

European conference on irradiation behaviour of  
fuel cladding and core component materials.  
Karlsruhe (F.R. Germany), 3-5 december 1974

## FLUAGE D'IRRADIATION - DISPOSITIF ET PREMIERS RESULTATS

par Louis Cartier\* et Jean-Michel Dupouy\*\*

Commissariat à l'Energie Atomique :

\* Centre d'Etudes Nucléaires de Cadarache - \*\* Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay

Un dispositif a été mis au point pour la mesure de fluage en continu dans le canal central de Rapsodie. Un premier essai de fluage a été effectué à 650 °C ; il a permis de démontrer la validité des choix et de déceler quelques légères imperfections.

### Caractéristiques

La longueur utile de l'éprouvette est de 50 mm, sa section ne doit pas dépasser 5 mm<sup>2</sup>. Elle possède, aux extrémités de la partie calibrée, des butées servant d'appui pour la mesure. La tête supérieure (tête mobile) possède des trous pour le passage des thermocouples et du palpeur de mesure des allongements.

La température est ajustable, par construction, dans la gamme de 450 à 700 °C. Elle est contrôlée à  $\pm 2$  °C pendant le fonctionnement.

L'effort de traction, contrôlé et mesuré avec une précision de 1 % peut varier entre 0 et 2 000 N.

La sensibilité du capteur de déplacement est de  $10^{-3}$  mm. La précision globale sur le système de mesure est de  $3 \times 10^{-3}$  mm.

### Description

L'ensemble de l'installation se compose des éléments suivants :

- l'assemblage récepteur,
- le fourreau BOUPHY,
- la canne de mesure (partie chaude),
- le boîtier de raccordement et le manchon prolongateur (partie froide),
- le banc de mesure et les câbles de liaison,
- les baies de contrôle.

Un fourreau "Bouphy", tube de 6 m de longueur environ, joue le rôle de support et de guide de la canne de mesure et du manchon prolongateur. Pendant la manutention du réacteur, la canne de mesure est entièrement rétractée à l'intérieur du fourreau permettant la rotation des bouchans tournants du réacteur. En "fonctionnement", la canne de mesure, raccordée au manchon prolongateur, est en position basse, c'est-à-dire que la partie chaude de la canne de mesure est introduite dans l'assemblage récepteur.

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.

Le fourreau est placé dans un assemblage fissile contenant 42 aiguilles fissiles du type Fortissimo réparties en 2 couronnes autour de lui.

Un manchon prolongateur et un boîtier de raccordement assurent la continuité de mesures entre la conne de mesure et les câbles de liaison (8 couples thermoélectriques, 4 tuyaux, 4 conducteurs électriques et 1 guide d'onde).

Le banc de mesure des déplacements est relié au boîtier de raccordement par un guide d'onde flexible. Il est donc situé au-dessus du réacteur (niveau 0) à proximité du boîtier de raccordement. Il contient la cavité résonnante de référence, le micromètre de mesure, le klystron, les accessoires d'asservissement et les coupleurs directifs des ondes en hyperfréquence.

L'expérience est contrôlée par :

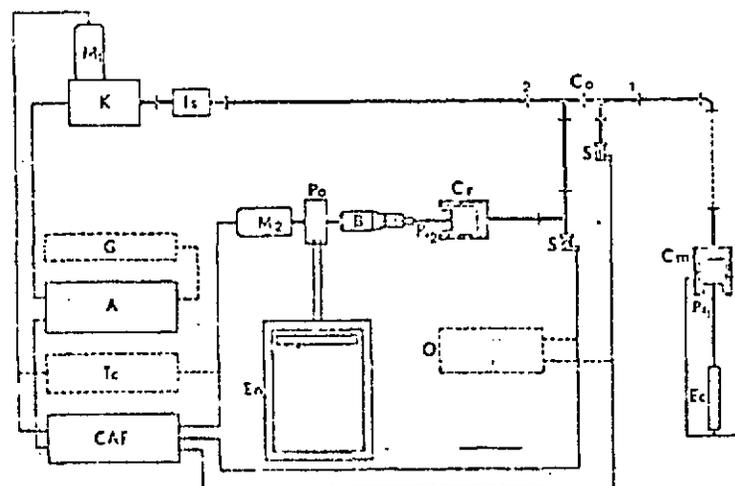
- la "baie électrique" pour la régulation de température et l'enregistrement des mesures,
- la "baie gaz" pour le contrôle et le réglage des pressions et la "baie mesure" pour la mesure des allongements.

