

## SÉANCE MENSUELLE DU 16 MAI 1950.

*Présidence de M. M.-E. DENAEYER, président.*

### Décès :

M. M.-A. WATERSCHOOT, membre effectif depuis 1932.

### Présentation de nouveaux membres :

1. INSTITUT DE GÉOLOGIE, Université de la Sarre (Allemagne); présenté par MM. R. Cambier et A. Delmer.
2. AHLSON, J., FOLKE, S., Ingénieur des Mines de l'École Royale Supérieure Technique de Stockholm, 24, rue Mareyde, à Woluwe-Saint-Pierre; présenté par MM. R. Cambier et A. Delmer.
3. LARUELLÉ, JACQUES, Étudiant en Sciences minéralogiques et géologiques, 29, rue Rijkmans, à Anvers, et 55, Ieperstraat, à Gand; présenté par MM. A. Hacquaert et R. Tavernier.
4. FERRERO, PAUL, Docteur en Sciences. Directeur à la Société Carbochimique, à Tertre; présenté par MM. P. Dumon et A. Lombard.
5. PECROT, ANDRÉ, Ingénieur agronome, 18, rue Malaise, à Gembloux; présenté par MM. R. Tavernier et G. Manil.

### Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

- 10215 *Hatch, F. H., Wells, A. K. et Wells, M. K.* The Petrology of the igneous Rocks. Rewritten tenth edition. Londres, 1949, 469 pages et 151 figures.
- 10216 *Helbing, R.* Studies in photogeology in connection with geological mapping in Switzerland specifically of the Todi Range. Zürich, 1949, 140 pages et 7 cartes.
- 10217 *Helbing, R.* Photogeologische studien im anchluss an geologische kartierungen on der Schweiz insbesondere der Tödikette. Zürich, 1948, 141 pages et 10 figures.

- 10218 *Custodio de Morais, J.* Estudo da forma dos seixos rolados de alguma cascalheiras da região desde Coimbra até ao mar. Coimbra, 1949, 4 pages et 3 figures.
- 10218 *Soares de Carvalho, G.* Um perfil geologico da região de Coimbra. Coimbra, 1949, 10 pages et 1 planche.
- 10218 *Soares de Carvalho, G.* Enchimento das fendas de dissolução dos calcários de Santa Clara (Coimbra). Coimbra, 1949, 9 pages et 3 figures.
- 10218 *Soares de Carvalho, G.* Noticias sobre os Seixos Polidos do Conglomerado Antracólítico da Serra do Buçaco. Coimbra, 1949, 3 pages.
- 10219 *Cotelo Neiva, J. M.* Géologie et genèse des minerais portugais de chrome et de platine. Coimbra, 1949, 19 pages.
- 10220 *Soares de Carvalho, G.* Les dépôts des terrasses et la paléogéographie du Pliocène dans la bordure méso-cénozoïque occidentale du Portugal (entre le Vouga et le Mondego). Coimbra, 1949, 27 pages et 17 figures.
- 10220 *Lautensach, H.* Paul Coffat e a Geografia de Portugal. Coimbra, 1949, 12 pages.
- 10221 *Van Leckwijck, W., Snel, M., Pastiels, A. et Wil-lière, Yvonne.* Étude du gisement houiller de la Campine. Contribution stratigraphique et paléontologique du Westphalien B inférieur. La zone d'Asch. Bruxelles, 1949, 192 pages, 11 planches et 7 tableaux hors texte.

## 2° Nouveau périodique :

- 10222 *Paris.* Gouvernement général de Madagascar et dépendances. Esquisse géologique de reconnaissance à l'échelle du 200/000°. Feuille Tsihombe, HI. 62-63; Feuille Bekily, HI. 60-61 (605); Feuilles Behara-Fort-Dauphin, LM. 62-63 (627), NO. 62-63 (628); Feuille Esira, LM. 60-61 (607); Feuille Ambovombe, JK. 62-63 (626); Feuille Tsivory, JK. 60-61 (606); Feuille Manantenina, FG. 62-63; Feuille Ampanihy, FG. 60-61 (604); Feuille Ampotaka, FG. 62-63 (624) (cartes et textes explicatifs); Feuille Tsaramandroso, NO. 40-41 (408) (texte explicatif); Feuille Bekodoka, HI. 42-43 (425) (texte explicatif) (1948).

