

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

INFLUENCE DES DISLOCATIONS SUR LA FORMATION DES CAVITÉS
DANS LE MAGNÉSIUM ET L'ALUMINIUM
IRRADIÉS AUX NEUTRONS RAPIDES

PAR

A. RISBET **, G. BREBEC **, J.M. LANORE ***, V. LEVY **

** *Section de Recherches de Métallurgie Physique*

*** *Service d'Etudes des Réacteurs et de Mathématiques Appliquées*

Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay

Boite Postale n°2 - 91190 - Gif sur Yvette - FRANCE

Pour apporter des informations sur les mécanismes de germination et de croissance des cavités nous avons analysé en détail l'évolution des dommages d'irradiation obtenus avec des neutrons rapides dans l'Aluminium et le Magnésium.

L'étude a été réalisée par microscopie électronique dans une large gamme de doses ($7 \cdot 10^{17}$ à $3.1 \cdot 10^{21}$ n cm² E > 0.1 MeV) et de flux instantanés ($9 \cdot 10^{12}$ à $3.5 \cdot 10^{14}$ n cm² s⁻¹).

I - GERMINATION DES CAVITÉS

Dans ces métaux on constate que :

- Le nombre de cavités varie linéairement avec la dose dans les premiers temps de l'irradiation (fig. 1) et que la vitesse de germination initiale est proportionnelle au flux instantané (fig. 2).

- La présence de gaz préinjectés augmente le nombre de cavités.

- Les premières cavités germent au voisinage des dislocations.

De plus il existe une corrélation entre la densité de cavités et de dislocations (fig. 3).

Ces observations suggèrent que le germe d'une cavité est constitué par le coeur lacunaire d'une cascade stabilisé par des atomes de gaz. Le rôle des dislocations s'explique par le fait que d'une part elles drainent les atomes de gaz d'autre part elles absorbent sélectivement les interstitiels des paires de Frenkel créés, laissant dans le métal une sursaturation lacunaire suffisante. Des calculs par la méthode de Monte Carlo montrent qu'il existe pendant l'état transitoire un pic dans la concentration de lacunes au voisinage de la dislocation qui est responsable des effets locaux observés (fig. 4).

II - CROISSANCE DES CAVITÉS

Le gonflement de l'Al et du Mg suit une loi linéaire en fonction de la dose (fig. 5). La comparaison de ces lois expérimentales avec le modèle théorique de Brébec, montre que si ce type de modèle peut expliquer les cinétiques de croissance des cavités pour les plus fortes doses, il ne rend pas compte de ce qui se passe au début de l'irradiation où apparaît une cinétique différente et une croissance beaucoup plus rapide des cavités (fig. 6). Les observations expérimentales montrent que ce désaccord est dû à la présence de dislocations au voisinage immédiat des cavités.

Pour essayer de préciser le rôle des dislocations sur la croissance des cavités nous avons simulé par la méthode de Monte Carlo le phénomène. Les résultats de la simulation conduisent à des cinétiques en bon accord avec les observations expérimentales (fig. 7).