#### Principe de fonctionnement

La mise en contrainte est assurée par un vérin pneumatique à soufflets situé au-dessous de l'échantillon. La pression d'hélium dans le vérin (PV) est réglable à partir de la baie gaz entre 0 et 100 bars. La réponse du vérin est de 20 N par bar.

L'éprouvette est immergée dans le sodium du réacteur. La température de fonctionnement est régulée par apport de chauffage électrique sur les deux éléments chauffants situés autour de l'éprouvette de part et d'autre de son plan médian. La lame de gaz isolante est ajustable, par construction, en fonction de la température désirée. Quatre couples thermoélectriques donnent la température le long de la partie utile de l'éprouvette.

Le capteur de déplacement utilisé est un capteur à "cavité résonnante" fonctionnant en hyperfréquence dans la gamme de 12 à 18 GHz.



Les déplacements détectés par la cavité de mesure  $C_m$  sont recopiés hors pile avec la cavité de référence  $C_r$  lorsque les deux cavités résonnent à la même fréquence. Un système électronique permet d'observer le déplacement du piston  $Pi_2$  de la cavité  $C_r$  à celui du piston  $Pi_1$  de la cavité  $C_m$ . La mesure est lue sur le micromètre  $B$  et enregistrée sur l'enregistreur  $En$ .

La cavité  $C_m$  est située à une distance de 1 m de l'éprouvette et raccordée à l'éprouvette tandis que le piston  $Pi_1$  est relié au palpeur.

Le palpeur, situé à proximité de la partie utile de l'éprouvette, peut se déplacer, sous l'action du vérin de palpation, entre les deux butées de l'éprouvette.

On distingue deux modes indépendants de mesure du fluage :

- la mesure directe lorsque le palpeur est en contact avec la butée mobile de l'éprouvette,
- et la mesure par comparaison lorsque le palpeur se déplace entre les deux butées de l'éprouvette.

#### Fonctionnement du premier dispositif

On a effectué une première expérience sur une éprouvette d'acier 316 hyper-trempé avec un palier à 650 °C sous une contrainte de  $140 \text{ MNm}^{-2}$  et quelques sauts de température et de contrainte.

On a constaté les défauts de fonctionnement suivants :

- température plus faible de 10 °C à l'extrémité supérieure de l'éprouvette.

