

NOUVEAU SYSTÈME DE LECTURE POUR DÉTECTEUR IONOGRAPHIQUE

A.M. CHAPUIS*, N. GÉRARD**, G. SOUDAIN*

(Manuscrit reçu le 20 septembre 1971)

RÉSUMÉ

La densité de traces d'un détecteur ionographique est déterminée à partir de la lumière transmise par ce détecteur dans le cas où celui-ci comporte une couche mince de nitrate de cellulose coloré dont les perforations correspondent au passage des particules. À titre d'exemple, on donne les résultats obtenus avec une source d'uranium et des aérosols radioactifs.

SUMMARY

Track density on solid-state track detector is obtained from the measurement of the light transmitted by the detector including a thin layer of coloured cellulose nitrate in which holes correspond to particle tracks. Results are given for uranium and radioactive aerosols irradiations.

La détection des particules chargées par les solides isolants est une méthode qui connaît déjà de très nombreuses applications dosimétriques. Les trajectoires des particules sont matérialisées par une attaque chimique et apparaissent comme des « traces », visibles au microscope optique.

Le problème reste donc de dénombrer ces traces. Leur diamètre dépend, d'une part, des conditions choisies pour l'attaque chimique : nature, concentration, température, durée..., d'autre part, de la nature et de l'énergie des particules incidentes.

Pour être décomptée, une trace doit :

- être différenciée d'un défaut superficiel du détecteur,
- avoir un diamètre supérieur à une valeur donnée, fonction de l'observateur et du microscope.

* Centre d'Etudes Nucléaires de Fontenay-aux-Roses - S.T.E.P.P.A. - Dosimétrie - B.P. N° 6 - Fontenay-aux-Roses.

** Laboratoire Central des Industries Electriques - 33, Av. Général-Leclerc, 92 - Fontenay-aux-Roses.

La première condition est particulièrement importante pour le nitrate de cellulose, matériau peu résistant et présentant de nombreux défauts de surface, mais qui est actuellement un des plus sensibles et permet de matérialiser le passage de particules α ayant une énergie comprise entre quelques centaines de keV et 5 MeV environ.

C'est pour tenir compte de cette condition que les Laboratoires de Recherches de la Société Kodak-Pathé ont mis au point, récemment, un nouveau type de détecteur à base de nitrate de cellulose dont nous présentons certaines caractéristiques [1].

I - DÉTECTEUR

Le film LR 115 (Produit expérimental) est constitué par une couche mince de nitrate de cellulose fortement coloré en rouge, déposée sur un film incolore de polytéréphtalate d'éthylène-glycol. Ce support est insensible aux particules alpha et résiste bien aux solutions chimiques d'attaque. Son épaisseur est d'une centaine de microns. Il permet la manipulation facile du nitrate de cellulose et la protection d'une de ses faces.

L'épaisseur du film de nitrate de cellulose peut être comprise entre 8 et 30 microns. Lorsque le film est très mince, l'attaque de la trace d'une particule donne une perforation de la couche colorée qui apparaît comme une tache blanche sur un fond rouge. Lorsque le film est plus épais ou la direction de la trace, très oblique, celle-ci apparaît comme une tache plus sombre que le fond.

Nous avons comparé les caractéristiques de ce détecteur à celles du nitrate de cellulose CA 80-15 [2]. Nous avons constaté que la présence du colorant n'influe pas sur la vitesse d'attaque du matériau, ni sur la forme des traces ni sur la sensibilité du détecteur.

II - PRINCIPE DES MESURES

Nous ne comptons que les traces qui traversent entièrement le nitrate de cellulose et qui apparaissent comme des taches blanches sur fond rouge (fig. 1).

Le rapport entre le nombre de taches blanches et le nombre de traces observées est une fonction de l'épaisseur du nitrate de cellulose, des conditions de l'attaque chimique, de l'énergie des particules incidentes et de leur direction.

