

ENREGISTREMENTS DE TRACES INDIVIDUELLES DANS DIVERS MATERIAUX SOLIDES

Monique DEBEAUVAIS

Département de Physique Corpusculaire.

Centre de Recherches Nucléaires de S T R A S B O U R G

- - -

Ces dernières années, différents auteurs ont montré la possibilité d'enregistrer des traces de fission et d'ions lourds dans des matériaux divers. Les micas ont permis les premiers, d'observer directement des traces de fission primaire au microscope électronique (1 à 5).

D'autres minéraux à structure lamellaire ont permis l'observation de telles traces, talc, chinoclure (4), molybdénite (3, 4, 5, 6). Les cristaux ioniques ont permis d'observer, par réplique de surface, l'impact du fragment de fission (7).

Depuis qu'il a été possible d'agrandir par voie chimique les altérations causées par de telles traces, l'observation au microscope optique a été possible (8). La méthode s'est étendue, en particulier, aux hauts polymères à l'état solide et l'on a constaté (9) que la plupart des plastiques après attaque appropriée, étaient capables d'enregistrer les fragments de fission. Leur efficacité du reste, n'est pas toujours de 100 %.

Cependant, certaines catégories de hauts polymères sont plus sensibles au rayonnement. En particulier, (10, 11) les nitrocelluloses, dont la structure est très organisée, sont capables d'enregistrer des particules  $\alpha$  dont l'énergie est inférieure à 3 MeV. (12)

Une des limitations sévères de la méthode consiste en la faible sensibilité intrinsèque du milieu perturbé par les particules chargées, aussi, nous avons étudié de plus près l'enregistrement de ces traces dans différentes sortes de nitrocelluloses et en particulier, dans le produit commercial appelé cellulofid (nitrocellulose plastifié avec du camphre).

./...

## DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX.

Nous avons utilisé une source de polonium, ponctuelle, montée dans un dispositif permettant de faire le vide et d'obtenir des traces parallèles. L'échantillon de matière plastique peut être incliné à volonté par rapport au faisceau de particules. Les particules  $\alpha$  ont été freinées, soit à travers des écrans d'aluminium, soit à travers des écrans de collodion d'épaisseur variable.

Pour l'attaque, nous avons essayé différents oxydants. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec de la soude ou de l'eau de javel concentrée. Le temps d'attaque varie avec la concentration de la solution, la température de celle-ci ainsi que la matériau utilisé. Les solutions attaquent la surface de la nitrocellulose et rongent plus rapidement les endroits des défauts causés par l'ionisation de la particule.

C'est ainsi qu'il n'est pas possible de mettre en évidence des particules  $\alpha$  ayant un angle d'incidence inférieur à 20 degrés. Par exemple, pour le celluloid, le temps minimum d'attaque par la soude à 20 % et à 50° C qui permet de rendre visible des particules  $\alpha$ , est de 6 minutes. Or, cette attaque a rongé une épaisseur d'environ 4  $\mu$  de celluloid, un rapide calcul nous permet donc de voir que l'angle minimum pour des particules  $\alpha$  dont l'énergie est < 3 MeV, se situe bien aux environs de 20 degrés.

Le microscope électronique par contre, devrait permettre de mettre en évidence des angles d'incidence beaucoup plus faibles, car l'attaque peut être bien inférieure au temps minimum, nécessaire à l'obtention d'une trace visible au microscope optique. Mais la technique d'observation est plus délicate. Nous montrons quelques traces de fission après une faible attaque dans du makrolon (figure 1).

## COMPARAISON DE L'ENREGISTREMENT DES $\alpha$ DANS L'EMULSION IONOGRAPHIQUE ET LE CELLULOID

Si l'on adopte un développement adéquat, on obtient une efficacité de 100 % pour des  $\alpha$  ayant une énergie inférieure à 3 MeV, et un angle d'incidence supérieur à 30°. La limite exacte en énergie de l'enregistrement des  $\alpha$  n'est pas bien définie, mais présente une bande assez large, située aux environs de 3 MeV.

./...