## Communications des membres :

L. JONES. — *Les premiers résultats de la comparaison du deuxième nivellement général (1948) du Royaume avec les nivellements anciens.* (Texte ci-après.)

R. LEGRAND. — *Présentation d'échantillons.* (Texte ci-après.)

G. GEUKENS. — *Quelques nouveaux gîtes à Dictyonema flabelliforme dans le massif de Stavelot.* (Texte ci-après.)

E. PICCIOTTO. — *Distribution de la radioactivité dans les roches éruptives.* (Texte ci-après.)

E. POLINARD. — *Sur un fossile ou pseudo-fossile de la région de Nyongwe (Ruanda). Présentation d'échantillon.* (Texte ci-après.)

**Les premiers résultats  
de la comparaison du Deuxième Nivellement Général (1948)  
avec les nivellements anciens (\*),**

par L. JONES.

**I. — INTRODUCTION.**

Dès après la première guerre mondiale, la question se posait déjà d'exécuter un nouveau nivellement du pays. La nécessité pratique et scientifique d'un tel travail ne fut jamais mise en doute; mais sa réalisation fut longtemps retardée par suite de circonstances qu'il ne nous appartient pas ici de rechercher. C'est en 1945 que le Deuxième Nivellement Général fut entamé, à l'initiative de M. Gilliard, Directeur Général honoraire de l'I.G.M. Les mesures du réseau de 1<sup>er</sup> ordre, qui s'étendirent sur 1947-1948, furent calculées en 1949 et leurs résultats définitifs publiés en février 1950 sous la forme d'un « répertoire des définitions et des altitudes des repères » (1).

Le vœu, exprimé souvent et en diverses occasions, de voir comparer un nivellement récent avec les anciens, est en voie d'être satisfait. Notre but principal est, en effet, de faire part des *premiers résultats* de la comparaison du réseau de 1<sup>er</sup> ordre du D.N.G. avec les nivellements antérieurs. Mais, à cette occasion, nous voudrions également :

1° Attirer l'attention sur certains détails techniques qui sont souvent perdus de vue;

2° Ébaucher la relation existant entre les résultats des nivellements et ceux de la gravimétrie.

---

(\*) Remis le 4 juin 1950 au Secrétariat.

(1) En vente à l'I.G.M., Service de vente de brochures, Tir National, Bruxelles.

A ce dernier sujet, une communication sera faite au III<sup>e</sup> Congrès National des Sciences, par laquelle MM. Fourmarier, Charlier, Hoge et moi-même tenterons de faire une synthèse des résultats obtenus en géologie, séismologie, magnétisme, gravimétrie et nivellement en ce qu'ils ont trait aux mouvements du sol belge.

