

REMONTAGE D'ASSEMBLAGE ET DE DISPOSITIF D'IRRADIATION

EN LABORATOIRE CHAUD.

P. BOYER

P. MILLET

Le LDAC, Laboratoire de Découpage des Assemblages Combustibles est implanté dans la zone du réacteur Rapsodie, sur le site du Centre d'Etudes Nucléaires de Cadarache.

Il reçoit des éléments combustibles (éléments standards ou capsules d'irradiation) provenant des réacteurs rapides Rapsodie ou Phénix, et assure les examens non destructifs sur les aiguilles.

Une activité s'est développée au cours des années passées : le remontage d'assemblages ou de dispositifs d'irradiation incluant quelquefois la modification des caractéristiques de l'aiguille elle-même (reformage de l'aiguille). Les éléments ainsi traités ont été ensuite irradiés soit dans les réacteurs rapides (Rapsodie-Phénix), soit dans Siloé, réacteur thermique implanté sur le site nucléaire de Grenoble.

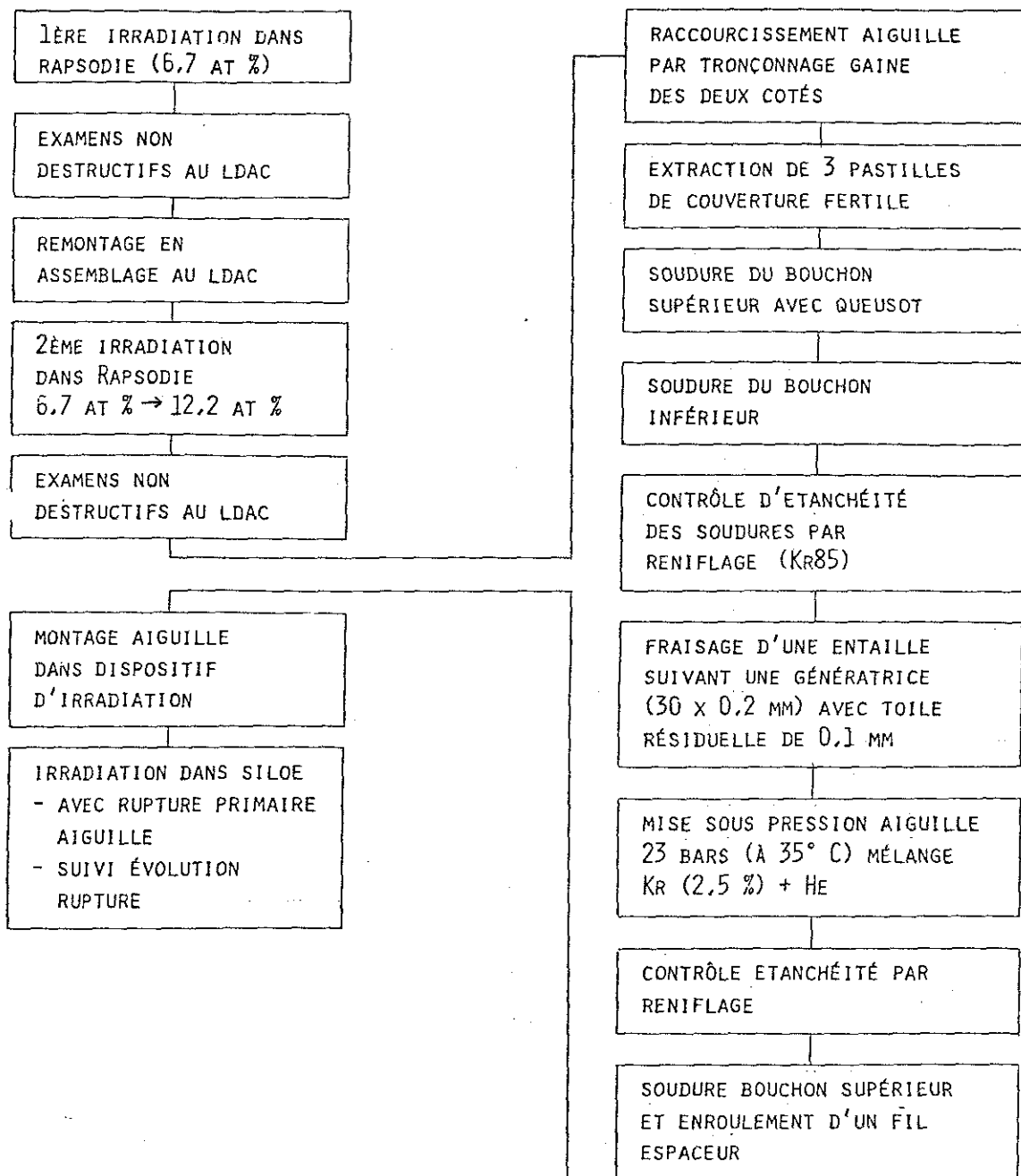
Nous allons décrire une opération de reformage concernant une aiguille préirradiée dans Rapsodie, avant remontage dans une boucle du réacteur Siloé. Cette opération effectuée en 1979 est représentative de quelques unes des techniques mises en oeuvre au LDAC.