Les particules  $\alpha$  de 5,4 MeV du polonium ont un taux d'enregistrement sous une incidence de 80° allant de 10 % à 50 % suivant le temps de développement.

L'on voit donc que si nous sommes sûrs d'enregistrer toutes les trajectoires d' $\alpha$ , d'énergie égale à 2 MeV, c'est-à-dire à 0,5 MeV par nucléon, l'enregistrement est progressif jusqu'à une énergie de 1,40 MeV par nucléon.

#### ATTAQUE.

L'attaque qui permet de rendre les traces visibles, est un facteur très important. Aussi, avons-nous essayé un grand nombre de produits : bases organiques ou non, et oxydants forts. Nous n'avons retenu jusqu'ici, que la soude à une concentration de 20 % et une température de 50° C ou l'eau de javel, concentrée, à une température de 70° C.

Leur action semble identique, mais pour l'eau de javel, le temps d'attaque est toujours supérieur à celui de la soude.

Des expériences nous ont permis de déterminer le meilleur temps d'attaque pour différents matériaux (figure 2). Nous avons remarqué que le nombre de traces augmente avec le temps d'attaque jusqu'à une valeur maximum, par contre, alors qu'on aurait pu penser que les traces disparaissent lorsque le temps d'attaque est trop long, puisque nous avons en même temps, une destruction de polymère. Il n'en est rien, puisque la trace s'agrandit, mais ne disparaît pas.

Nous montrons ici l'augmentation de la largeur des traces en fonction du temps de développement (figure 3).

#### TEMPERATURE.

Nous avons aussi étudié l'enregistrement et la conservation des traces en fonction de la température.

Il semble que l'augmentation de température favorise l'enregistrement des traces  $\alpha$ . Ainsi, des traces enregistrées à 20° et à 90° montrent pour un

./...

même développement, des largeurs légèrement différentes. D'autre part, la conservation à 100° d'échantillon de cellulose, irradié nous a montré qu'au bout de quelques heures, nous n'avons aucune modification de l'image, par contre, après une centaine d'heures à cette température, le nombre de particules  $\alpha$  restant par rapport à la plaque témoin, est d'environ 67 %, le diamètre moyen des traces  $\alpha$  a lui aussi diminué.

#### CONCLUSION.

Nous avons donc précisé les conditions d'enregistrement des particules  $\alpha$  dans les nitrocellulose et montré que toutes les nitrocellulose étaient capables de servir de détecteur pour des particules  $\alpha$  de faible énergie.

Une augmentation ultérieure de la sensibilité avec ces matériaux semble difficile, à moins de recherches systématiques.

L'impression dans ces solides suivant en gros la courbe de BRAGG, comme en photographie corpusculaire, indique probablement un mécanisme électronique comme l'a suggéré P. CUER (13).

---

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à M. le Professeur P. CUER pour avoir bien voulu me guider tout au long de ce travail.

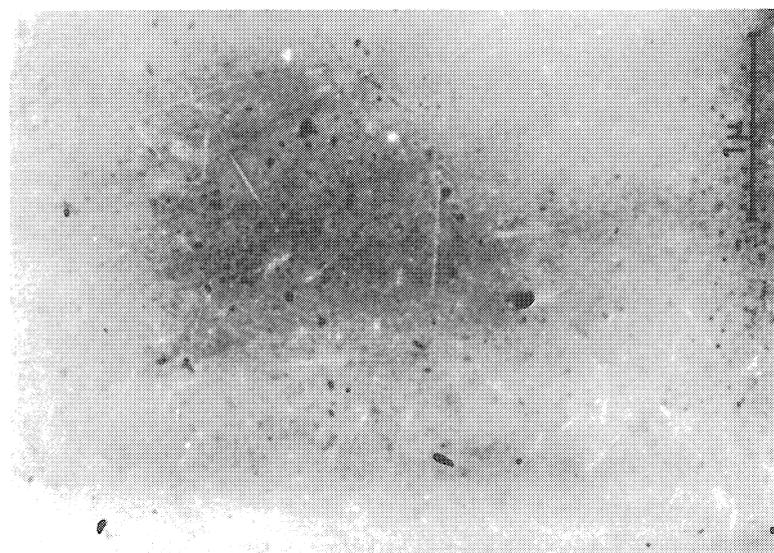
Je voudrais remercier bien vivement le Dr. WALKER et le Dr. PRICE pour leur communication personnelle, qui a facilité la mise sur pied de ces recherches.