## II. — LES ÉLÉMENTS DE LA COMPARAISON :

### CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES DIVERS RÉSEAUX DE NIVELLEMENT DE LA BELGIQUE.

Réseau	Plan de comparaison : niveau zéro	Méthode — Précision
Nivellement Général (N.G.) 1840-1879	Déterminé en 1854. L'ancien repérage de M. Sano, fixant le <i>niveau moyen des basses mers</i> à 1 <sup>m</sup> 48 au-dessus du busc de l'écluse du bassin du Commerce (Ostende), n'est pas retenu (disparition des documents). Se basant sur le relevé des marées de 1834 à 1853, ce niveau est fixé à 1 <sup>m</sup> 6465. Dénommé : <i>zéro du Dépôt de la Guerre</i> (zéro D.G.).	But cartographique : tracé des courbes de niveau. Environ 9.000 points levés. Ces points sont <i>définis, non repérés</i> . Instruments se perfectionnant à mesure de l'avancement des travaux. Exécution en plusieurs temps : Avant 1854 : Bruxelles, Anvers, Ramillies; 1856 : raccord des précédents à Ostende, Zele, Gand, Bruges; 1857 : achèvement. Exploitation des mesures : les fermetures des polygones sont plus ou moins bonnes ou mauvaises (de quelques mm à plusieurs cm pour un périmètre de 100 à 200 km). <i>L'ensemble n'est pas homogène</i> . Compensation rudimentaire; pas de correction orthométrique. Erreur probable totale au km : non mentionnée.
Nivellement de Précision (N.P.) 1889-1892	<i>Niveau moyen</i> de la mer, fixé à 3 <sup>m</sup> 658 au-dessus du busc de l'écluse du bassin du Commerce (Ostende), résultat du relevé des marées de 1878 à 1885. Différence de 2 <sup>m</sup> 012 avec le N.G.	But : raccord européen des divers « zéros ». Environ 2.000 points levés, formant un polygone frontière et deux traverses (Anvers-Mons; Visé-Givet). Ces points sont <i>repérés</i> .

Réseau	Plan de comparaison : niveau zéro	Méthode — Précision
Deuxième Nivellement Général (D.N.G.) (1946-1955 ?)	Cote du repère n° 3 du N.P. 1892, ramenée dans le système zéro D.G., soit 100 <sup>m</sup> 174. (Par définition, c'est donc un point commun avec le N.P.)	Exécution : les environs de Bruxelles, les polygones, la région d'Anvers. Exploitation des mesures : compensation rationnelle, application faite des corrections orthométriques; <i>ensemble homogène</i> . Erreur probable au km : ca 1 <sup>mm</sup> 8 (formule 1936).  But : nécessité par l'établissement de la nouvelle carte par voie photo-aérienne; utilité publique et scientifique. Exécution : réseau de 1 <sup>er</sup> ordre (terminé), 3.000 points. Remplissage en 2 <sup>e</sup> et 3 <sup>e</sup> ordres (en cours). Au total il y aura de l'ordre de 15.000 points, <i>repérés</i> . Exploitation des mesures : voir N.P., mais l'erreur probable totale au km après compensation = 1 mm.

Ce tableau montre que la comparaison la plus intéressante doit être celle du D.N.G. avec le N.P., par suite de leur précision respective comparable, la même façon d'exploiter les mesures et, enfin, la possibilité d'identifier de façon certaine les points de comparaison : malheureusement, le N.P. n'étant pas un réseau dense, le nombre de ceux-ci sera forcément peu élevé. Inversement, la comparaison D.N.G.-N.G. sera beaucoup plus délicate.

### III. — LA COMPARAISON D.N.G. 1<sup>er</sup> ORDRE 1948 ET N.P. 1892.

#### a) Les données.

Le réseau du Nivellement de Précision 1892 se confond souvent avec les voies ferrées : il n'a plus été possible de faire de même à cause du trafic actuel. Le nombre de repères anciens existant encore est relativement faible.

Parmi les points du N.P. qui furent intégrés dans le D.N.G., on n'a retenu, pour la comparaison, que ceux dont on était certain qu'ils n'avaient pas été déplacés par l'homme : une centaine. Une vingtaine ont été rejetés à priori (ainsi, les bornes kilométriques).

**b) Les résultats de la comparaison.**

La différence

(cote 1948 — cote 1892)

donne, avec son signe, le déplacement vertical du point considéré; la carte en annexe résume les résultats.

Ceux-ci ont été reportés en surcharge sur la carte des anomalies gravimétriques de Bouguer; vu l'échelle, nous n'avons pas toujours indiqué chaque point de comparaison; de même, les nombres représentent, en général, des moyennes de différences de cotes (lorsque celles-ci se concentrent dans les limites des erreurs de mesures).

Remarque : il ne faut pas perdre de vue qu'il existe une limite de tolérance pour la différence ci-dessus, qui est due aux erreurs de mesures; elle est de l'ordre de quelques mm (ca. 5 mm). Des différences de 0 à  $\pm 6$  mm caractérisent des repères *pouvant* ne pas avoir bougé.