1. BUT DE LA REIRRADIATION DANS SILOE

Il s'agissait de tester les conséquences d'une rupture de gaine sur une aiguille fortement irradiée.

Pour cela une aiguille préirradiée à un TCF voisin de 12 at % dans Rapsodie a été choisie. Elle a été reformée (amincissement local, mise sous pression interne) de façon à ce qu'une rupture apparaisse lors de sa réirradiation dans le réacteur SILOE. (Fig. 1)

2. SYNOPTIQUE DE L'AIGUILLE REFORMEE



Le synoptique présenté fait apparaître quelques opérations remarquables que nous allons détailler :

- soudure étanche des bouchons d'extrémité
- fraisage d'une entaille non débouchante sur la gaine au niveau de la colonne fissile.
- mise sous pression interne de l'aiguille.

Ce sont les trois opérations fondamentales dont le LDAC devait garantir la qualité, puisqu'elles conditionnaient le succès de l'expérience de réirradiation dans SILOE.

3. SOUDURE DES BOUCHONS D'EXTREMITÉ

3.1. Critères de qualité

Les soudures réalisées doivent être étanches, alors que l'aiguille est sous pression interne (23 bars à la température ambiante).

3.2. Technique de soudure

Les bouchons sont soudés en TIG sans métal d'apport. Après tronçonnage de la gaine, nous avons mesuré le diamètre interne de la gaine en employant un jeu de calibres passe-passe pas. Les bouchons ont été usinés de telle sorte que, sur une hauteur de 2 mm, l'emmanchement gaine-bouchon soit serré. (Fig. 2)

Les soudures ont été effectuées en appliquant des paramètres prédéterminés sur maquettes, contrôlées en examen non destructif.

3.3. Contrôle des soudures

Après contrôle visuel, pour vérifier d'une part le positionnement du cordon de soudure par rapport au plan de joint, et d'autre part l'aspect de ce cordon, nous avons testé l'étanchéité des soudures par la technique de reniflage du Kr 85 ; l'aiguille placée dans un four est portée à 300° C, le four est ensuite balayé par de l'hélium à débit réduit. A la sortie de ce four, une chambre différentielle de comptage permet de tester l'étanchéité de l'aiguille par détection de ⁸⁵Kr.

4. FRAISAGE DE L'ENTAILLE NON DEBOUCHANTE

4.1. Critères de qualité

L'entaille doit respecter une toile résiduelle de l'ordre de 0,1 mm compte tenu de la pression des gaz de fission, cette épaisseur a été calculée pour que l'aiguille reste étanche jusqu'à l'obtention de conditions d'irradiation stables. La rupture apparaissant ensuite par un phénomène de fluage thermique.

4.2. Technique de fraisage

Les examens non destructifs pratiqués sur l'aiguille avant reformage et la connaissance des caractéristiques géométriques initiales de la gaine dans la zone à usiner, nous permettant de connaître à cet endroit l'épaisseur de la gaine.

Le fraisage est effectué avec une fraise disque d'épaisseur 0,2 mm. Après avoir amené la fraise au contact de la gaine, l'entaille est usinée par passes successives sur une longueur de 30 mm. Le contrôle de la descente de la fraise (au moyen d'un comparateur) permet d'assurer l'épaisseur de 0,1 mm recherchée.

4.3. Contrôle de l'étanchéité de l'entaille

Ce contrôle est effectué de façon globale sur l'aiguille après la fin des travaux.