Je saisis cette occasion pour formuler vis-à-vis de la D.R.M.E. toute notre gratitude pour leur si efficace aide matérielle.

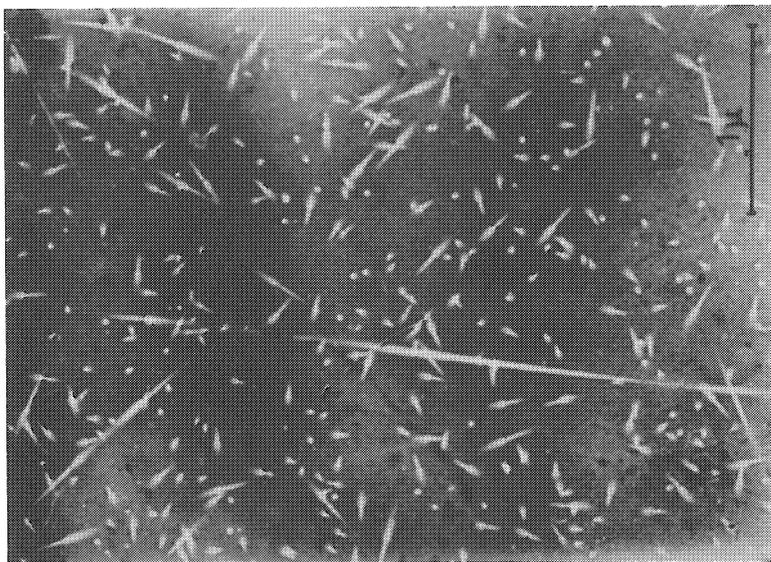
R E F E R E N C E S

- (1) E.C.H. SILK et R.S. BARNES  
Phil. Mag. 4, 970, 1959
- (2) G. BONFIGLIOLI, A. FERRO, A. MOJONI  
J. Appl. Phys. 32, 2499, 1961
- (3) K. IZUI et F.E. FUJITA  
J. Phys. Soc. Japon. 16, 1779, 1961
- (4) P.B. PRICE et R.M. WALKER  
J. Appl. Phys. 33, 3400, 1962
- (5) M. DEBEAUVAIS, C. MULLER et E. REBSTEIN  
J. de Microscopie, Vol 3, N° 2, p. 153, 1964
- (6) F.P. BOWDEN et H.M. MONTAGU-POLLOCK  
J. Nature. 191, 556, 1961
- (7) T.G. KNORR  
J. Appl. Phys. 34, 9, 2767, 1963
- (8) P.B. PRICE et R.M. WALKER  
J. Appl. Phys. 33, 3407, 1962
- (9) R.L. FLEISHER et P.B. PRICE  
Report N° 63, RL 63266 M G en. El Research Laboratory  
Schenectady N Y
- (10) R.L. FLEISHER, E.L. HUBBARD, P.B. PRICE et R.M. WALKER  
Report N° 63 RL 3503 M G en. El. Research Laboratory  
Schenectady N Y
- (11) M. DEBEAUVAIS et P. CÜER  
T. 258, 1777, 1964
- (12) M. DEBEAUVAIS, M. MAURETTE, J. MORY, R. WALKER  
J. Appl. Rad. Is. Vol 15, p. 289, 1964
- (13) P. CÜER  
Réunion de travail sur l'enregistrement des traces de particules  
chargées dans les cristaux.  
C.R.N. STRASBOURG, 1963

