



COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES
JOINT RESEARCH CENTRE
PETTEN ESTABLISHMENT

—
HFR Division

Petten, 4.6.1982

PvdH/bdh/80429

MEMORANDUM TECHNIQUE

IT/82/1984

EUROS

Systeme Européen de mise en capsule télémanipulée

J. Konrad

D. Pithan

P. von der Hardt

Division HFR

Centre Commun de Recherche (EURATOM)

P.O. Box 2

1755 ZG PETTEN (N.H.), Pays-Bas

Présenté au Group CEC (EURATOM)

"Laboratoires chauds et télémanipulation"

Réunion plénière, MOL, 10 et 11 juin 1982

SOMMAIRE

Le CCR PETTEN construit actuellement un nouvel équipement en cellule chaude pour l'assemblage télémanipulé de capsules d'irradiation avec aiguilles pré-irradiées de réacteurs rapides.

Les aiguilles d'une longueur hors tout de 1.600 mm au maximum, ayant accumulé un certain taux de combustion dans un surgénérateur rapide, sont montées dans des capsules d'irradiation standard HFR qui sont ensuite fermées par deux soudures (double étanchéité), remplies de sodium ou de NaK, scellées et essayées du point de vue étanchéité.

La communication donne un aperçu de l'état d'avancement des travaux, du processus télémanipulé et de l'équipement mis en oeuvre.

EUROS, European Remote encapsulation Operating System

ABSTRACT

JRC Petten currently builds a new hot cell facility for the remote encapsulation of pre-irradiated fast breeder reactor fuel pins. LMFBF pins with a maximum of 1600 mm overall length, with a certain burn-up accumulated in a fast breeder reactor, are assembled into a standard HFR irradiation capsule, which is then closed by two welds (double containment), filled with sodium or NaK, sealed and leak tested. The paper summarizes the present status of the work and provides an outline of the process of the remote encapsulation and the in-cell equipment.

TABLES DE MATIERES

SOMMAIRE (ABSTRACT)

1. INTRODUCTION
 - 1.1 CCR Petten
 - 1.2 Programme HFR
2. LABORATOIRES CHAUDS ET TELEMANIPULATION DANS LE CADRE DU PROGRAMME HFR
 - 2.1 Cellules Chaudes
 - 2.1.1 Cellule de démantèlement
 - 2.1.2 Cellules Pb au LSO
 - 2.1.3 Cellules ECN au LSO
 - 2.2 Télémanipulation
3. LE PROJET EUROS
 - 3.1 Idée de base
 - 3.2 Installations
 - 3.2.1 Cellule blindée au LSO
 - 3.2.2 Boîte alpha
 - 3.2.3 Cadre de manipulation
 - 3.2.4 Four
 - 3.2.5 Dispositifs de soudage
 - 3.2.6 Circuit Na
 - 3.2.7 Circuits de gaz et de vide
 - 3.2.8 Tableau de commande
 - 3.2.9 Systèmes d'asservissement
 - 3.2.10 Conteneurs et appareillage auxiliaire
 - 3.3 Manipulations
 - 3.3.1 Préparation du matériel
 - 3.3.2 Mise en place de la capsule (non active)
 - Introduction
 - Raccordement
 - Essais

- 3.3.3 Montage et soudage du porte-échantillon (enceinte intérieure)
- 3.3.4 Essais d'étanchéité, remplissage Na, fermeture
- 3.3.5 Montage et soudage de la capsule extérieure
- 3.3.6 Essais, préparation au transfert, transport au bâtiment HFR
- 3.4 Aspects de sûreté
 - 3.4.1 Contamination alpha
 - 3.4.2 Blindage bêta-gamma
 - 3.4.3 Feu sodium
 - 3.4.4 Scénarios de secours
- 3.5 Etat d'avancement et prévisions
- 4. REFERENCES

1. INTRODUCTION

1.1 CCR Petten

Le Centre Commun de Recherche (CCR) a été créé en tant que centre de recherche nucléaire par le traité instituant l'Euratom. Il a commencé à fonctionner en 1960/1961.

Depuis le début des années 70, le champ d'activités du CCR a été étendu à différents domaines présentant de l'intérêt pour la Communauté européenne. Le CCR effectue maintenant des recherches sur les techniques énergétiques nouvelles, étudie un certain nombre de problèmes écologiques et apporte son soutien aux activités de la Commission européenne dans des secteurs aussi divers que l'informatique et la protection des consommateurs.

Depuis septembre 1981, le CCR fait partie de la Direction Générale XII (Science, Recherche, Développement) de la Commission.

Au total, les quatre établissements constituant le Centre - Geel en Belgique, Ispra en Italie, Karlsruhe en Allemagne et Petten aux Pays-Bas - emploient plus de 1.800 agents scientifiques et techniques et quelques 450 agents administratifs.

Le programme 1980-1983 du CCR couvre six grands domaines de recherches:

- sûreté nucléaire et cycle du combustible;
- énergies nouvelles;
- étude et protection de l'environnement;
- mesures nucléaires;
- soutien spécifique des activités sectorielles de la Commission;
- exploitation des grosses installations, et en particulier du réacteur à haut flux (HFR) de Petten.

L'Etablissement de Petten, situé dans le nord des Pays-Bas, est spécialisé dans la recherche sur les matériaux /1/. Son réacteur d'essai des matériaux à haut flux de neutrons compte au nombre des plus grandes installations d'irradiation de la CE /2/ et figure toujours en 1982 à l'un des premiers rangs de la liste mondiale des réacteurs d'essai des matériaux. Indépendamment des tâches accomplies pour les Etats membres intéressés, l'excédent de capacité d'irradiation est mis contre paiement à la disposition d'utilisateurs extérieurs, et le Centre collabore avec la plupart des centres de recherches nucléaires existant dans la CE.

1.2 Programme HFR /3/, /4/

L'exploitation du Réacteur à Haut Flux (HFR) de Petten par le CCR représente une prestation de services aux Etats membres et aux industries de la CE pour la réalisation de leurs programmes de recherches nucléaires.

En 1981, le taux moyen d'occupation du HFR par des expériences d'irradiation a atteint 77%. Ce chiffre constitue un record par comparaison aux autres réacteurs d'essai des matériaux. Le HFR sert à des expériences dans le domaine de la sûreté des réacteurs, à des essais sur combustibles de type avancé pour réacteurs à haute température et réacteurs rapides et à des essais de performance des éléments de combustible pour réacteurs à eau légère. Son flux neutronique particulièrement élevé permet de réaliser des essais de comportement et d'efficacité des matériaux utilisés dans la construction de réacteurs de tous types.

Pour plus de détail, voir une série d'articles sur les irradiations pour le réacteur à gaz à haute température et pour le surgénérateur rapide /5/ ainsi que les contributions HFR aux conférences de Salt Lake City (12-15 avril 1982) et de Grenoble (28-30 septembre 1982).

2. LABORATOIRES CHAUDS ET TELEMANNIPULATION DANS LE CADRE DU PROGRAMME HFR

2.1 Cellules chaudes

2.1.1 Cellule de démantèlement /6/

Une cellule de dimensions internes de 2,2 m x 2,4 m x 3,16 m /L x P x H/ est installée sur la piscine latérale de réacteur. Son blindage (fonte, 50 cm) est conçu pour 0,1 MCi de 1 MeV. La cellule "DM" sert principalement au démontage/découpage de dispositifs d'irradiation et à la préparation des transport de déchets radioactifs d'un côté et d'échantillons vers les examens post-irradiatoires, d'un autre côté.

2.1.2 Cellules plomb au LSO

Le CCR PETTEN loue une certaine surface de travail dans le complexe des laboratoires chauds (LSO) du Centre néerlandais de recherches d'énergie (ECN). Il y a installé trois petites cellules d'essais mécaniques (G4, G5, G6) et une grande cellule polyvalente (H).

Les petites cellules "G" sont utilisées, après leur transformation depuis l'examen de combustible HTGR /7/, pour l'examen intermédiaire et la remise en capsule d'irradiation d'échantillons en graphite et en acier.

C'est la transformation de la grande cellule "H" qui fait l'objet de la présente communication.

2.1.3 Cellules ECN au LSO /8/

Le complexe des laboratoires chauds (LSO) du Centre néerlandais (ECN) comprend, entre autre

5 cellules en béton

10 cellules en plomb

les ateliers, aires et piscine de stockage zones d'entrée/sortie etc. normalement associés aux laboratoires chauds.

L'utilisation couvre à % des activités en relation avec l'exploitation du réacteur HFR, dont % sous contrats émis par le CCR Petten.

2.2 Télémanipulation

L'exploitation d'un réacteur d'essai de matériaux, tel que le HFR PETTEN, implique naturellement la télémanipulation de tout genre. Mis à part les travaux en cellule chaude, les piscines du réacteur se prêtent à un nombre d'examen non-destructifs, à savoir

- neutronographie /9/,
- profilométrie et essais au courant de Foucault,
- chargement/déchargement en capsules d'irradiation,
- examen visuels

3. LE PROJET EUROS

3.1 Idée de base

Le cycle: irradiation - déchargement - examen intermédiaire - rechargement - irradiation intéresse plusieurs projets de recherche. Il est pratiqué au HFR PETTEN pour le combustible LWR (depuis 1975), pour le graphite (depuis 1979) et pour l'acier (à partir de 1983). Un projet d'étude pour le combustible IMFBR fut lancé en 1976 basé sur un besoin prévisible des programmes concernés de soumettre des aiguilles pré-irradiés en réacteur rapide à des transitoires de puissance.

Une installation d'assemblage en cellule est exploitée au centre de Hanford (E.U.) et les solutions fondamentales (mise en capsule standard avec remplissage au métal liquide) ont été "copiées". Le premier avant-projet qui proposait la cellule de démantèlement comme enceinte de travail fut abandonné en 1977 (voir paragr. 3.5) au profit de la cellule "H" (EXOR voir fig. 1).

