

## L'autoradiographie par le nitrate de cellulose

par M. DELLAGI,

Faculté des Sciences de Tunis.

---

L'autoradiographie est l'étude des substances radioactives au moyen de la plaque ou film photographique. On sait qu'elle a servi, il y a presque cent ans, à BECQUEREL à mettre en évidence pour la première fois la radioactivité de l'uranium. Le terme s'étend à tout procédé permettant de rendre visibles les traces des particules ionisantes. C'est ainsi que la plaque photographique est actuellement supplantée, dans certains domaines d'utilisation, par des enregistreurs solides tels que le MICA, le VERRE et le NITRATE DE CELLULOSE. Ce dernier produit se trouve dans le commerce sous forme de feuilles [1] qui, en tant que détecteurs, sont d'une utilisation beaucoup plus simple et reviennent moins cher que la plaque photographique. La différence avec cette dernière est que la feuille de nitrate de cellulose est insensible à l'action de la lumière, des rayons X et des rayons  $\beta$  ; mais comme la plaque photographique, la feuille de nitrate de cellulose est insensible à l'action directe des neutrons.

Le passage d'une particule ionisante dans un grain de bromure d'argent ou dans le nitrate de cellulose crée le long de la trajectoire une portion de matière perturbée, rendue par cela même, beaucoup plus sensible que les autres régions aux agressions chimiques. La réduction par le révélateur est beaucoup plus rapide dans un grain de bromure d'argent ayant été traversé par une particule ionisante. De même, la destruction par une solution de soude d'une feuille de nitrate de cellulose irradiée se fait sélectivement là où est passée une particule chargée. Dans ce dernier cas, l'examen au microscope, sous faible grossissement, de la feuille irradiée, puis ainsi traitée, met en évidence des traces ou gravures dont l'étude permet d'aboutir à des conclusions concernant les propriétés du corps radioactif, sa localisation, son intensité, etc.

On décrit ci-après, à titre d'exemple un mode opératoire.

### Matériel.

- 2 ou 3 cm<sup>2</sup> d'une d'une feuille F de nitrate de cellulose type LR115 Kodak.

- Solution saturée de nitrate de thorium ( $S_1$ ).
- Solution à 10 % de soude caustique ( $S_2$ ).
- Etuve.

**Mode opératoire.**

- a) On dépose une goutte de  $S_1$  au milieu de F ; durée du dépôt : 2 jours.
- b) Au bout de 2 jours, on se débarrasse de  $S_1$  en rinçant à grande eau F qui est ensuite plongée pendant 90 minutes dans un bain de  $S_2$  à  $60^\circ$  (étuve).
- c) On rince, on sèche, on examine au microscope (objectif  $20\times$  et oculaire  $8\times$ ) les traces de particules  $\alpha$ , égratignures noires sur fond clair.

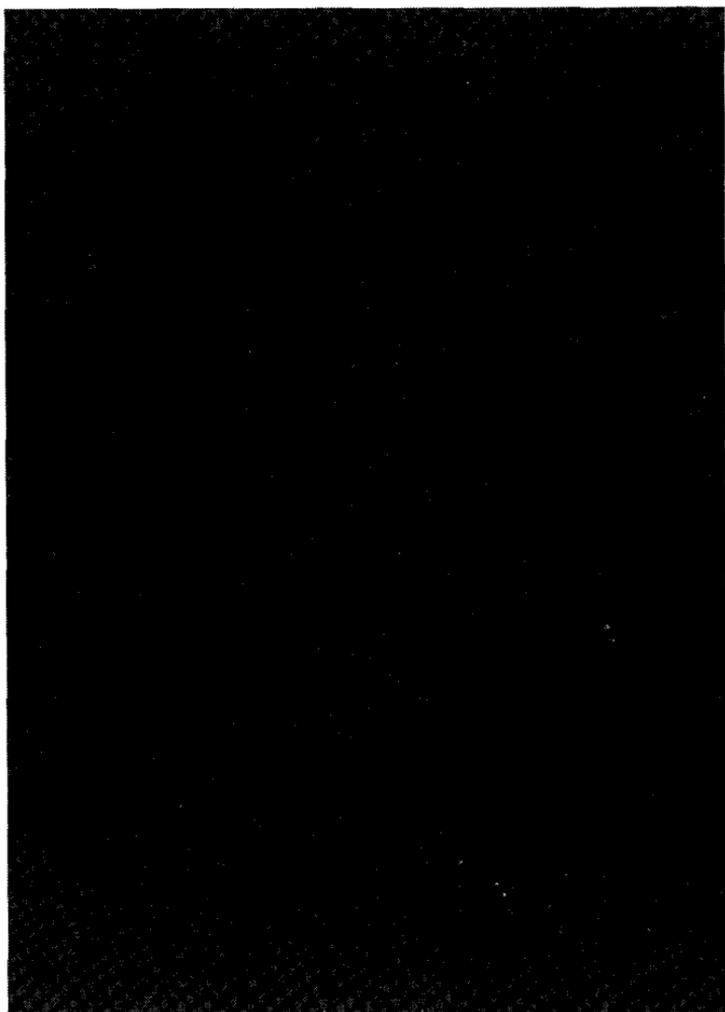
Ci-joint, une microphotographie  $M_1$ , prise par transmission du milieu de la région R occupée par la goutte de nitrate de thorium et une autre  $M_2$ , par réflexion, du bord de R.