**c) Réflexions inspirées par ces résultats.**

Le nombre relativement restreint de points de comparaison doit inciter à la prudence quant aux conclusions que l'on voudrait tirer des résultats ci-dessus. Nous ferons remarquer cependant :

1° Le point fondamental du D.N.G., commun avec le N.P., est Uccle; le point fondamental du N.P. était à Ostende. Or le point le plus proche de celui-ci que l'on a retrouvé est Middelkerke, où la différence vaut + 3 mm.

2° Le caractère homogène, systématique si l'on peut dire, des différences (signe et grandeur) apparaît sur de grandes régions. Que l'on mette en regard de ce fait celui qui apparaît dans une région de charbonnage, telle celle de Pommerœul-Blanc-Misseron, où il n'y a aucune concentration des valeurs des différences.

3° Dans les mesures de raccord avec le réseau hollandais, de part et d'autre de l'Escaut, on a retrouvé sensiblement les mêmes résultats qu'en 1892.

Nous pensons dès lors que l'on peut avancer que les résultats de la comparaison D.N.G.-N.P. fournissent la preuve d'un mouvement (relatif) du sol belge, d'allure orogénique, dont l'amplitude oscillerait de 0 à  $\pm 2$  mm par an. Ce dernier chiffre est un renseignement précieux : il permet en effet de pallier

l'inconvénient qui résulte du petit nombre de points de comparaison en nous fixant la limite *courte* (une dizaine d'années) de la durée devant séparer deux nivellements réitérés d'une même ligne. Quant au choix de celle-ci, — localisation et longueur, — la carte en annexe fournira des indications fort utiles.

Mis en regard des résultats obtenus en Hollande et en Angleterre, ceux obtenus en Belgique font apparaître une concordance tout au moins qualitative.

Quant aux relations de ces résultats avec la gravimétrie, nous pensons qu'il est un peu tôt pour conclure. Mais nous pouvons faire le point à ce sujet : en gravimétrie nous possédons la carte des anomalies de Bouguer. « Rappelons d'abord que la carte des anomalies B représente, ramené au niveau de la mer, l'*effet combiné* de toutes les variations de densité d'un massif de roches à l'autre, que ces massifs soient situés à grande profondeur, à profondeur moyenne ou près de la surface. Il en résulte que des anomalies ayant des causes différentes peuvent se superposer et fausser mutuellement leur représentation graphique propre. Ceci dit, il n'en reste pas moins que sur une carte des anomalies B, les zones positives signalent des excès de masse (roches relativement denses) et que les zones négatives indiquent des déficits de masse (roches à faible densité).

» Pour autant que la tendance vers l'équilibre isostatique soit opérante, les zones négatives doivent être en voie de *surrection*, tandis que les zones positives doivent s'affaisser.

» Cette tendance isostatique n'a de chance de se manifester que lorsque l'anomalie est forte et couvre une grande étendue. Comme il n'est pas possible de définir à priori les ordres de grandeur à partir desquels l'isostasie doit jouer, il est prudent de ne conclure à son intervention que lorsque l'évolution géologique et paléogéographique relativement récente indique précisément une déformation conforme aux prévisions déduites de la carte gravimétrique. Une preuve directe peut être apportée par des nivellements de précision répétés » (2).

A voir la coïncidence *globale* existant entre les zones de *surrection* et celles d'anomalies B *négatives*, les zones de *subsidence* et celles d'anomalies B *positives*, il faudrait s'attendre à obtenir des cartes d'anomalies isostatiques en conséquence. Grâce à l'aide du Comité National de Géographie, il nous a été

(2) I. DE MAGNÉE, Commentaire géologique sur la nouvelle carte gravimétrique de la Belgique (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. LVII, fasc. 3, 1948).

possible d'entamer le calcul de ces dernières cartes, dont on est en droit d'attendre des renseignements qui permettront alors de voir plus clair dans cette question. Toujours est-il que l'on sait maintenant, comme nous le disions plus haut, quelle durée doit séparer deux nivellements répétés, ce qui permettra dans l'avenir de contrôler les mouvements du sol.