3.2 Installations

3.2.1 Cellule blindée au LSO

Le blindage de la cellule "H", en plomb de 25,4 cm, délimite la place de la boîte alpha (3,3 m x 2,3 m x 1,3 m). Une porte glissante donne accès à l'accouplement étanche de conteneurs de transport (fig. 2 et 3).

3.2.2 Boîte alpha

La boîte, en acier inox, a subi d'importantes modifications. Dans ce but, elle a été démontée de son blindage bêta-gamma, décontaminée, et installée dans le hall technologie (fig. 4 et 5).

Les modifications principales sont les suivantes:

- découpe de la plaque de base et ajoute d'une "cuve" par soudure,
- montage d'une porte étanche (système SYNTAS)
- pénétrations et raccords pour les lignes d'asservissement,
- placement des équipements et outils décrits dans les paragr. suivants

3.2.3 Cadre de manipulation (fig. 6)

Le cadre mobile supporte le four (voir ci-dessous) avec la capsule d'irradiation. Il pivote dans un chariot à mouvement horizontal installé dans la boîte alpha (fig. 7).

3.2.4 Four

Le four 5,0 kW (fig.8) est utilisé pour dégazer la capsule avant remplissage Na, à 250°C, et pendant le remplissage (120°C).

Il est équipé de 4 thermocouples pour le contrôle du champs des températures.

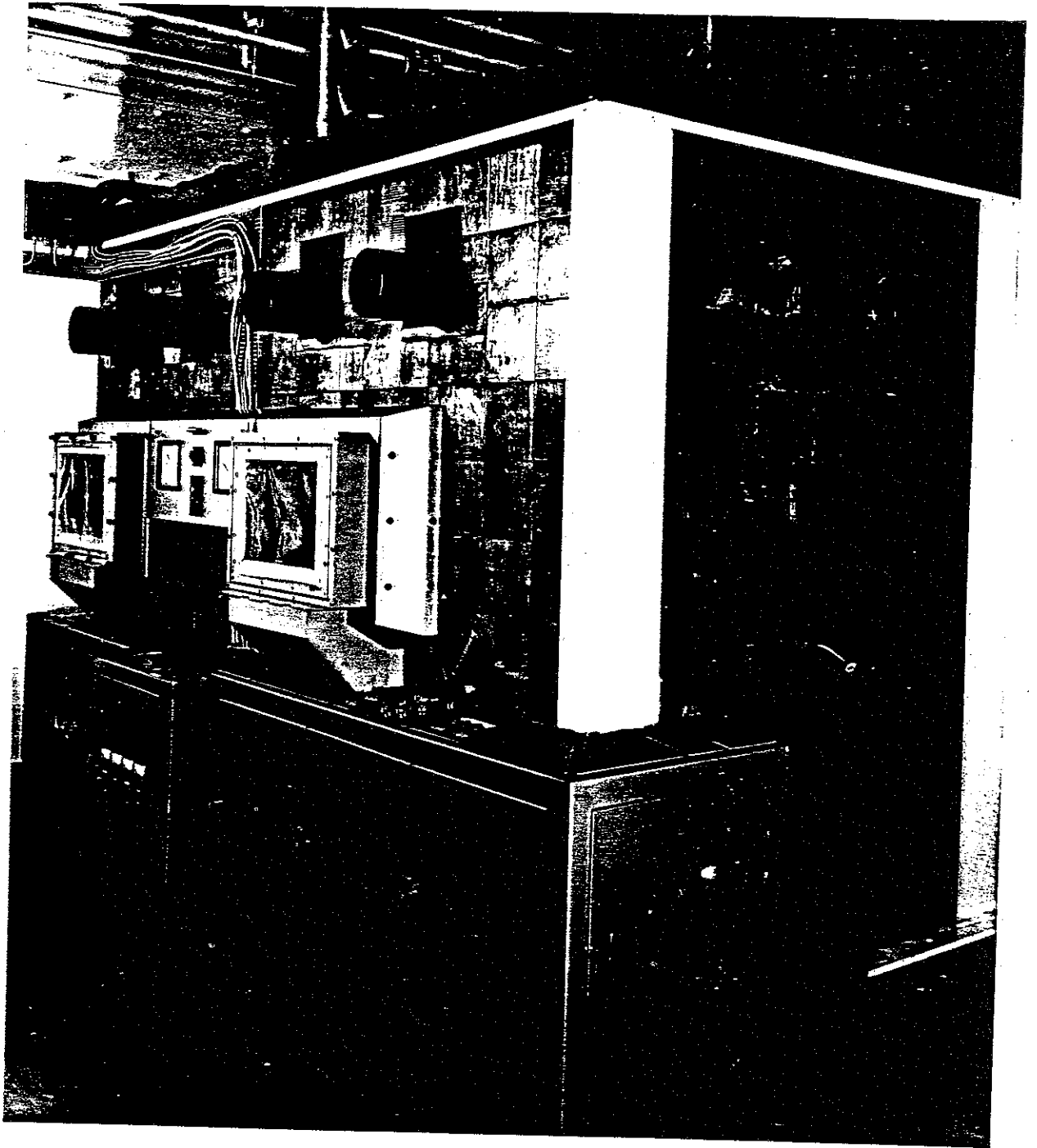


Fig. 1 Cellule "H"

