

## Utilisation des émulsions liquides dans l'étude de la radioactivité des roches (\*),

par E. PICCIOTTO,

Laboratoire de Physique Nucléaire,  
Université Libre de Bruxelles.

La mise sur le marché des émulsions nucléaires « in gel form » représente un progrès considérable de la technique photographique appliquée à l'étude de la radioactivité des roches [1 à 7].

### ÉTUDE EN LAME MINCE.

FORD [8] a défini les avantages de la technique des émulsions coulées sur lame mince.

La présence d'une couche d'émulsion de 50 à 100  $\mu$  développée dans de bonnes conditions, ne gêne pas l'observation des minéraux en lumière polarisée et permet de mener simultanément l'étude pétrographique et celle de la radioactivité.

Bien que la technique des émulsions coulées soit mise à profit par les biologistes [9], peu de résultats ont paru dans le domaine géologique.

Une série de roches intrusives et de laves ont été étudiées par cette méthode.

### TECHNIQUE.

Le détail des observations et leurs interprétations pétrographiques seront publiés ultérieurement.

Nous donnons quelques détails techniques et des exemples illustrant les possibilités de la méthode.

Des sections minces de 35 microns ont été montées sur verre avec du baume du Canada. L'excès de baume autour de la préparation a été éliminé par nettoyage au toluène.

Les préparations ont été rincées plusieurs fois avec un jet d'eau bidistillée puis avec de l'alcool pur pour éliminer toutes les poussières superficielles.

---

(\*) Cette note a fait l'objet du Bulletin n° 33 du Centre de Physique Nucléaire de l'Université de Bruxelles (1952) sous la forme stencillée et à tirage très réduit.

Une couche d'émulsion Ilford C2 de 100  $\mu$  a été coulée sur ces sections par le laboratoire de recherches de Ilford Ltd.

Les plaques ont été conservées 3 mois à basse température (4°) et développées par la méthode suivante [10] :

#### Révélation :

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| Révéléateur : Eau ... .. | 1.000 cc; |
| Amidol ... ..            | 3 g;      |
| Sulfite crist. ... ..    | 25 g;     |
| KBr ... ..               | 0,5 g;    |
| Acide borique .. ..      | 4 g;      |

Imprégnation 35 min. à 4°; développement à sec, 30 min. à 18°.

#### Fixation dans un bain contenant :

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| Hyposulfite ... ..     | 400 g;    |
| Métabisulfite K ... .. | 100 g;    |
| Eau ... ..             | 1.000 cc. |

La fixation a été effectuée entre 12 et 14° et a duré 4 heures environ.

Lavage à l'eau courante à 14° pendant 2 heures.

Ce développement a donné des trajectoires d' $\alpha$  continues avec un minimum de grains de fond et sans coloration de la gélatine.

Les photos 1 à 5 illustrent quelques résultats obtenus par cette technique.

### MINÉRAUX EN POUDRE.

TYLER et MARAIS [11] ont étudié la radioactivité de sédiments meubles en dispersant les grains à la surface d'une plaque photographique. L'usage des émulsions « stripped » a permis de perfectionner cette technique en plaçant les grains entre deux couches d'émulsion [4, 14]. On peut ainsi observer les particules émises dans un angle solide de  $4\pi$  autour de chaque grain.

Grâce aux émulsions liquides, on peut incorporer un volume de poudre beaucoup plus grand par  $\text{cm}^3$  d'émulsion et réduire le temps d'exposition et d'observation.

#### a) Mesure du rapport Th/U.

Les méthodes basées sur l'activité  $\alpha$  de sections planes sont longues et peu précises [1, 7]; le dosage de l'U par irradiation neutronique [12] nécessite une pile atomique et n'est pas très sensible pour les roches ordinaires.

L'utilisation de l'échantillon en poudre placé entre deux émulsions a déjà été proposée [4]. Th/U est mesurée par le rapport du nombre d' $\alpha$  du ThC' ( $n'$ ) au nombre d' $\alpha$  total (N). On a :

$$N/10,7 \cdot n' = 1 + 4,14 \text{ U/Th } (1).$$

Cette relation n'est valable que pour des échantillons en équilibre radioactif.

#### b) Équilibre radioactif dans les roches.

Les roches récentes (moins de  $10^6$  ans) telles que laves ou sédiments ne sont pas en équilibre radioactif; il en est de même pour les roches anciennes soumises à des transformations récentes.