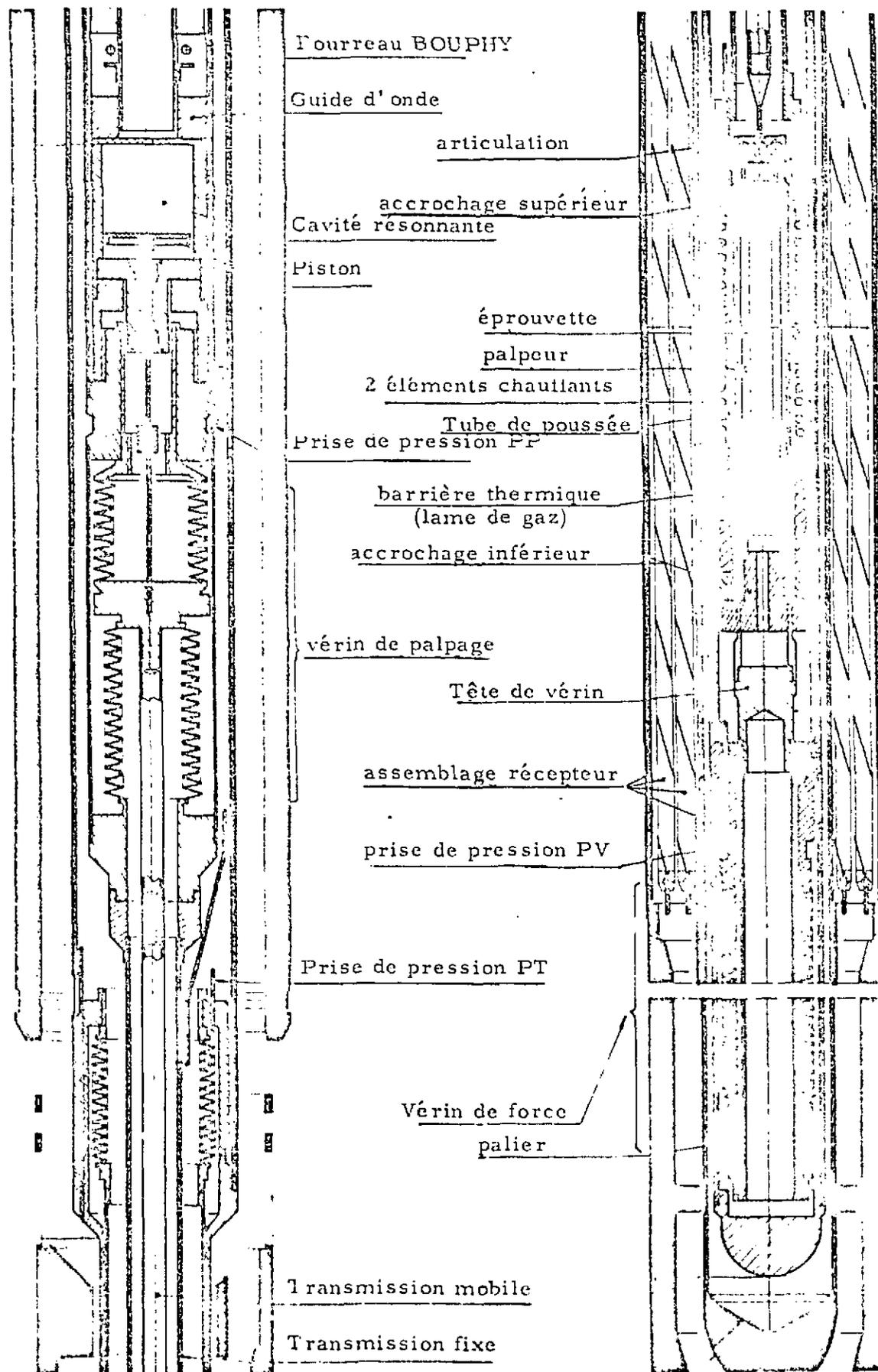
Cet écart n'a pas été rattrapé par l'action des deux éléments chauffants.

- Déplacement du palpeur perturbé par un frottement trop important, ce qui ne nous a pas permis de faire les mesures par comparaison, seules les mesures directes ont été faites.

- Atténuation du signal du capteur de déplacement en fonction du temps.

Au démarrage de la campagne d'irradiation suivante, le signal de mesure a disparu probablement à la suite d'une rupture de l'éprouvette. Le dispositif d'irradiation dans la situation "arrêt" est donc resté en pile pendant toute la campagne.

Le dépouillement complet de l'expérience ne pourra se faire qu'après examen de la canne et de l'éprouvette. On peut d'ores et déjà conclure cependant que la vitesse de fluage à 650 °C est plutôt diminuée par l'irradiation.



CROQUIS DE PRINCIPE DU DISPOSITIF DE FLUAGE