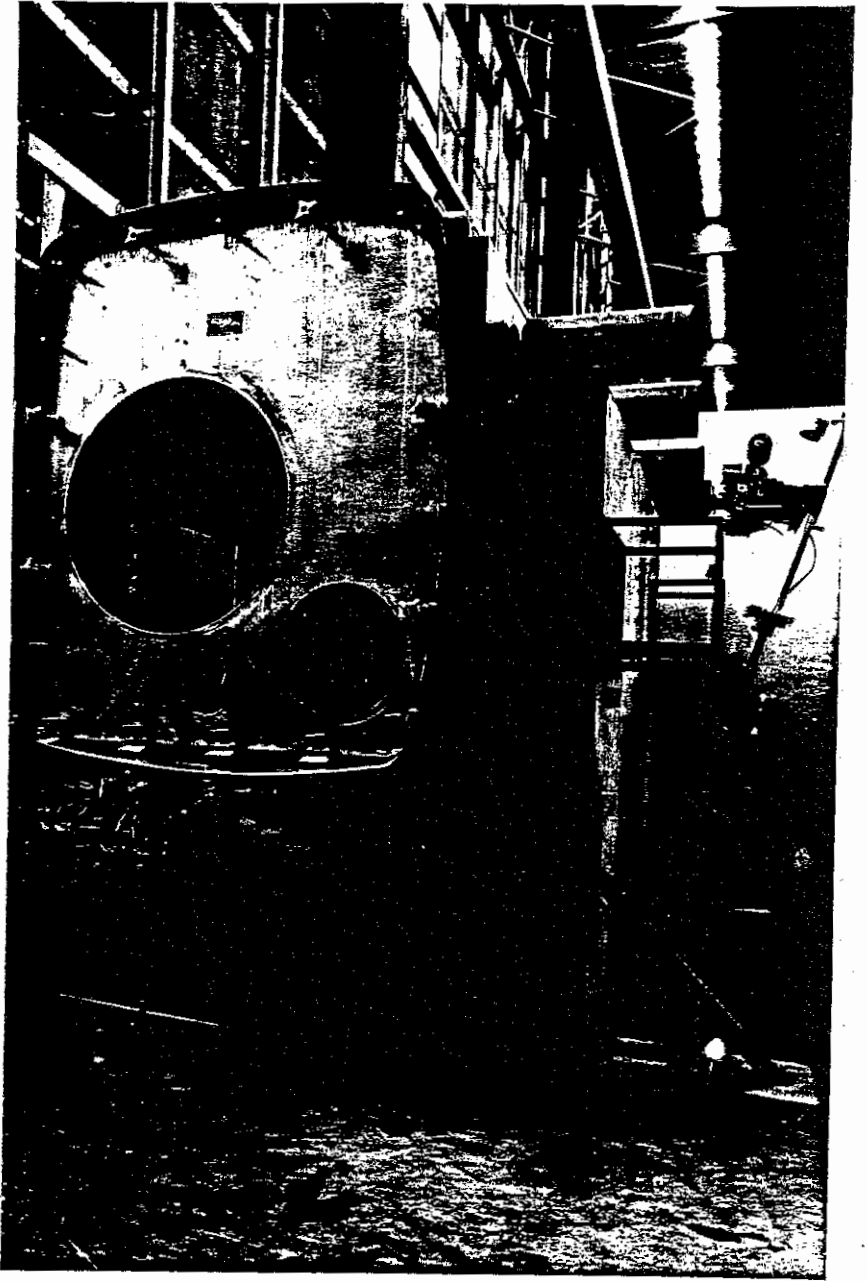


Fig. 4 Boite alpha

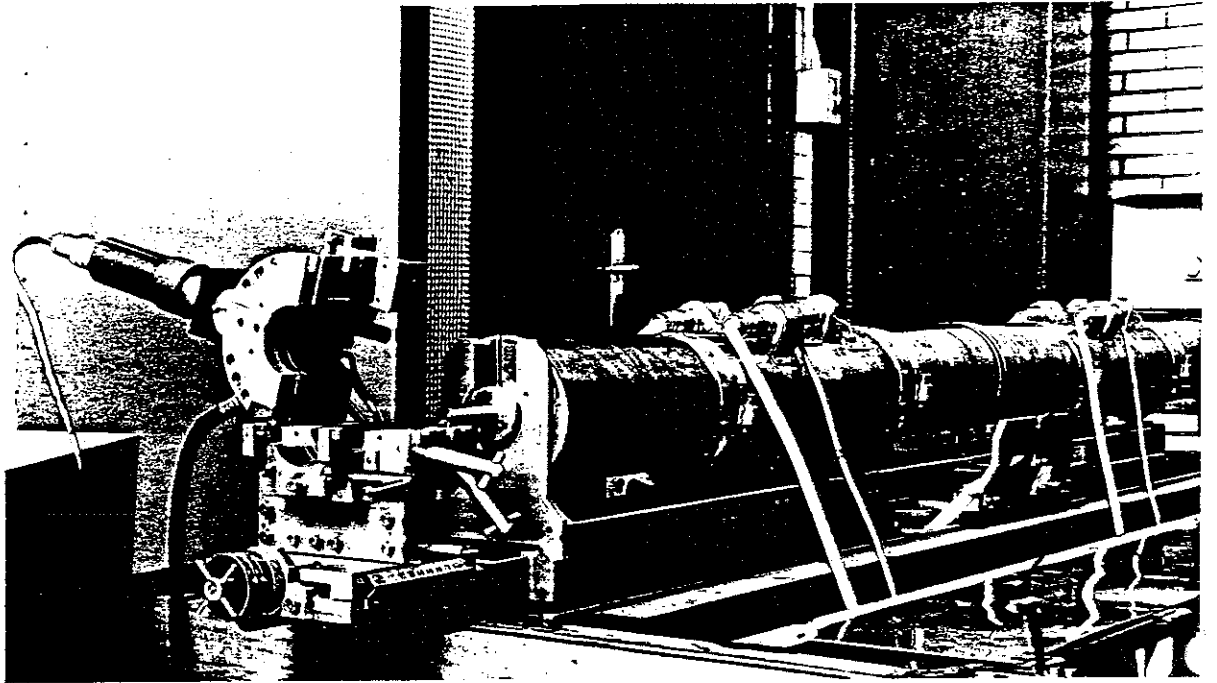


Fig. 6 Cadre de manipulation avec four

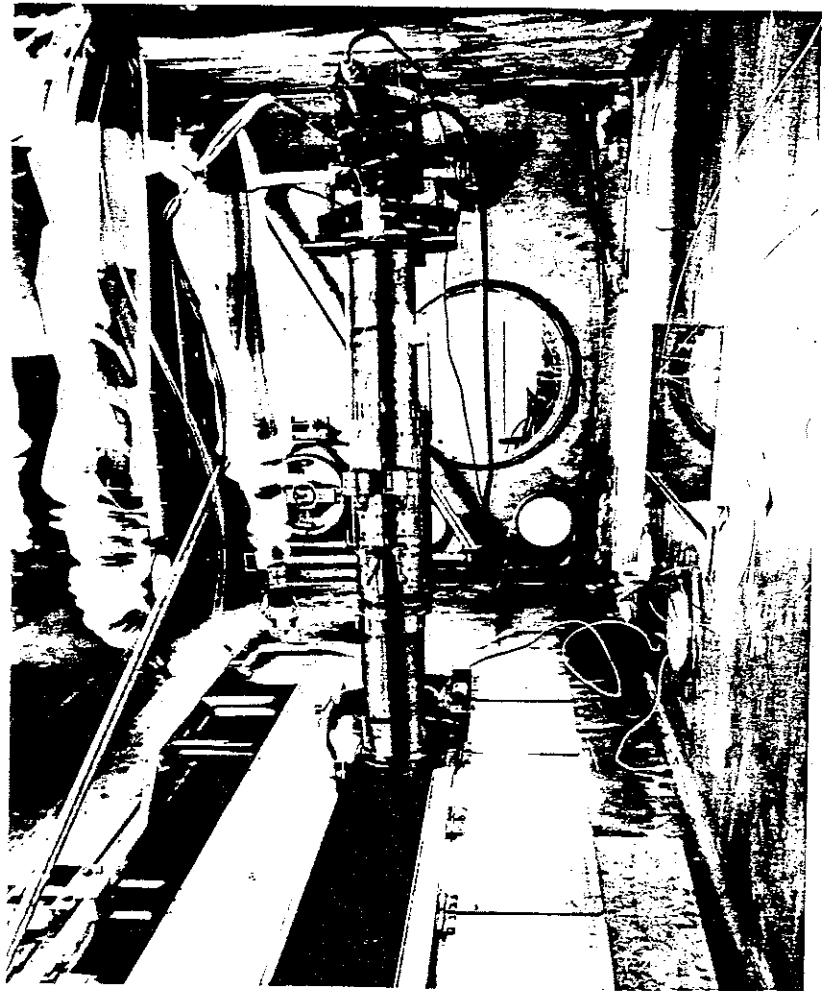


Fig. 7 Intérieur de la boîte alpha

3.2.5 Dispositifs de soudage

Les opérations de soudage nécessaires au cours de l'assemblage sont

- deux soudures circulaires d'environ 11 et 20 mm de diamètre dans de l'acier inoxydable de 0,5 mm d'épaisseur (bouchons interne et externe)
- soudures de fermeture des tubes utilisés lors du remplissage en métal liquide.

On se sert d'une tête rotative (fig. 9) pour souder les bouchons et d'un porte-électrode spécial (fig.11) pour fermer les tubes de remplissage. Les procédés de soudage sont contrôlés à partir d'un régulateur programmable (fig.10).

3.2.6 Circuit Na

Un boîtier chauffé au moyen d'air chaud pulsé contient deux vases en verre (fig.12). L'un est rempli d'un volume calibré de Na ou de NaK, l'autre reçoit le "trop-plein" à partir de la capsule.

3.2.7 Circuits de gaz et de vide

Une pompe à vide est installée en-dessous de la boîte alpha. Elle sert principalement au nettoyage de la capsule et des tuyauteries Na avant le remplissage. Un raccordement Ar est utilisé pour "chasser" le métal liquide du réservoir dans la capsule. Les torches de soudage sont équipées de leur propre conduite d'argon. Le volume interne de la boîte alpha est raccordé au système de ventilation ISO, avec un circuit N_2 anti-incendie.

3.2.8 Pupitre de commande

Un pupitre, avec les boutons de commande et les lampes de signalisations se trouve devant la cellule. Le pupitre est réalisé de telle façon que les plaques avec connections sont interchangeable. En plus du pupitre une armoire mobile avec les instruments de réglages et de contrôles de l'installation se trouve à côté de la cellule. Un emplacement est prévu pour les instruments de sécurités et d'alarmes. Le branchement des alarmes conventionnelle est réalisé directement sur le système du ISO.

