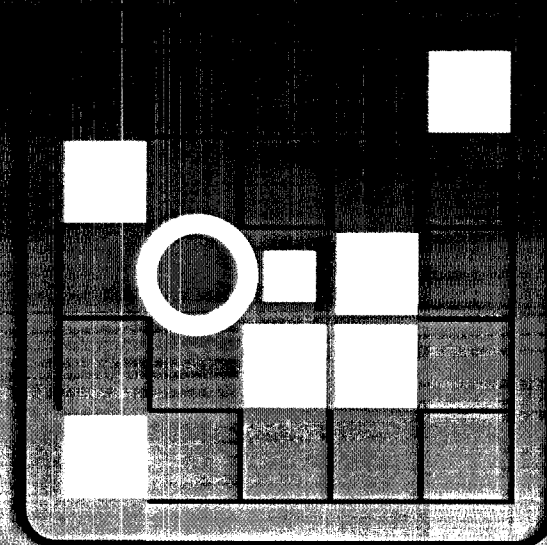


FR0108553

CEA-DRN-DFE-RA--1999

# DEPARTEMENT des REACTEURS EXPERIMENTAUX

## RAPPORT D'ACTIVITÉS 1999



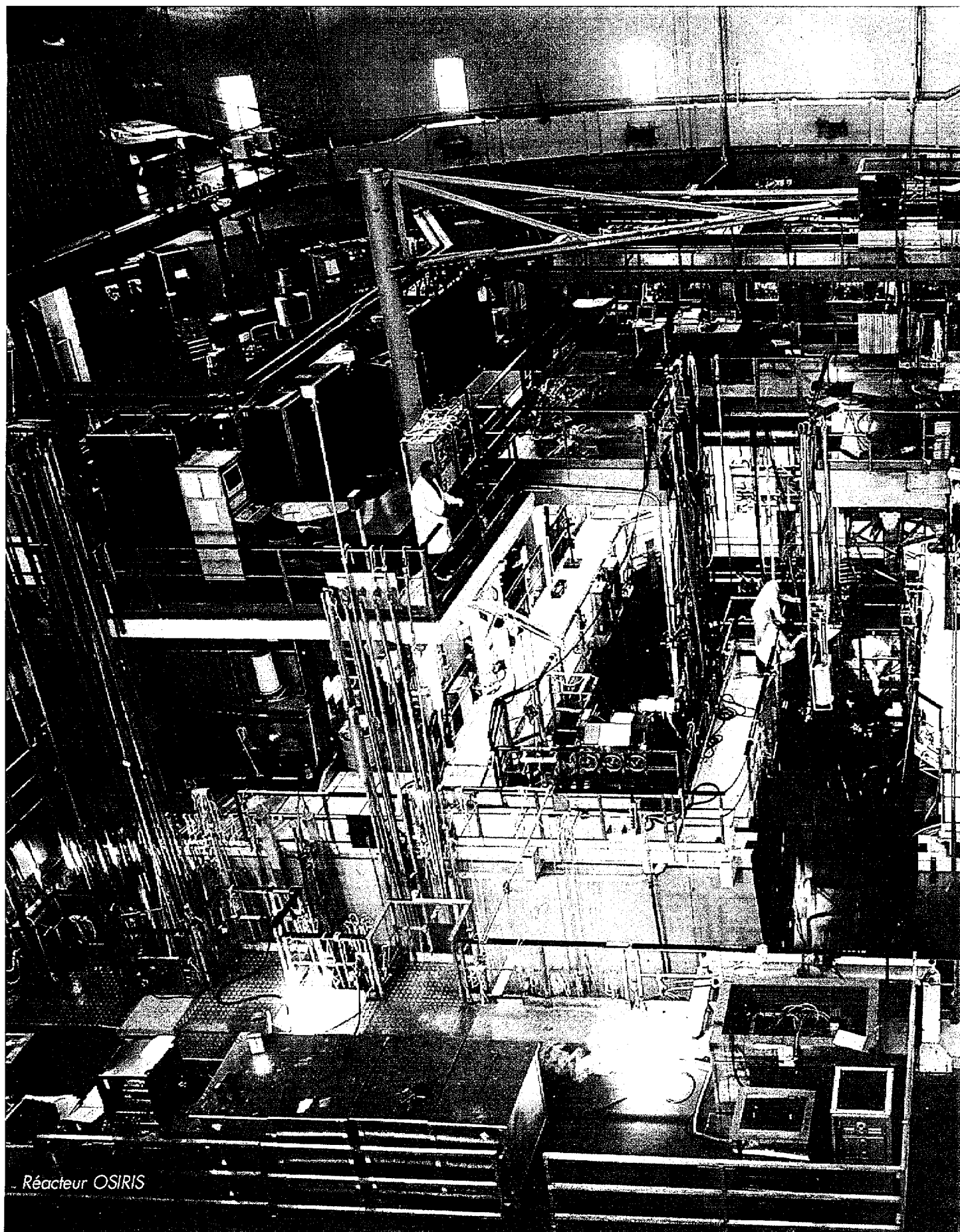
.. 33 / 04

Direction des Réacteurs Nucléaires

# SOMMAIRE

• INTRODUCTION .....	03
• FAITS MARQUANTS 1999	
Qu'est-ce que le DRE ?.....	04
• CONTRIBUTION AUX PROGRAMMES DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT EN 1999	
A - Fonctionnement des réacteurs.....	05
B - Irradiations technologiques.....	08
1 Irradiations pour les partenaires du CEA.....	08
1.1 Aperçu général sur 1999 .....	08
1.2 Irradiations de matériaux.....	09
1.3 Irradiations de combustibles.....	14
2 Irradiations pour d'autres clients.....	16
C - Développement de capteurs de mesures physiques innovants.....	17
D - Valorisation des compétences.....	20
1 Participation au projet RJH.....	20
2 Collaboration avec Technicatome .....	20
• PRODUCTIONS	
A - Radioéléments .....	21
B - Dopage du silicium .....	23
C - Analyse par activation .....	24
D - Neutronographie .....	25
E - Expériences autour d'ORPHEE .....	26
• GESTION DES INSTALLATIONS	
A - Les réacteurs OSIRIS/ISIS.....	27
B - Parc des dispositifs d'irradiation autour d'OSIRIS.....	30
C - ORPHEE .....	32
D - SILOETTE.....	35
E - Gestion des combustibles et des matières nucléaires.....	36
• PROGRAMMES D'ASSAINISSEMENT DES RÉACTEURS À L'ARRÊT	
A - SILOE .....	39
B - MELUSINE .....	40
• STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DÉCHETS DE GRENOBLE	
A - Jouvence des équipements .....	41
B - Activités .....	42
C - Résultats 1999 .....	44
• LES HOMMES	
A - Organisation.....	46
B - Effectifs .....	47
C - Formation.....	49
• SÛRETÉ - SÉCURITÉ - QUALITÉ	
A - Sûreté.....	50
B - Sécurité .....	52
C - Qualité .....	53
• COMMUNICATION.....	54
• RELATIONS INTERNATIONALES.....	57
• LES FINANCES.....	59
• GLOSSAIRE.....	60





# INTRODUCTION

## FAITS MARQUANTS 1999

Le principal fait marquant de l'année est la montée en puissance des irradiations dans OSIRIS, à la suite de l'arrêt de SILOE fin 1997 et du programme de transfert des irradiations de Grenoble vers Saclay, ce qui a nécessité la réalisation de nouveaux dispositifs tels que GRIFFONOS ou ZIRCIMOG. C'est ainsi que le parc de dispositifs d'irradiation pour le programme coopératif est passé de 7 en 1997 à 14 en 1999, que 66 expériences\* cycles ont été réalisées en 1999 pour une série de 21,44,29 et 35 pendant les années 1995 à 1998 et que 12 dispositifs d'irradiation du programme coopératif ont été présents simultanément en octobre 1999 dans OSIRIS contre 7 durant le cycle le plus chargé des années 1995 à 1998.

Ces résultats ont été obtenus avec la plus grande exigence en matière de sûreté, de sécurité, de transparence et de traçabilité.

D'une manière plus générale en 1999, les installations ont eu un fonctionnement régulier : ORPHEE a approché son objectif de fonctionnement avec 205 jepp et a effectué le changement d'un bouchon du canal de neutrons 2T en respectant délais et coûts et en limitant les doses reçues par le personnel. OSIRIS a également eu un bon fonctionnement sur 9 cycles ayant conduit à 195 jepp. La tenue le 4 novembre d'un Groupe Permanent chargé des Réacteurs (groupe d'experts auprès de l'Autorité de Sûreté) chargé d'examiner la réévaluation de sûreté d'OSIRIS, a été un grand moment pour les exploitants du réacteur ; la préparation très sérieuse du dossier a permis un passage sans heurt de cet examen essentiel pour l'avenir de l'installation.

Les opérations conduisant à la cessation définitive d'exploitation du réacteur SILOE se sont poursuivies malgré des difficultés sur l'évacuation de certains matériels (combustibles, sodium). Les dossiers de mise à l'arrêt définitif ont également progressé en vue de la phase de démantèlement

de SILOE. Pour ce qui concerne MELUSINE, une nouvelle organisation du travail a été mise en place, permettant d'engager l'établissement des dossiers nécessaires aux procédures administratives de démantèlement. Par ailleurs, la Station de Traitement des Effluents et Déchets a recommencé à fonctionner après un lourd travail d'obtention d'autorisations, tant de l'Autorité de Sûreté que de l'ANDRA ; le redémarrage de l'incinérateur d'effluents organiques a été réalisé au dernier trimestre ainsi que l'envoi de nombreux colis aux sites de stockage (ANDRA ou CENTRACO).

Ces résultats ont été obtenus dans le cadre d'une structure légèrement modifiée : toujours 4 services et une section mais une nouvelle organisation à l'intérieur de chacun d'eux pour clarifier les responsabilités de chacun ; création de sections au sein de SEROS, du SOR et de SRS (devenu SRG après rattachement de MELUSINE), simplification à 2 laboratoires (au lieu de 5) au sein de SIREN, et maintien d'une section autonome consacrée désormais exclusivement à l'exploitation de la STED.

La politique de formation très axée sur le métier de "chargés d'affaire" en 1998 s'est poursuivie dans le même domaine en 1999 par la rédaction d'un "guide pour la conduite des affaires". L'organisation de deux assemblées générales du personnel : l'une à Saclay, l'autre à Grenoble, a contribué à l'amélioration de la connaissance des objectifs et de la stratégie du département.

Le Groupe de Réflexion sur les Réacteurs de Recherche (G3R) a assuré le lien avec le projet de Réacteur Jules Horowitz et lui a apporté l'expérience d'exploitation des réacteurs actuels ; les thèmes en cours d'étude ont porté sur l'irradiation de plaques du combustible "UMo", la définition des futurs dispositifs expérimentaux, et le retour d'expérience de l'exploitation.



## QU'EST-CE QUE LE DRE ?

**L**e Département des Réacteurs Expérimentaux (DRE) est une unité de moyens (réacteurs de recherche et installations de traitement de déchets) de la Direction des Réacteurs Nucléaires (DRN) du Commissariat à l'Energie Atomique, qui regroupe un ensemble concourant aux programmes du CEA pour la recherche fondamentale et la recherche appliquée (réacteurs de puissance et combustibles).

Composé de 270 personnes réparties sur deux sites du CEA, Saclay et Grenoble, le DRE, par ses missions d'exploitant et d'expérimentateur, collabore avec les autres unités du CEA, les chercheurs en physique de la matière condensée, les partenaires nucléaires du CEA, EdF et FRAMATOME, les industriels de l'irradiation tels CIS-BIO ou IRE, l'industrie électronique pour le silicium et l'industrie nucléaire en général tant en France qu'à l'étranger.

Les moyens du DRE sont organisés autour de

7 Installations Nucléaires de Base (INB).

- 3 réacteurs expérimentaux en fonctionnement : OSIRIS et ORPHEE à Saclay, SILOETTE à Grenoble.
- 2 réacteurs expérimentaux en cours d'assainissement : SILOE et MELUSINE, tous deux situés à Grenoble.
- Des installations de traitement et d'entreposage de déchets à Grenoble (la STED comprenant 2 INB).

Un parc important de dispositifs d'irradiation adaptés à chaque type d'expérience est mis en œuvre autour du réacteur OSIRIS pour satisfaire les demandes d'irradiations des partenaires et clients du CEA.

Par ailleurs, la petite équipe du GIE-INTRA basée à Chinon, qui développe et met en œuvre des moyens d'intervention robotique en cas d'accident grave, est rattachée administrativement au DRE.

# CONTRIBUTIONS AUX PROGRAMMES DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT EN 1999

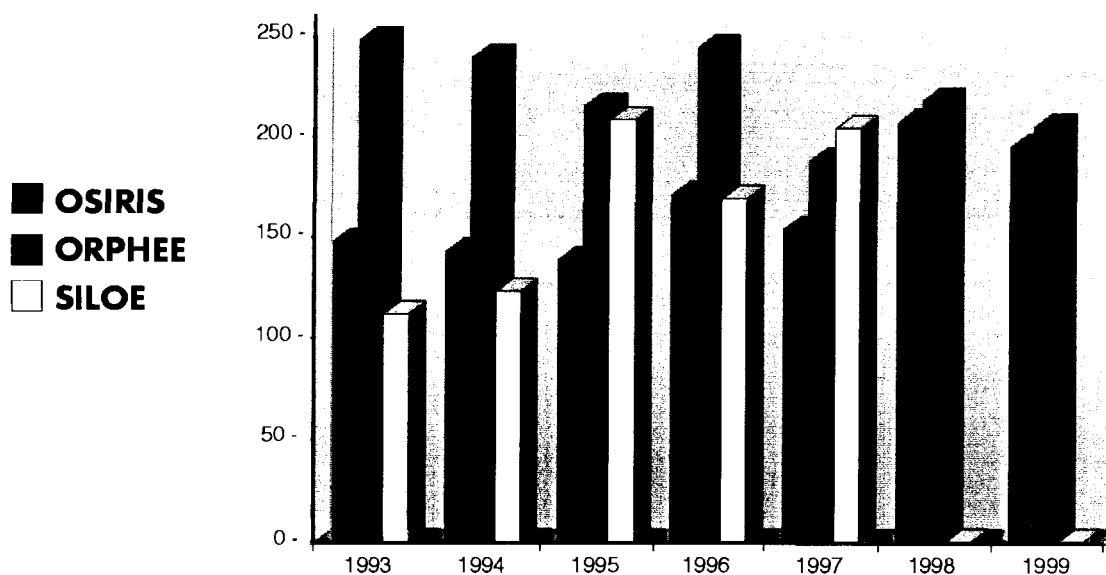
## A - FONCTIONNEMENT DES REACTEURS

L'année 1999 a été une année satisfaisante pour le fonctionnement des réacteurs. OSIRIS a réalisé 195 JEPP sur 9 cycles avec un taux de disponibilité de 92,5 % et ORPHEE 205 JEPP sur 2,5 cycles avec un taux de disponibilité de 96,8 %. Du fait de quelques aléas, ces résultats sont légèrement infé-

rieurs à ceux de 1998 mais restent de bons résultats si on les compare aux années antérieures comme le montrent les figures ci-dessous, qui donnent l'évolution des JEPP et de la disponibilité des 3 puis 2 réacteurs depuis 7 ans.

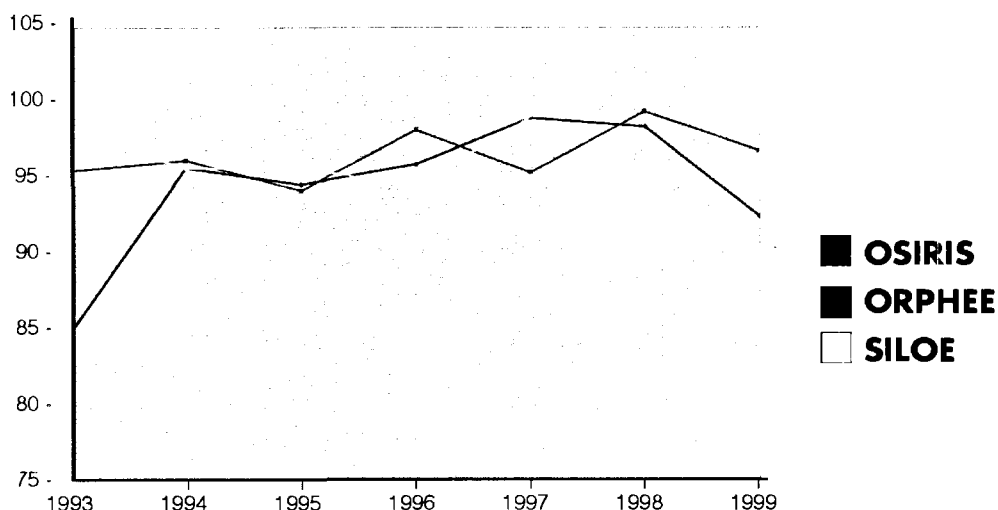
FONCTIONNEMENT DES REACTEURS (J.E.P.P.)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>OSIRIS</b>	<b>148</b>	<b>143</b>	<b>139</b>	<b>171</b>	<b>154</b>	<b>207</b>	<b>195</b>
<b>ORPHEE</b>	<b>249</b>	<b>240</b>	<b>215</b>	<b>245</b>	<b>188</b>	<b>218</b>	<b>205</b>
<b>SILOE</b>	<b>112</b>	<b>123</b>	<b>208</b>	<b>169</b>	<b>204</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



## Taux de disponibilité en %

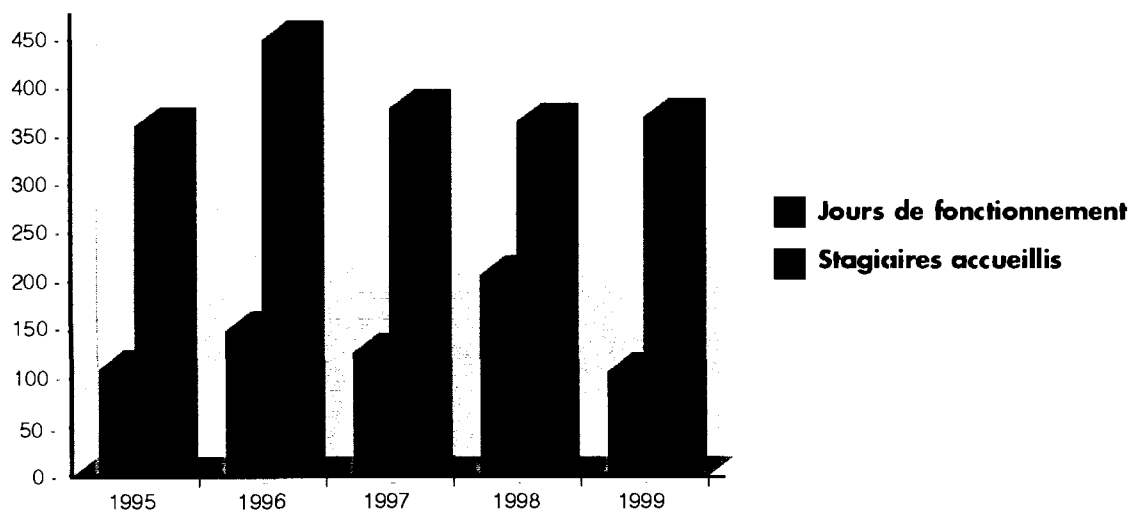
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>OSIRIS</b>	<b>84,9</b>	<b>95,7</b>	<b>94,6</b>	<b>95,9</b>	<b>99</b>	<b>98,4</b>	<b>92,5</b>
<b>ORPHEE</b>	<b>95,5</b>	<b>96,2</b>	<b>94,2</b>	<b>98,2</b>	<b>95,4</b>	<b>99,4</b>	<b>96,8</b>
<b>SILOE</b>	<b>98,2</b>	<b>95,7</b>	<b>95,7</b>	<b>94,5</b>	<b>99,1</b>		



Le réacteur SILOETTE à Grenoble est un outil de formation pour les personnels de l'industrie nucléaire française et étrangère (Les agents de EdF surtout, mais aussi les exploitants des réacteurs belge BR2, ou néerlandais de Petten). Les stages comprenant travaux pratiques sur le réacteur et exercices sur simulateurs sont organisés par la société CORYS-TESS. Le réacteur fonctionne ainsi de 100 à 200 jours par an et accueille 300 à 400 stagiaires pour des sessions d'une semaine. En 1999, il a accueilli 370 stagiaires

## Fonctionnement de SILOETTE

	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Jours de fonctionnement</b>	<b>110</b>	<b>150</b>	<b>127</b>	<b>207</b>	<b>107</b>
<b>Stagiaires accueillis</b>	<b>361</b>	<b>450</b>	<b>379</b>	<b>365</b>	<b>370</b>

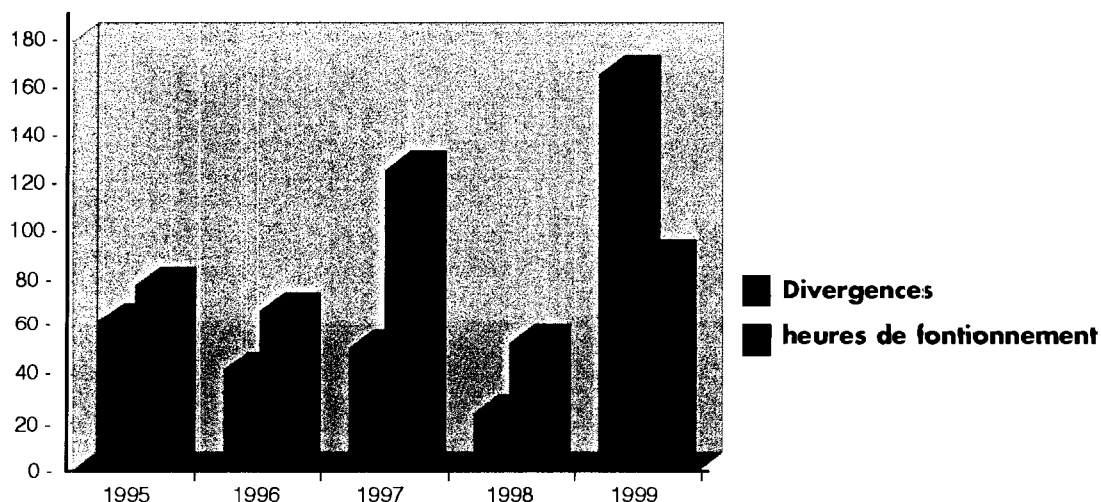


**L**e réacteur ISIS, situé à Saclay tout à côté d'OSIRIS, est en communication avec la piscine de celui-ci grâce à un canal d'eau commun. Il est utilisé pour effectuer des mesures neutroniques et des études de configuration du cœur d'OSIRIS. Il fonctionne de 50 à 100 heures chaque année. En 1999, le cœur d'ISIS a été converti au combustible de type siliciure, comme celui d'OSIRIS l'avait été il y a

quelques années. Des campagnes d'irradiation ont permis d'étalonner des chambres à fission pour le DEIN (utilisation dans les centrales électronucléaires d'EdF) et pour la qualification dosimétrique du dispositif expérimental IRIS destiné à l'irradiation technologique de plaques de combustible. Au total, il y a eu à ISIS en 1999, 166 divergences et une durée globale de fonctionnement de 90 heures.