5. MISE SOUS PRESSION INTERNE DE L'AIGUILLE

5.1. Critères de qualité

A la température ambiante, l'aiguille doit être mise sous une pression interne de 23 bars (pression qui provoquera l'apparition de la rupture primaire à chaud).

5.2. Technique de mise sous pression (Fig. 3)

Par usinage nous dégageons l'extrémité du queusot situé sur le bouchon supérieur de l'aiguille (la géométrie initiale était telle que, par simple tronçonnage, ou débouche un trou de 1 mm de diamètre).

L'aiguille est alors placée dans une chambre renfermant une électrode de tungstène. La distance de l'extrémité du queusot à l'électrode est de 0,4 mm.

Après fermeture hermétique de la chambre, on effectue plusieurs cycles vide - mise sous hélium de la chambre. On termine par le remplissage de la chambre avec le mélange He + Kr à la pression contrôlée de 23 bars.

La fermeture du queusot est alors faite par fusion sans métal d'apport de son extrémité en appliquant des paramètres (intensité et durée) prédéterminés sur maquettes contrôlées en examen destructif.

5.3. Contrôle de l'étanchéité du queusot

Dès ouverture de la chambre de mise en pression, nous avons procédé à un examen visuel qui a montré le bon aspect de la soudure.

6. CONTROLE GLOBAL D'ETANCHEITE

C'est le test global qui permet de contrôler la qualité du travail effectué. L'aiguille est portée à 300° C (la pression interne est alors voisine de 42 bars) dans le dispositif de reniflage. Aucun signal de gaz de fission (Kr^{85}) n'apparaît durant les 10 minutes du contrôle, l'étanchéité de l'aiguille est donc assurée.

7. CONCLUSIONS

La réirradiation de cette aiguille dans SILOE a répondu aux objectifs fixés justifiant ainsi les travaux effectués au LDAC.

La soudure de bouchons d'extrémité, la mise sous pression d'une aiguille et surtout l'usinage précis d'une gaine irradiée et fragilisée est donc possible moyennant un certain nombre de précautions. Ces possibilités sont à la disposition des concepteurs d'irradiations expérimentales pour leur permettre une étude plus fines du comportement des éléments combustibles en réacteur.