Dans la pratique, nous utilisons toujours un film de nitrate de cellulose de 8 microns, attaqué par la soude, à une concentration de 6,25 N et à une température de 60 °C, pendant des temps qui sont fixés et compris entre 1 et 2 heures. Le rapport entre le nombre de taches blanches et le nombre de traces ne dépend plus que de la source de particules à mesurer.

Le contraste entre les taches blanches, dont le diamètre est voisin d'une dizaine de microns, et le fond rouge sombre facilite le dénombrement au microscope optique. Toutefois, nous avons voulu nous affranchir de ce procédé de lecture, lent et fastidieux, et nous préférons évaluer la densité de ces taches à partir d'une mesure de leur surface totale.

III - APPAREIL DE MESURE

La figure 2 représente le schéma de principe de l'appareil. La source lumineuse est une lampe de microscope. Un photomultiplicateur mesure l'intensité lumineuse transmise à travers les perforations du nitrate de cellulose. On adjoint un filtre optique de manière que la longueur d'onde de la lumière transmise corresponde au maximum de sensibilité du photomultiplicateur, au minimum de transmission du film de nitrate et au maximum du rapport signal/bruit.

Grâce à une fenêtre réglable, il est possible de choisir la forme et la dimension de la surface à mesurer qui peut être comprise entre 1 mm² et quelques cm².

IV - RÉSULTATS

a) *Mesure de l'émission α d'un échantillon métallique d'uranium naturel.*

Nous exposons le nitrate de cellulose au contact de la source pendant des temps compris entre 30 secondes et 6 heures. Les attaques chimiques se font dans de la soude 6,25 N à 60 °C pendant 2 heures. Le nombre de traces débouchées par mm² et par minute d'irradiation est de 20.

La réponse de l'appareil de lecture est une fonction linéaire de la durée de l'irradiation entre 0 et 3 heures. La mesure d'un détecteur non irradié, ou bruit de fond, correspond à l'augmentation de la réponse provoquée par une irradiation de 2 minutes (fig. 3 et 4).

Lorsque la durée d'irradiation est supérieure à 1 heure, il est préférable de diminuer la durée de l'attaque chimique. La figure 5 montre la variation de la réponse de l'appareil en fonction de la durée d'irradiation, entre 0 et 6 heures, lorsque l'attaque chimique dure 1 h 30 mn.

La précision de la mesure, qui tient compte de la variation entre les différents lots de détecteurs, de l'attaque chimique et des fluctuations de l'appareil, est constante et de l'ordre de 10 p. cent pour une probabilité de 0,95.

b) *Détection des aérosols radioactifs.*

R. WAJSFELNER a utilisé le nitrate de cellulose LR 115 sous forme de bande de 9 cm de large et 80 cm de longueur, dans un précipitateur électrostatique de haute résolution [3, 4]. La variation de la densité de traces en fonction de l'abscisse de captation a été déterminée à l'aide d'un appareil Quantimet 720 de la Société Metals Research qui utilise un microscope couplé à une caméra et permet de dénombrer automatiquement les traces visibles dans le champ du microscope. Nous avons repris ce nitrate de cellulose et nous l'avons mesuré sur notre appareil en choisissant comme fenêtre une fente de 1 mm de large, perpendiculaire au sens

de déplacement de la bande. La figure 6 représente les spectres obtenus à l'aide de ces 2 méthodes et montre leur parfaite concordance.

Nous remercions MM. PRIGENT et CHUITON pour la réalisation et la mise au point de cet appareil de lecture.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BARBIER J. « Contrast Improvement of Images obtained in cellulose nitrate film by track etch methods ». *Transaction 1970 Winter Meeting A.N.S.* Washington, Nov. 1970, p. 530.
- [2] CHAPUIS A.M., FRANÇOIS H., GÉRARD-NICODÈME N. « Contrôle de l'enrichissement de l'uranium métallique à l'aide du nitrate de cellulose ». *Radiation Effects*, 1970, Vol. 5, pp. 91-97.
- [3] WAJSFELNER R., BRICARD J., MADELAINE G.J. « Application de la méthode ionographique à la détection des aérosols radioactifs émetteurs alpha ». *Journal Aerosol Science*. A paraître.
- [4] WAJSFELNER R., BRICARD J., MADELAINE G.J. « Sur l'existence des petits ions radioactifs négatifs provenant d'une source de thorium 228 ». *C.R. Acad. Sciences Paris* (1971), tome 272, pp. 664-667.