### Fonctionnement d'ISIS

	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Divergences</b>	<b>63</b>	<b>42</b>	<b>51</b>	<b>24</b>	<b>166</b>
<b>Heures de fonctionnement</b>	<b>78,13</b>	<b>67,62</b>	<b>126,23</b>	<b>53,23</b>	<b>89,45</b>





## B - IRRADIATIONS TECHNOLOGIQUES

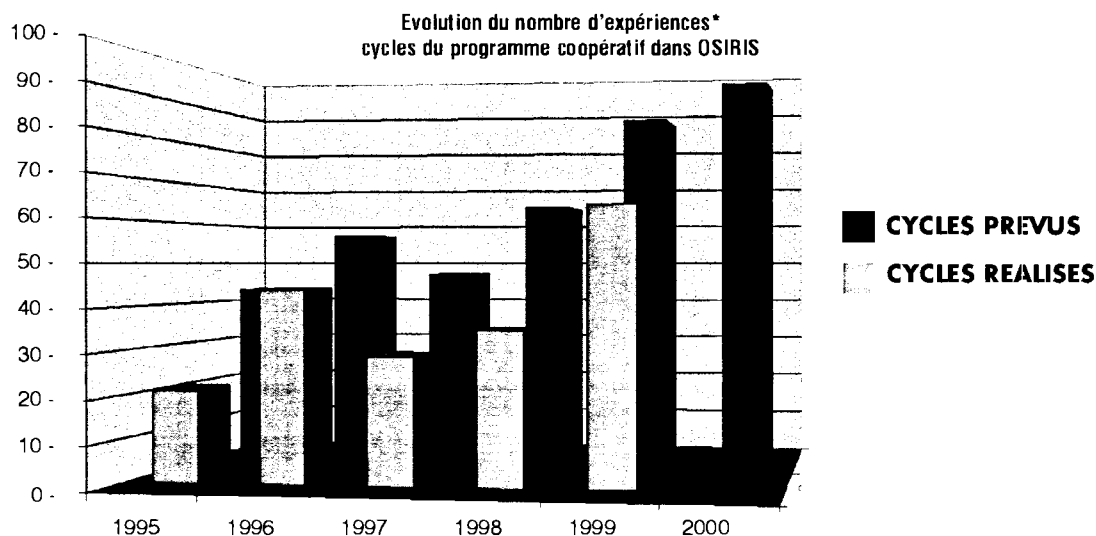
### Irradiations pour les partenaires du CEA

#### Aperçu général sur 1999

Les irradiations effectuées dans le cadre des accords coopératifs ont été caractérisées par deux faits principaux :

- La fin du programme de transfert des dispositifs expérimentaux entre le réacteur SILOE et le réacteur OSIRIS. Ceci s'est traduit par la mise en place dans le réacteur de Saclay des dispositifs : GRIFFONOS (boucle d'études de combustibles), ZO (ensemble de trois capsules d'irradiation de matériaux de gainage), et IRIS (dispositif destiné à l'irradiation de combustible de réacteurs expérimentaux).

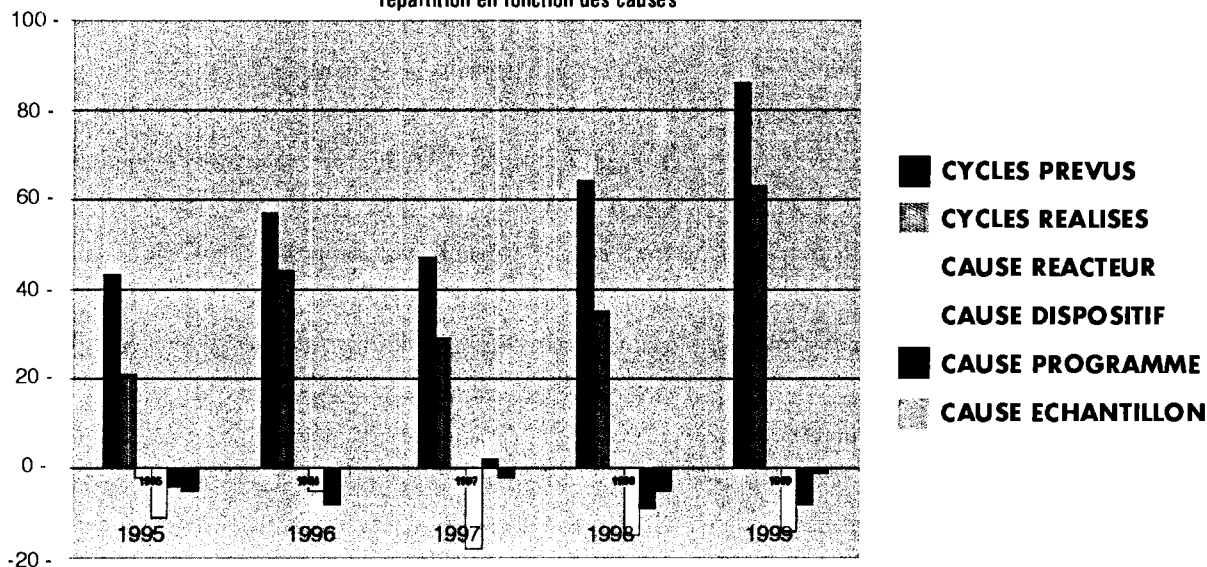
- Un nombre record d'irradiations technologiques, en prévision comme en réalisation : 86 expériences x cycles prévus pour le programme coopératif et 66 réalisées, soit un taux de 77 % (après des taux de 62 % en 1997 et 56 % en 1998). Ceci s'est traduit par la présence simultanée dans le réacteur de 15 expériences technologiques au cycle F 160 (novembre - décembre), couvrant l'ensemble des programmes de Recherche et Développement de la filière nucléaire (durée de vie des cuves, tenue des internes, tenue des combustibles  $UO_2$  et MOX, augmentation du taux de combustion, transitoire, développement de nouveaux combustibles UMo, études de sûreté).



L'analyse des écart entre nombre de cycles prévus et réalisés indiqués sur le schéma suivant montre qu'aucun retard n'est dû à une indisponibilité du réacteur. Les changements de programme et surtout

les défaillances des dispositifs restent les causes principales d'écarts. Cependant, cette dernière cause est en nette régression puisqu'elle ne concerne plus que 14 % des irradiations à comparer au 23 % de 1998.

**Ecart prévus-réalisés du programme coopératif OSIRIS :  
répartition en fonction des causes**



Outre les événements indiqués ci-dessus, un certain nombre de faits marquants sont à noter :

- la boucle GRIFFONOS a été rendue opérationnelle, après un essai de qualification et une phase de mise au point relative à la chimie de l'eau,
- le premier essai de fluage sous irradiation a été réalisé dans ZIRCIMOG, malgré le fonctionnement défectueux d'un des deux étages de mesure,
- la reprise des programmes d'études de corrosion dans la boucle CORALLINE,
- la réussite des programmes VERCORS et ADAGIO (mise en place d'une logistique pour examens post-irradiations : transport rapide entre Saclay et Grenoble),
- la réalisation de quatre rampes de puissance,
- le démarrage d'un programme de tenue des alliages au zirconium en noria (3 dispositifs prévus à cet effet),
- le démarrage d'irradiations de combustibles UMo pour réacteurs de recherche.

Par ailleurs, la préparation du futur fait l'objet de nouveaux programmes tels que :

- la construction du dispositif BARITON pour l'étude de la résilience des aciers de cuve sur grandes éprouvettes,
- l'étude de faisabilité du programme MERCI concernant l'évolution de la puissance résiduelle des REP,

- l'étude de faisabilité d'un programme d'essais pour combustible MOX en situation d'Accident de Perte de Réfrigérant Primaire (APRP) : FLASHMOX,
- la construction d'un deuxième dispositif TANOXOS pour l'étude des combustibles MOX à haut taux de combustion.

On trouvera dans les paragraphes ci-dessous des détails sur certaines de ces nouvelles expériences.

### Irradiations de matériaux

Ces irradiations concernent les matériaux de cuves des réacteurs, des structures internes de REP ainsi que les matériaux des assemblages combustibles. La plupart de ces programmes sont suivis par les correspondants d'actions du SRMA (DTA) dans le cadre d'actions bi- ou tri-partites.

### Matériaux de cuves de réacteurs

- L'expérience TENOR est destinée à compléter la base de données sur la ténacité des aciers de cuve irradiés en prenant en compte particulièrement les zones ségréguées, afin de compléter le dossier des risques de rupture brutale des cuves REP. L'expérience s'est poursuivie avec la fin de l'irradiation TENOR 2 et avec le démarrage de l'irradiation TENOR 3.

- La démonstration de la tenue à la rupture brutale de la cuve REP nécessite la connaissance de la courbe de ténacité de l'acier irradié, dans la zone de transition fragile - ductile, jusqu'à des valeurs de ténacité qui ne peuvent être obtenues qu'avec des éprouvettes de grandes dimensions de type CT50. Ces éprouvettes CT50 seront irradiées dans le dispositif **BARITON**.

L'année 1999 a été consacrée à l'étude, la conception et la réalisation :

- \* du porte échantillons, de la capsule et de nombreux éléments associés : lignes sous eau, boîte à eau, boîte à gants, outillage pour cellules chaudes,
- \* de la maquette thermique et des maquettes de dosimétrie basse puissance et haute puissance,
- \* du contrôle-commande.

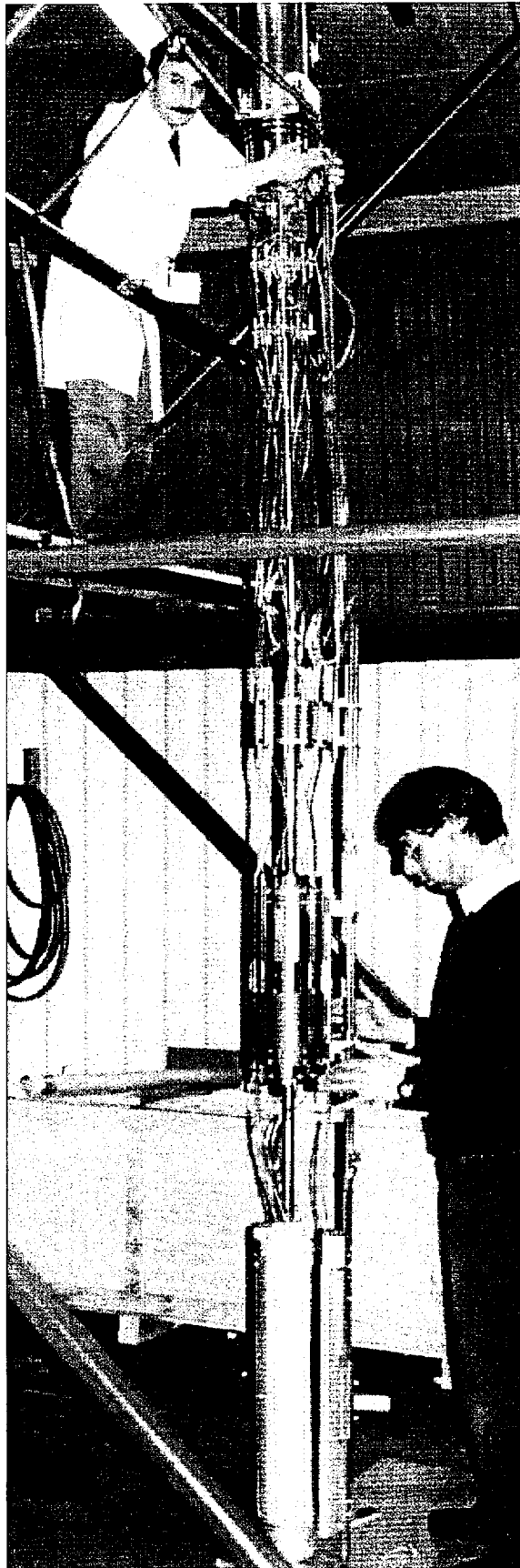
Le dispositif sera mis en réacteur au premier trimestre 2000. Préalablement à la première irradiation,

l'emplacement d'irradiation choisi au nord ouest du caisson d'OSIRIS sera qualifié à l'aide de maquettes thermique et neutroniques.

- L'expérience **FIACRE** est destinée à évaluer les effets de recuit sur la transition ductile-fragile d'un matériau représentatif des cuves **VVER 440/230**. L'irradiation dans une capsule de type **IRMA** s'est poursuivie durant l'année 1999. Après recuit des échantillons, l'irradiation reprendra en 2000.

- La première campagne **MALICE 1** a été entreprise. Cette campagne consiste à qualifier l'acier de cuves des réacteurs embarqués en déterminant le décalage de la transition ductile-fragile de ces aciers sous l'effet de l'irradiation.

- Le dispositif d'expérimentation BARITON



*Parties supérieure et inférieure*

## Matériaux des structures internes de R.E.P.

- Dans l'expérience ALEXANDRA située dans une des deux branches de l'installation CORALLINE, sont irradiés divers aciers inoxydables dans des conditions REP, afin d'en étudier la corrosion sous contrainte. La défaillance d'éléments chauffants et la détection d'une radioactivité anormalement élevée a conduit à l'interruption momentanée de l'irradiation. Dans cette même branche, se trouvent également les éprouvettes ALEXANDRE destinées à tester le comportement en corrosion aqueuse d'aciers austénitiques et martensitiques.

Moyennant une surveillance radiologique de l'état de l'installation, la phase d'irradiation des éprouvettes ALEXANDRA et ALEXANDRE a été reprise.

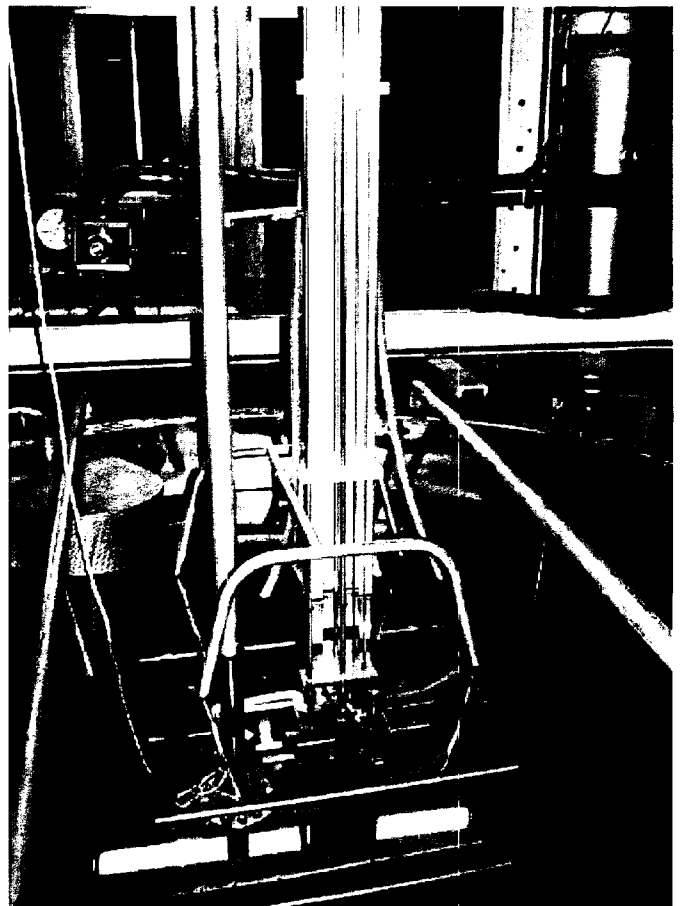
- Dans l'expérience CASIMIR 3, se retrouvent les mêmes éprouvettes (tubes à noyaux gonflants, éprouvettes de traction) que celles d'ALEXANDRA, mais dans un milieu neutre de NaK. La phase 2 de l'expérience s'est achevée en 1999, avec la réalisation de 5 cycles d'irradiations. La phase suivante de l'irradiation se poursuit en 2000.

- L'expérience IMAGE a pour objectif l'activation de tronçons de tubes de générateur de vapeur. Ces tubes servent de traceur pour des études réalisées dans des boucles de corrosion.

## Matériaux des assemblages combustibles

- Dans l'expérience CORALLINE 3, sont irradiés, dans des conditions REP, des feuillards de grilles et des tubes-guides, afin d'en étudier les propriétés mécaniques et la déformation.

- Dans l'expérience CARP 2, sont irradiés des matériaux absorbants optimisés, afin de tester de nouveaux types de crayons absorbants pour la filière REP.



BANC DE METROLOGIE ZO  
-DETAIL DU BARILLET A EPROUVETTES-

• Les expériences ZO (Zirconium Osiris) poursuivent les expériences ZS (Zirconium Siloé) réalisées antérieurement au CEA – Grenoble. Elles ont pour objet d'établir un dossier de qualification de nouveaux alliages zirconium des gaines de crayons combustibles, en particulier l'alliage M5. Elles visent à définir les lois de comportement en croissance et en fluage sous irradiation. Parmi les effets étudiés, citons l'effet du flux sur le fluage, la cinétique de durcissement du fluage thermique, l'effet du soufre... Le chargement est constitué d'éprouvettes tubulaires remplies de gaz aux pressions nécessaires pour atteindre les états de contrainte désirés.

Les paramètres suivis sont :

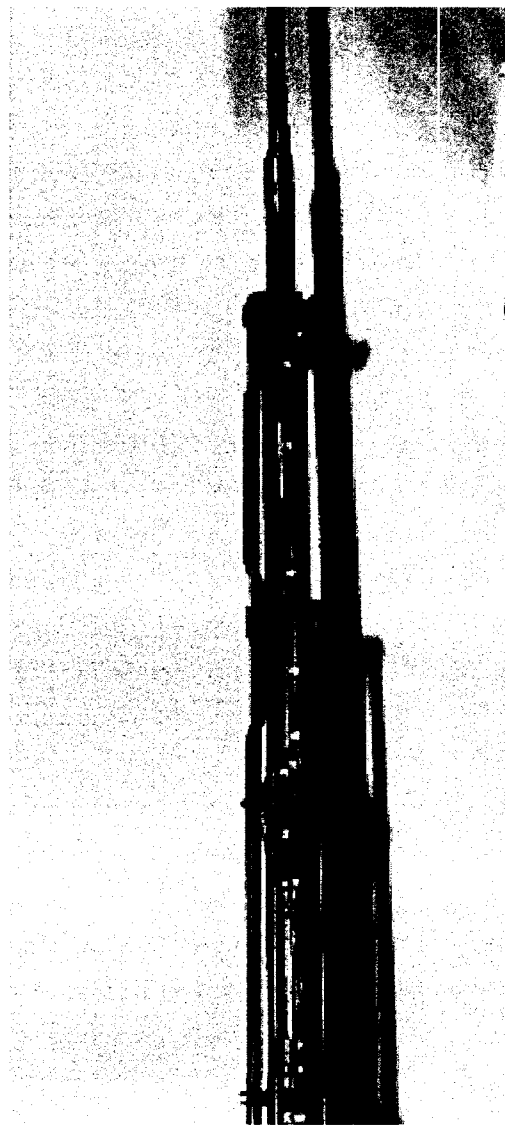
- \* la température,
- \* le niveau de flux rapide,
- \* la contrainte,
- \* la durée d'irradiation,
- \* l'évolution dimensionnelle des échantillons.

Les variations des dimensions des éprouvettes en cours d'irradiation sont suivies, pendant les inter cycles, à l'aide d'un banc de mesure immergé. Les mesures de longueur et de diamètre des éprouvettes sont réalisées à l'aide de capteurs différentiels par comparaison avec des calibres de référence, ce qui permet de s'affranchir des défauts de positionnement pendant la mesure. Les performances du banc de métrologie répondent aux exigences de précision sur les mesures dimensionnelles (quelques micromètres).

Trois dispositifs (ZO1, ZO2 et ZO3) entièrement équipés et comprenant chacun 9 éprouvettes, sont en réacteur. Trois cycles d'irradiation ont eu lieu en 1999, pour l'ensemble des trois dispositifs ZO. A cela s'ajoutent 5 campagnes de mesures correspondant chacune à un chargement complet.

• L'expérience ZIRCIMOG 2 est destinée à mesurer sous irradiation des déformations de gaine, dans le but d'étudier les lois de fluage primaire de ces gaines en zircaloy. Elle vise à obtenir et à valider les données pour la modélisation de l'interaction pastille-gaine. L'essai est mené simultanément sur deux tronçons soumis à une même pression interne mais à une contrainte différente. L'évolution diamétrale des 2 gaines est suivie en cours d'irradiation et à 350°C par des systèmes de mesure indépendants.

Le dispositif a été qualifié hors flux en 1998. Un essai de fluage sur une éprouvette à forte contrainte a été réalisé avec succès et a permis de mettre en évidence une déformation de fluage sous flux supérieure à celle hors flux.



ZIRCIMOG 2 : DETAIL DES EPROUVETTES

## Autre expérience

L'expérience CAFETOS est destinée à établir les lois d'usure et de tenue en température de nouveaux collecteurs au cobalt dédiés à la surveillance des réacteurs. La phase d'étude de l'usure des collecteurs a débuté au deuxième trimestre. A chaque cycle, des mesures comparatives sont effectuées entre les collecteurs mis sous flux et des collecteurs témoins hors flux. La phase d'étude de tenue en température a débuté au 4ème trimestre.

## Irradiations de combustibles

### Les rampes de puissance sur ISABELLE 1

**P**endant 5 ans environ, le programme " rampes de puissance " à Osiris s'est attaché plus particulièrement à déterminer la limite technologique de tenue à l'interaction pastille-gaine des crayons standards irradiés pendant 2 cycles en réacteur de puissance. Dès la fin de 1998, des crayons irradiés pendant 3 cycles ont été testés en transitoire de puissance et le programme s'est étendu en 1999 à des crayons irradiés pendant 1 cycle et 4 cycles. Le but est de vérifier que la limite déterminée sur les crayons "2 cycles" reste valable pour d'autres taux de combustion.


Une première rampe sur un crayon " 1 cycle " a été réalisée à 498 W /cm sans rupture de gaine. Une rampe sur un crayon " 4 cycles " à la puissance de 428 W/cm n'a pas non plus conduit à une rupture de gaine.


Ces résultats tendent à prouver que la sensibilité à l'interaction pastille-gaine est effectivement accentuée pour des taux de combustion voisins de 20 GWj/tU.

Des gaines en nouvel alliage (M5) ont également été testées. Une rampe sur un crayon irradié pendant 3 cycles avec ce type de gaine a été réalisée à 441 W/cm sans rupture.


Enfin, une rampe dite de soutien à la modélisation a

été effectuée sur un crayon " 4 cycles " jusqu'à une puissance de 450 W/cm. Ce type de rampe permet de comprendre le comportement mécanique de la gaine en transitoire. Le crayon est sollicité en rampe sans temps de maintien à la puissance maximum, ce qui permet de mettre en évidence les déformations permanentes obtenues pendant la montée en puissance.

 Les irradiations dans le dispositif TANOXOS, de combustible UO<sub>2</sub> à microstructures avancées, se sont poursuivies pendant 9 cycles, pour atteindre des taux de combustion compris entre 51,8 et 62,5 GWj/tU selon les charges expérimentales.

 Deux expériences ont été réalisées dans le dispositif VERCORS :

- \* l'une concerne l'étude paramétrique du relâchement des produits de fission dans une situation d'accident grave,
- \* la seconde est destinée à discriminer le relâchement des gaz de fission inter-granulaires des gaz intra-granulaires (expérience ADAGIO).