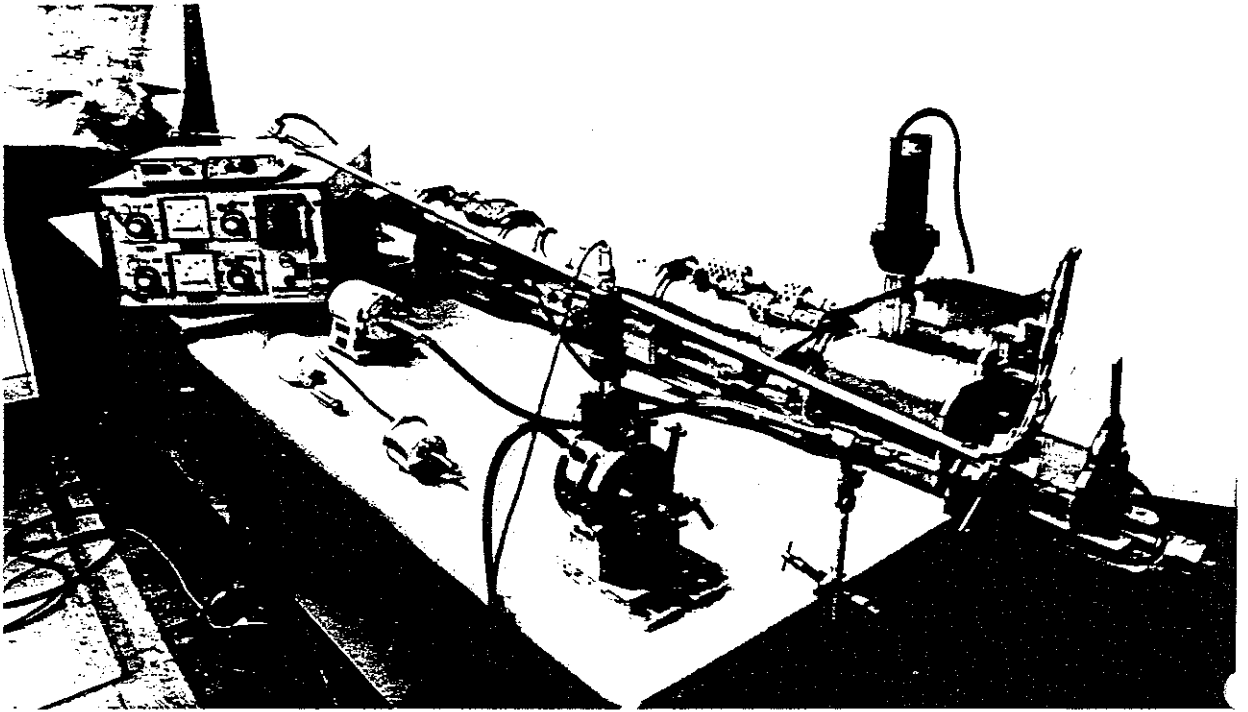


Fig. 8 Four

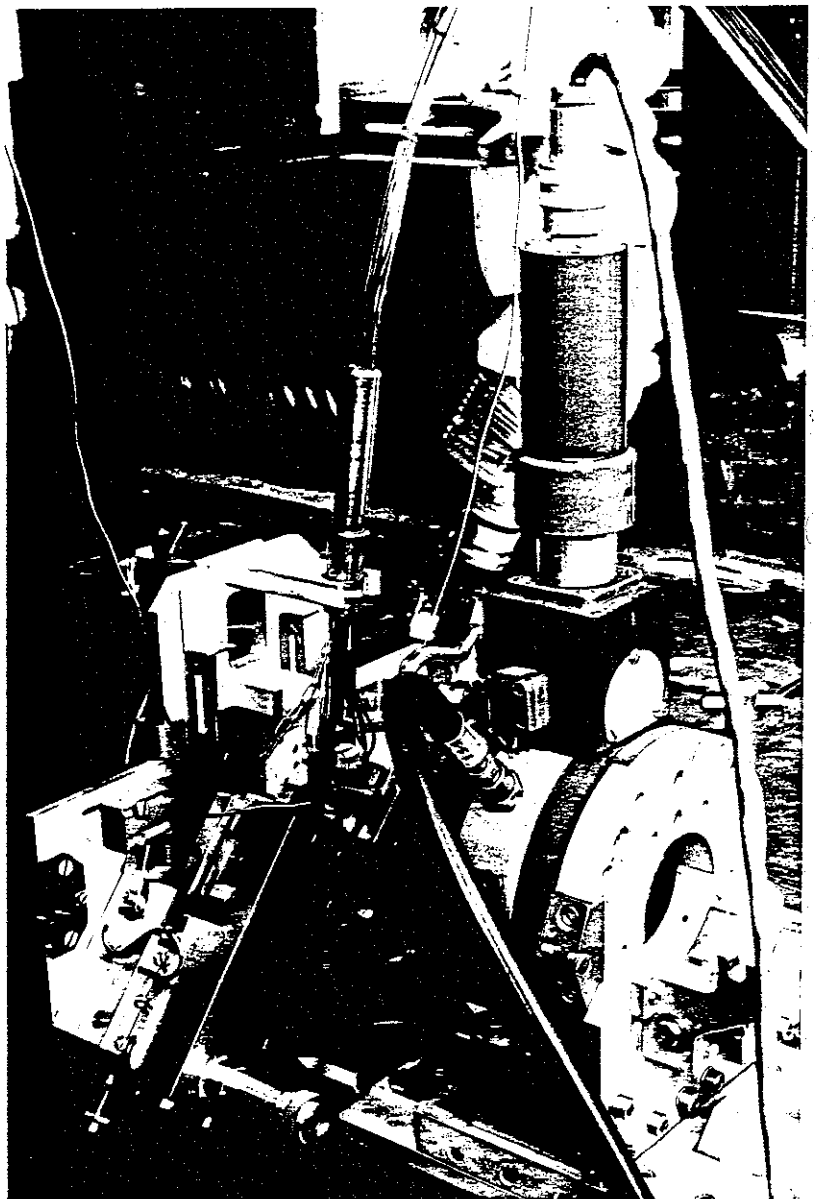


Fig. 9

Tête de soudage rotative

Fig. 10

Générateur de soudage

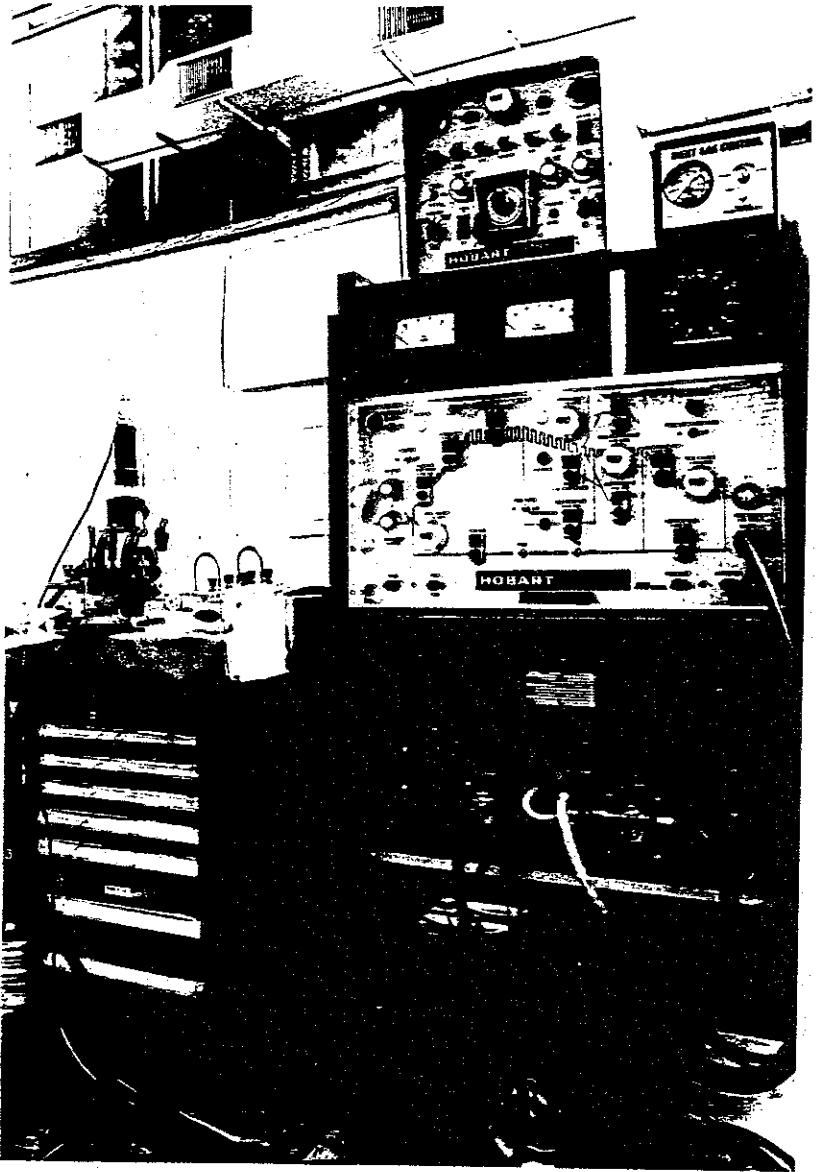
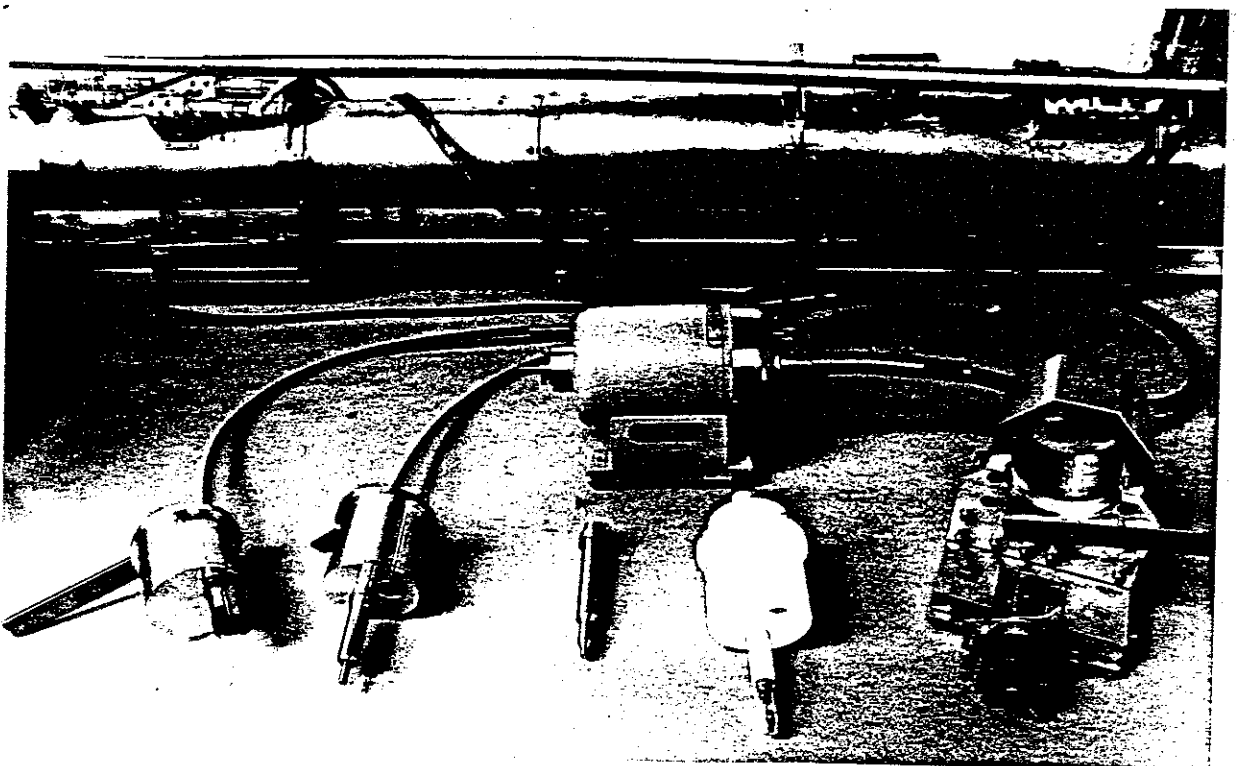