Le degré de déséquilibre, notamment dans la famille de l'U, donne des renseignements précieux sur l'histoire de ces roches.

Le spectre d'énergie des  $\alpha$  permet de définir les relations quantitatives entre les divers radioéléments présents.

Ce spectre est donné par la distribution des longueurs (ou des projections horizontales) des trajectoires des  $\alpha$  émis.

La mesure est plus facile et plus précise sur un échantillon finement pulvérisé et incorporé à l'émulsion que sur une section plane.

Dans cette technique, l'obtention d'un échantillon représentatif sera un problème délicat; on peut avoir, même dans des monocristaux, des variations locales non seulement de la radioactivité totale, mais encore du rapport Th/U [7].

Les grains de poudre doivent avoir une dimension petite ( $1 \mu$ ) par rapport au parcours des  $\alpha$ .

Le temps nécessaire au séchage de l'émulsion et à son développement (une à deux heures pour  $100 \mu$ ) doit être court par rapport au temps d'exposition; il faut en effet que la contribution des traces « mouillées » [13] soit négligeable dans les mesures de longueur.

La figure 7 illustre un essai préliminaire conduit comme suit :

Une monazite contenant 0,2 % de Th a été broyée au mortier d'agate. 0,1 g de la poudre a été mélangé à 2 cc d'émulsion Ilford C2 « in gel form » portée à  $45^\circ$ . L'émulsion a été coulée sur une plaque de verre de  $15 \text{ cm}^2$  et séchée 6 heures dans un

(1) Une erreur numérique a fait écrire dans [4]  $0,33 \text{ U/Th}$  au lieu de  $4,14 \text{ U/Th}$ .

courant d'air sec. La plaque a été conservée 20 jours à 4° et développée suivant la même méthode que pour les lames minces.

Les  $\alpha$  émis par certains grains ne montrent pas de distorsion et se prêtent bien à des mesures de longueur.

#### REMERCIEMENTS.

Nous tenons à remercier pour leurs critiques et leurs suggestions les Professeurs M. COSYNS et G. P. S. OCCHIALINI, le Docteur MERLIN ainsi que M<sup>me</sup> HIEKE-MERLIN de l'Université de Padoue.

Nous sommes heureux de pouvoir exprimer notre gratitude à MM. WALLER et VINCENT du laboratoire de recherche d'Ilford, dont la collaboration nous a été très précieuse.

#### BIBLIOGRAPHIE.

1. CURIE, I., *J. Phys. Radium*, **7**, p. 313 (1946).
2. HEE, A., *Ann. Géophys.*, **4**, p. 242 (1948).
3. POOLE, J. H. et BREMNER, J. W., *Nature*, **161**, p. 884 (1948).
4. PICCIOTTO, E. E., *Bull. Soc. belge Géol.*, **58**, p. 75 (1949).
5. — *Ibid.*, **59**, p. 170 (1950).
6. COPPENS, R., *J. Phys. Radium*, **11**, p. 21 (1950).
7. VON BUTTLAR, H. et HOUTERMANS, F. G., *Géochim. et Cosmochim. Acta*, **2**, p. 43 (1951).
8. FORD, I. H., *Nature*, **167**, p. 273 (1951).
9. Voir par ex. KING, D. T., HARRIS, J. E. et TKACZYK, S., *Ibid.*, **167**, p. 273 (1951).
10. DILWORTH, C. C., OCCHIALINI, G. P. S. et VERMAESEN, L., *Bull. Centre Phys. Nucléaire Univ. Libre Bruxelles*, n° 13 a (1950).
11. TYLER, S. A. et MARAIS, J. J., *J. Sediment. Petrol.*, **11**, p. 145 (1941).
12. CURIE, I. et FARAGGI, H., *Comptes Rendus*, **232**, p. 959 (1951).
13. POWELL, C. F., OCCHIALINI, G. P. S., LIVESSEY, D. L. et CHILTON, L. *J. Sci. Instr.*, **23**, p. 107 (1946).
14. DEMERS, P., *Phys. Rev.*, **70**, p. 974 (1946).

# PLANCHES

## EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

---

PHOTOS. — Les microphotos marquées *a* sont au point sur la roche. Les photos *b* sont mises au point dans l'émulsion photographique. Tous les échantillons ont été exposés trois mois à 4 °C.