 Le dispositif IRIS, implanté dans le cœur du réacteur OSIRIS, est destiné à irradier des plaques de combustible expérimental pour des réacteurs de recherche. Ces irradiations servent à qualifier de nouveaux types de combustibles et leur tenue en fonction du taux de combustion. Ces combustibles peuvent être de densité, d'enrichissement ou de composition variés et leur comportement est suivi, pendant la durée de l'irradiation, par des mesures d'épaisseur de plaques et de non rupture de gaine. L'épaisseur des plaques combustibles expérimentales irradiées est mesurée selon plusieurs traces longitudinales et transversales sur un banc de métrologie immergé, à l'aide de deux palpeurs en opposition.

Des spectrométries gamma sont effectuées pour valider les prévisions de calculs neutroniques et

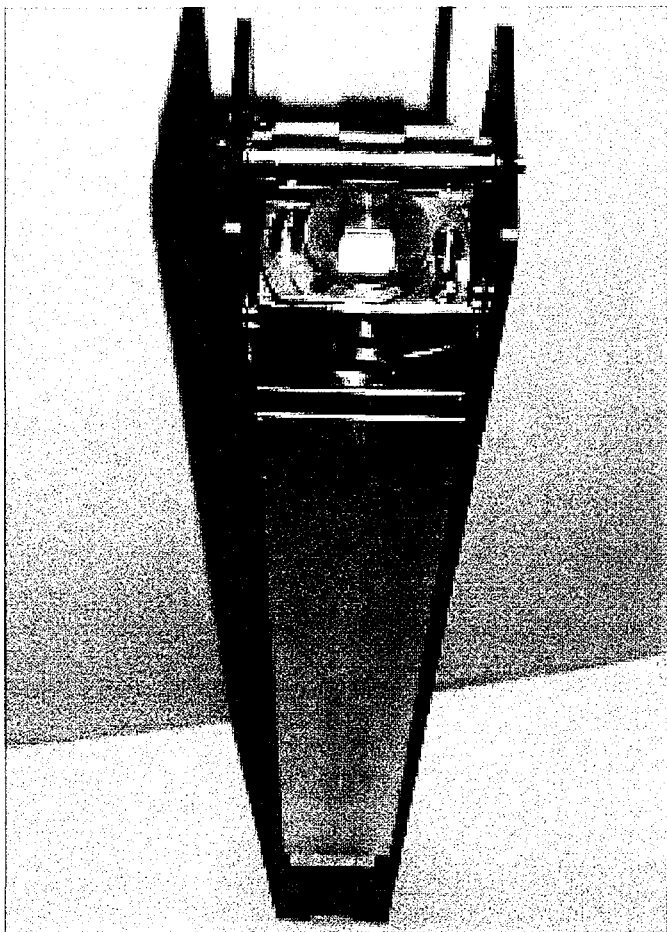


atteindre les taux de combustion visés. A titre d'exemple, les premières plaques expérimentales sont des combustibles siliciures à haute densité pour le futur réacteur allemand FRM II et des combustibles U-Mo pour le futur réacteur RJH.

Le boîtier d'irradiation, compatible avec les éléments standards d'OSIRIS, est conçu à l'heure actuelle pour recevoir 4 plaques combustibles ; l'emplacement dans le cœur est choisi de manière à ce que le refroidissement soit assuré dans toutes les configurations nominales et incidentelles du réacteur.

Deux cycles d'irradiation ont été réalisés en 1999. Ces irradiations vont se poursuivre toute l'année 2000.

#### La qualification du dispositif GRIFFONOS



*Boîtier IRIS*

Le dispositif GRIFFONOS est destiné à l'irradiation de crayons combustibles, en périphérie du cœur du réacteur OSIRIS, dans des conditions de flux neutroniques et de température du crayon les plus proches possibles de celles rencontrées dans les Réacteurs à Eau sous Pression. Par la mise en place d'une instrumentation appropriée sur ou autour du crayon combustible ou du porte-échantillons, il apporte des informations nécessaires à la compréhension du comportement sous flux des crayons combustibles (mesure de la température centrale, relâchement des gaz de fission, inter-action pastille-gaine...).

L'année 1999 a été marquée :

- \* par le démarrage de l'installation, suite à l'autorisation de mise en réacteur délivrée par la Commission de Sûreté du Centre de Saclay,
- \* par la qualification du dispositif GRIFFONOS via l'expérience ETALNET ; Les objectifs de cette expérience ETALNET étaient :

- \* la caractérisation du fonctionnement thermohydraulique du dispositif : détermination de l'évolution de la température de la gaine en fonction de la puissance, pour les régimes mono et biphasique et modélisation,
- \* l'établissement d'une méthodologie de détermination de la puissance dégagée par le crayon combustible.

La phase de qualification a mis en évidence l'importance de la qualité de l'eau de refroidissement du dispositif.

Ces deux objectifs sont aujourd'hui atteints et le dispositif GRIFFONOS est qualifié pour accueillir les programmes expérimentaux (expériences RGMox, FLOX, PUCE...).



## Autres expériences

D'autres expériences sont en cours de préparation et ont fait l'objet en 1999 d'études, avant leur mise en réacteur, parmi celles-ci figurent :

- TANOXOS 2 qui permet de tester le comportement en réacteur de nouvelles microstructures de combustible MOX à taux de combustible élevés. L'année 1999 a été consacrée à l'étude, la conception et la réalisation du dispositif d'irradiation d'une part et à la réalisation des essais hydrauliques sur maquette d'autre part

- L'expérience REFLET a pour objectif l'étude des propriétés de relaxation en flexion 3 points et sous flux des alliages de zirconium utilisés pour les tubes guides des assemblages de combustible. L'expérience a été préparée en 1999 et la première irradiation aura lieu en 2000

- L'expérience MERCI, de Mesure de l'Energie Résiduelle d'un Crayon Irradié. L'objectif de l'expérience est la qualification des codes de calcul de puissance résiduelle. Cette expérience consiste à irradier un tronçon de combustible  $UO_2$  puis, après la phase d'irradiation, de provoquer la chute des barres du réacteur. Après extraction de sa boîte à eau, le crayon est introduit rapidement dans un fluxmètre. Le principe de la mesure au fluxmètre consiste à dissiper la puissance résiduelle du crayon dans un cylindre de tungstène et à mesurer celle-ci. Cette expérience sera mise en réacteur en 2000.

- L'expérience FLASHMOX a pour objectif principal de mesurer la fraction relâchée hors d'un crayon MOX, des gaz rares, des iodes et des césiums, au cours d'une séquence de type APRP (Accident par Perte de Réfrigérant Primaire). Ce programme expérimental s'inscrit dans le projet "parité MOX" visant à une utilisation du combustible MOX en réacteur de puissance identique à celle de l' $UO_2$ , en particu-

lier en termes de souplesse d'utilisation et de taux de combustion.

La séquence de l'expérience FLASHMOX envisagée dans le réacteur OSIRIS doit permettre de simuler au mieux le type de scénario accidentel de référence, dans un dispositif expérimental irradiant un seul crayon de combustible court.

L'étude de la faisabilité de l'expérience (choix techniques sur la conception du dispositif, conditions de réalisation de l'essai, examens post accidentels ainsi que les coûts et délais) est présentée au client en février 2000.

## Irradiations pour d'autres clients

Ces activités concernent essentiellement les irradiations de matériaux pour le compte du producteur d'électricité canadien AECL (Atomic Energy of Canada Ltd).

Ces expériences ont pour but l'amélioration des connaissances de l'alliage zirconium-niobium constituant les tubes de force des réacteurs de type CANDU et notamment l'évolution de ses caractéristiques mécaniques sous irradiation : 10 cycles d'irradiation ont été effectués.

- L'expérience TRILLIUM a pour finalité la connaissance des déformations de croissance et de fluage de diverses nuances de l'alliage sous irradiation. Ces expériences ont subi des phases de mesures dimensionnelles, sous eau, des échantillons.

- L'irradiation MANITOU commencée en 1998 s'est poursuivie et des mesures dimensionnelles ont été effectuées sur les éprouvettes.

## C - DÉVELOPPEMENT DE CAPTEURS DE MESURES PHYSIQUES INNOVANTS

Le DRE et plus particulièrement le SIREN a été chargé au CEA de développer les capteurs spécifiques aux irradiations. Les principaux développements en cours sont indiqués ci-après :

- Les capteurs innovants pour la mesure d'allongement de la gaine et d'un crayon combustible

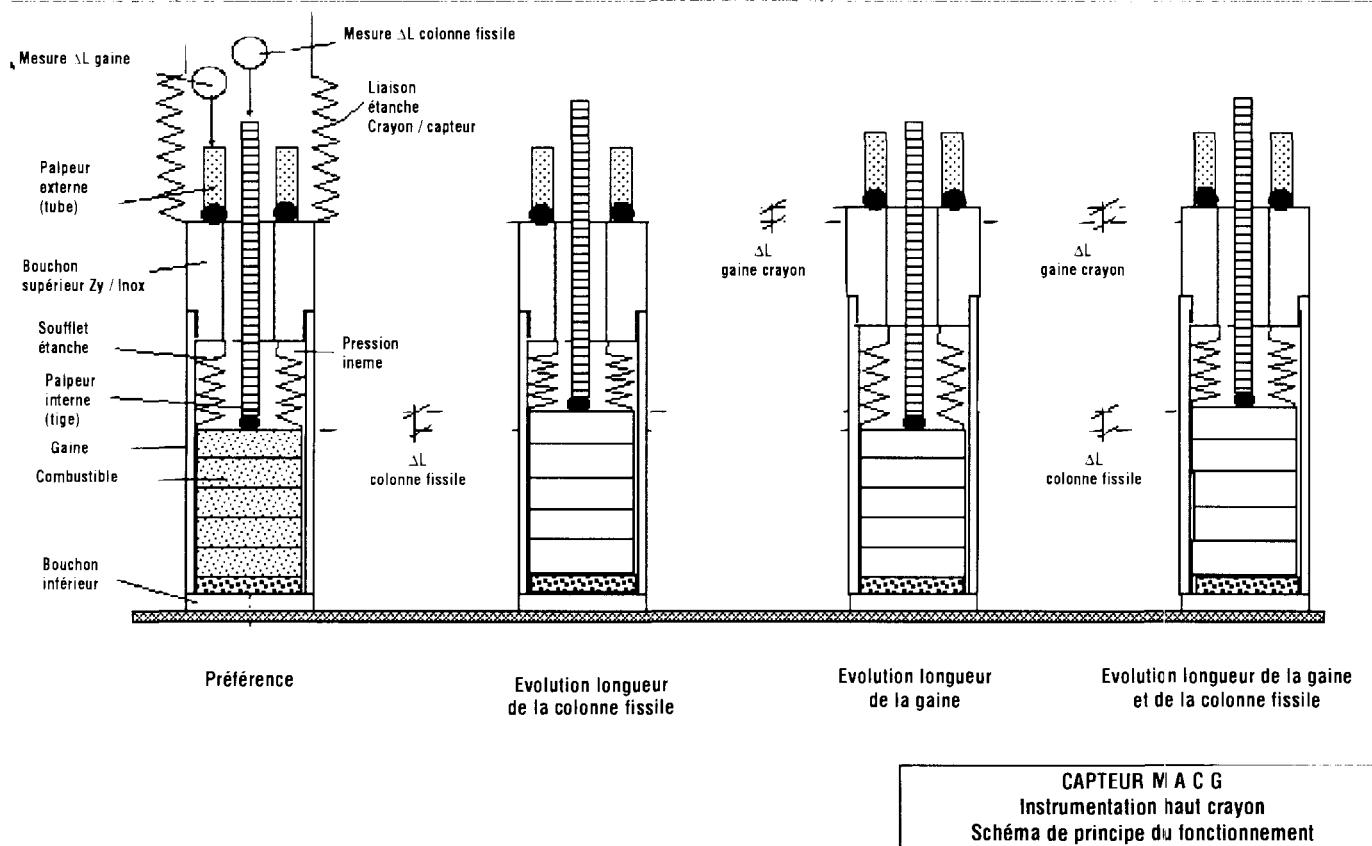
L'objectif de l'étude est de pouvoir mesurer simultanément, et sous flux dans le réacteur OSIRIS, l'allongement de la gaine et l'allongement de la colonne fissile d'un crayon combustible. L'intérêt de cette mesure réside dans l'importance qu'il y a à pouvoir détecter le serrage des pastilles contre la gaine, afin de prévenir la rupture de cette dernière. Le serrage des pastilles est ainsi mis en évidence par l'évolution comparée des deux mesures d'allongement.

Ce capteur doit fonctionner dans des conditions sévères : température de 350°C, pression externe de 150 bars et sous rayonnement. Ces conditions d'utilisation font que, jusqu'à présent, les mesures d'allongement effectuées uniquement sur la gaine du crayon, à partir de capteurs standards, sont difficilement exploitables. Le capteur nouvellement conçu

est équipé d'un système de calibration qui permet de s'affranchir des dérives électriques engendrées par l'environnement (température, flux, ...). De plus, il n'est pas solidaire du crayon combustible et est donc réutilisable pour d'autres essais.

Le capteur se présentera sous la forme d'un cylindre dont les dimensions seront compatibles avec les installations existantes à OSIRIS. A l'extrémité du capteur côté mesure se trouvent les deux palpeurs télescopiques : l'un pour la mesure de l'allongement de la colonne fissile, l'autre pour la mesure de l'allongement de la gaine. Un système permet de découpler les déplacements de chaque palpeur. Une liaison étanche et flexible assure la liaison entre le capteur et le haut du crayon, cette liaison devant supporter une pression externe de 150 bars.

Les différents modules constituant le capteur (transformateurs, palpeurs, vérin de découplage, dispositif de calibration, dispositif de déplacement linéaire) sont implantés dans une enceinte formant le corps du capteur. Plusieurs de ces modules sont en cours d'étude, de fabrication ou de qualification.



### • Les capteurs de pression des gaz de fission pour réirradiations instrumentées

L'objectif est d'acquérir une compétence en matière d'irradiation expérimentale de crayons instrumentés, et plus particulièrement avec une acquisition en continu et sous flux, de données relatives :

- \* au relâchement des gaz de fission, par mesure de la pression de ces gaz sur des crayons neufs ou pré irradiés,
- \* à la thermique, par la mesure de la température à cœur des crayons.

Le programme expérimental, établi conjointement par DEC et DRE, prévoit notamment les phases suivantes :

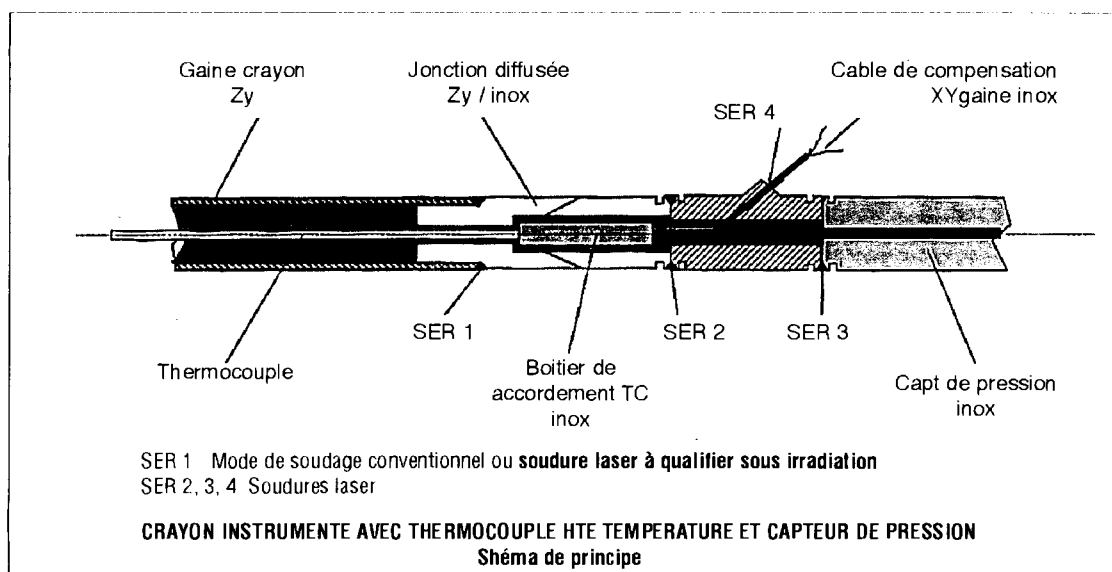
- \* l'étude, la conception et la réalisation d'un capteur de pression et des dispositifs associés nécessaires à la qualification,
- \* la qualification et l'étalonnage hors flux du capteur de pression, en vue d'analyser la réponse du capteur à un signal donné représentatif des niveaux et des variations de pression atteints lors d'une irradiation de base ou d'un transitoire,
- \* la qualification sous flux du capteur de pression dans un tronçon de crayon combustible "fabrice"

simulé afin, d'une part, de vérifier la compatibilité du capteur avec le procédé de "fabricage" et, d'autre part, de tester sa réponse, sous flux, à un incrément en puissance.

Ce capteur de pression se caractérise par :

- \* une calibration permanente par un circuit de contre-pression, de sorte qu'il ne subit pas de dérive sous irradiation,
- \* sa géométrie adaptable à celle d'un crayon combustible, ce qui limite les perturbations hydrauliques,
- \* la liaison entre le crayon et le capteur assurée par un connecteur électropneumatique étanche et télémanipulable.

De par ses caractéristiques, il répond aux objectifs de suivi du relâchement des gaz de fission dans un tronçon de crayon. Les premiers résultats de la qualification et de l'étalonnage effectués à température ambiante et selon un protocole similaire à celui d'une rampe de puissance révèlent que les objectifs de performance sont atteints dans la gamme de pression considérée (de quelques bars jusqu'à 150 bars).



## D - VALORISATION DES COMPÉTENCES ET RETOUR D'EXPÉRIENCE



Ces activités se sont exercées en 1999 dans le cadre du Groupe de Réflexion sur les Réacteurs de Recherche (G3R) constitué depuis 1997, selon les deux principaux axes ci-après :

- Le soutien au projet du futur réacteur d'irradiation Jules Horowitz (RJH).
- Le soutien à la Société TECHNICATOME pour ses projets de vente à l'exportation dans le domaine des réacteurs expérimentaux.

### ■ Participation du DRE au projet de Réacteur Jules Horowitz (RJH)

Cette participation a été marquée en 1999 par :

- \* Le lancement de l'irradiation des plaques du futur combustible UMo destiné au RJH. Ces irradiations ont commencé en septembre dans le dispositif IRIS du réacteur OSIRIS. Elles vont se poursuivre sur environ une année et doivent permettre de choisir le type d'alliage UMo qui sera définitivement retenu.
- \* La poursuite des analyses de retour d'expérience, vis-à-vis de la conception, des incidents et accidents survenus sur les réacteurs expérimentaux.
- \* Une première application de la méthodologie d'analyse de sûreté envisagée sur le RJH aux systèmes sécuritaires du réacteur ORPHEE.
- \* La collecte auprès de tous les personnels d'exploitation concernés du retour d'expérience dans le domaine de la conduite et l'exploitation des réacteurs expérimentaux, cette collecte étant menée par

le DER pour le compte du RJH

Par ailleurs, le RJH a décidé de confier les études de définition des dispositifs expérimentaux au DRE dans le cadre de la maîtrise d'œuvre TECHNICALTOME. A cet effet, un responsable pour ces études a été nommé et les contacts ont été pris pour définir le contour de l'équipe qui mènera ces études et les interfaces avec TECHNICALTOME et la maîtrise d'ouvrage, ainsi que pour définir le programme d'études préliminaires de l'année 2000.

### Collaboration avec TECHNICATOME

- En 1999, cette collaboration a concerné l'assistance à l'établissement de l'offre pour la réalisation d'un réacteur expérimental en Australie pour le compte de l'Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO).

Cette assistance a essentiellement porté en ce qui concerne le DRE sur deux domaines :

- \* L'exploitation du réacteur (ORPHEE étant pris comme le réacteur de référence).
- \* Les irradiations de production et les dispositifs associés.

Ces travaux ont abouti à la remise de l'offre TECHNICALTOME fin 1999.

La décision du client est prévue pour juin-juillet 2000.

- Le DRE a également apporté son concours à TECHNICATOME pour l'établissement d'une offre en vue d'équiper le réacteur expérimental égyptien ETRR2 d'une source froide et de guides de faisceaux de neutrons.



# PRODUCTIONS

## A - RADIOELEMENTS

**L**e flux de neutrons des réacteurs, outre les irradiations technologiques, est utilisé pour produire des radioéléments artificiels (REA) pour l'industrie et la médecine.

Dans les usages médicaux on distingue les radioéléments utilisés en curiethérapie pour guérir certains cancers : iode, iridium, cobalt..., et les radioéléments utilisés en imagerie pour examiner le fonctionnement des organes sur lesquels se fixe la molécule radioactive : le produit le plus utilisé est le technétium 99m que l'on obtient à partir de cibles en uranium 235 enrichi qui se transforme en molybdène 99 puis en technétium.

Les principaux clients des réacteurs du DRE en radioéléments à usage médical sont les sociétés CIS/BIO International, filiale d'ORIS-Industrie pour les radio-isotopes et l'Institut des Radio-Éléments (IRE), société belge de Fleurus, qui com-

mercialise le technétium 99m.

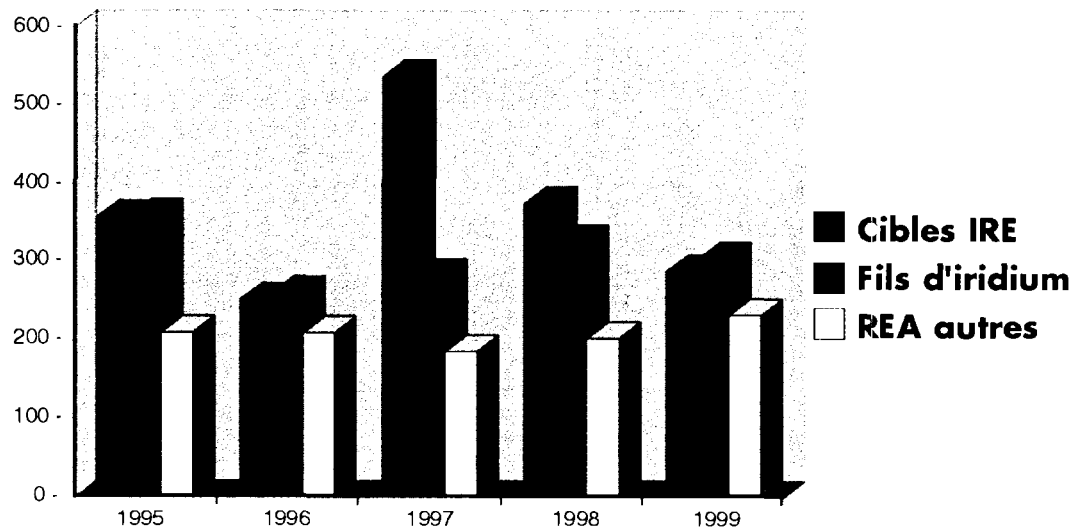
Les productions de l'année 1999 ont été de 288 cibles pour l'IRE et de 304 fils d'iridium et 232 tubes de radioéléments divers pour CIS/BIO, chiffres voisins de ceux de 1998.

Un nouveau contrat avec CIS/BIO a été signé pour 3 ans, prévoyant la mise à disposition permanente d'un emplacement de 1ère périphérie à OSIRIS et la mise à disposition d'un canal à ORPHEE pendant les périodes d'arrêt d'OSIRIS.