Les particules  $\alpha$  proviennent des désintégrations spontanées du noyau de thorium  $\text{Th}_{90}^{232}$  et de ses produits de désintégration, 7 hélions sont émis au total ; le produit final est un plomb ; des photons  $\gamma$  et des particules  $\beta$  sont aussi émis, mais ne sont pas détectés par F. L'un des produits de désintégration est un gaz rare le THORON  $\text{Tn}_{86}^{220}$  qui émet une particule  $\alpha$  de 6,3 MeV et a une demi-vie de 54 sec. Une atmosphère de Tn surmonte un échantillon de nitrate de thorium contenu dans un flacon ; c'est ce que l'on vérifie en y suspendant F loin du nitrate. L'application de cette remarque à la prospection des gisements de thorium est évidente.

---

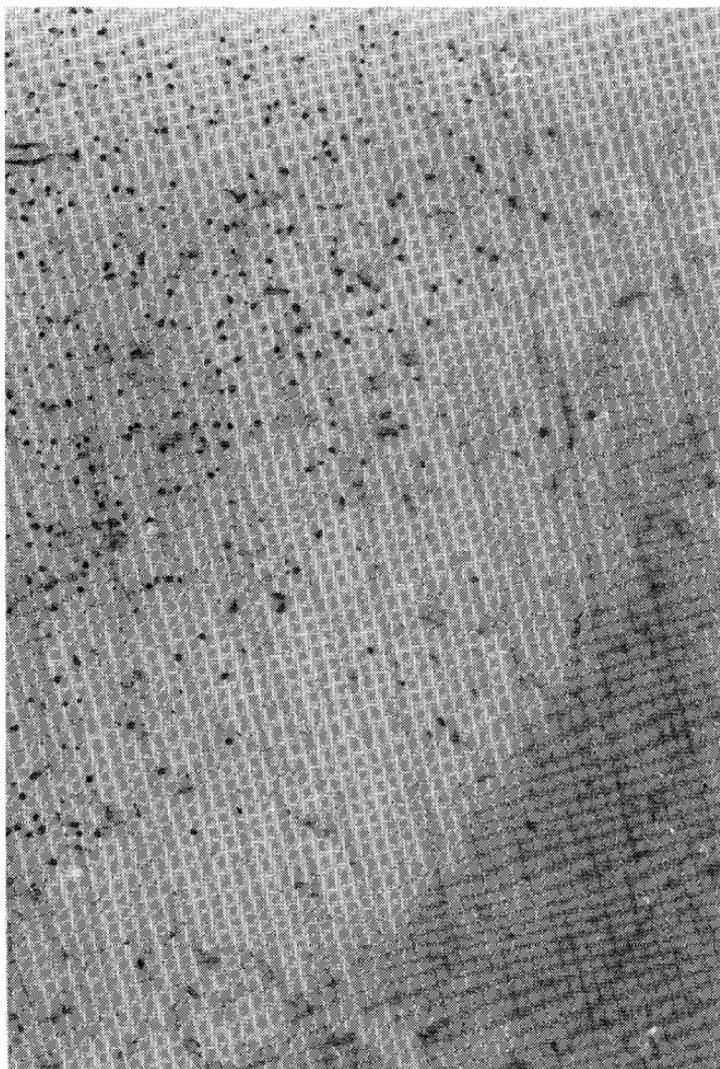
[1] KODAK-PATHÉ, 94300 Vincennes (France).

---



0,1 mm

$M_1$  Autoradiographie d'une solution saturée de nitrate de thorium sur nitrate de cellulose.



————— 0,2 mm

M<sub>2</sub> Autoradiographie d'une solution saturée de nitrate de thorium sur nitrate de cellulose.

## ADDENDUM

## EVALUATION DES RISQUES

## encourus par les élèves dans l'utilisation du nitrate de thorium

Ce produit se présente sous forme cristallisée, avec 4 ou 12 molécules d'eau de constitution ; il est déliquescent, et très soluble dans l'eau ; le commerce le fournit dans des flacons (en verre ordinaire) de 50 grammes.