FIG. 1. — Emulsion  $C_2$  coulée sur une lame mince de microdiorite. On peut localiser le départ de deux  $\alpha$  à partir d'un cristal de dimension inférieure à 5  $\mu$  situé à la surface de la section.

La trajectoire des  $\alpha$  est une mosaïque de plusieurs photos prises à différentes hauteurs dans l'émulsion.

---

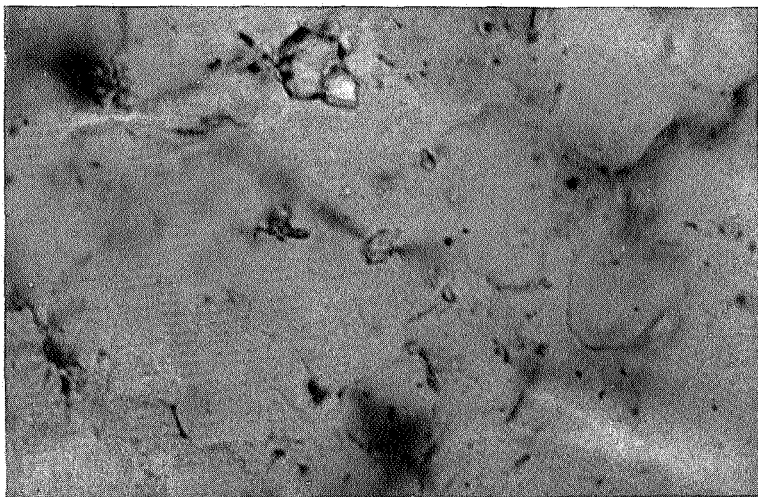


FIG. 1a.

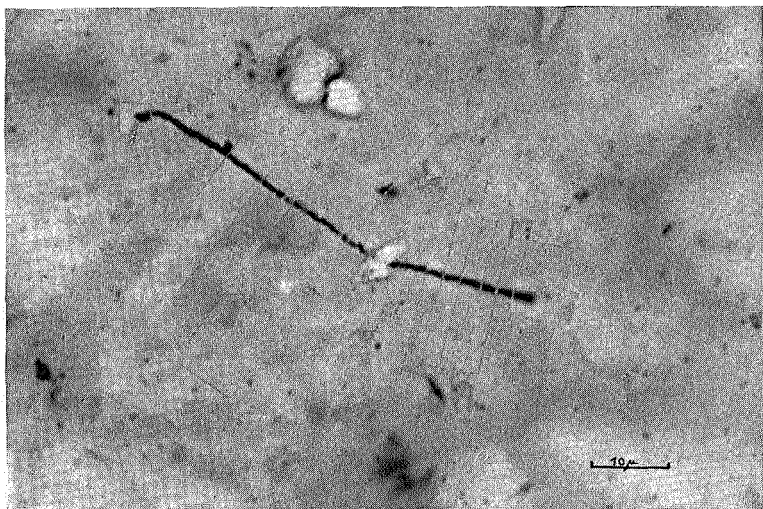


FIG. 1b.