Le contrat d'irradiation de cibles d'uranium pour le compte de l'IRE a été renouvelé pour 3 ans. Les réacteurs BR2, HFR et OSIRIS ont coordonné au mieux leur planning de fonctionnement en 1999 pour satisfaire toutes les demandes, en liaison avec l'association des producteurs de radioéléments européens (ARPES)

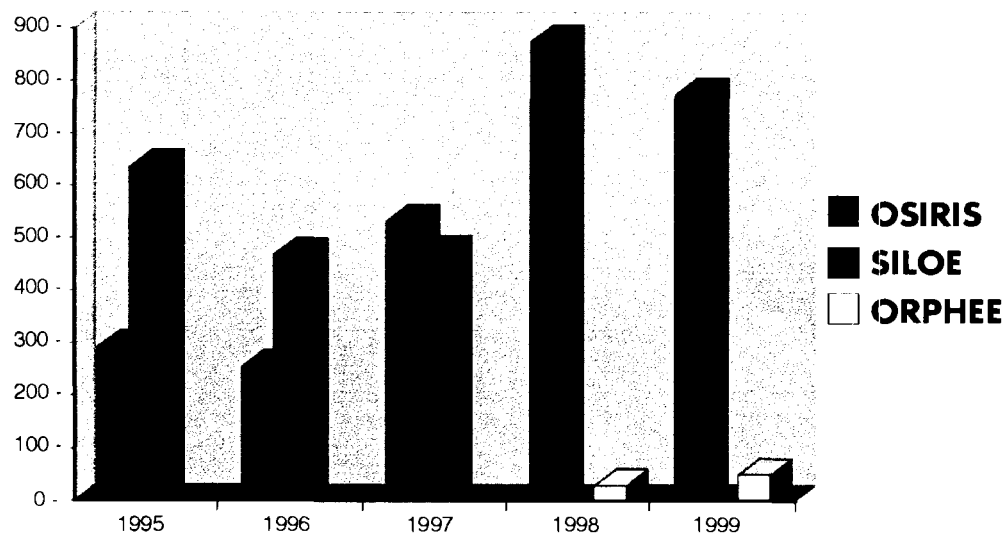
**PRODUCTION DE RADIOELEMENTS ARTIFICIELS**  
(décomposition par produits)

	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Cibles IRE</b>	<b>358</b>	<b>252</b>	<b>536</b>	<b>375</b>	<b>288</b>
<b>Fils d'Iridium</b>	<b>360</b>	<b>261</b>	<b>283</b>	<b>326</b>	<b>304</b>
<b>REA autres</b>	<b>210</b>	<b>210</b>	<b>186</b>	<b>203</b>	<b>232</b>
<b>Total</b>	<b>928</b>	<b>723</b>	<b>1005</b>	<b>904</b>	<b>824</b>



**PRODUCTION DE RADIOELEMENTS ARTIFICIELS (Cibles ou tubes)**  
(décomposition par réacteur)

	1995	1996	1997	1998	1999
<b>OSIRIS</b>	<b>292</b>	<b>254</b>	<b>532</b>	<b>875</b>	<b>774</b>
<b>SILOE</b>	<b>636</b>	<b>469</b>	<b>473</b>		
<b>ORPHEE</b>				<b>29</b>	<b>50</b>
<b>Total</b>	<b>928</b>	<b>723</b>	<b>1005</b>	<b>904</b>	<b>824</b>



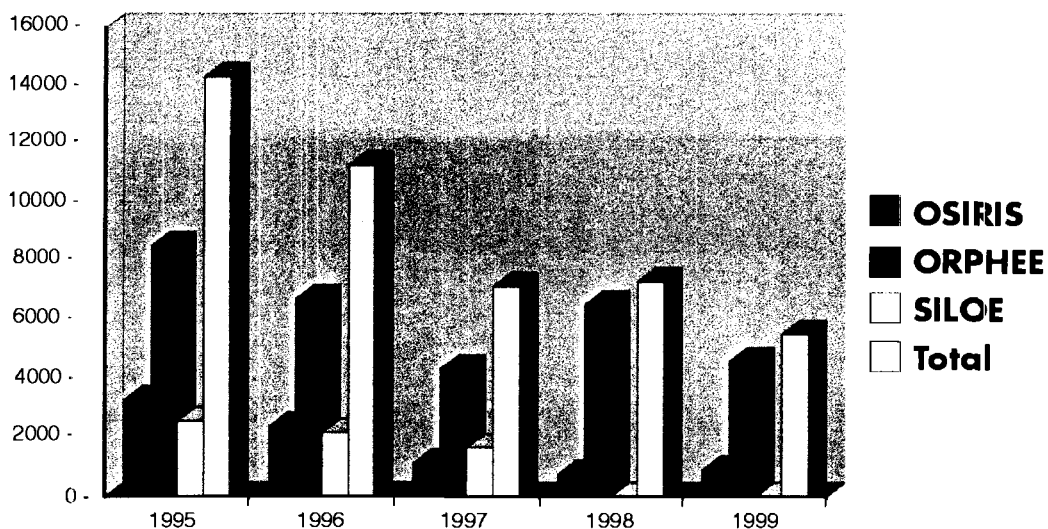
## B - DOPAGE DU SILICIUM

L'irradiation pendant quelques heures de lingots de silicium monocristallin non conducteur modifie la structure du matériau en transformant l'isotope 30 du silicium en phosphore 31. Le silicium ainsi "dopé" est alors devenu semi-conducteur. L'industrie électronique essentiellement japonaise fait donc irradier une partie de sa production dans nos réacteurs, celle-ci étant réservée aux produits de haute qualité (électronique de puissance). Le marché de ce produit a beaucoup diminué en 1999 du fait de

la crise économique asiatique, mais une nette reprise de l'activité est attendue en 2000. En 1999 la production a été de 5,5 tonnes dont 4,6 tonnes en spectre thermalisé "eau lourde" à ORPHEE. A noter que le lingot de diamètre 5 pouces devient le nouveau standard.

**DOPAGE DE SILICIUM (kg)**

	1995	1996	1997	1998	1999
<b>OSIRIS</b>	3174	2174	1131	766	900
<b>ORPHEE</b>	8500	6700	4323	6504	4600
<b>SILOE</b>	2544	2157	1649	0	0
<b>Total</b>	<b>14318</b>	<b>11231</b>	<b>7103</b>	<b>7270</b>	<b>5500</b>





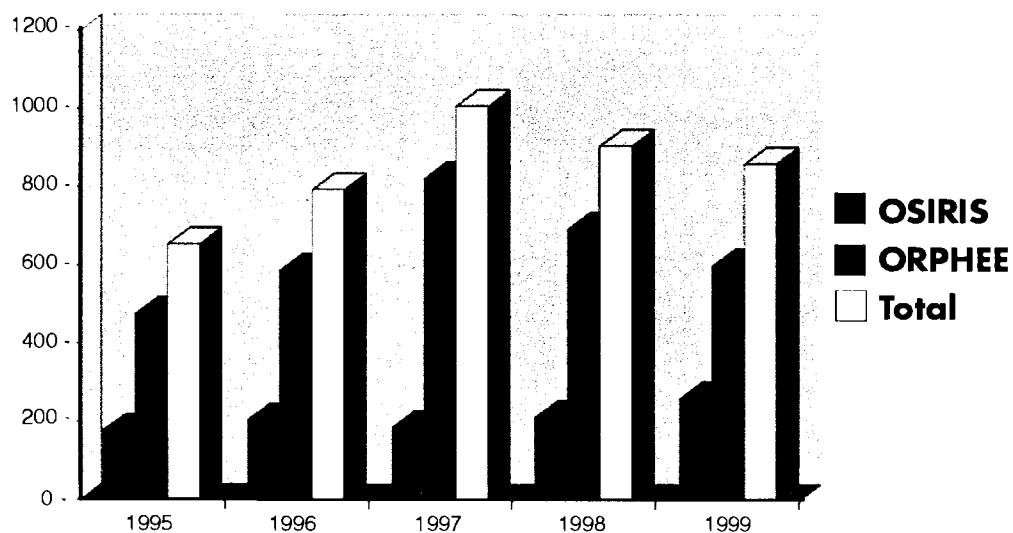
## C - ANALYSES PAR ACTIVATION

C'est une méthode d'analyse chimique où l'on dose les éléments, surtout en traces, au moyen des radio-activités induites par un flux de neutrons (activation neutronique). Les réacteurs OSIRIS et ORPHEE sont reliés par des canaux hydrauliques et

pneumatiques au Laboratoire Pierre Sue (Laboratoire mixte CEA-CNRS), qui exploite et analyse les échantillons activés

**ANALYSE PAR ACTIVATION**  
(en nombres d'échantillons)

	1995	1996	1997	1998	1999
<b>OSIRIS</b>	<b>177</b>	<b>204</b>	<b>184</b>	<b>212</b>	<b>260</b>
<b>ORPHEE</b>	<b>475</b>	<b>588</b>	<b>823</b>	<b>693</b>	<b>599</b>
<b>Total</b>	<b>652</b>	<b>792</b>	<b>1007</b>	<b>905</b>	<b>859</b>



Les canaux permettent d'envoyer près du cœur des réacteurs des échantillons pour les "activer", ceux-ci sont ensuite analysés par comptage ou spectrométrie gamma.

Les domaines intéressés sont les sciences de la terre et les sciences des matériaux mais aussi des clients extérieurs très diversifiés.

## D - NEUTRONOGRAPHIE

La neutronographie est une technique de contrôle non destructif mise en œuvre à ORPHEE, à OSIRIS et à ISIS. A ORPHEE la neutronographie a un caractère industriel avec 6634 pièces contrôlées en 1999, soit légèrement plus qu'en 1998 (6530). L'essentiel de cette activité concerne l'industrie pyrotechnique spatiale avec les sociétés PYROALLIANCE et DASSAULT-AVIATION pour le compte d'EADS (European Aeronautic Defense and Space, ex AEROSPATIALE).

## E - EXPERIENCES AUTOUR D'ORPHEE

Le cœur d'ORPHEE alimente des faisceaux de neutrons sur le trajet desquels les chercheurs du Laboratoire Léon Brillouin (Laboratoire commun CEA-CNRS) disposent des appareils tels que spectromètres ou diffractomètres destinés à étudier les caractéristiques de la matière.

Il y a en permanence 25 spectromètres tant dans le hall de guides que dans le hall d'ORPHEE.

En 1999, ce sont 4238 jours x expériences qui ont pu être atteints. 71 % de ces expériences sont françaises, 14 % européennes, 8 % concernent les pays de l'Europe centrale ou orientale et 6 % proviennent d'autres pays (dont U.S.A. et Japon).

A titre d'exemple des études scientifiques qui sont conduites grâce aux faisceaux de neutrons d'ORPHEE, l'encadré ci-après présente une étude relative aux excitations magnétiques dans un supraconducteur ( $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8-\delta}$ ).

# ETUDE PAR DIFFUSION DE NEUTRONS THERMIQUES

## DES EXCITATIONS MAGNETIQUES

### DANS $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{2+\delta}$

H.F. Fong<sup>1</sup>, P. Bourges<sup>2</sup>, Y. Sidis<sup>2</sup>, L.P. Regnault<sup>3</sup>,  
A. Ivanov<sup>4</sup>, G.D. Gu<sup>5</sup>, N. Koshizuka<sup>6</sup>, B. Keimer<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Département of Princeton University, Princeton, NJ 08544, USA

<sup>2</sup> Laboratoire Léon Brillouin (CEA-CNRS)

<sup>3</sup> CEA Grenoble, DRFMC, 38054 Grenoble cedex 9, France

<sup>4</sup> Institut Laue Langevin, 156X, 38042 Grenoble cedex 9, France

<sup>5</sup> Department of Advanced Electronic Materials, University of New South Wales, Sydney 2052, Australia

<sup>6</sup> SRL/ISTEC, 10-13 Shinomone 1-chome, Koro-ku, Tokyo 135, Japon

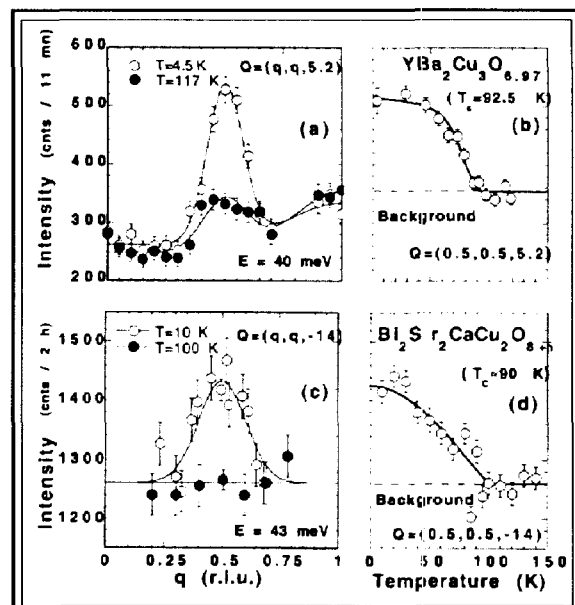
<sup>7</sup> Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, 70569 Stuttgart, Allemagne

#### But de l'étude

De nombreuses caractéristiques physiques des oxydes de cuivre supraconducteurs à haute température ne peuvent s'interpréter par les théories à 1 électron usuellement utilisées dans les métaux. Des théories alternatives, qui introduisent des corrélations fortes entre électrons, ont été récemment proposées pour être soumises à vérification expérimentale. Il est important de noter ici que, dans ces théories nouvelles, les interactions entre électrons produisent à la fois l'apparition d'un pic de résonance dans le spectre des excitations magnétiques et la formation de "paires" d'électrons caractéristique d'un état supraconducteur.

La mesure, par Diffusion Inélastique de Neutrons (DIN), du spectre des excitations magnétiques collectives et sa comparaison aux prévisions théoriques fournit un test très sensible de la qualité des hypothèses initiales et de la validité des approximations faites.

Parmi les nombreuses familles de ces nouveaux supraconducteurs, seules les excitations magnétiques dans  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6-x}$  et  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  avaient été mesurées jusqu'alors (taille de cristaux insuffisante) ; si le pic de résonance a bien été mis en évidence dans  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6-x}$ , les mesures dans  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  se sont



Pics de résonance dans  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$  (a et b) et  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  (c et d). Le pic de résonance est centré sur le vecteur d'onde antiferromagnétique  $q=0,5$  (en unité  $2\pi/a$ ).

Son intensité s'annule au dessus de  $T_c$ .

révélées négatives. Grâce aux spectromètres "3 axes" 2T (Orphée) et IN8 (ILL) nous avons pu faire des mesures de diffusion inélastique dans un cristal de seulement 60 mm<sup>3</sup> de  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  ( $T_c=91$  K).

#### Principaux résultats

Dans l'état supraconducteur ( $T=10$  K), l'intensité magnétique est fortement concentrée autour du point  $\hbar\omega=43$  meV,  $Q=(p/a, p/a)$  de l'espace réciproque ; ce pic de résonance disparaît à haute température ( $T=100$  K), dans l'état normal (figure c). Ce comportement est extrêmement semblable à celui mis en évidence dans  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$  (figure a). De même, l'étude en fonction de la température (figures b et d) montre que l'intensité intégrée de cette diffusion magnétique décroît continûment et disparaît à la température critique.

Au delà de leurs similarités, les résultats quantitatifs trouvés par DIN présentent des différences qui devront être confrontées aux mesures très précises de surfaces de Fermi obtenues par photo émission angulairement résolue.

# GESTION DES INSTALLATIONS EN FONCTIONNEMENT

## A - LES REACTEURS OSIRIS ET ISIS (INB N° 40)



OSIRIS est un réacteur expérimental d'une puissance thermique de 70 MWth implanté sur le Centre d'Etudes de Saclay.

C'est un réacteur de type piscine à eau ordinaire et à cœur ouvert dont le but principal est d'effectuer des essais et d'irradier, sous haut flux de neutrons, des éléments combustibles et des matériaux de structures des centrales électronucléaires de puissance. Il sert également à produire des radioéléments.

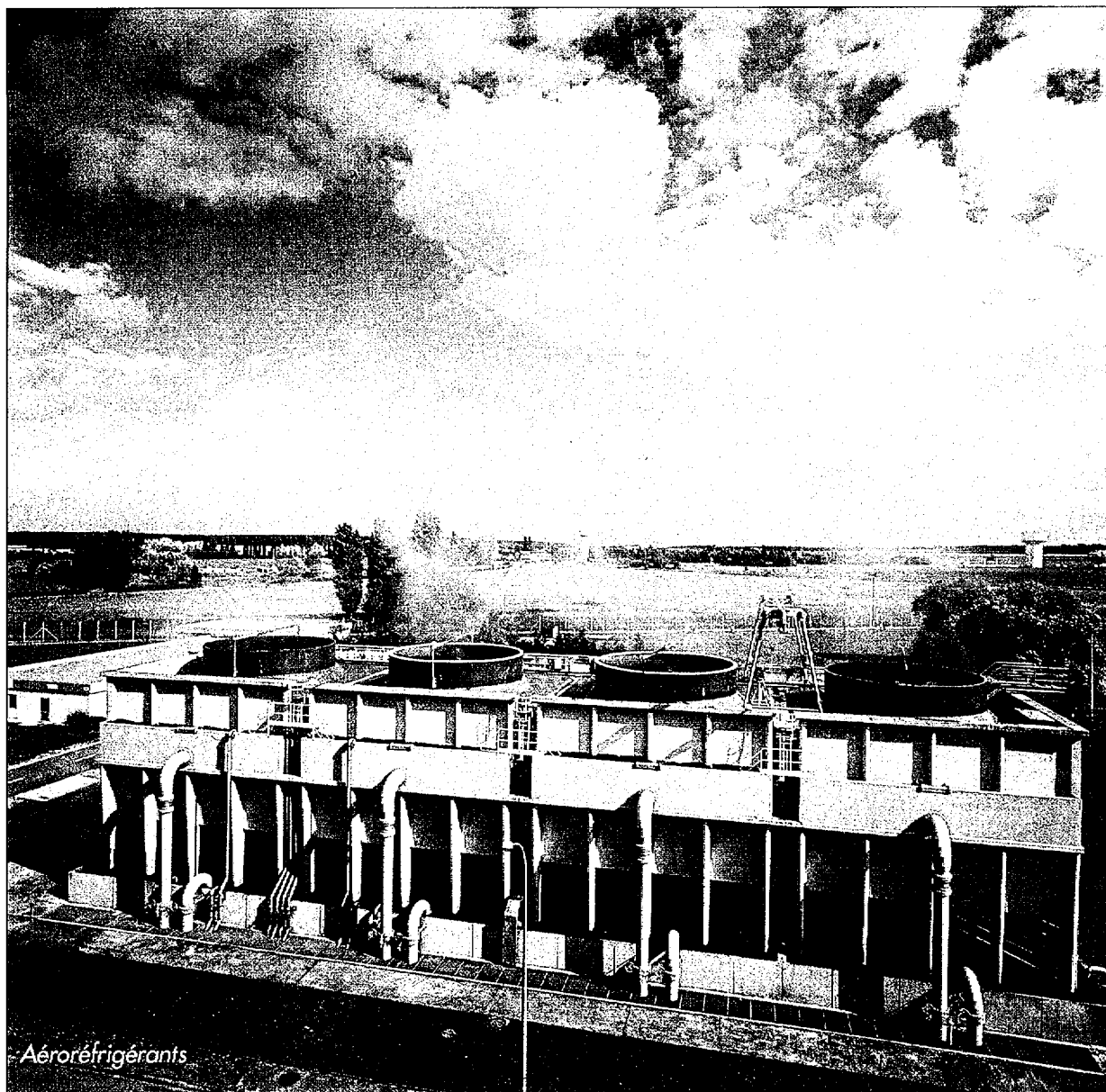
Implanté au voisinage du réacteur OSIRIS, le réacteur ISIS sert à effectuer les essais des nouvelles configurations de cœur, de nouveaux combustibles, ou d'expériences d'irradiation par des mesures d'effets de réactivité, de niveaux neutroniques ou d'échauffements gamma. Sa puissance est de 700 kW. Il fait partie de l'INB N° 40.

Outre l'exploitation du réacteur, une partie de l'activité des équipes d'OSIRIS a été consacrée en 1999 à la préparation de la réunion du Groupe Permanent chargé des réacteurs. En effet, ce groupe d'experts placés auprès de l'Autorité de Sûreté s'est réuni le 4 novembre afin d'examiner la sûreté de l'installation sur la base de rapports de l'IPSN/DES. A la suite de cet examen qui portait notamment sur le retour d'expérience de 33 années de fonctionnement de l'installation, l'Autorité de Sûreté s'est prononcée favorablement sur la poursuite de l'exploitation des réacteurs OSIRIS et ISIS sous réserve de la réalisation d'études complémentaires et de la prise en compte de modifica-

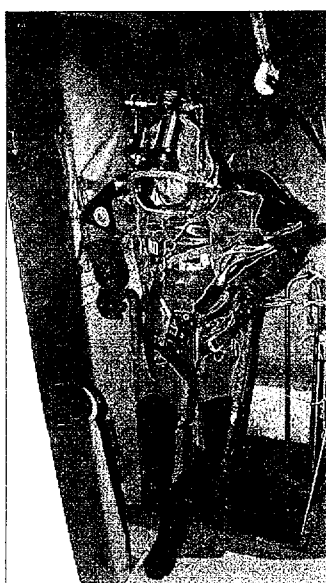
tions à mettre en place. Parmi celles-ci figurent le remplacement du caisson en zircaloy du réacteur OSIRIS, la redondance de la détection de fuite entre circuits primaire et secondaire et un système fixe d'appoint en eau de la piscine d'OSIRIS en cas d'accident de type BORAX.

La maintenance du réacteur a encore été marquée cette année par de nombreux travaux. Il faut compter parmi ceux-ci :

- la visite périodique des bacs de désactivation par des plongeurs.