Se plaçant dans une perspective pédagogique, on a intérêt à mettre à la disposition d'un groupe d'élèves une solution aqueuse S de 10 cm<sup>3</sup> contenant 1 gramme de thorium à l'état de nitrate ; une prise de 2 ou 3 mm<sup>3</sup> de S à l'extrémité d'une baguette de verre, suffit pour une autoradiographie.

Le nitrate de thorium émet spontanément des rayons  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ . Les rayons sont dangereux pour l'organisme humain. Dans certaines conditions, il y a attaque des cellules du corps dont le métabolisme est modifié : en cas de dose létale la mort peut s'en suivre. Le danger est d'autant plus grand qu'il est insidieux et que nos sens ne sont, ici, d'aucune utilité, puisqu'ils ne font pas correspondre de signaux d'alarme à de tels stimuli. Toutefois, l'expérience a montré que, moyennant l'observation de certaines consignes de sécurité, codifiées en NORMES DE TOLÉRANCE, les risques peuvent être pratiquement ramenés à un niveau tolérable, celui précisément dans lequel nous baignons en raison de la radioactivité naturelle ambiante.

I) *Les rayons  $\alpha$*  sont absorbés par une faible épaisseur de matière condensée : 50 à 60 microns ; c'est à peu près l'épaisseur de l'épiderme de la peau (couche externe cornée formée de cellules mortes) ; atteinte par une projection de S, la peau ne subit pas de dommage dans sa couche profonde, vivante, le derme ; toutefois, une DÉCONTAMINATION est alors à conseiller : elle se fait par lavage à grande eau, dont le rejet, dans le réseau d'égout de la ville, ne présente aucun danger pour l'environnement, en raison de l'extrême dilution du corps radioactif. Les microphotographies permettent d'imaginer l'aspect que présenterait une peau contaminée.

En revanche, l'INGESTION de nitrate de thorium est dangereuse, parce que le tube digestif n'est pas tapissé comme la peau d'une couche protectrice ; en pareil cas, recourir au médecin.

II) *Les rayons  $\gamma$*  créent un risque mesuré par le DÉBIT D'EXPOSITION, qui ne doit pas dépasser  $50 \cdot 10^{-6}$  RÖNTGEN PAR HEURE ( $r/h$ ) pour un individu quelconque (ne travaillant pas dans les zones contrôlées), en contact seulement avec les montres à cadrans

lumineux, les postes de télévision, les installations de radioscopie, etc. Le röntgen est une unité de perte d'énergie par unité de volume d'air :  $1 \text{ röntgen} = 6,8 \cdot 10^4 \text{ MeV par cm}^3 \text{ d'air}$  dans les conditions de température et de pression normales.

On démontre que, si  $\Sigma E$  est la somme des énergies en MeV de tous les photons  $\gamma$  émis en cascade, à la suite de la désintégration d'un seul noyau de thorium, et si  $Q$  est le nombre en curies des désintégrations de cette sorte, le débit d'exposition en  $r/h$  à 1 mètre de  $S$  vaut :

$$D = 0,57 \cdot Q \cdot \Sigma E.$$

Les tables donnent  $\Sigma E = 13 \text{ MeV}$  ; la constante radioactive du thorium vaut  $1,58 \cdot 10^{-18} \text{ seconde}^{-1}$  et 1 curie =  $3,7 \cdot 10^{10}$  désintégrations par seconde. Pour 1 gramme de thorium,  $Q = 1,3 \cdot 10^{-7} \text{ curie}$  et  $D = 10^{-6} \text{ r/h}$  à 1 mètre de la source  $S$ .

On laisse aux élèves, le soin de calculer les risques dus aux rayons  $\beta$ .

#### Remarque.

On classe les lieux de travail par ordre d'activité et de radio-toxicité croissantes, en types I, II, III. Un laboratoire d'enseignement utilisant la source  $S$  est du type I.

Extrait du règlement type de sécurité concernant les radiations ionisantes [Bureau international du travail ; Genève 1959.]

#### Lieux de travail du type I.

Article 173, p. 49 : Le personnel doit porter des vêtements simples de protection par exemple des blouses du type utilisé dans les laboratoires de chimie ou de métallurgie.

Article 176 : Les sources de substances radioactives doivent être stockées dans des armoires réservées à cet usage et offrant une protection suffisante.

Article 177 : La simple décroissance des produits à courte période ou la dilution convenable, devraient en général être considérées comme suffisantes pour satisfaire aux exigences de l'autorité compétente en matière de résidus radioactifs.