FIG. 1. — Film LR 115 irradié au contact d'uranium métallique.

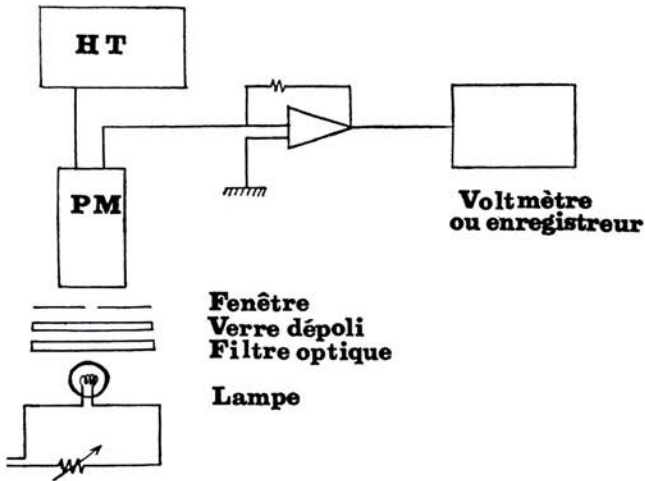


FIG. 2. — Schéma de l'appareil de mesure.

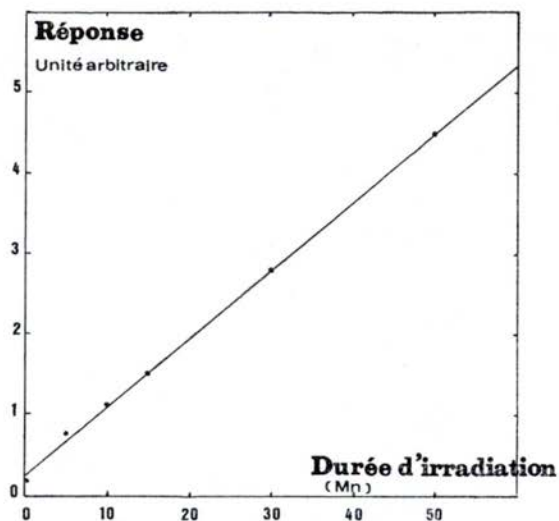


FIG. 3. — Variation de la réponse de l'appareil en fonction de la durée d'exposition à une source d'uranium (attaque chimique 2 heures).

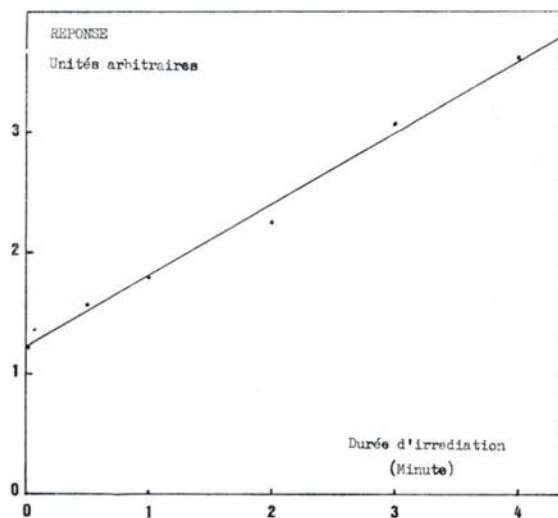


FIG. 4. — Variation de la réponse de l'appareil en fonction de la durée d'exposition à une source d'uranium (attaque chimique 2 heures).