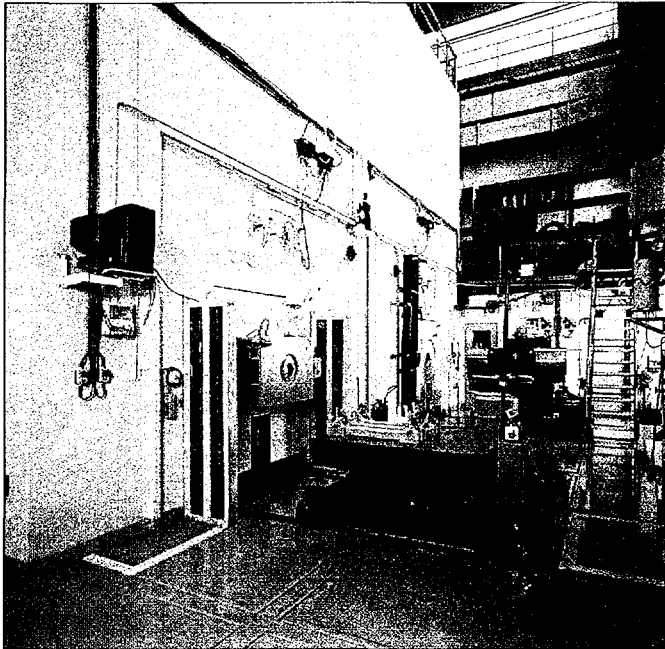
*Aéroréfrigérants*



*Plongeur à OSIRIS*

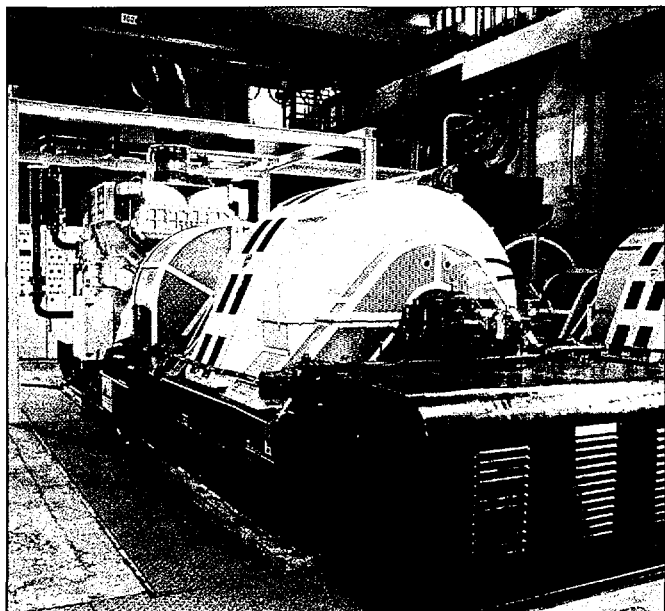


- la réfection du sol de la zone arrière des cellules chaudes d'OSIRIS



*OSIRIS arrière des cellules chaudes*

- la visite décennale d'un des deux groupes électrogènes (celle du second aura lieu en 2000)



*OSIRIS groupes électrogènes*

- le remplacement d'une partie des tuyauteries cheminant depuis le hall réacteur jusqu'aux aéroréfrigérants, utilisées également pour alimenter en eau industrielle les dispositifs expérimentaux.
- la réfection des pales des aéroréfrigérants
- la décontamination et la remise en peinture des gaines de ventilation du bâtiment des ateliers en zone contrôlée.

La jouvence du réacteur qui fera l'objet de plusieurs chantiers à venir a été préparée et planifiée en 1999 ; il s'agit essentiellement du remplacement du caisson en zircaloy d'OSIRIS qui nécessitera un arrêt de six mois entre 2001-2002. Ont été également préparées les opérations de réparations des canaux 1 et 2 prévues au 1er trimestre 2000 et le cuvelage du canal n° 3 au 2ème semestre 2000.

## B - LE PARC DE DISPOSITIFS D'IRRADIATION AUTOUR D'OSIRIS

Les dispositifs d'irradiation technologiques sont en général de deux types : ce sont soit des capsules où le refroidissement des expériences est statique, soit des boucles où un fluide de refroidisse-

ment est animé par un moyen extérieur (pompe par exemple). Ces dispositifs sont placés soit dans le cœur du réacteur, soit à la périphérie du cœur dans la piscine du réacteur. Ils permettent d'étudier des matériaux ou des combustibles sous irradiation.

### LES DISPOSITIFS D'IRRADIATION DANS OSIRIS

Emplacements dans OSIRIS	DISPOSITIFS	EXPERIENCES	OBJECTIFS
	Etudes de Matériaux		
COEUR	Capsule CHOUCA	ZIRCIMOG ZO CASIMIR REFLET TRILLIUM MANITOU CARP	gaine Zircalloy tubes gainage internes de cuve alliages Zr alliages Zr alliages Zr crayons absorbants
	Capsule COLIBRI	CORALLINE ALEXANDRE ALEXANDRA	tubes guides grilles structures internes internes de cuve
PERIPHERIE	Etudes de Matériaux		
	Capsule IRMA	TENOR FIACRE MALICE	aciers cuves aciers cuves russes Aciers cuves embarquées
	Dispositifs spéciaux	BARITON CAFETOS EVOCABLE	aciers cuves collectrons Co fibres optiques
	Etudes de Combustibles		
	Boucle ISABELLE 1	RAMPES	interaction pastille gaine
	Boucle ISABELLE 4	CUISSON	combustibles
	TANOXOS	TANOXOS 1 TANOXOS 2	UO <sub>2</sub> à microstructures MOX à microstructures
	Bouilleur GRIFFONOS	ETALNET RGMox FLOX	Crayon combustible gaz fission MOX UO <sub>2</sub> à microstructures
	VERCORS	VERCORS ADAGIO	P.F. crayon gaz fission crayon
	IRIS	IRIS	plaques combustibles

Ces dispositifs d'irradiation nécessitent des travaux de maintenance et de jouvence permanents. Certains d'entre eux exigent en outre un contrôle chimique de leur eau de refroidissement.

On a également procédé à l'amélioration des systèmes d'examens non destructifs :

- courants de Foucault : des améliorations ont été

apportées aux performances et à la qualité des acquisitions,

- spectrométrie gamma : amélioration des performances du banc, en termes de taux de comptage, de résolution en énergie, fiabilité et qualité des résultats.

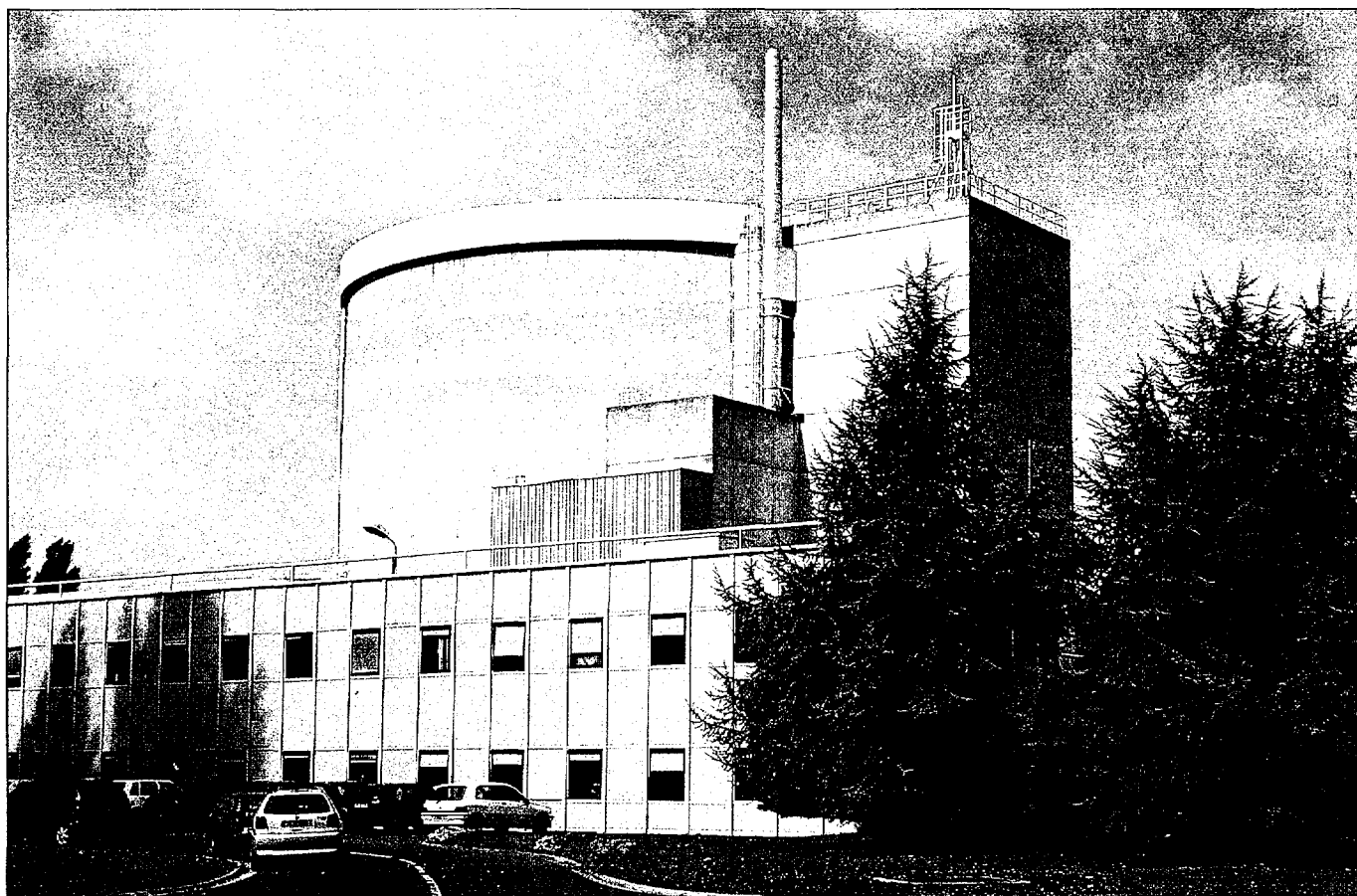


## C - LE REACTEUR ORPHEE (INB N° 101)



Situé également sur le Centre de Saclay, le réacteur de type piscine ORPHEE, a une puissance de 14 MWth. Il est refroidi à l'eau ordinaire. Il comporte un important réflecteur d'eau lourde. Il est essentiellement destiné à fournir des faisceaux de neutrons pour les besoins de la recherche fondamentale. C'est l'instrument de travail d'un organisme commun au CEA (50 %) et au CNRS (50 %), le Laboratoire Léon Brillouin (LLB). Ce dernier définit et gère les expériences de spectrométrie neutronique réalisées sur la matière condensée.

Le réacteur est également utilisé pour la neutronographie, l'analyse par activation et l'irradiation d'échantillons divers.



ORPHEE

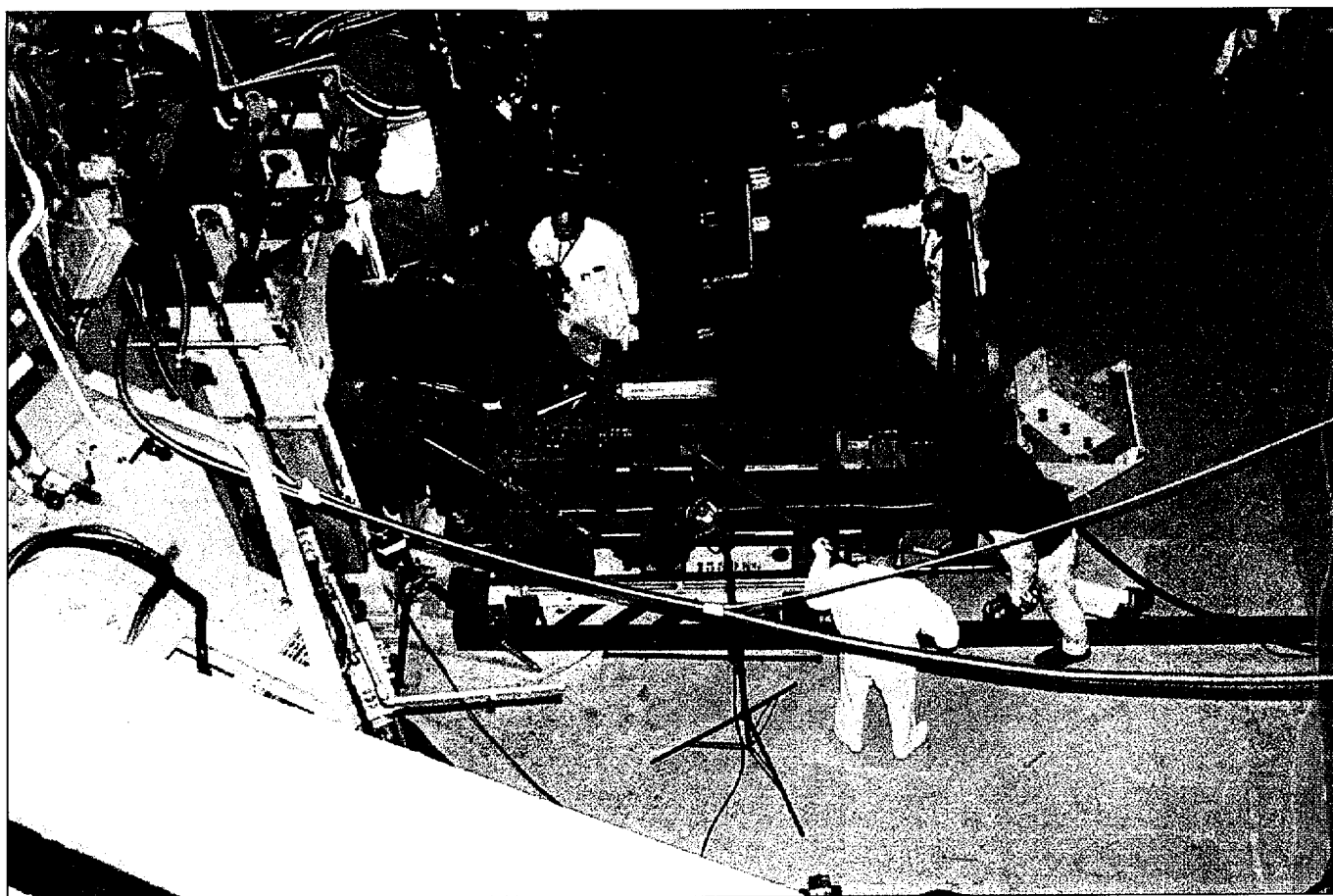
• Les principaux chantiers de jouvence qui ont été menés en 1999 comprennent :

- \* le remplacement du bouchon du canal 2T,
- \* le remplacement du caisson de soufflage,
- \* la poursuite de la rénovation des onduleurs,
- \* la préparation des matériels informatisés pour le passage à l'an 2000,

• la préparation du remplacement du bouchon 2T a été particulièrement soignée avec des réunions de concertation entre les agents du L.L.B. et du réacteur, avec la réalisation d'une analyse de sécurité détaillée de l'opération (Etablissement d'un MES).

Enfin l'opération elle-même durant l'arrêt de printemps (avril-mai 1999) s'est déroulée de manière optimum et des solutions satisfaisantes ont été apportées aux difficultés matérielles rencontrées. Cette opération s'est déroulée de manière très satisfaisante, sans incident dans les respects des coûts et délais fixés à l'origine.

Elle a permis d'augmenter la section des faisceaux et ainsi de fournir un niveau "d'éclairement" en neutrons supérieur à celui des installations les plus performantes.



*Orphée : changement du bouchon 2T*

- Après avoir mis en évidence les problèmes de vieillissement de la Centrale de Traitement de l'Air, il a été décidé de rénover le caisson de soufflage de la ventilation nucléaire du réacteur.

Après une préparation soignée de ce projet, le chantier s'est déroulé durant l'arrêt d'été 1999. Il a été mené dans le respect des coûts et délais fixés et a permis un démarrage du réacteur conforme au planning prévu.

L'affaire s'est achevée par la rédaction du dossier final de synthèse, qui présente un bilan très positif quant à l'attente des objectifs visés : satisfaction des objectifs de sûreté (cascade de pression dans l'installation) et satisfaction des contraintes d'exploitation (ergonomie, maintenabilité permettant à terme de réduire son coût de maintenance).

- Plusieurs projets lancés en 1997 ou 1998 ont été poursuivis en 1998 et 1999 et, pour certains, menés à terme :

- \* la rénovation de la passerelle des mécanismes de barres a été préparée. Elle sera mise en place en 2000,

- \* le remplacement des onduleurs XR (source 48 volts du relai) et SX (sources de sécurité du poste de repli) a été poursuivi. Seul un onduleur SX reste à installer en 2000,

- Rénovation de chaînes thermodynamiques : l'année 1999 a été consacrée à préparer le cahier des charges fonctionnels pour cette réalisation et présenter ce projet aux autorités de sûreté. La réalisation de cette rénovation se déroulera en 2000 et début 2001,

- l'achat de fourchettes absorbantes : il s'agit de pièces de rechange consommables particulièrement

importantes pour le fonctionnement du réacteur. La commande de 8 barres fourchettes (2 jeux de 4) a été passée en novembre 1998. La fabrication est en bonne voie. La livraison interviendra durant le premier semestre 2000,

- rénovation des portiques de contrôle radiologique au niveau des accès dans le réacteur : lancement de la rénovation de ce dispositif devenu obsolète et particulièrement important pour la sécurité radiologique du personnel. La réalisation s'est achevée en 1999.

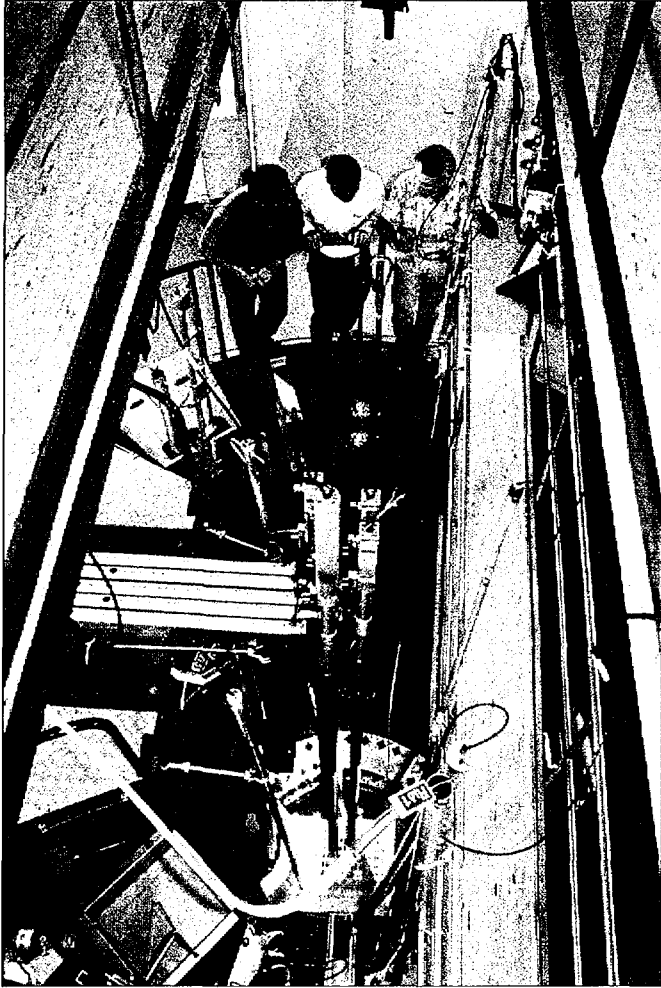
Par ailleurs des dossiers ont été constitués en réponses aux questions soulevées par le groupe permanent du 18/12/1997 concernant des points particuliers de l'installation. C'est ainsi que des dossiers complémentaires ont été transmis en 1999, concernant notamment la tenue de la boulonnerie de la fenêtre du canal 2T dans les conditions BORAX. En outre, la mise à jour du rapport de sûreté est en bonne voie.

D'autres dossiers concernant la situation de l'installation vis-à-vis des actes de malveillance, ont été transmis en 1999 à la suite de l'examen par un groupe d'experts (appelé groupe restreint) le 24/11/1998.

Enfin, l'installation a préparé un dossier de demande d'autorisation de rejet pour répondre aux exigences du décret 95-540 du 4 mai 1995. Ce dossier a été transmis à l'autorité de sûreté en 1999. Après examen de ce dossier, une enquête publique sera déclenchée pour déboucher sur une autorisation de rejet (effluents gazeux et effluents liquides) qui sera spécifique au réacteur ORPHEE (à l'heure actuelle, il n'existe qu'une autorisation globale pour le centre de Saclay).



## D - LE REACTEUR SILOETTE (INB N° 21)



*Siloette*

Le réacteur Siloette, situé sur le centre de Grenoble est de type piscine à cœur ouvert d'une puissance de 100kWth. Il est utilisé comme réacteur "école" pour la formation du personnel travaillant dans le nucléaire en général.

L'année 1999 a été marquée d'une part par l'installation d'un nouveau Tableau de Contrôle des Rayonnements (création de 8 nouvelles voies, capteur-câblage-électronique, de technologie INR 300), en parallèle au TCR existant depuis 20 ans à Siloette.

Bien entendu, avant l'autorisation de mise en service délivrée par la DSIN (courant 2000), celui-ci reste opérationnel.

L'acquisition analogique des informations du "nouveau" TCR s'effectue par supervision via un automate programmable. Parallèlement, est assurée une acquisition numérique via le logiciel CENTURION pour le SPRSE.

Ce projet de rénovation du TCR, s'inscrit dans une logique de jouvence de l'installation qui avait été initiée en 1998 par la rénovation du sas du réacteur et qui se poursuivra en 2000 par la rénovation de la ventilation de secours du réacteur.

D'autre part, l'année 1999 a permis de mettre en place "la supervision" de l'installation, l'objectif est de centraliser les informations existantes sur l'installation (niveau d'eau, résistivité, débit cheminée, ...) et, in fine, de faciliter l'exploitation de l'INB. Elle permet un archivage des informations, un suivi (journalier, hebdomadaire, mensuel, annuel) et donne l'état de l'installation à tout instant depuis les postes informatiques des salariés du service.

## E - GESTION DES COMBUSTIBLES ET DES MATIERES NUCLEAIRES

### □ Approvisionnement

**E**n ce qui concerne l'approvisionnement d'ORPHEE en Uranium Hautement Enrichi, après la première livraison d'uranium en provenance de la Fédération de Russie fin 1998, l'année 2000 devrait voir la reprise des discussions en vue d'un deuxième transport.

En ce qui concerne l'approvisionnement d'OSIRIS en uranium faiblement enrichi, une campagne de recyclage des rebuts de fabrication des éléments combustibles a été menée de manière à récupérer l'uranium. 57,2 kg ont été ainsi traités à l'usine de Novosibirsk en Fédération de Russie. Cette campagne de retraitement a été mise à profit pour approvisionner 50 kg d'uranium faiblement enrichi neuf à un coût de transport réduit.

### □ Fabrication de combustibles neufs

Les fabrications de combustibles neufs se sont poursuivies sans difficulté notable à la CERCA selon les plannings établis :

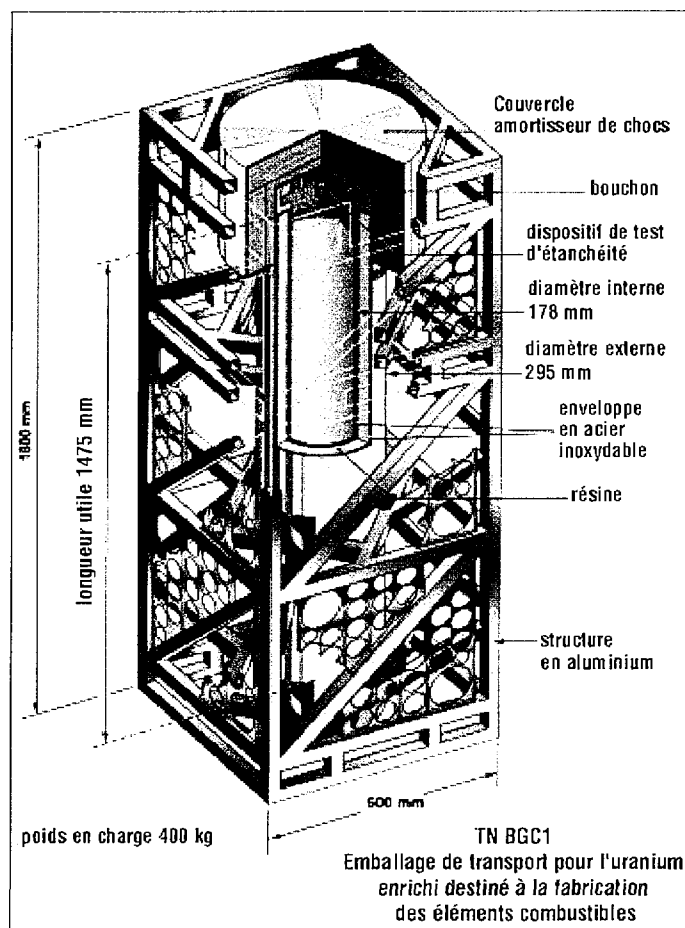
#### *Pour le réacteur ORPHEE*

Les éléments combustibles, objet de la commande " 1997 " (20 éléments) ont été recettés en fin 1999 et les plaques combustible, objet de la commande " 1998 " ont été quant à elles recettées en 1999. Une nouvelle commande de 16 éléments a été passée fin 1999.