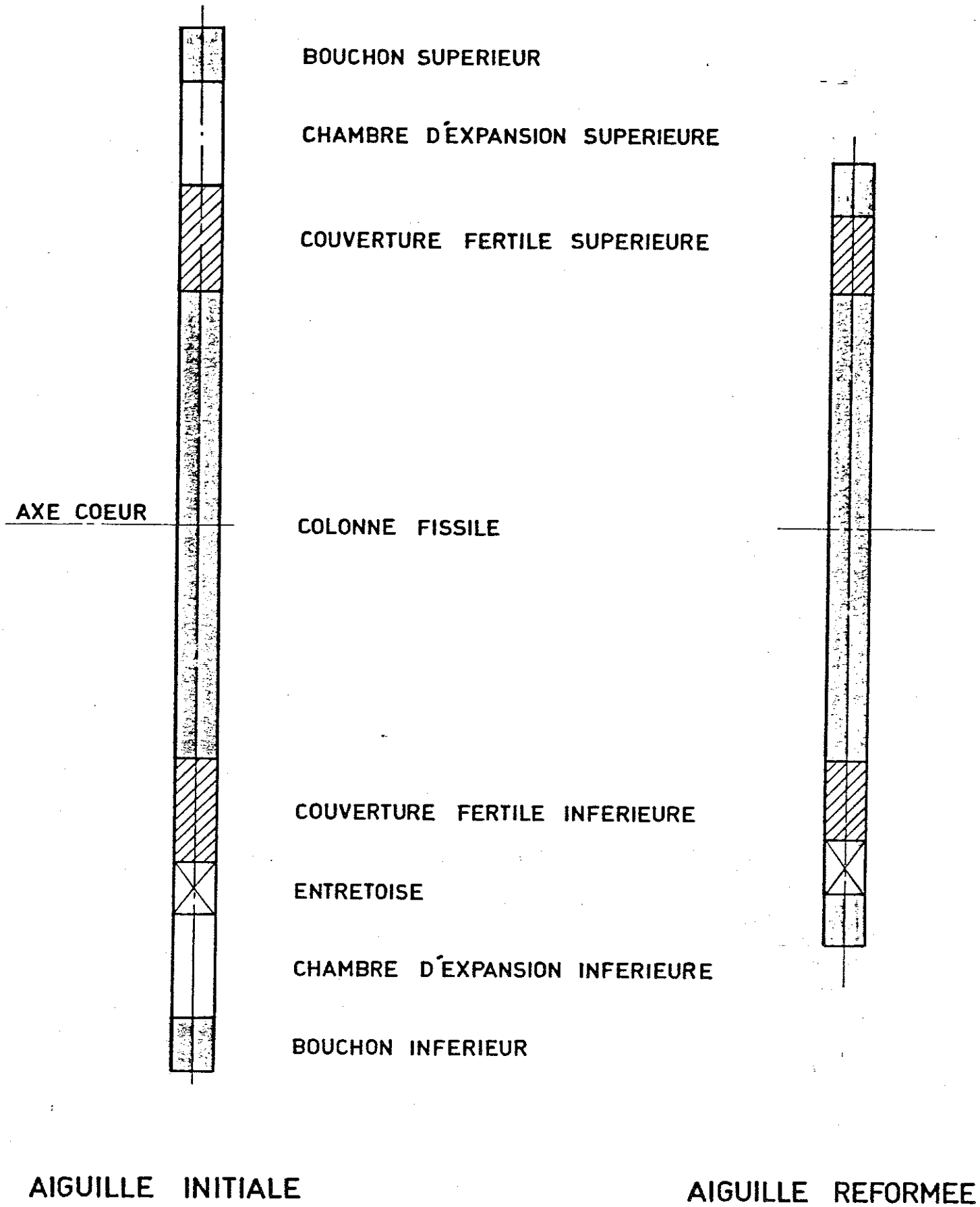
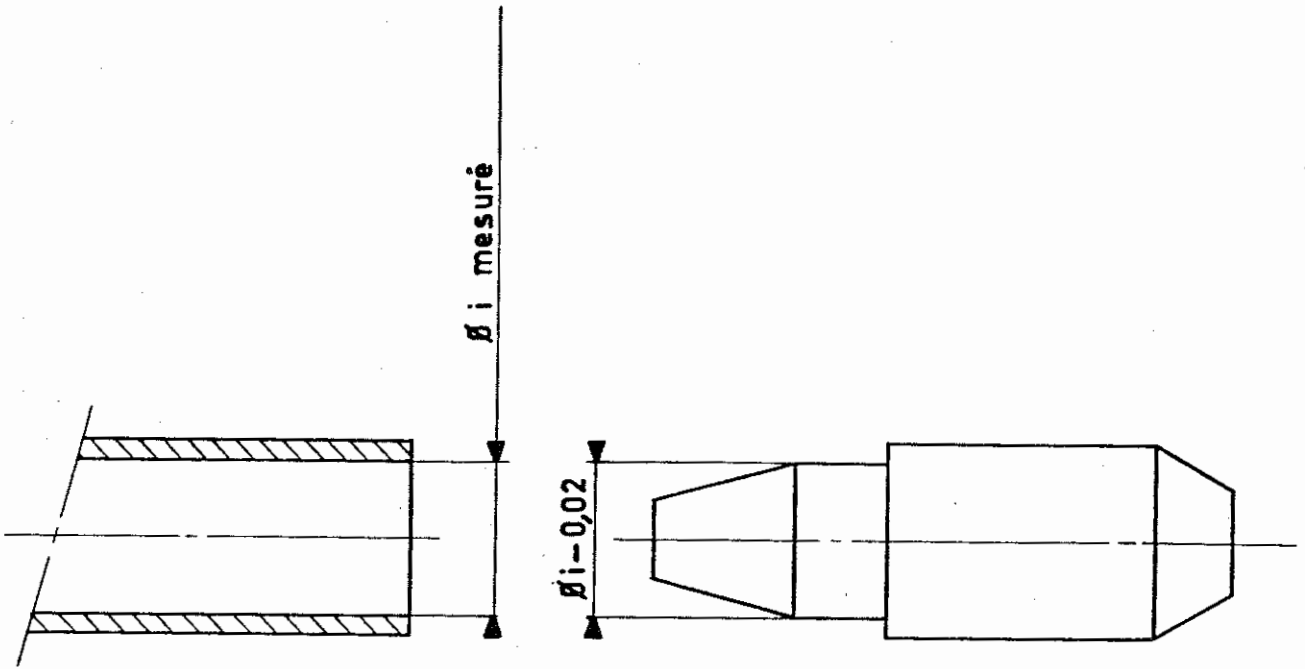