Fig. 11

Porte-électrode spécial



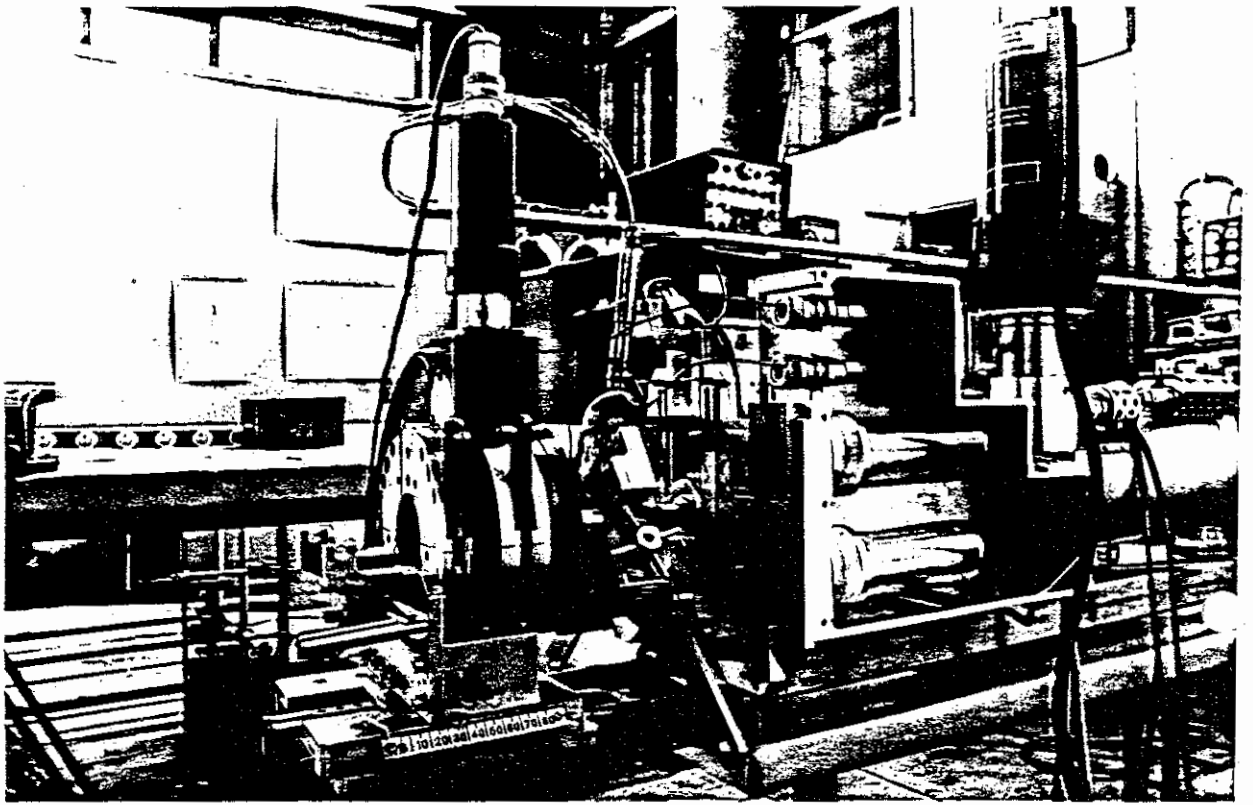


Fig. 12 System de remplissage de sodium (ouvert)

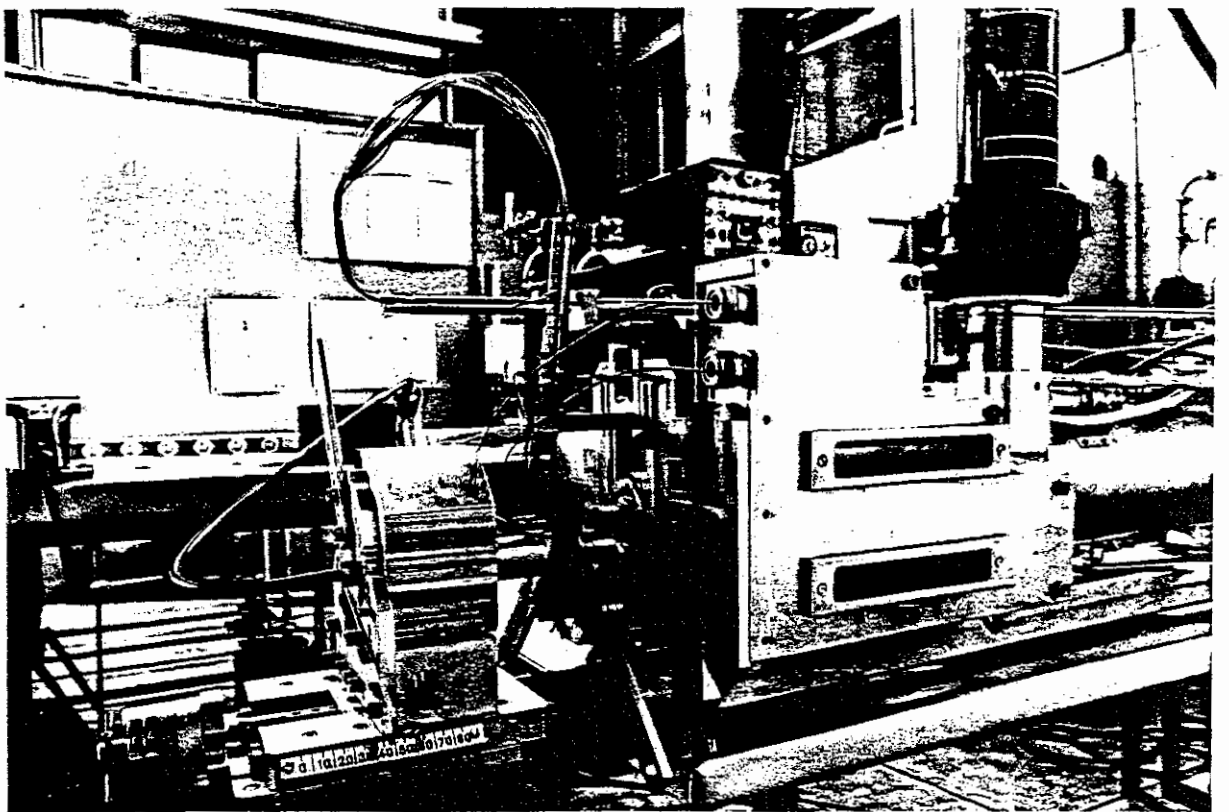


Fig. 13 System de remplissage de sodium (fermé)

3.2.9 Systèmes d'asservissement

Les circuits, partiellement déjà mentionnés dans les paragraphes précédents, sont

- ventilation et système de rinçage à l'azote,
- éclairage (6 lampes à 400 W), tot.
- lignes d'argon pour les torches de soudage et pour le dispositif de remplissage Na(K),
- thermocouples (four, boîtier Na, capsule, ambiance boîte)
- alimentation du four principal et du chauffage du boîtier Na,
- alimentation des torches de soudage,
- alimentation de divers moteurs de servo-commande
- circuits d'alarme (pression et débit de ventilation/azote, activité, températures)
- alimentation électrique générale.

3.2.10 Conteneurs et appareillage auxiliaire

Des conteneurs blindés sont requis pour les opérations suivantes:

1. transport de l'aiguille irradiée (des aiguilles irradiées) à PEITEN
2. introduction de l'aiguille dans la cellule EUROS
3. transfert de la capsule d'irradiation, chargée de l'aiguille, du laboratoire chaud vers la piscine du réacteur
4. transfert de la capsule irradiée de la piscine du réacteur ou de la cellule de démantèlement vers le laboratoire chaud,
5. transport de l'aiguille (des aiguilles) vers le laboratoire d'origine

L'opération 2 est possible avec le conteneur ILONCA (fig.14) qui pourrait également servir pour les étapes 1 et 5. C'est pour le transfert 3 (éventuellement 4) qu'un conteneur spécial a été construit (fig.15) avec son support avec ajustement X-Y-Z.