#### *Pour le réacteur OSIRIS*

Les 25 premiers éléments standards de la commande de " 1998 " ont été recettés fin 1999, le solde de cette commande (59 éléments) sera réceptionné en 2000. Une nouvelle commande de 84 éléments a été passée fin 1999.

Il faut toutefois noter que tous les éléments recettés n'ont pas pu être transportés à Saclay, l'emballage de transport étant en cours de réagrement. Les stocks de combustibles neufs, disponibles dans les réacteurs, permettent toutefois d'attendre les nouveaux approvisionnements avec des marges suffisantes.



Le contrôle physique de ces matières nucléaires est effectué régulièrement par des inspections Euratom. En 1999, il y en a eu 4 à Osiris, 4 à Orphée, 1 à Siloé et 1 à Siloette.

## ■ Fin du cycle des combustibles usés

L'année 1999 a été une année d'attente en ce qui concerne le devenir des combustibles usés voir de réorientation entre les devenirs possibles pour ces combustibles.

Plus précisément :

En ce qui concerne les combustibles de type UAl utilisant de l'Uranium Hautement Enrichi (ORPHEE et SILOE) les options envisageables, a priori, sont le retraitement à uranium " perdu " ou le retraitement avec récupération de l'uranium enrichi restant ou l'entreposage.

En ce qui concerne les combustibles de type " caramel " et " siliciure " utilisant de l'uranium faiblement enrichi (OSIRIS) les options envisageables, a priori, sont l'entreposage en piscine ou le stockage en air à CASCAD à Cadarache après mise en conteneur ou enfin le retour aux Etats-Unis.

Les grandes orientations sur les points indiqués ci-dessus devraient être fixées en 2000.

Dans l'attente, les combustibles usés ont été évacués des réacteurs de façon à ne pas saturer les piscines de ces derniers et permettre leur exploitation (ou leur mise à l'arrêt définitif dans le cas de SILOE) et entreposés de la façon suivante :

■ Les combustibles usés de SILOE ont été entreposés dans la piscine de désactivation à SILOETTE. Il s'agit d'un entreposage provisoire.

■ Les combustibles usés d'ORPHEE ont été évacués des canaux d'Osiris et sont entreposés à PEGASE (à Cadarache).

■ Les combustibles usés d'OSIRIS de type " caramel " ont été transférés et sont entreposés à PEGASE et pour une partie à ISAI (en attente de mise en conteneur pour être stockés à CASCAD).

■ Les combustibles usés d'OSIRIS de type " siliciure " sont dans la piscine d'OSIRIS en attente des autorisations permettant leur entreposage à PEGASE (l'objectif pour la réalisation de cet entreposage étant le premier semestre 2001).

## ■ Traitement de l'eau lourde d'Orphée

L'eau lourde entourant le cœur du réacteur doit conserver ses caractéristiques malgré la production de tritium due au flux des neutrons. Aussi le réacteur est équipé d'une colonne de reconcentration. En 1999, elle a fonctionné 263 jours dont 123 jours en reconcentration (5703 litres à 99,93 % de D<sub>2</sub>O) et 21 jours en détritiation (393 litres à environ 1,8Ci/l).

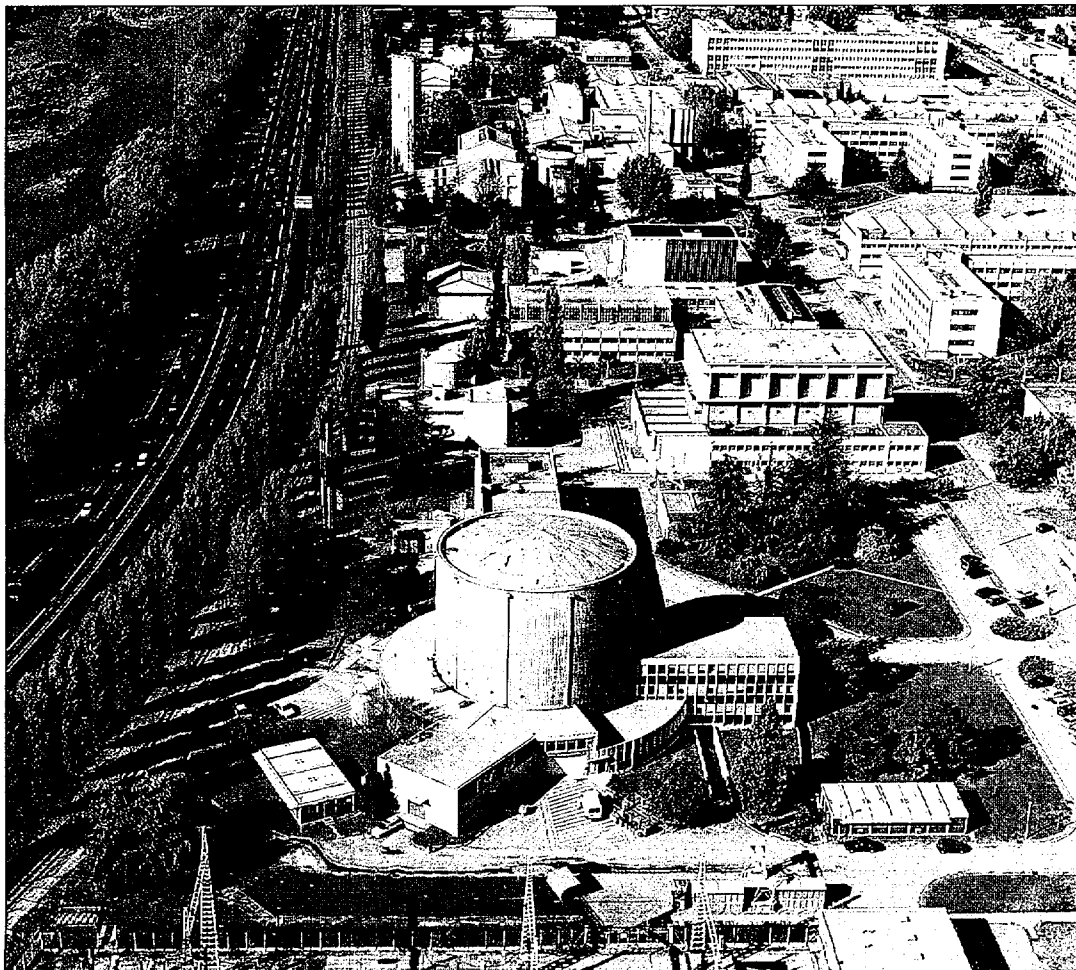
## PROGRAMMES D'ASSAINISSEMENT DES REACTEURS A L'ARRET

**L**es réacteurs SILOE et MELUSINE implantés sur le site de Grenoble sont à l'arrêt et, depuis 1999, rassemblés dans le même service du DRE : le service des réacteurs de Grenoble (SRG). L'organisation ainsi choisie par le DRE lors de la restructuration des équipes permet la mise en commun des moyens humains et techniques pour conduire des opérations de mêmes natures sur les installations nucléaires à l'arrêt définitif. Par ailleurs, elle permet d'optimiser les opérations de maintenance, les contrôles périodiques et l'exploitation des réacteurs, notamment en homogénéisant leur ins-

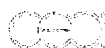
trumentation et leurs moyens de supervision.

Enfin, il faut noter que les deux réacteurs ne sont pas dans les mêmes phases de fin de vie :

- Le réacteur SILOE est en phase d'assainissement, devant conduire à prononcer sa cessation définitive d'exploitation (CDE) puis sa mise à l'arrêt définitif (MAD).
- Le réacteur MELUSINE est à la mise à l'arrêt définitif et en attente des autorisations devant permettre d'engager les phases de démantèlement proprement dit.



*Zone des réacteurs, Centre CEA de Grenoble*



Bien que les installations soient arrêtées, des opérations de jouvence sont nécessaires pour conduire les travaux lors des différentes étapes dans des conditions de sécurité optimales.

L'assainissement consiste, entre autre, à déposer et démonter tous les équipements expérimentaux. Ceux-ci, composés de parties en réacteurs et de parties à terre, sont, pour une bonne part d'entre eux, présents dans l'installation depuis leur création. Leur traitement demande la meilleure connaissance de leur historique, de leur constitution et de leurs modifications successives. Cette connaissance est d'autant plus difficile à reconstituer que les équipements sont anciens. Un important travail d'inventaire et de sécurisation de l'ensemble de la documentation existante est nécessaire.

Une salle d'archives permettant le regroupement quasi exhaustif des documents existants traitant du réacteur et des expérimentations qui se sont déroulées à Siloé depuis l'origine a été installée.

## A - SILOÉ



### Jouvence

Le Tableau de Contrôle des Rayonnements (TCR) fait partie des derniers équipements à démonter dans une installation. Celui de Siloé, installé en début des années 80, ne répondait plus à aux critères de fiabilité et de modularité. Un important chantier de remise en état de la partie des asservissements liés à l'exploitation des mesures a été entrepris, la partie capteurs, électroniques et Ictomètres Numériques de Radioprotection (INR) n'ayant pas été touchée. Ces travaux, qui se sont déroulés sur six mois, ont permis de remettre à niveau les synoptiques, le traitement des alarmes, et les câblages associés.

Du fait de son usage accru, de l'obsolescence de ses automatismes et afin d'être tout à fait conforme à la réglementation, le sas à camion a connu une refonte complète.

La cellule chaude a bénéficié d'une mise à jour des plans électriques du pupitre, du montage d'un nou-

veau télémanipulateur et de l'agrandissement du trou supérieur pour l'évacuation des dispositifs anciens de gros diamètres.

### Adaptation de l'installation

Le niveau 6,40 m du réacteur, directement visible de la salle de contrôle et donnant un accès aisé aux différentes zones du hall (dessus piscine, cellule chaude ou autres niveaux) a fait l'objet de plusieurs aménagements afin de faciliter les activités d'assainissement. Les baies de commande des dispositifs, les parties à terres associées, les passerelles et les câbles ont été déposés. Les espaces ainsi libérés ont été remis en état et en peinture afin de garantir des conditions de travail sécurisées et agréables. La partie gauche a été aménagée en zone de découpe, matérialisée par une structure rigide en polycarbonate. Celle-ci, modulable et équipée de dispositifs de ventilation et d'outils de découpe, doit prochainement accueillir le four de fusion d'aluminium Faible Activité (dossier de demande d'autorisation DSIN en cours). Dans la partie droite, la zone de défournement a été renforcée pour accueillir les opérations de "dénakage". Les parties à terre des dispositifs expérimentaux "sodium", destinés aux expérimentations liées aux surgénérateurs, ont été entièrement démontées. L'espace libéré a été réaménagé dans le but éventuel d'accueillir l'entreposage des pots de NaK en attente de destruction à la STED.

### Projet d'assainissement de Siloé

Le plan de management du projet d'assainissement, synthétisant les dispositions prises pour la maîtrise des objectifs techniques, de délais et de coûts, a été diffusé. Organisé selon la recommandation de la norme NFX 50410, ce plan développe les actions décidées en matière de : définition du projet et de ses objectifs, organigramme des tâches, réseau des acteurs, logique de déroulement et de suivi du projet, communication, budget, maîtrise des coûts et des délais, gestion de la configuration, sûreté, sécurité et radioprotection, assurance qualité, gestion de la documentation.



L'état d'avancement du projet est communiqué par le biais du "Journal de Siloé" dont le n°8 présente le bilan à fin 99. Les principaux résultats sont les suivants :

#### Matières fissiles

5 éléments combustibles nourriciers UAlx ont été évacués vers Siloette et un crayon combustible expérimental irradié vers le LAMA. Tous les dosimètres fissiles ont été expédiés à Cadarache.

#### Matières inflammables

Pour le NaK actif, 2 kg dans 5 dispositifs ont été vidangés et 2,6 kg évacués. L'installation d'entreposage à Siloé est en attente d'autorisation. La totalité du NaK vierge, soit 15 kg, a été évacuée à Cadarache.

#### Déchets

Pour les parties en réacteur, 181 dispositifs simples et 49 dispositifs standards ont été découpés, 1 caisson FA, 8 caissons TFA, 80 fûts FA, 50 fûts TFA et 12 poubelles ont été conditionnés et évacués.

#### Parties à terre

L'évacuation des dispositifs Elise et Thermopompe est en cours. Le local BEFE a été assaini et la presque totalité (90%) de la baie hydraulique A3 a été assainie et rincée.

L'année 1999 a été marquée par la difficulté d'obtention des autorisations de transports internes, dont la conséquence la plus significative est le décalage des plannings d'évacuation des combustibles et, par voie de conséquence, du NaK actif.

Les difficultés rencontrées pour l'organisation concernant l'évacuation du sodium actif (liées aux conflits de priorité avec des programmes expérimentaux) ont engendré une dérive du planning sur ce point précis.

## B - MELUSINE

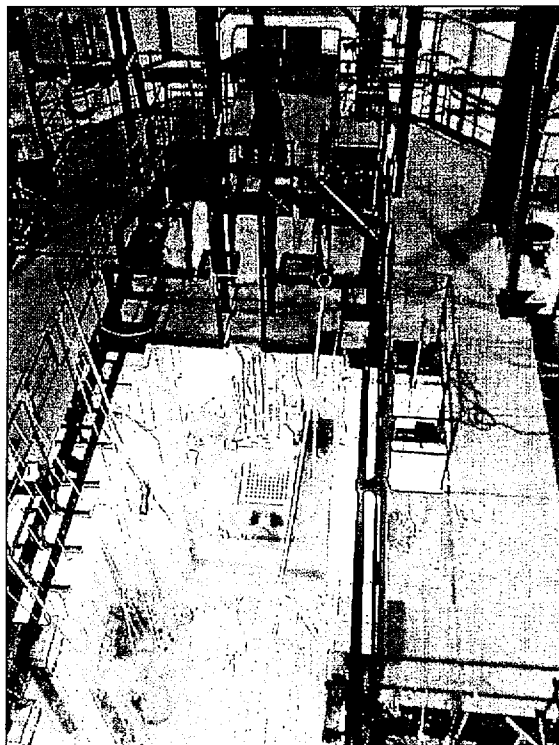


Dans l'attente des réponses des autorités de sûreté sur la procédure à suivre pour engager le démantèle-

ment, et afin de permettre le démarrage rapide des opérations correspondantes le moment venu, plusieurs travaux préliminaires ont été engagés. Il s'agit essentiellement de :

- la mise aux normes du pont roulant principal du hall (15T),
- la réalisation d'un vestiaire pour l'accueil des entreprises,
- la préparation et le rangement des objets encore présents dans la piscine,
- l'inventaire de tous les équipements qui devront être déposés au cours du démantèlement et dont l'évacuation doit permettre le déclassement de l'INB,
- une réflexion sur la manière de traiter les objets en piscine.

Cette phase de préparation est mise à profit pour renforcer les moyens de prévention et de limitation des conséquences d'une éventuelle fuite d'eau de la piscine qui reste un point sensible de l'installation à l'arrêt.



MELUSINE

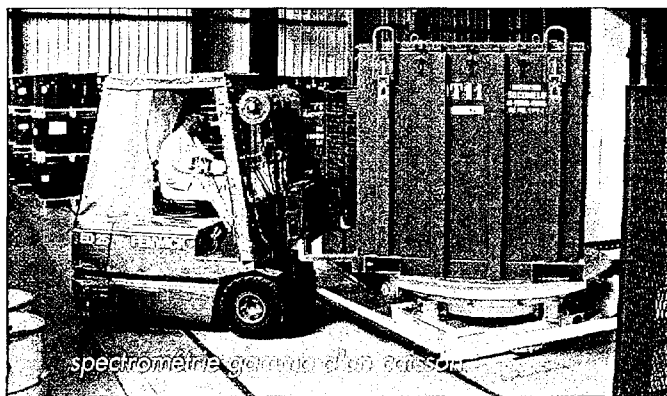
# STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DECHETS

## EQUIPEMENTS

La STED exploite deux INB (36 et 79), ainsi que les équipements qui leur sont associés, en particulier :

- l'incinérateur d'effluents organiques (INB 36),
- les postes de conditionnement des divers colis (R.E.I., coques, fûts),
- le réacteur de neutralisation du NaK,
- la chaîne de mesure d'activité (spectrométrie gamma),
- l'installation d'entreposage des poubelles de décroissance (HA) (INB 79),
- la cellule de décontamination N2 (ICPE N° B033).

## ■ Jouvence des équipements



spectrométrie gamma d'un caisson

## ■ Reprise de l'incinération des effluents organiques

Arrêté en mars 1997 suite à la détection d'émetteurs alpha dans les rejets (340 Bq), l'incinérateur a fait l'objet d'importantes modifications allant de la rénovation du mur de séparation entre le foyer et la chambre de post combustion à la refonte du contrôle commande en passant, par le remplacement du système de filtration de Très Haute Efficacité (THE)

constitué initialement par un caisson filtre à un étage par un caisson de filtres THE à deux étages. Les résultats satisfaisants de la campagne de caractérisation du nouvel ensemble de filtration à froid et en température ont permis d'argumenter la demande d'autorisation de reprise de l'incinération. L'autorisation délivrée en mai 1999 a été concrétisée avec l'incinération de 1270 litres d'effluents organiques radioactifs.

## ■ Mise en conformité des installations vis-à-vis du rapport de sûreté (R.D.S.)

Des travaux de mise en conformité des installations ont été réalisés au cours de l'année 1999. Ces travaux sont les suivants :

- Modification de la ventilation par raccordement du bâtiment J sur le réseau d'extraction générale de l'INB 36. Des actions de sécurité (arrêt des dispositifs en service, signalisation) activés sur la perte de la ventilation ont été mises en place.
- Mise en place du bac de rétention sous le réacteur NaK.
- Réfection du sas de la cellule d'expertise et de conditionnement : le sol a été entièrement étanché, la cellule repeinte et équipée d'un portique muni d'un palan électrique. La cisaille qui équipait le sas de la cellule a été mise aux déchets et le sas entièrement repeint afin de permettre l'entrée du personnel dans la cellule.
- L'amélioration du contrôle du personnel en sortie de zone : une cabine de contrôle radiologique du personnel a été achetée par la STED et est en cours d'implantation dans le bâtiment O. La circulation du personnel sera alors modifiée.
- Réfection de l'étanchéité d'une partie des radiers des entreposages des effluents liquides.

## Activités

### Evacuation des incinérables à CENTRACO

La STED a été désigné en début d'année par DGD comme unité pilote pour définir les modalités pratiques d'évacuation des déchets solides incinérables vers l'incinérateur industriel de CENTRACO. Ce travail a consisté à créer un nouveau type de colis, à reconditionner et à caractériser 1600 fûts de déchets entreposés, à élaborer un agrément CENTRACO validé par un audit, à modifier la base informatique de gestion des déchets GEDRA pour transmettre les "données colis" sans ressaisie... Le contrat CEA/SOCODEI signé le 30 juin dernier a été enclenché le 5 octobre avec l'expédition d'un premier camion de 220 fûts. Deux autres expéditions (28/10 et 25/11) ont soldées le stock de déchets incinérables de la STED.

Cette action s'est poursuivie, sur demande de DGD (11/99), avec la caractérisation et le reconditionnement d'une partie de l'entreposage géré par le SPRSE (DTFA), environ 15 tonnes ont ainsi été traitées et seront expédiées début 2000 du fait de l'engorgement de CENTRACO.

### Caractérisation des colis et expéditions à l'ANDRA

Lors de l'inspection ANDRA des 3 et 4 février, la présence d'un produit interdit (coton imbibé de solvant) avait été décelée dans un colis de déchets dit "compactables" et avait conduit à la suspension des expéditions vers le centre de stockage ANDRA.

Après une analyse déterminant l'origine de ce produit, la STED a mis en œuvre une série d'actions correctives :

- Différenciation des emballages des déchets "incinérables" et "compactables",
- Mise en place d'une filière spécifique pour les

déchets imbibés de solvant,

- Mise à jour des spécifications de prise en charge,
- Sensibilisation des producteurs de déchets avec des journées portes ouvertes et la création d'un bulletin d'information bi-mestriel,
- Vulgarisation des spécifications de prise en charge des déchets sur une douzaine de panneaux destinés à être affichés aux différents points de collecte de déchets chez les producteurs.
- Ces dispositions ont obtenu l'aval de l'ANDRA et l'évacuation des déchets radioactifs a repris le 14 octobre avec une expédition de cinq caissons de 5 m<sup>3</sup>. Le 16 et 17 décembre 1999, une inspection ANDRA a vérifié l'application de ces dispositions.

L'objectif 99 d'expéditions à l'ANDRA n'a pas été atteint : 20 m<sup>3</sup> de déchets expédiés pour 75 m<sup>3</sup> programmés.

Cet écart est imputable, d'une part, au délai d'instruction par l'ANDRA de l'agrément I2L (promis à DGD pour 99) et, d'autre part, à la mise en veille des activités de compactage de déchets et de conditionnement des Résines Echangeuses d'Ions pour concentrer les moyens de l'installation sur le reconditionnement et la caractérisation des incinérables, effort qui s'est traduit par le fonctionnement intensif à cet effet de la chaîne de spectrométrie gamma. Pour un objectif initial annuel de caractérisation en spectrométrie gamma de 500 à 600 colis, 1400 colis ont été caractérisés en fin d'année.

### Documentation et référentiel de sûreté

Sur la base de la refonte du Rapport de Sûreté (RDS) des INB 36 et 79 transmis à la DSIN en juin 1998, les nouvelles Règles Générales d'Exploitation (RGE) ont été finalisées et transmises à la DSIN le 15 octobre.

Un groupe permanent "Usine" (GPU) est programmé au premier semestre 2000, réunion d'enclenchement le 7/12/1999 et visite des experts du DES de l'installation le 10/12/1999.