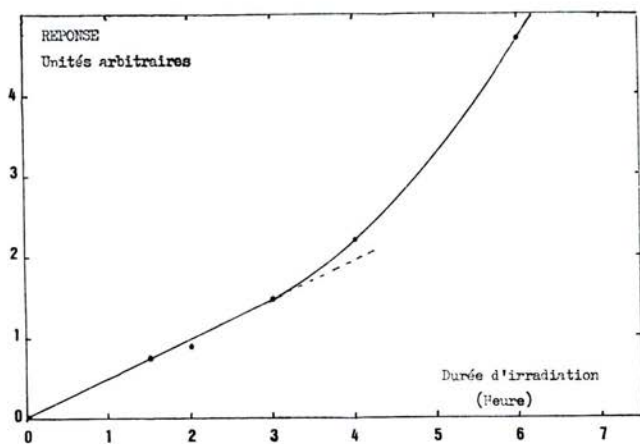


FIG. 5. — Variation de la réponse de l'appareil en fonction de la durée d'exposition à une source d'uranium (attaque chimique 1 h 30 mn).

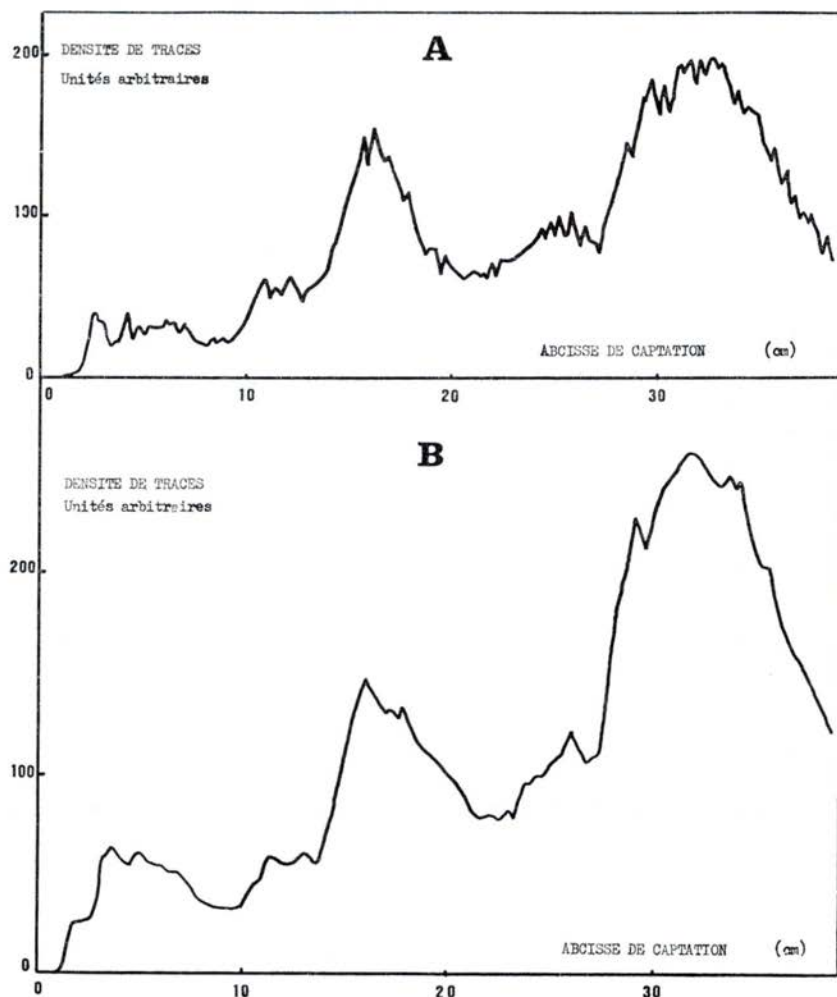


FIG. 6. — Variation de la densité de traces en fonction de l'abscisse de captation :

A - Appareil Quantimet 720,

B - Lecteur prototype.