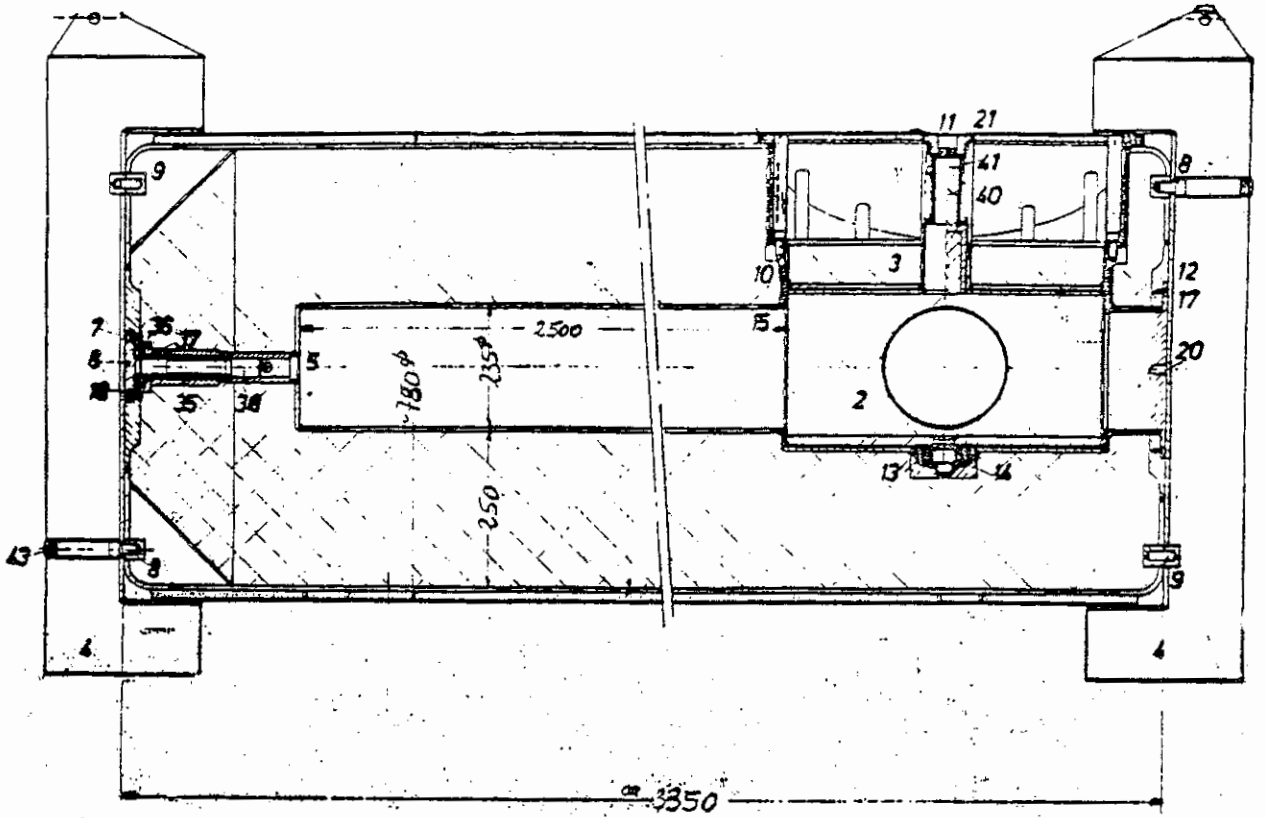


Fig. 14 Conteneur IONCA

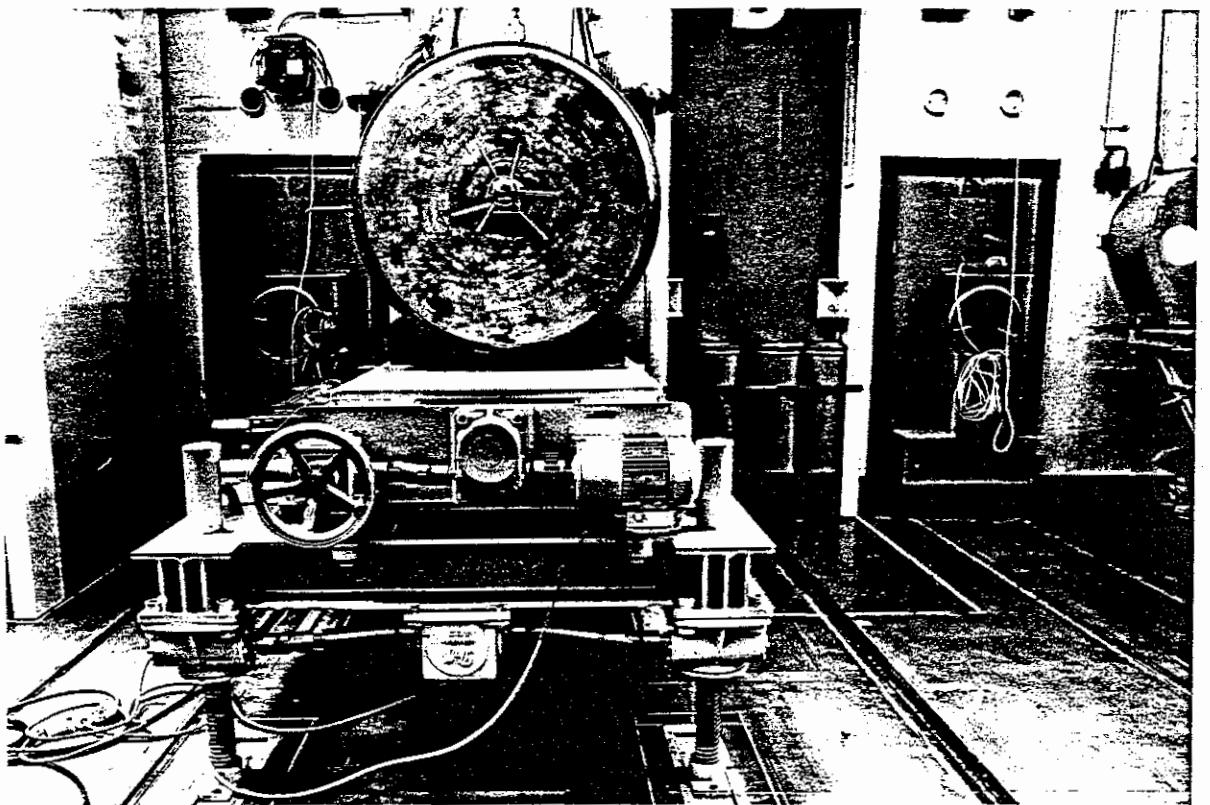


Fig. 14a Conteneur plus support IONCA

3.3 Manipulations

3.3.1 Préparation du matériel

a. Capsule

Avant introduction de la capsule dans la cellule toutes les pièces doivent être nettoyées et contrôlées dans leur fonctionnement.

b. Aiguille

L'aiguille irradiée, sera déchargée dans une cellule chaude du LSO. Les critères pour l'acceptation de l'aiguille pour ré-encapsulation dans le cadre du projet sont les suivants:

1. La contamination alpha de l'aiguille ne doit pas dépasser les valeurs suivantes: cont. max. admis. alpha 10^{-5} $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$. Afin d'éviter une contamination de la cellule et des problèmes de transfert de chaleur la fixation de la contamination ne devrait pas être tolérée (voir 3.4).
2. L'aspect extérieur de l'aiguille ne doit pas montrer de déformation ni de dommage ou un fléchissement trop important. Chaque aiguille doit être accompagnée d'un certificat avec les informations suivantes: état général de l'aiguille (diamètre, longueur etc.) informations sur la contamination mesurée. Chaque aiguille sera, avant l'introduction dans la cellule EUROS soumise à des contrôles visuels et à des tests de contamination.
3. Conteneur
Trois conteneurs de transport, de type différent ont été acquis pour le projet.
Conteneur interne Fig.16a Ce conteneur sert au transfert de l'aiguille des cellules LSO à la cellule EUROS.
Conteneur EUROS. Fig.15 sert au transfert de la capsule soudée et testée vers le réacteur.
Conteneur ILONCA. Fig.14 Ce conteneur avec son intérieur utile de 2500 mm de longueur et son certificat d'agrément de type B sera utilisé dans le cas d'une contamination dans la cellule EUROS ou pour le transport vers le laboratoire d'origine de l'aiguille.
4. Cellule
voir paragr. 3.2

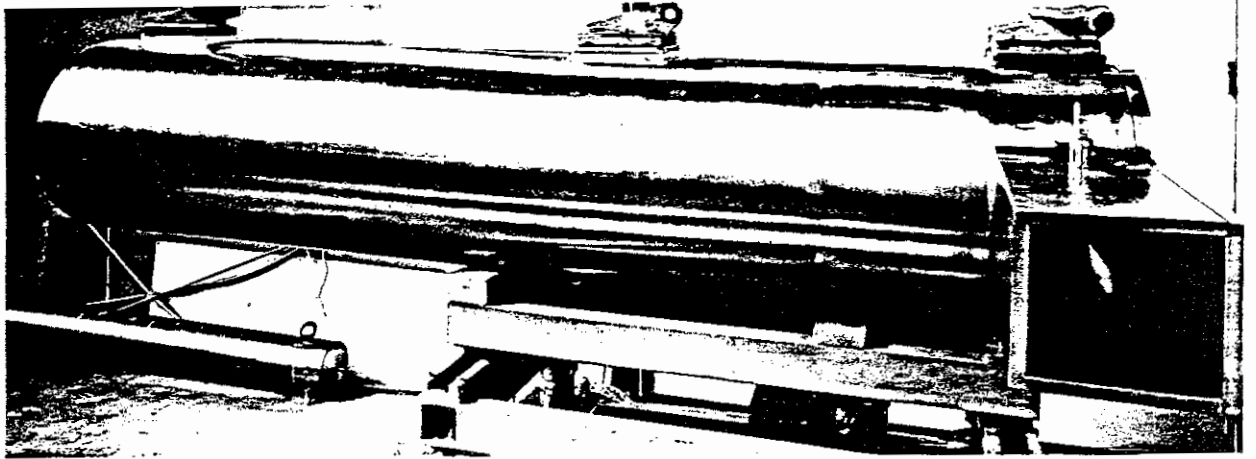


Fig. 15 Conteneur EUROS

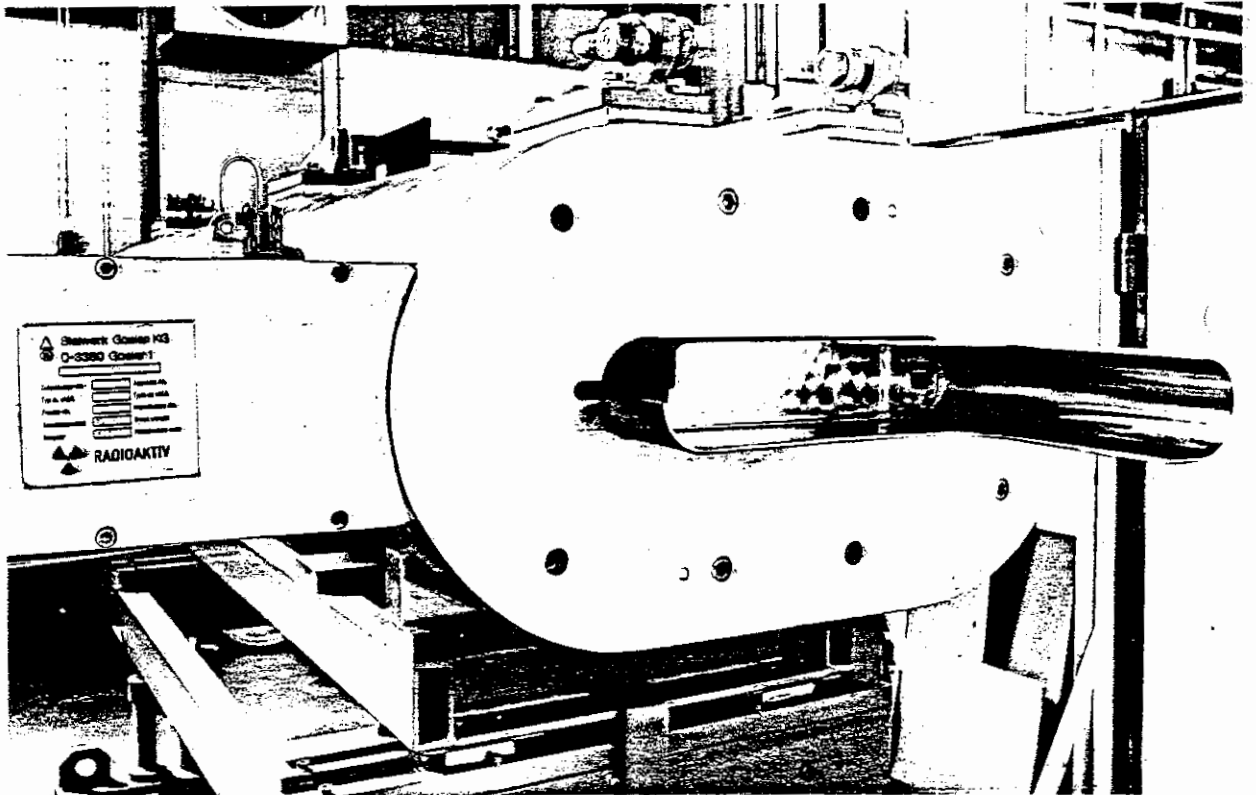


Fig. 15a Conteneur EUROS (ouvert)