TRACES DE FISSION DE L'U<sup>235</sup> DANS DU MAKROLON APRÈS  
ATTAQUE A NaOH A 20%



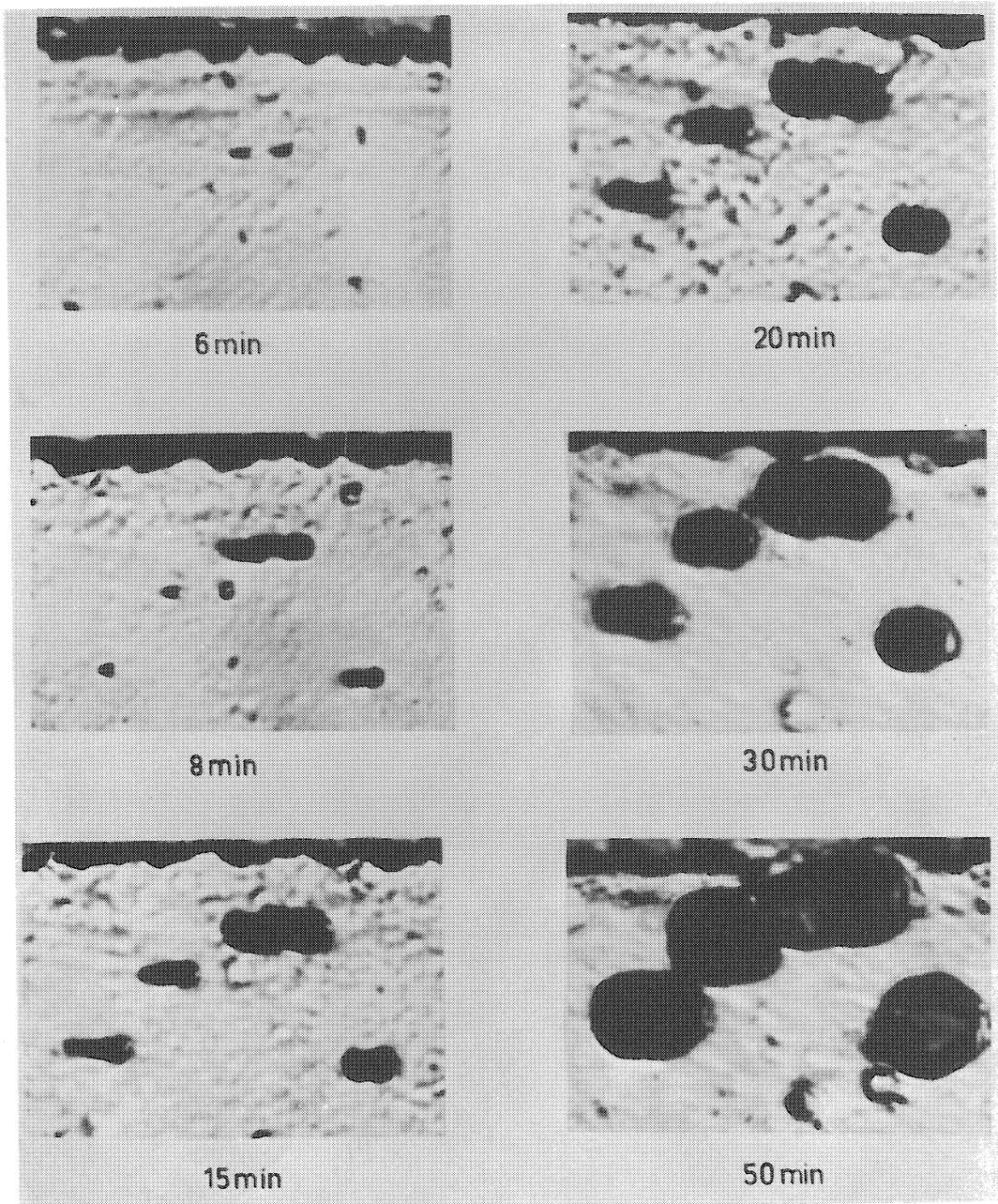
5 min



15 min

Fig. 1

PARTICULES  $\alpha$  DU  $Po$  D'ENERGIE  $< 3$ MEV DANS DU CELLULOIDE SOUS  
INCIDENCE DE 60 DEGRES A DIFFERENTS TEMPS D'ATTAQUE