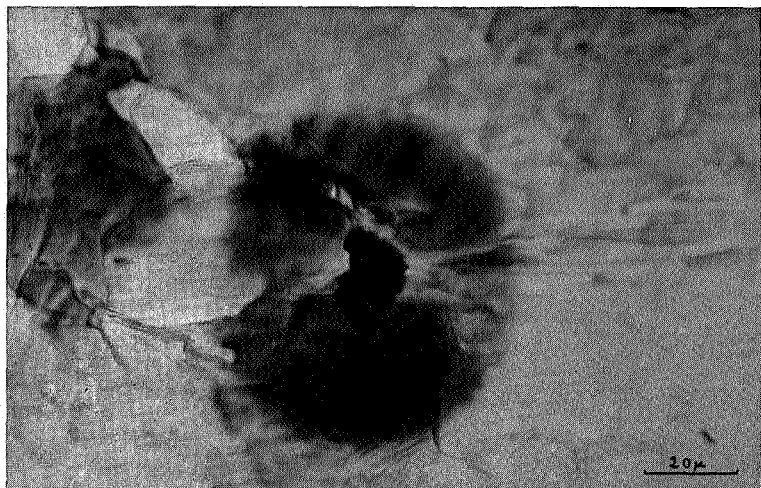


FIG. 2a

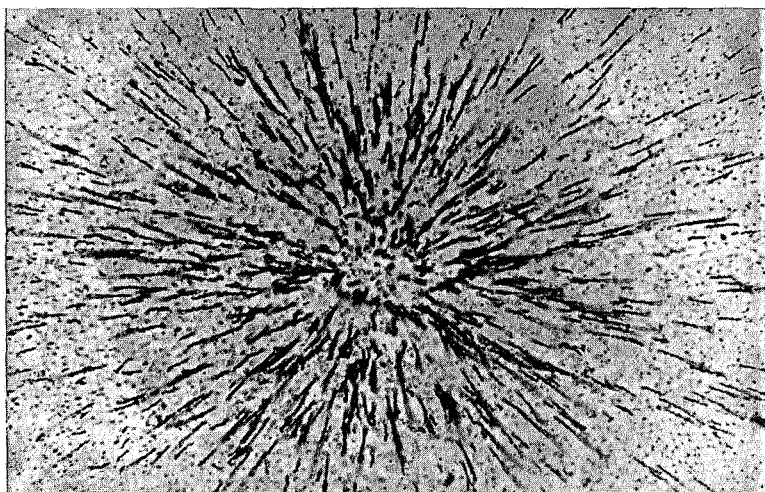


FIG. 2b.



## EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

---

FIG. 2. — Plaque  $C_2$  appliquée sur une lame mince de granodiorite (ancienne technique). La photo 2a montre une inclusion opaque dans la hornblende, entourée d'un halo pléochroïque très intense; on voit sur la photo 2b la région correspondante de la plaque remplie d' $\alpha$  émis par l'inclusion.

Les trajectoires divergent toutes d'un même point, mais les points d'impact dans l'émulsion sont dispersés sur une surface beaucoup plus large que celle de l'inclusion active. Ce fait est dû à la couche d'air de quelques dizaines de  $\mu$  interposée entre la roche et la plaque photographique; les  $\alpha$  émis tangentiellement font un parcours relativement long dans cette couche d'air avant de rencontrer l'émulsion, d'où une perte sensible dans la précision de la localisation.

---

## EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

---

FIG. 3. — Même exemple que la photo 2 trouvée dans une autre lame mince de la même roche. Emulsion coulée.  
La couche d'air est supprimée et on voit sur 3a tous les  $\alpha$  partant d'un même point.

Le parcours des  $\alpha$  étant du même ordre de grandeur dans l'émulsion et dans le minéral, « le halo » produit dans l'émulsion en trois mois se superpose au halo naturel dû à l'action des  $\alpha$  sur la hornblende pendant plusieurs dizaines de millions d'années.

L'application aux mesures d'âge absolu sera discutée ultérieurement.

---

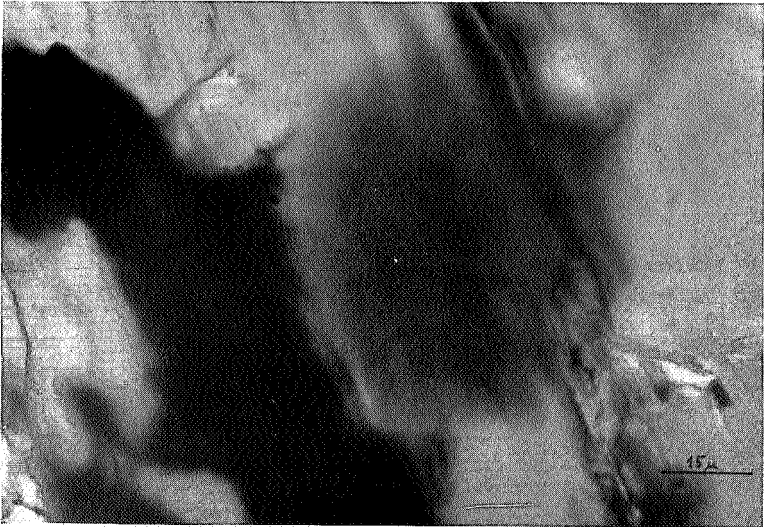


FIG. 3a.



FIG. 3b.