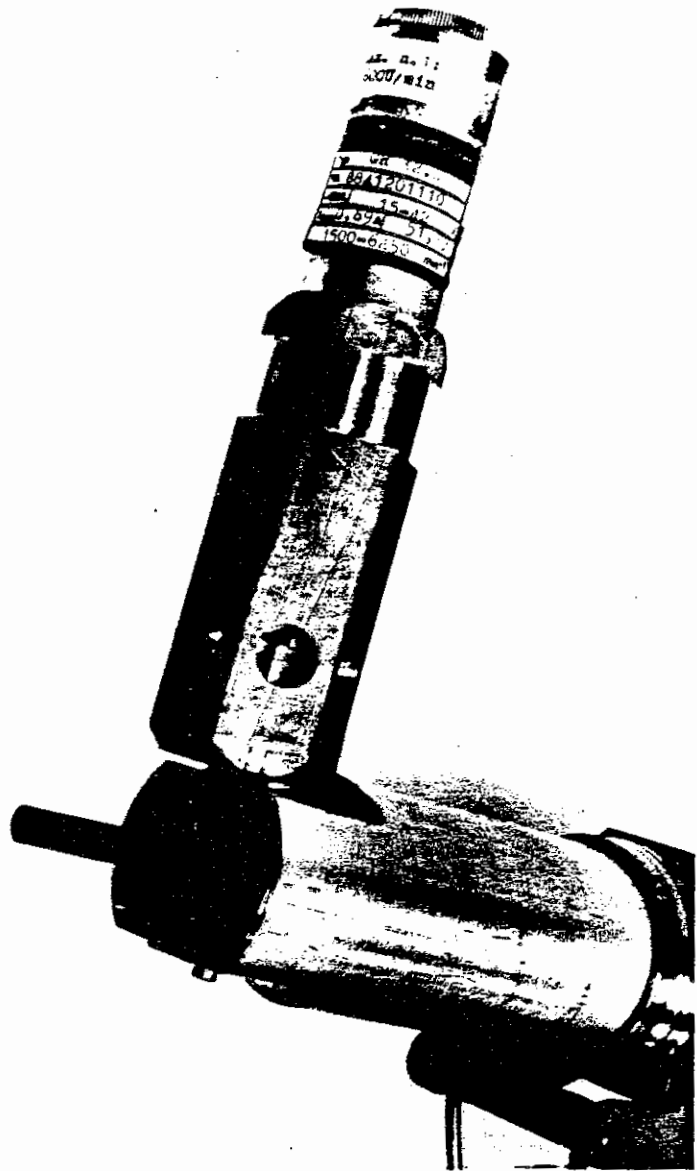


Fig. 16 Conteneur interne ALPHA

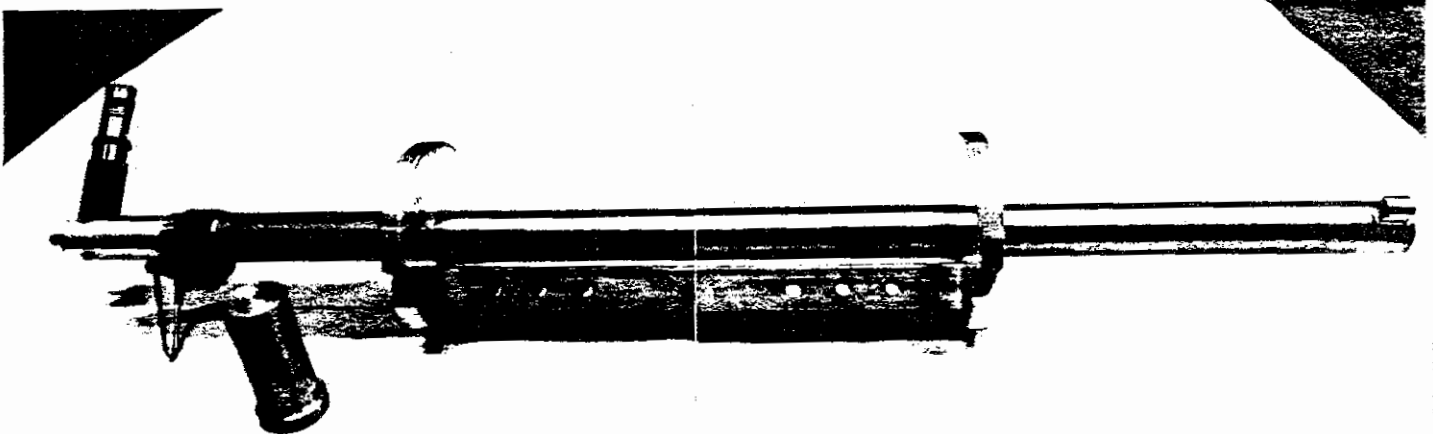


Fig. 16a Conteneur interne ALPHA (position de transfert)

3.3.2 Mise en place de la capsule (non active)

a. Introduction

L'introduction de la capsule dans la cellule EUROS se fera avec la porte bêta-gamma ouverte et la porte alpha ouverte. La capsule avec son instrumentation, testée voir 3.3.1 est placée manuellement dans son logement. Après avoir fermé le four autour de la capsule, vérifier la bonne mise en place de tous les accessoires telsque tête de soudage et la système de remplissage de sodium ou NaK.

b. Raccordement

Une fois la capsule en place les thermocouples et les tubes pour le remplissage de sodium sont raccordés. Ces raccordements ce feront directement, à l'aide de raccords télémanipulables, sur une boite de connection se trouvant dans la cellule.

c. Essais

Avant de fermer les portes de la cellule un dernier essai de fonctionnement est exécuté. Cet essai comporte: vérification des branchements des thermocouples et mini-tubes, contrôle du four, vérification des paramètres du système de soudage. Après avoir tous vérifié et contrôlé a l'aide d'une check list, les portes alpha et bêta-gamma seront fermées.

Mise en place de l'aiguille dans la capsule.

L'aiguille est placée dans le conteneur interne alpha (Fig.16) et transférée, dans un conteneur de transfert des cellules chaudes a la cellule EUROS. Le conteneur alpha sera placé dans un logement se trouvant sur le support de la tête de soudage. A l'aide d'un moteur l'aiguille sera chassée du conteneur et entrée sans être touchée par manipulateurs dans le porte-échantillon.

3.3.3 Soudage du porte-échantillon (enceinte intérieure)

Après avoir placée l'aiguille le porte-échantillon est fermé par un bouchon vissé par manipulateur et soudé circonférentiellement avec la tête de soudage rotative (Fig.9).