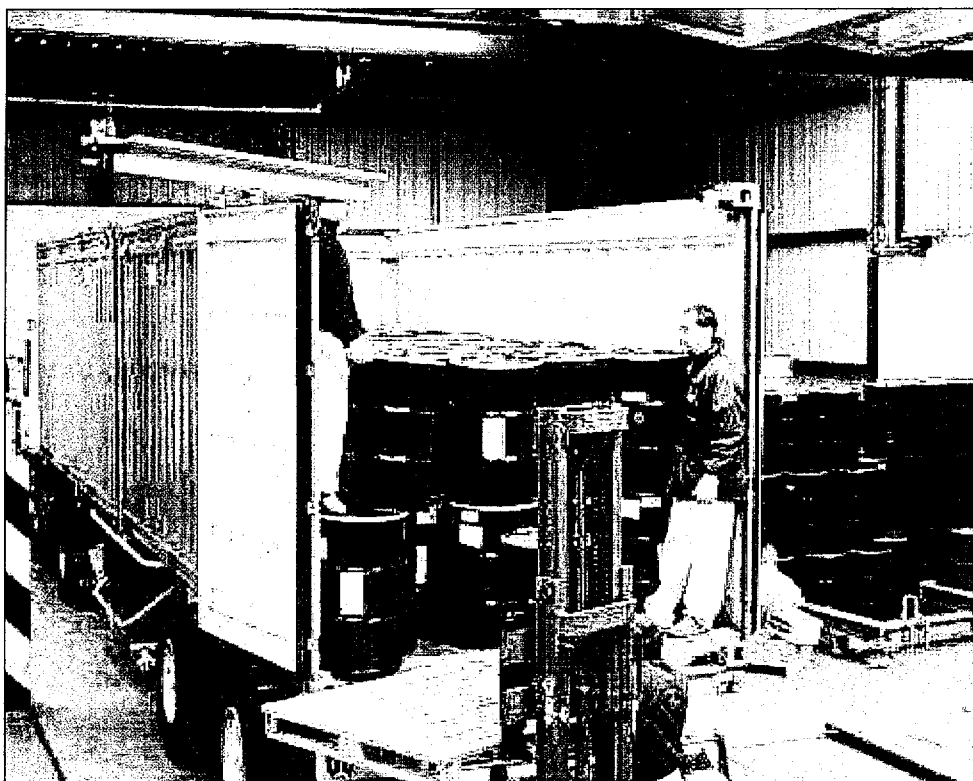
La demande d'Autorisation de Rejets et de Prélèvements d'Eau (DARPE) a été transmise pour avis à DSNQ début novembre. La transmission aux autorités de sûreté est programmée pour fin 1999 ou janvier 2000 (en tenant compte des remarques de DSNQ).

#### **Renouvellement du contrat "Opérateur" sur les installations de la DRN/Grenoble**

Le contrat STMI a été renouvelé en gré à gré pour cinq ans avec un montant annuel de l'ordre de 7 MF. Il fédère les activités de STMI pour la DRN sur le centre de Grenoble pour assurer une optimisation de la prestation.

## Résultats 1999

### Déchets reçus dans les installations



Arrivée des REI d'OSIRIS

Déchets solides (m3)		Effluents (m3)		Activité totale (GBq)	
D.S	D.E	E.A	E.O	$\alpha$	$\beta\gamma$
154,9	0,1	40,4	2,3	20,3	19761

D.S : Déchets solides destinés au stockage de surface (site ANDRA) ou à l'incinération (CENTRACO)

D.E : Déchets solides destinés à l'entreposage de longue durée

E.A : Effluents aqueux (FA, MA, HA, THA)

E.O : Effluents organiques

## Conditionnement des déchets

134		15,3
Enrobage de RE		1,5
Compactage		0
Conditionnement de déchets "vrac" en caissons		0
Conditionnement de 1340 fûts de 100 l. de déchets incinérables en 587 fûts de 118 l. (type CENTRACO)		134

## Traitement des effluents liquides

- Les incinérations ont repris après autorisation de remise en service par la Direction de Centre, en septembre uniquement car le dernier trimestre a été perturbé par la réalisation des contrôles périodiques. 1,3 m3 de solvants ont été brûlés dans l'incinérateur,
- le fonctionnement du réacteur NaK a permis de traiter 10 pots fournis par les producteurs primaires. Le traitement des 8 pots croûtés (4 LAMA- 4 STED) est soumis à autorisation.

## Evacuation de déchets solides radioactifs

- Trois coques C1S, C2S, C3 ont été expédiées vers Cadarache pour expertise (6 m3),
- 19,7 tonnes de plomb ont été expédiées vers Saclay (1,8 m3),
- 587 fûts de 118 l. issus du reconditionnement des incinérables en fûts de 100 l. ont été évacués vers CENTRACO (69,2 m3),
- 5 colis 7C (caissons 5 m3) ont été expédiés vers le centre de stockage en surface de l'ANDRA (20,3 m3).

## Evacuation des effluents liquides

- 13,4 m3 d'effluents aqueux tritiés reçus en 1999 ont été expédiés vers le centre de traitement de Saclay,
- une relance DGD est prévue pour évacuer un potentiel de 45 m3 d'effluents aqueux,
- 21 m3 d'effluents aqueux ont été évacués à l'égout des eaux spéciales.

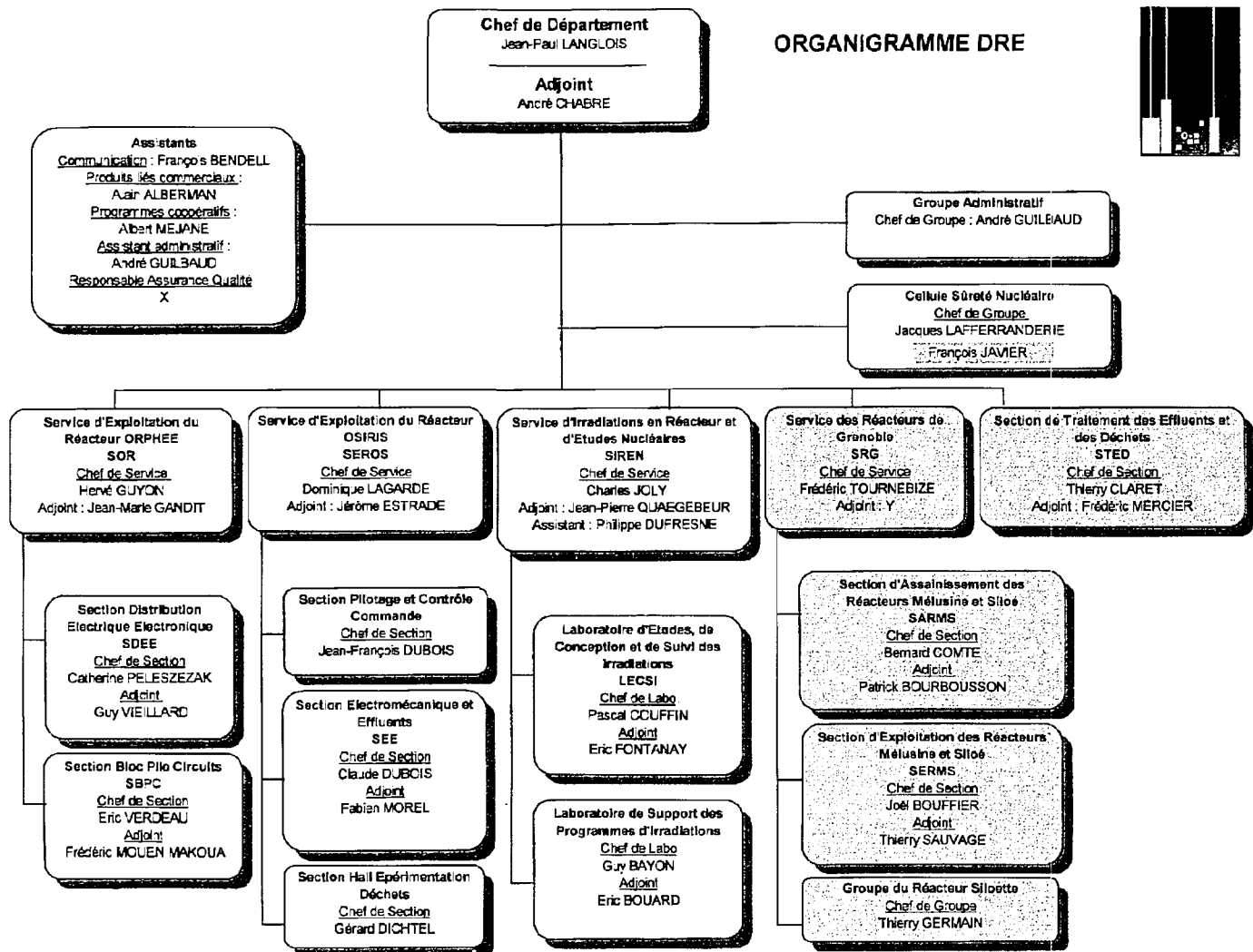
## Stock de déchets

	Valeur nominale (m3)	Valeur réelle (m3)	Non traité	Totaux (Gg)	
DS	547	345	202	85,7	7277
DE	9,85	9,85	-	8,5	2778688
EA	91,6	-	91,6	0,02	143
EO	11	-	11	0,02	72

# LES HOMMES

## A - ORGANISATION

### ORGANIGRAMME DRE



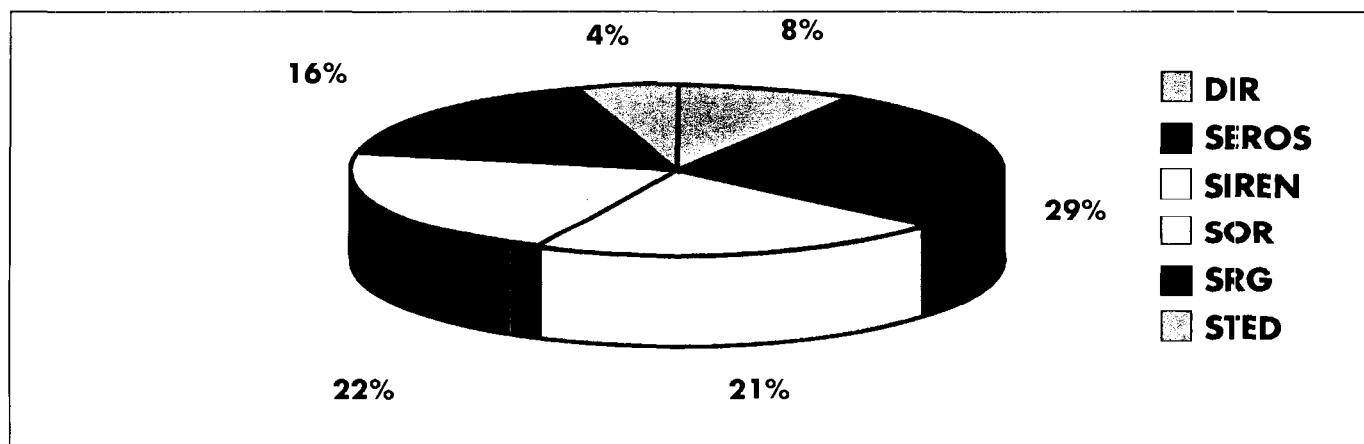
## B - EFFECTIFS

### Effectifs

L'effectif à statut CEA du département au 31/12/1999 est de 261,5 personnes (effectif engagé) dont 29,8 % de cadres (Annexes I) ; 79% des effectifs sont installés à Saclay. Notons que l'effectif objectif est de 270. Cette différence s'explique en partie par un léger retard pris dans les recrutements. Par ailleurs 3 personnes de la DIR à Grenoble sont passées au département voisin DTP pour constituer un seul groupe administratif pour les deux départements de DRN situés à Grenoble.

### Effectifs engagés au 31/12/1999

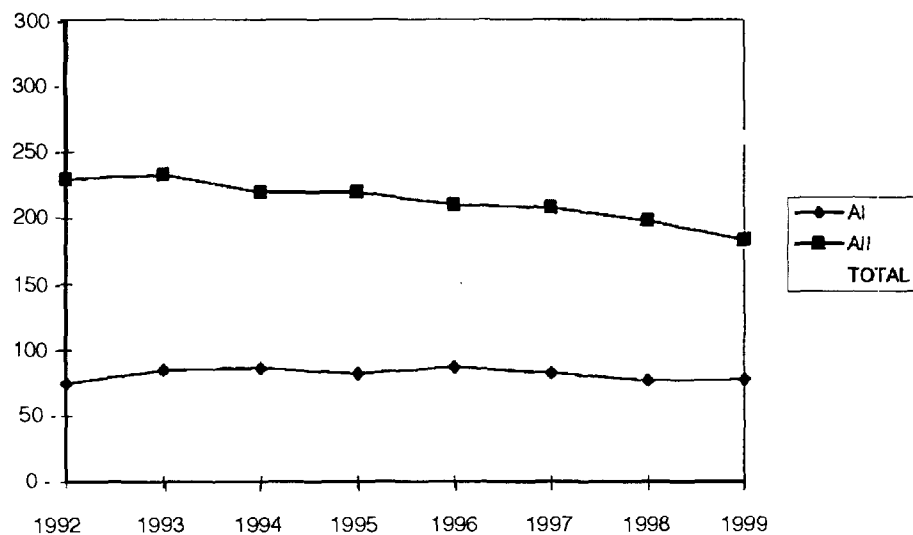
	Impatiens	Saclay	Saclay	Saclay	Saclay	Grenoble	Grenoble		
<b>Agents CEA</b>									
AI		10	11	29	7	17	4	77	78
All		12	63	26	50	25,5	7	198	183,5
Sous-total		22	74	55	57	42,5	11	275	261,5
<b>Autres statuts</b>			2	8	4	2		9	16
Total		22	76	63	61	44,5	11	284	277,5



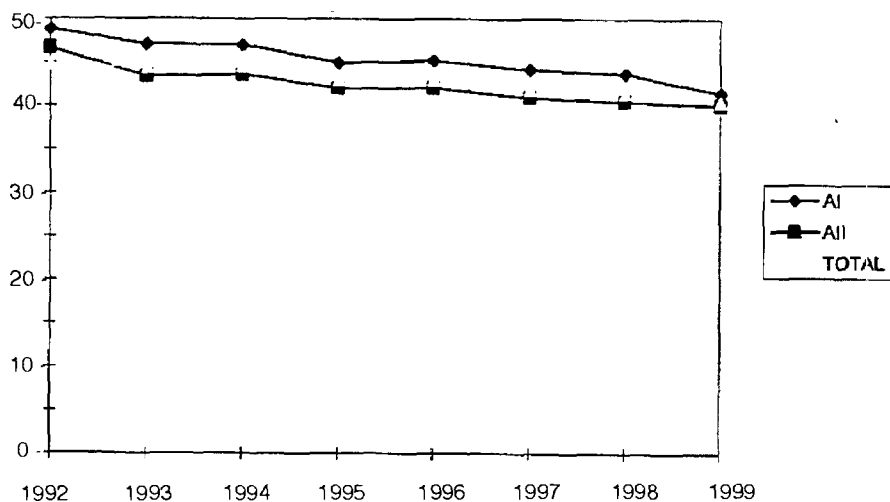
Il faut ajouter à ces effectifs les 3 personnes du GIE-INTRA et les personnes détachées dans des organismes extérieurs tels que l'Ecole des Mines de Nantes (1) et l'Institut de Technologie Nucléaire du Portugal (2)



### Evolution des effectifs CEA du DRE



### Evolution de l'âge moyen



La moyenne d'âge du DRE est en 1999 de 40,49 ans ( avec 40,07 ans pour les annexes II). Celle-ci n'a cessé de baisser depuis 1990 où elle était de près de 45 ans.

## C - FORMATION

**L**e DRE, avec ses installations nucléaires, reste un important utilisateur de formations en sécurité et sûreté (29 % du budget). La part de ces formations est toujours croissante, car elles ont de plus en plus un caractère obligatoire.

Autre discipline ayant subi une nette augmentation en 1999, l'informatique. Il s'agit essentiellement de l'informatique scientifique, permettant aux salariés du DRE d'être toujours à la pointe du progrès dans ce domaine.

Les connaissances scientifiques de base et les sciences appliquées et techniques restent toujours assez stables avec 19 % du budget formation qui leur est consacré.

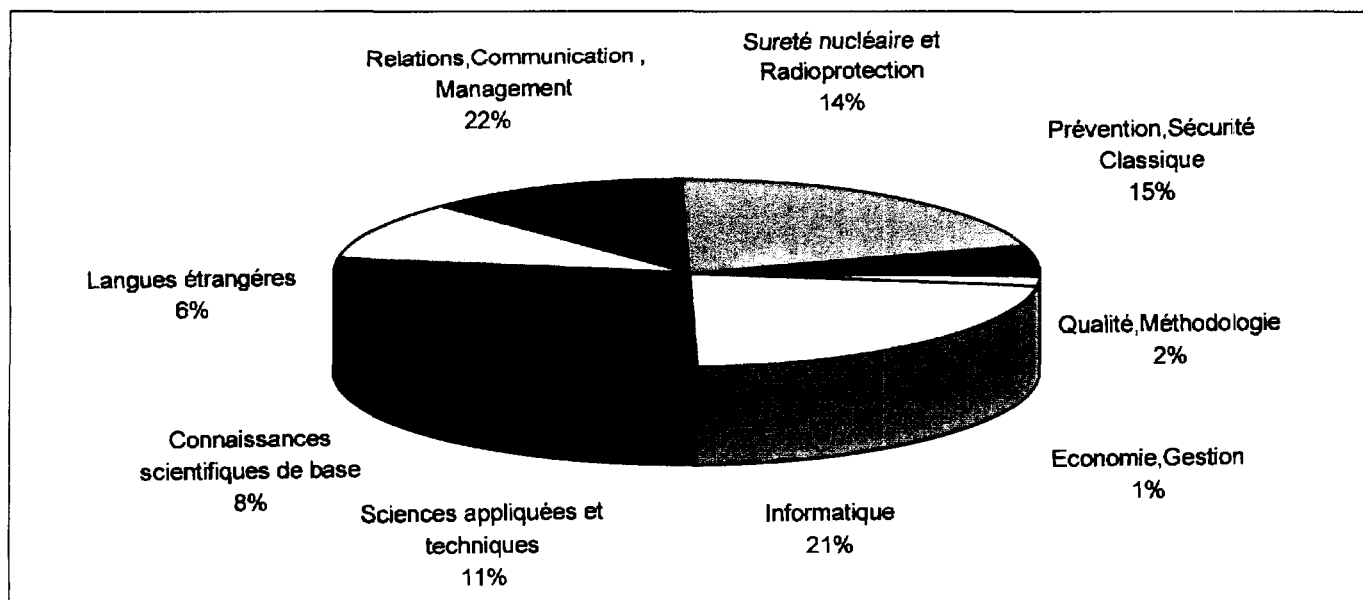
Les langues étrangères, exclusivement l'anglais, montrent une petite progression, due à la volonté des agents de quart du réacteur ORPHEE de se mettre à niveau dans cette langue, afin de pouvoir communiquer avec les physiciens de tous horizons, travaillant

sur leur installation.

Après l'effort considérable fourni en 1998 pour homogénéiser la culture "chargé d'affaire" au DRE, l'année 1999 a été consacrée à l'amélioration de l'organisation mise en œuvre dans la conduite des affaires du département. L'an 2000 devrait voir un renouveau de l'effort de formation dans cette discipline.

Enfin, les relations, communication et management restent stables (22 % du budget contre 23 % en 1998). Cette part du budget permet de garder une certaine cohésion au sein du département, notamment dans les services ayant vu leurs activités changer radicalement.

### Dépenses de formation par discipline



# SURETE, SECURITE, QUALITE

## A - SURETE

La Cellule de Sûreté Nucléaire (CSN) du Département est composée de deux personnes : une basée à Saclay, qui assure la responsabilité de la Cellule, et l'autre basée à Grenoble. La Cellule de Sûreté Nucléaire a pour mission de servir d'appui au Chef de Département dans ce domaine.

Au cours de l'année 1999, les interventions de la CSN ont concerné en particulier :

- le suivi de la préparation de dossiers de sûreté importants : parmi ceux-ci, on peut citer la mise à jour des Règles Générales d'Exploitation (RGE) d'ORPHEE et de la STED, les suites de la réévaluation de sûreté d'ORPHEE et la réévaluation de sûreté d'OSIRIS (Groupe Permanent réuni le 4/11/1999), la réflexion sur les travaux de jouvence à réaliser sur OSIRIS, les dossiers DARPE (Demande d'Autorisation de Rejet et de Prélèvement d'Eau) pour l'ensemble des installations, la demande d'autorisation de modification de MELUSINE, les demandes d'autorisation de mise en service d'un entreposage de NaK à SILOE, et de conditionnement et entreposage de plaques combustibles expérimentales irradiées (SILOE et SILOETTE). 55 avis ont été formulés par la CSN pour l'ensemble des installations du DRE, dont 30 concernant celles de Saclay et 25 celles de Grenoble,
- le suivi des actions menées sur des sujets généraux : par exemple, concernant l'organisation de la sûreté ou la gestion des déchets au CEA (thèmes ayant fait l'objet d'un groupe permanent pour le CEA),
- la participation au processus d'analyse des incidents. Six incidents significatifs ont été déclarés en

1999, 3 classés au niveau 1, 1 au niveau 0 et 2 en dessous de l'échelle de gravité INES :

- ⇒ 16/02/1999 : découverte hors du centre de Saclay d'un tronçon de tuyauterie légèrement contaminé provenant d'OSIRIS, classé 1,
- ⇒ 24/03/1999 : arrêt d'urgence du réacteur ORPHEE suite à une erreur opérateur, classé en dessous de l'échelle,
- ⇒ 06/07/1999 : apparition de flammes lors d'une neutralisation de traces NaK en cellule haute activité de SILOE, classé au niveau 0,
- ⇒ 09/08/1999 : sortie sans contrôle préalable d'un objet irradié hors de la piscine d'OSIRIS, classé au niveau 1,
- ⇒ 16/08/1999 : non respect, sur OSIRIS, d'une mesure compensatoire associée à une dérogation aux RGE et concernant les essais de vérification du bon fonctionnement du diesel de secours, classé au niveau 1,
- ⇒ 27/09/1999 : non respect du critère d'efficacité sur des pièges à iode de la ventilation du réacteur ORPHEE, en dessous de l'échelle.

- la participation au Groupe de Contrôle de la Qualité et de la Sûreté des Expérimentations (GQSE) qui s'est réunis 8 fois au sujet des expériences IRIS, ZO, BARITON, ISABELLE 1 à Saclay et concernant la découpe des thermopompes à Grenoble,
- la participation à divers groupes de travail :
  - ⇒ Groupe GP2, créé à l'initiative de l'INB 40 en vue de la préparation du groupe permanent consacré à la réévaluation de sûreté du réacteur OSIRIS,
  - ⇒ avec le DES : homogénéisation des hypothèses prises en compte pour le relâchement des produits de fission en cas de rupture de gaine survenant dans un dispositif expérimental,
  - ⇒ groupe de réflexion réacteurs de recherche (G3R) :

la CSN a examiné l'application au réacteur ORPHEE de la méthodologie d'analyse de sûreté développée pour le réacteur RJH (en commun avec ORPHEE et DRN/DER),

⇒ groupe de travail sur la mise en place de la dosimétrie opérationnelle au CEA (animé par DCS).

- la participation aux visites de surveillance réalisées par l'Autorité de Sûreté : au cours de l'année 1999, 11 visites ont eu lieu (4 à ORPHEE, 3 à OSIRIS, et 4 sur les installations de Grenoble),
- la participation à des réunions de travail avec l'Autorité de Sûreté et son appui technique : en particulier, dossier MAD/démantèlement de SILOE, enclenchement du groupe permanent de la STED, groupe permanent OSIRIS,
- la poursuite d'échanges avec les cellules de sûreté des autres départements de la DRN (3 réunions en

1999),

- divers échanges avec DSNQ et avec les cellules de sûreté de Centre : notamment, prise en compte de la sûreté dans les contrats d'objectifs, réunions sur le retour d'expérience, gestion des déchets TFA,
- la collaboration avec le Maroc concernant les études sûreté à réaliser dans le cadre du projet de réacteur nucléaire de la Maamora,
- des échanges avec le réacteur BR2 concernant la sûreté des dispositifs expérimentaux,
- la participation à des MES (Maîtrise de l'Exploitation en Sécurité) et la formation à l'animation MES,
- la poursuite des actions de diffusion de la culture de sûreté à l'intérieur du DRE : 3 stages ont été organisés en 1999 à Saclay.