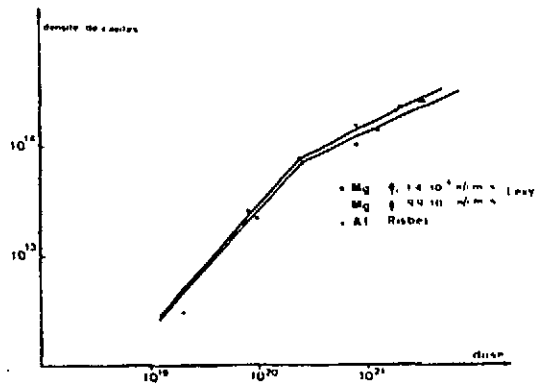


FIGURE 1

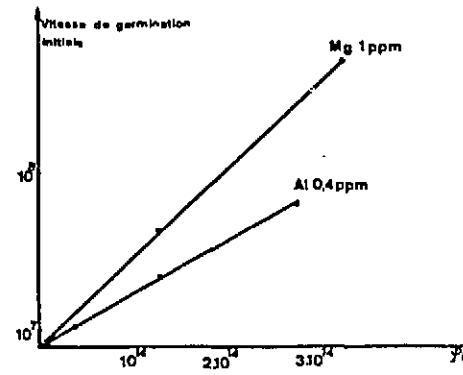


FIGURE 2

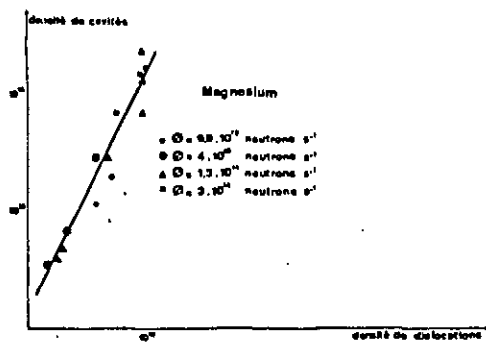


FIGURE 3

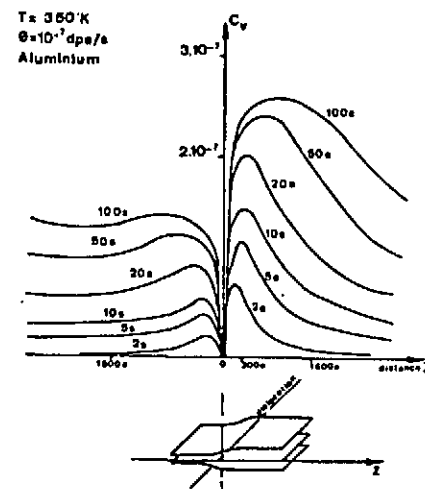


FIGURE 4 : Variation de la concentration de lacunes en fonction de la distance à une dislocation coin.

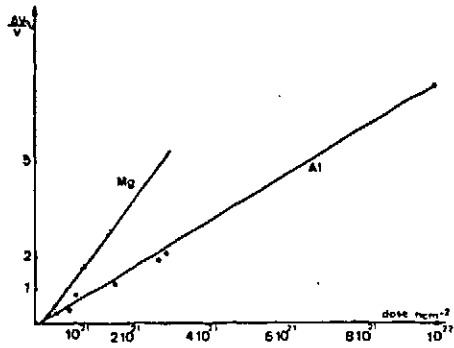


FIGURE 5

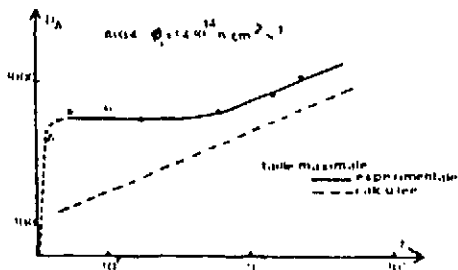


FIGURE 6

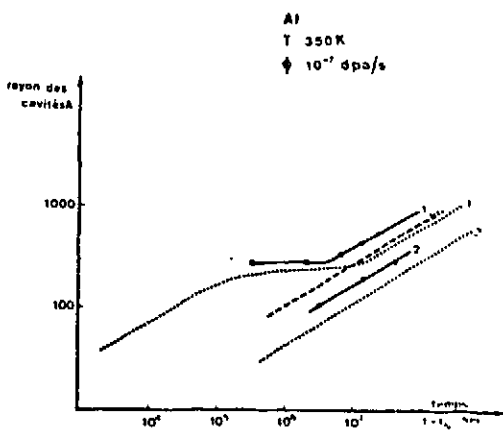


FIGURE 7
EXPERIENCE

- 1. Taille maximale $t_g = 10^5$ s
- 2. Cavité germée à $t_g = 3 \cdot 10^6$ s

THEORIE

Simulation par Monte Carlo

- 1. Cavité germée à $t_g = 100$ s
- 2. Cavité germée à $t_g = 3 \cdot 10^6$ s
- - - - Modèle de Brébec