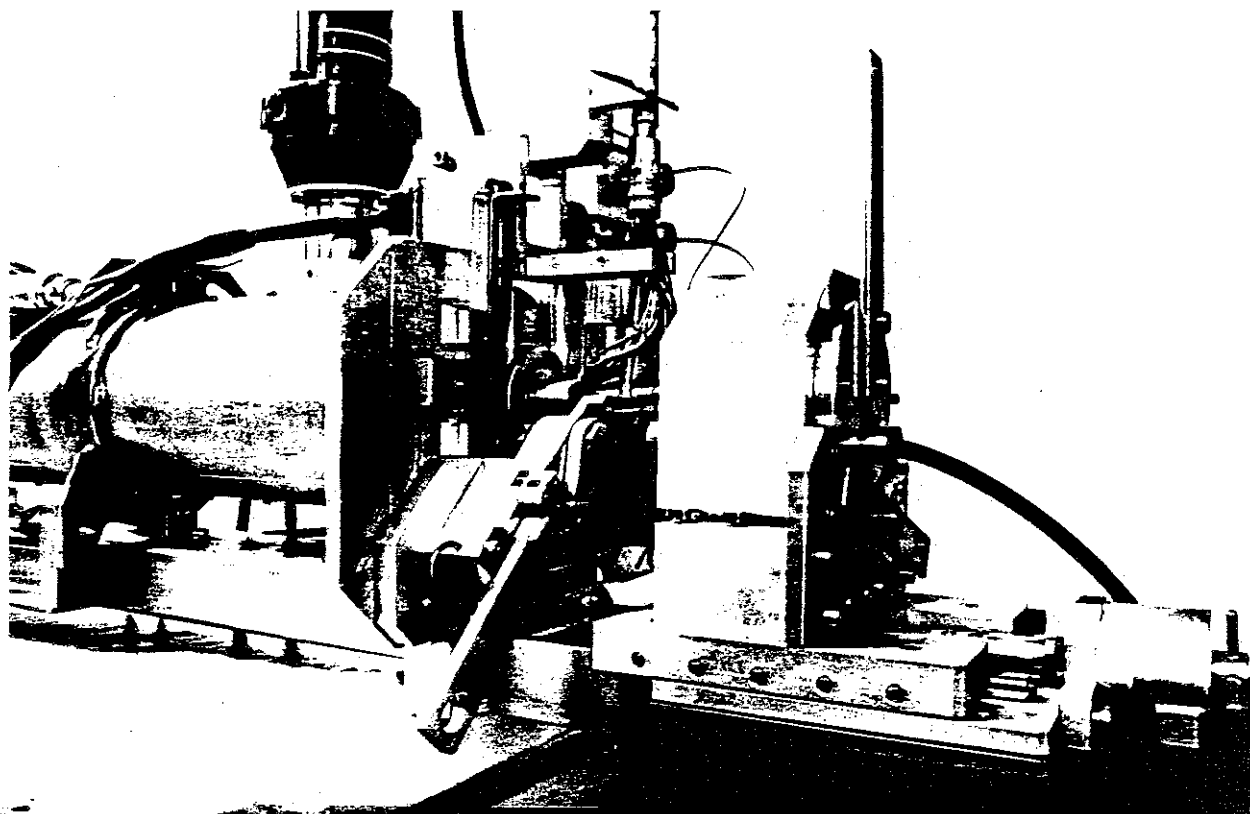


Fig. 17 Fermeture des tubes de remplissage

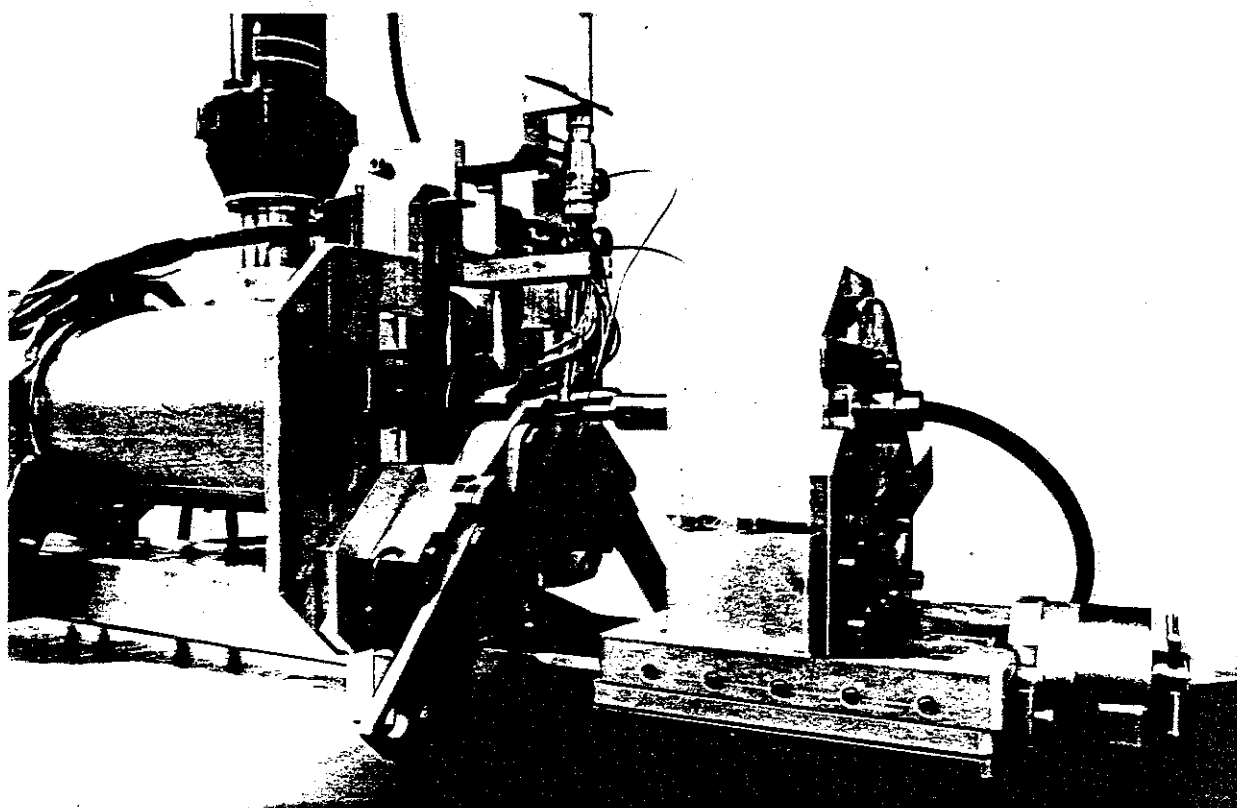


Fig. 17a Trançonnage des tubes de remplissage

3.3.4 Essais d'étanchéité, remplissage de Na, fermeture des tubes de remplissage

Après soudage de porte-échantillon des tests d'étanchéité seront exécutés. Un premier test sera le test visuel puis un test de pression. Un troisième test sera le contrôle à l'hélium. Après constat de l'étanchéité, la capsule va être chauffée à une température de 250°C et purgée par He pendant 12 heures.

Remplissage de Na.

Le sodium, d'un volume calibré, se trouvant dans un récipient en verre fixé dans un boîtier (Fig.12) chauffé par de l'air pulsé sera chauffé à la température de fusion du Na. Le four sera porté à une température de 200°C. La capsule se trouvant sous vide.

Avant de commencer le remplissage de sodium le cabre mobile supportant le four et la capsule sera bascule de l'horizontale à la position verticale.

En augmentant la pression dans le récipient en verre avec le sodium, et ayant un vide dans la capsule le transport du sodium se fera automatiquement. Le niveau de remplissage de la capsule en sodium, est contrôlé par l'intermédiaire des thermocouples de la capsule. Après le transfert du Na dans la capsule, une augmentation de la pression dans le porte-échantillon nous communique que la totalité du sodium a été transférée. Après refroidissement de l'ensemble dans la position verticale le tout sera basculé dans la position horizontale.

Fermeture des tubes de remplissage

Après avoir tronçonné, nettoyé et fermé avec un bouchon les tubes de remplissage, les tubes seront fermés par soudage (Fig.17).

3.3.5 Les outils spéciaux inclus le système de remplissage de sodium seront enlevés et la tête de soudage sera remise en place.

Le positionnement de l'électrode est ajusté à la géométrie de la capsule extérieure. La fermeture définitive est exécutée à l'aide des paramètres de soudage préalablement fixes.

3.3.6 Essais, préparation au transfert, transport au bâtiment HFR

La capsule est soumise à un test visuel, et contrôlée sur contamination et puis préparée au transfert vers le HFR. Afin de poser la capsule dans le conteneur EUROS (Fig.15) elle est basculée de 180°C ce qui nous permet de la sortir au HFR de telle façon qu'elle peut entrer sans manipulations dans le dispositif d'irradiation.

3.4 Aspects de sûreté

3.4.1 Contamination alpha

Bien que les opérations aient lieu dans une cellule alpha-bêta-gamma l'on poursuit l'objectif de maintenir l'intérieur de l'installation le plus "propre" possible. Ceci dans l'expectative de fréquentes interventions de mise au point et de dépannage sur les outils dans la boîte alpha.

Les aiguilles pré-irradiées, d'un autre côté, risquant d'être contaminées, l'on utilisera pour l'introduction de l'aiguille dans la cellule un boîtier interne évitant tout contact de l'aiguille avec les surfaces de la cellule.

En cas d'accident (rupture de gaine) l'on évacue l'aiguille ou ses fragments à l'aide du même boîtier et l'on procède à une décontamination complète, d'abord aux manipulateurs, ensuite sur la boîte alpha sortie de son blindage (scaphandre, tente temporaire). L'expérience d'une telle intervention est acquise.

3.4.2 Blindage bêta-gamma

Le blindage de 25,40 cm de plomb de la cellule garanti une protection suffisante lors de la manipulation de l'aiguille pré-irradiée.

3.4.3 Feu sodium

En opération normale, le sodium (ou NaK) est transféré dans des enceintes purgées et fermées. En cas de rupture de conduite, le Na chaud éjecté risquerait de prendre feu. Pour cette raison, la cellule est purgée à l'azote pendant la durée du remplissage.

3.4.4 Scénarios de secours

L'analyse complète de sûreté partira du principe du retour au point de départ: l'aiguille dans son boîtier étanche à l'intérieur du conteneur de transfert et la cellule EUROS décontaminée, tous les circuits (à l'exception de la ventilation et des systèmes d'alarme) à l'arrêt. Le paragr. 3.4.1 décrit l'un des scénarios, d'autres seront développés ultérieurement.

3.5 Etat d'avancement et prévisions

Les grandes étapes du projet sont décrites sur le diagramme ci-après.

Le projet, initialement estimé à 2 ans, aura été achevé dans plus de 7 ans. Les raisons principales sont:

- la priorité accordée à d'autres projets à l'intérieur du programme HFR,
- des problèmes techniques inattendus (cadre mobile trop faible, technique de remplissage, insatisfaisante, fournitures externes à rebuter,....).

La planification mi-juin 1982 indique une première opération "chaude" vers la fin 1983.

4. REFERENCES

1. PETTEN Establishment. Annual Report 1980
EUR 7393 EN
2. H. RÖTIGER and P. von der HARDT (ed.).
"Handbook of materials testing reactors and associated hot
laboratories in the European Community", EUR 5369e (April 1981)
3. Operation of the High Flux Reactor. Annual Status Report 1981
EUR 7931 EN
4. H. RÖTIGER, A. TAS, P. von der HARDT, and W.P.VOORBRAAK,
"High flux materials testing reactor HFR Petten, Characteristics of
facilities and standard irradiation devices".
Revised edition 1981-1982. EUR 5700e
5. Atomkernenergie-Kerntechnik, Bd. 40 (1982), Lfg. 3 (April 1982),
pp. 178-207
6. K. CLOES, K. HUSMANN, P. von der HARDT
"Decontamination of the HFR dismantling cell", EUR 5468e (May 1976)
7. J. DE BUEGER et al.,
"Special jigs, tools, and techniques for post-irradiation examina-
tion of HTR fuel", Kerntechnik, 18 (1976), No. 4
8. H.S. AANDEWIEL (ed.)
"Technical information on the available facilities and equipment for
post-irradiation examination at the L.S.O." Unpublished memorandum
01-74 (January 1974)