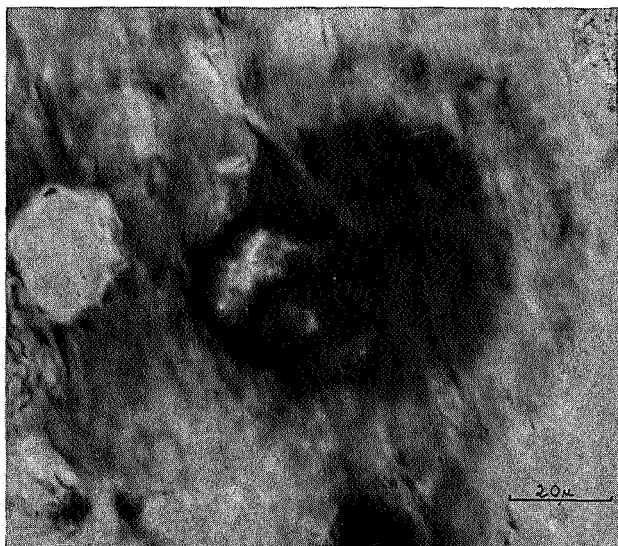


FIG. 4a.

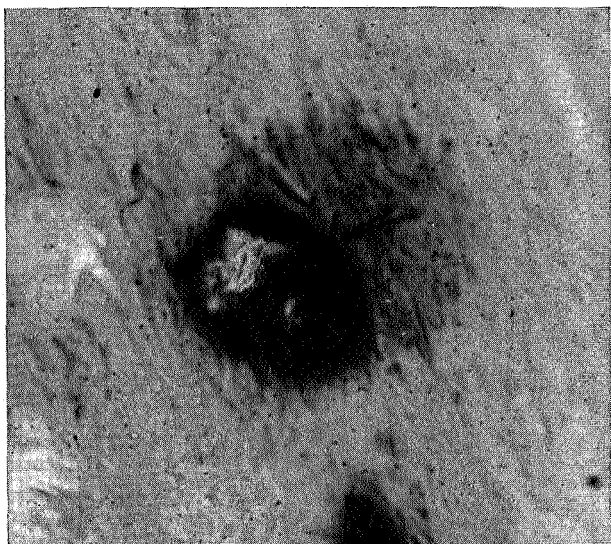


FIG. 4b.

## EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

---

FIG. 4. — Émulsion  $C_2$  coulée sur microdiorite.

Cristal de zircon (?) inclus dans la chlorite.

Un halo pléochroïque à trois anneaux s'est développé dans la chlorite autour de ce cristal mais avec une disposition excentrique curieuse. La netteté du halo est également inattendue vu la taille de l'inclusion.

La photo 4b explique ces observations par le fait que les radioéléments sont localisés en un point en bordure du cristal.

Tous les  $\alpha$  (11 au total) proviennent d'une plage de l'ordre de quelques  $\mu$ .

---

## EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

---

FIG. 5. — Cristaux de monazite inclus dans une émulsion  $C_2$ .

---

PL. V.

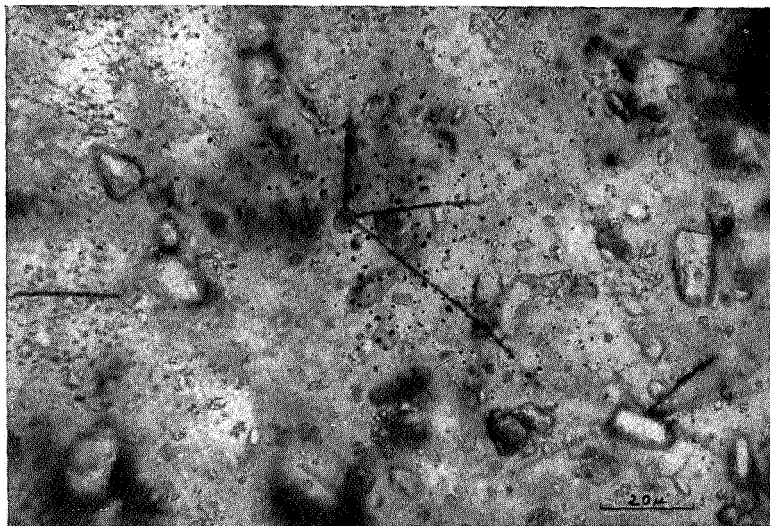


FIG. 5.