10 $\mu$

Fig.2

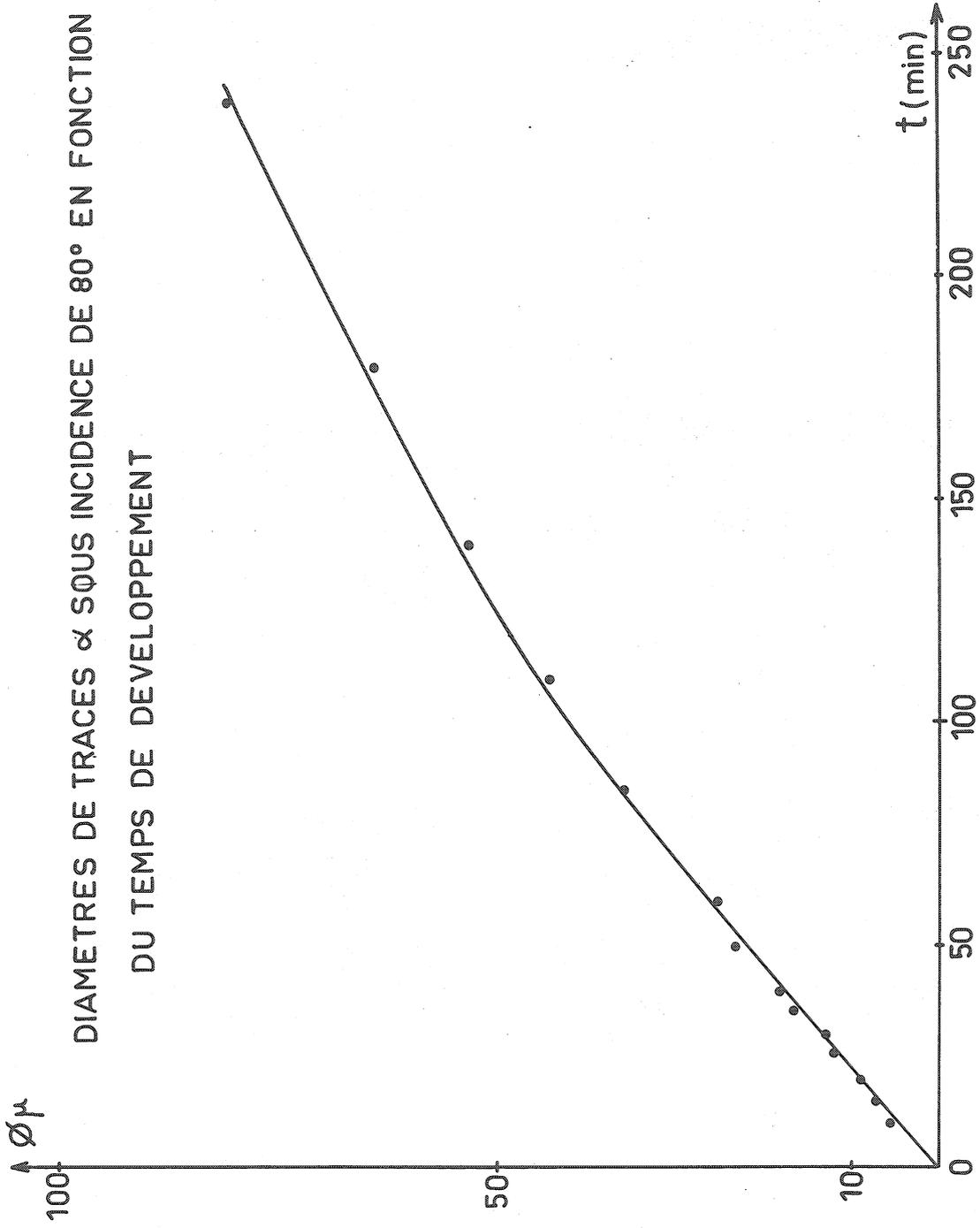


Fig. 3