## B - SECURITE

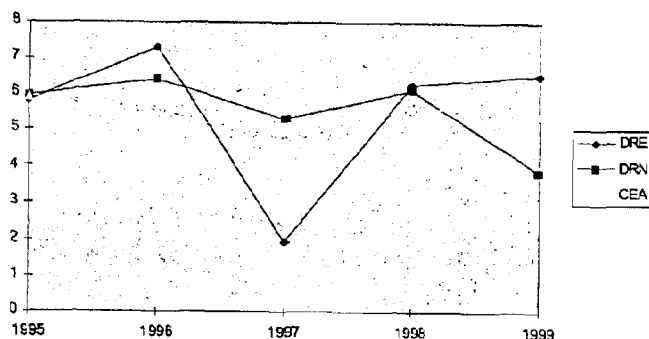
La sécurité du travail est également une préoccupation constante au DRE que ce soit au niveau du département ou dans chaque service. Les responsables hiérarchiques sont aidés pour cela par 3 ingénieurs de sécurité d'installation et 3 animateurs de sécurité. Les efforts du DRE visent à diminuer le nombre et la gravité des accidents par des formations

spécifiques, des visites de sécurité (une dizaine dans chaque installation dont une avec le Chef de Département) et des exercices de sécurité (7 en 1999).

Le nombre d'accidents avec arrêt et hors trajet reste faible (3 en 1999 comme en 1998). Le taux de fréquence (Tf) est dans la moyenne du CEA alors que le taux de gravité (Tg) calculé sur le nombre de jours d'arrêt est nettement en dessous de cette moyenne.

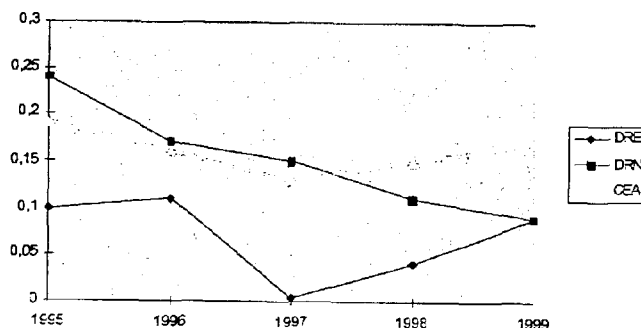
### ACCIDENTS DU TRAVAIL Taux de fréquence

	1995	1996	1997	1998	1999
DRE	5,8	7,3	1,9	6,2	6,5
DRN	5,9	6,4	5,3	6,1	3,8



### Taux de gravité

	1995	1996	1997	1998	1999
DRE	0,1	0,11	0,004	0,04	0,09
DRN	0,24	0,17	0,15	0,11	0,09



## C - QUALITE

Les "objectifs" en matière de qualité sont désormais intégrés dans les contrats d'objectifs des INB et du Département et les résultats en sont évalués lors des reportings de ces contrats.

### DEFINITION DU SYSTEME QUALITE

Le MAQ/DRN a été rendu applicable au DRE fin 1998, il a été rendu également directement applicable au DRE/SRG. Les unités DRE/SOR et DRE/SEROS disposent quant à elles de Manuels d'Assurance Qualité spécifiques mis à jour en 1997.

Le Plan d'Assurance Qualité de la STED pour la réalisation des colis de déchets radioactifs a été mis à jour en 1998.

Le Plan d'Assurance Qualité du SIREN a été modifié pour avoir une structure ISO 9000 en septembre 1999.

En outre, en 1999, les PAQ particuliers relatifs à la production de silicium dopé et à la production de radioéléments ont été établis.

### CONDUITE DES AFFAIRES

Après l'effort important de formation et d'information fait en 1998 sur la conduite des affaires, l'année 1999 s'est voulue une année de "mise en œuvre d'amélioration" dans la conduite des affaires avec notamment :

- La formalisation progressive de la nomination effective des chargés d'affaire et de leurs lettres de mission.
- L'élaboration d'un "guide" pour la conduite des affaires.

- La mise au point d'un "tableau de bord" permettant aux chargés d'affaires de suivre les aspects financiers de leurs activités.

### AUDITS QUALITE

Sur les 12 audits programmés au DRE en 1999, 9 ont été réalisés, les 3 autres ont été reportés en 2000.

### GESTION DOCUMENTAIRE

La procédure de gestion documentaire DRN est en cours d'élaboration ; elle permettra une harmonisation des pratiques. Dans les services, SEROS a procédé à une refonte de sa documentation, SRG a mis au point une procédure de maîtrise de la documentation et SIREN et SOR ont mis en place des catalogues méthodiques.

# COMMUNICATION

## □ Communication interne

Différents vecteurs sont utilisés pour favoriser la communication interne au sein du département ; on peut citer :

- L'Echo des Piscines
- des réunions à différents niveaux
- des manifestations particulières

### ☞ L'Echo des Piscines

C'est un bulletin d'information publié tous les 2 mois qui rassemble des informations techniques et administratives concernant les unités du département. Il est diffusé à tous les salariés du département par le canal de chaque service, ainsi qu'auprès de la DRN, des autres départements de la DRN, des Directions des Centres de Saclay et de Grenoble et auprès de la Direction de la Communication du CEA. En 1999, 6 numéros de 6 pages ont paru (n° 75 à 80) imprimés en quadrichromie.

### ☞ Réunions

- Deux Assemblées Générale du personnel ont eu lieu, l'une à Saclay le 28 septembre et l'autre à Grenoble le 30 septembre. Elles ont permis à M. J.P. LANGLOIS, Chef du Département de faire le point sur les programmes et activités de l'année.
- Conseil d'Unité du Département. Il s'est réuni trois fois sous la présidence du Chef de Département : les 19 janvier à Saclay, 2 juin à Grenoble et 26 octobre à Saclay.

### ☞ Manifestation particulière

Le premier Rallye Siloé, organisé par SRS les 5 et 6 juin et ouvert à tout salarié muni d'un engin roulant non motorisé et à leurs amis et familles, a rencontré

un grand succès malgré une météo peu favorable. L'objectif était de valoriser les nouvelles missions des équipes qui travaillent dans SILOE depuis l'arrêt du réacteur à travers un projet utilisant la dynamique de groupe sans oublier une information de tous sur les activités d'assainissement en cours.

## □ Communication externe

Le Département participe régulièrement aux actions de communication organisées par les Centres CEA en particulier les Rencontres CEA - Jeunes et les Journées Portes Ouvertes.

### ☞ Rencontres CEA - Jeunes

Le CEA accueille tous les ans dans ses laboratoires des collégiens de classe de 3ème. Les 18 et 19 mars, SIREN a accueilli 2 élèves du Collège de la Ville du Bois pour leur montrer les bases de la chimie, alors que SEROS faisait découvrir les métiers de l'exploitation d'un réacteur à 3 élèves du Collège St Sauveur de Ste Geneviève des Bois. A Grenoble, ce sont 12 collégiens qui ont participé aux ateliers organisés à SILOE sur les thèmes de l'informatique, d'internet, des réacteurs (maquettes et visite télévisuelle), de la découverte de la radioactivité et de la simulation de la conduite d'un réacteur électronucléaire.

### ☞ Journées Portes Ouvertes

A l'occasion de la Semaine de la Science, le Centre de Saclay a organisé des journées Portes Ouvertes les 23 et 24 octobre. OSIRIS et ORPHEE faisaient partie des points de visite (en collaboration avec le LLB dans le cas d'ORPHEE). Sur Grenoble, cette Semaine de la Science (18 au 22 octobre) a permis à 4 groupes de collégiens, 2 groupes de lycéens et 2 groupes de professeurs de visiter SILOE et de s'informer sur les activités d'assainissement qui y sont conduites.

## Ouverture du CEA au grand public

Dans le cadre de la grande opération d'ouverture des laboratoires du CEA décidée par la Direction Générale, les installations du DRE : OSIRIS, ORPHEE en collaboration avec le LLB et SILOE s'ouvrent au grand public environ une fois par mois depuis le mois de juin 1999. L'objectif est de mettre en contact les visiteurs et les ingénieurs ou chercheurs de manière à montrer les activités et les métiers du CEA présentés par ceux qui les exercent.

## Voyage de presse à SILOE

Organisé par la Direction de la Communication le 29 avril, ce voyage a concerné une douzaine de journalistes de la presse tant nationale que régionale. Deux chaînes de télévision et une radio étaient également présentes. L'objectif, qui était de montrer le programme d'assainissement du réacteur, action voulue comme exemplaire de la fin de vie d'une installation nucléaire, a été atteint par un retour très significatif de l'information dans les journaux présents.

## Publications et communications

Etude d'un spectre neutronique pour la thérapie par capture de neutrons.

COLOMB F., CARCREFF H., MORIN C., ERMONT G..

Rapport Scientifique DRN 1998

- Comprehensive nuclear fuel dosimetry program in OSIRIS reactor

ALBERMAN A., MORIN C., MARCHAND L., MARCAULT A..

10th Int. Symp. On Reactor Dosimetry OSAKA (Japon)  
du 12 au 17/09/1999.

- Application of dynamic neutron imaging in the earth science to determine viscosities and densities of silicate melts.

BAYON G., WINKLER B., KAHLE A., HENNION B., BOUTROUILLE P..

6th World Conf. On Neutron Radiography  
OSAKA (Japon) du 17 au 21/05/1999

- Qualification of high- density low-enriched  $U_3Si_2$  fuel for material testing reactor.

CHAUSSY J.M., BEYLOT J..

3rd Int. Topical Meeting on Research Reactor Fuel Management (ENS-RRFM).

BRUGES (Belgique) du 28 au 30/03/1999.

- Experimental method of neutron spectra determination with activation foils.

COLOMB F., CARCREFF H., MORIN C..

10th Int. Symp. On Reactor Dosimetry  
OSAKA (Japon) du 12 au 17/09/1999

- Irradiation needs in the 10 years coming.

JOLY C., AUCLAIR M., COUFFIN P..

3rd Int. Topical Meeting on Research Reactor Fuel Management (ENS-RRFM).

BRUGES (Belgique) du 28 au 30/03/1999.

- Neutron spectrum effect and damage analysis on pressure vessel steel irradiation behaviour.

PICHON C., BRILLAUD C., DEYDIER, ALBERMAN A., SOULAT P..

19th Symp. On Effects of Radiation on Materials.  
SEATTLE (Etats-Unis) du 16 au 18/06/1998.

- Some characteristics of neutrons capture autoradiography using photoluminescent imaging plates in the detection of  $^{10}B$  distributions in histological samples.

RANT J., GABEL D., BAYON G., LEHMANN, et Al.

6th World Conf. On Neutron Radiography.  
OSAKA (Japon) du 17 au 21/05/1999.



- Irradiation of full size UMo plates

VACELET H., SACRISTAN P., LANGUILLE A.,  
LAVASTRE Y., GRASSE M..

22th Int. Meeting on Reduced Enrichment for  
Research and test Reactors.

BUDAPEST (Hongrie) du 3 au 8/10/1999

## Archives

Dans la cadre des actions initiées par le Service des Archives du CEA et par la Mission Archives de DRN, des travaux de recensements, de tris, de rassemblement et d'identification d'archives très diverses accumulées dans tous les services ont débuté en 1999. En effet, à la suite de l'arrêt de SILOE, un besoin important de consultation d'archives est apparu pour prévoir le démantèlement de dispositifs expérimentaux. Les archivistes de DRN ont défini

les principes à mettre en œuvre pour trier et regrouper en un même lieu les archives tant de SILOE, de MELUSINE que des dispositifs. Un local unique a été aménagé pour rassembler tout ce qui concerne SILOE et les dispositifs dans le bâtiment SILOE. Les archives de MELUSINE seront traitées de la même manière en 2000 dans le bâtiment MELUSINE.

Sur Saclay le travail de rassemblement n'a fait que commencer à SIREN sur les dossiers concernant les expériences menées dans OSIRIS. Dans les archives de SEROS, concernant donc le réacteur seul, un tri a été effectué qui a permis d'envoyer au Service des Archives à Fontenay aux Roses, tous les documents qui avaient un caractère historique non lié directement au fonctionnement du réacteur.

# RELATIONS INTERNATIONALES

**L**es relations internationales du DRE recouvrent deux secteurs :

- celui des relations de collaboration, d'échange et d'information, avec des partenaires étrangers ou des organismes internationaux (EURATOM, AIEA, etc...),
- celui des relations contractuelles et commerciales, pour la fourniture de prestations d'irradiation à des clients étrangers.

## Relations avec les organismes internationaux

### Société Nucléaire Européenne (E.N.S.)

Cette société a organisé sa troisième réunion sur la gestion des combustibles de réacteurs de recherche (3d International Topical Meeting Research Reactor Fuel Management, R.R.F.M.) à Bruges (Belgique) du 28 au 30 mars 1999. Cette rencontre réunissait plus de 160 exploitants et industriels concernés.

Deux faits marquants sont à noter : les combustibles usés d'origine américaine sont en cours de reprise par les U.S.A. ; un nouveau type de combustible UMo est étudié tant aux U.S.A. qu'en France.

### Programme R.E.R.T.R. (Reduced Enrichment for Research and Test Reactors)

Le DRE a participé à la 22ème réunion de ce programme qui s'est tenu du 3 au 8 octobre 1999 à Budapest (Hongrie) dans le cadre du K.F.K.I. (Atomic Energy Research Institute). M. JOLY représentait le DRE. Le RERTR est une émanation du

DOE américain et mène les actions techniques associées à la politique américaine de non prolifération des matières nucléaires.

Les points importants présentés traitaient de la faisabilité de la récupération du Mo 99 à partir d'U faiblement enrichi, de la qualification en cours d'étude d'un combustible UMo chargé de 9 à 10gU/cm<sup>3</sup> et du retour possible au U.S.A. avant 2006 des combustibles usés.

### Dosimétrie des réacteurs

Le 10ème symposium sur la dosimétrie des réacteurs, du 13 au 15 septembre 1999 à Osaka (Japon), s'est tenu. MM. A. ALBERMAN et H. CARCREFF représentaient le DRE.

## Relations avec des organismes et des partenaires étrangers

### Europe

- Mise à disposition d'agents CEA auprès de l'Institut de Technologie Nucléaire (ITN) au Portugal.

Depuis le 1er septembre 1999, deux salariés du CEA rattachés au DRE ont été mis à disposition auprès de l'ITN au Portugal pour une durée de trois ans. Ces deux personnes apportent leurs compétences et leur concours auprès de l'équipe portugaise chargée du réacteur expérimental RPI (Réacteur Portugais d'Investigation) tant pour son exploitation que pour ses utilisations.

- La concertation entre le Centre d'Etudes Nucléaires belge (CEN-SCK) où est implanté le réacteur BR2, le Centre de Recherche Européen de Petten (Réacteur HFR) et le DRE, s'est poursuivie dans le but d'améliorer la coordination entre les réacteurs ainsi que l'utilisation des dispositifs d'irradiation. Une analyse comparative des dispositifs d'irradiation présents dans les 3 réacteurs a été réalisée.

### Hors Europe

Dans le cadre des accords généraux de collaboration

signés par le CEA, le DRE entretient un courant d'échanges régulier (visites, stagiaires, réunions techniques, etc...) avec de nombreux pays, notamment ceux du sud-est asiatique (Chine, Vietnam, etc...) et d'Amérique du Nord (Canada, Etats-Unis). Le DRE participe également au programme de collaboration et d'assistance apporté par le CEA au Maroc dans le cadre du projet de centre nucléaire de la Maamora et a accueilli un stagiaire marocain.

Les équipes d'ORPHEE ont participé à l'élaboration de l'offre de Technicatome pour la fourniture d'un nouveau réacteur de recherche en Australie (ANSTO).

Enfin, dans le cadre des accords CEA/DRN/CNNC (China National Nuclear Corporation), les échanges

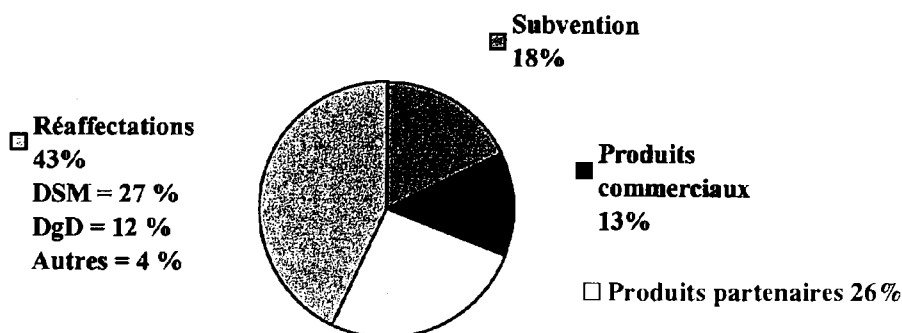
## LES FINANCES

**L**e budget pour 1999 s'est monté à 298 millions de francs. Les ressources proviennent de 4 sources : la principale est constituée par les réaffectations des autres directions opérationnelles du CEA dont les deux plus importantes sont la Direction des Sciences de la Matière (DSM) pour essentiellement le fonctionnement du réacteur ORPHEE et la Direction chargée de la Gestion des Déchets (DGD) pour tout ce qui concerne l'assainissement et les déchets. Les deux sources suivantes sont les produits issus des accords tri- et bi-partites avec EdF et FRAMATOME

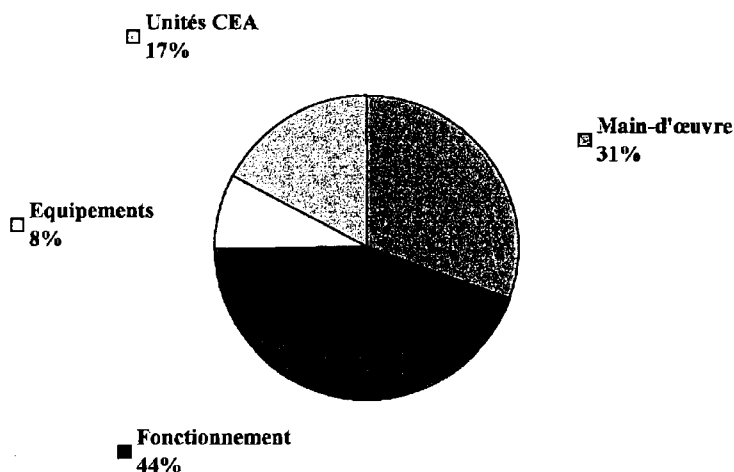
ainsi que le montant de la subvention DRN. Enfin près de quarante MF proviennent de produits commerciaux pour des prestations de service contractuelles telles que les irradiations de radioéléments ou le dopage de silicium.

Les dépenses en 1999 sont constituées par 4 postes dont les deux principaux sont les dépenses de fonctionnement (44%) et la main-d'œuvre (31%) ; les réaffectations négatives vers d'autres unités du CEA représentent 17% et l'investissement d'équipement 8%.

### RESSOURCES REALISEES = 298 MF



### DEPENSES REALISEES



# GLOSSAIRE

AECL	Atomic Energy of Canada Ltd
AIEA	Agence Internationale de l'Energie Atomique
ANDRA	Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs
ANSTO	Australian Nuclear Science and Technology Organisation
APRP	Accident par Perte du Réfrigérant Primaire
ARPES	Association of Radio-Pharmaceutical Producers and Equipment Suppliers
BEFE	Bloc d'Épuration et de Filtration d'Eau (à SILOE)
BR2	Réacteur Expérimental Belge situé à Mol
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique
CEN/SCK	Centre d'Etudes Nucléaires (Mol, Belgique)
CIS/BIO	Filiale de CEA/Industrie spécialisée dans les produits de médecine nucléaire
CNNC	China National Nuclear Corporation
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CSN	Cellule de Sûreté Nucléaire
DARPE	Demande d'Autorisation de Rejets et de Prélèvements d'Eau
DCS	Direction Centrale de la Sécurité
DEC	Département d'Etudes des Combustibles
DEIN	Département d'Electronique et d'Instrumentation Nucléaire
DER	Département d'Etudes des Réacteurs
DES	Département d'Etudes de Sûreté
DGD	Direction chargée de la Gestion des Déchets
DMT	Département de Mécanique et de Technologie
DOE	Département Of Energy (USA)
DRE	Département des Réacteurs Expérimentaux
DRN	Direction des Réacteurs Nucléaires
DSIN	Direction de la Sûreté des Installations Nucléaires
DSNQ	Direction de la Sûreté Nucléaire et de la Qualité
DT	Direction des Techniques Avancées
DTFA	Déchets de Très Faible Activité
DTP	Département de Thermohydraulique et de Physique
EDF	Electricité de France
ENS	European Nuclear Society
ETRR2	Egyptian Test and Research Reactor n°2
FA	Faible Activité
FRM2	Forschungszentrum Reaktor Munchen n°2 (Allemagne)
GEDRA	Gestion des Déchets Radioactifs (logiciel)

GIE/INTRA	Groupement d'Intérêt Economique/Intervention Robotique sur Accident
GPU	Groupe Permanent Usine
GQSE	Groupe Qualité Sûreté des Expérimentations
G3R	Groupe de Réflexion sur les Réacteurs de Recherche
HA	Haute Activité
HFR	High Flux Reacteur (Petten, Pays-Bas)
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INB	Installation Nucléaire de Base
INES	International Nuclear Event Scale (échelle de gravité)
IPSN	Institut de Protection et Sûreté Nucléaire
IRE	Institut des Radioéléments (Belgique)
ITN	Institut de Technologie Nucléaire (Portugal)
JEPP	Jour Equivalent à Pleine Puissance
LAMA	Laboratoire d'Analyse de Moyenne Activité
LLB	Laboratoire Léon Brillouin
LPS	Laboratoire Pierre Süe
MAD	Mise à l'Arrêt Définitif
MAQ	Manuel Assurance Qualité
MES	Maîtrise de l'Exploitation en Sécurité
MOX	Mixed Oxyde (combustible U-PuO <sub>2</sub> )
NaK	Eutectique Sodium Potassium
PAQ	Plan d'Assurance Qualité
RDS	Rapport de Sûreté
REI	Résines Echangeuses d'Ions
REP	Réacteur à Eau sous Pression
RERTR	Reduced Enrichment for Research and Test Reactors
RGE	Règles Générales d'Exploitation
RJH	Réacteur Jules Horowitz
RPI	Réacteur Portugais d'Investigation
RRFM	Research Reactor Fuel Management
SEROS	Service d'Exploitation du Réacteur Osiris
SIREN	Service d'Irradiations en Réacteur et d'Etudes Nucléaires
SOR	Service d'Exploitation du Réacteur Orphée
SPRSE	Service de Protection contre les Rayonnements et de Surveillance de l'Environnement
SRG	Service des Réacteurs de Grenoble
SRMA	Service des Recherches Métallurgiques Appliquées
STED	Station de Traitement des Effluents et Déchets
STMI	Société des Techniques en Milieu Ionisant
TCR	Tableau de Contrôle des Rayonnements
TFA	Très Faible Activité
THE	Très Haute Efficacité

UAl	Combustible Uranium Aluminium
UMo	Combustible Uranium Molybdène
UO <sub>2</sub>	Combustible Oxyde d'Uranium
VVER	Filière russe de réacteurs à eau sous pression

Crédits photographiques :  
CEA, Antoine Gonin, Artechnique





# WORLDWIDE