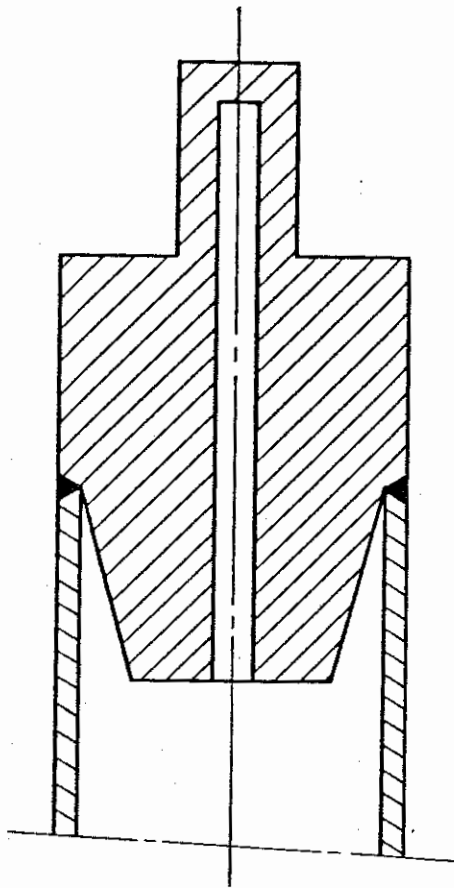
FIGURE 1



GAINE

BOUCHON

FIGURE 2



BOUCHON SUPERIEUR

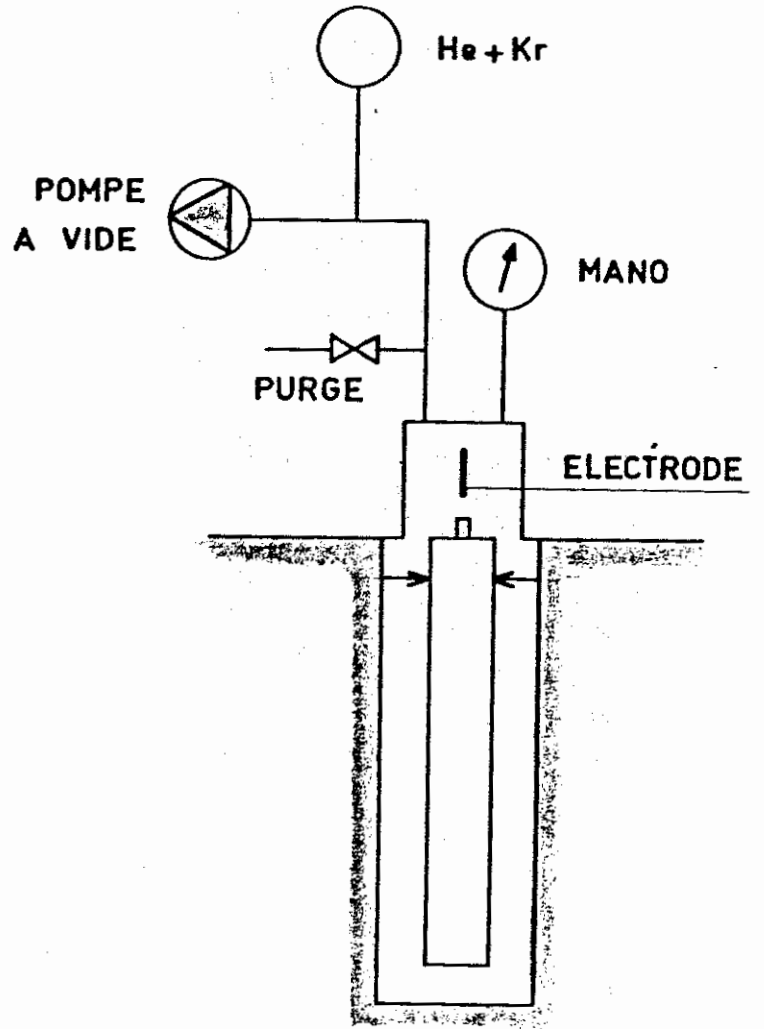


FIGURE 3