Pour terminer ces réflexions inspirées par la comparaison D.N.G.-N.P., nous voudrions attirer l'attention sur deux points de caractère plutôt pratique :

Le premier concerne la différence entre le niveau zéro du nivellement des Travaux Publics et celui du D.N.G. (zéro D.G.); le point fondamental des Travaux Publics se trouve à l'écluse du Kattendijk (Anvers); ceux-ci admettaient sa cote égale à 7,900 m; dans le système D.N.G. elle est de 7,82 m, et en 1892 le N.P. l'avait fixée à 7,86 m. Nous mentionnons ces résultats à titre documentaire, car ils peuvent intéresser ceux que préoccupe la question des niveaux d'eau belge et hollandais, ainsi qu'intervenir dans l'objection de la présence de la tourbe dans la région Ouest d'Anvers (à ce dernier sujet, il faut se rappeler les résultats des raccordements belgo-hollandais).

Le second intéresse tous ceux qui rattachent leurs travaux de nivellement particuliers aux réseaux ancien et actuel : chaque fois que possible, il y aurait lieu de ne plus employer les cotes anciennes; en tous cas, ne pas introduire dans un même travail des cotes anciennes et nouvelles.

#### IV. — LA COMPARAISON D.N.G. 2<sup>e</sup> ET 3<sup>e</sup> ORDRES, N.G. 1879.

Cette comparaison ne pourra se faire — avec quelque chance de succès — que lorsqu'on aura levé quelques milliers de points du N.G. 1879. Cela tient à la précision relative des deux réseaux, au manque d'homogénéité du N.G., aux modifications survenues dans les assises des points N.G., à la définition des plans de comparaison des deux nivellements envisagés.

Si, par suite de circonstances dont nous ne sommes aucunement responsable, les points N.G. ne furent pas intégrés dans le 1<sup>er</sup> ordre D.N.G., nous avons fait en sorte qu'ils le soient dans les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> ordres depuis 1949. Les résultats obtenus à ce jour confirment nos prévisions : nombreux sont les points à rejeter (différences de l'ordre de plusieurs décimètres, parfois du mètre). Il semble pourtant qu'on peut espérer obtenir des



résultats intéressants, mais qui auront demandé une étude minutieuse et longue. Celle-ci devra notamment tenir compte des résultats de 1892, qui donnent les différences des cotes de cette époque avec certains points du N.G.; dans certains cas il y a concordance avec les résultats actuels (D.N.G.-N.P.).

#### V. — CONCLUSION.

D'avoir intitulé cette étude « Premiers résultats » sous-entend qu'il y en aura d'autres. En effet, il existe encore des points du N.P. à intégrer dans le D.N.G. : sur les traverses Anvers-Mons et Liège-Givet ainsi que sur les lignes de chemin de fer ou les routes qui ne furent pas levées en 1<sup>er</sup> ordre; en outre des réseaux locaux — basés sur le N.P. — établis entre 1920 et 1940 seront également intégrés. Quant au N.G., le nombre de ses points levés dans le D.N.G. ira toujours en croissant. La carte actuelle sera complétée par tous ces renseignements. Un tel travail est lié au développement du nivellement actuel; celui-ci est conditionné par les missions imposées par l'établissement de la nouvelle carte. Mais il est possible d'allier facilement les exigences pratiques et la recherche scientifique : il suffit pour cela de nous faire part de suggestions quant au nivellement de certaines lignes, ou régions, avec une courte justification; nous pourrons ainsi, soit préparer nos travaux futurs, soit exécuter les travaux en cours, de telle sorte que nos missions normales, tout en servant à l'établissement de la carte, apportent leur part à l'étude des mouvements du sol belge <sup>(3)</sup>.

#### Présentation d'échantillons.

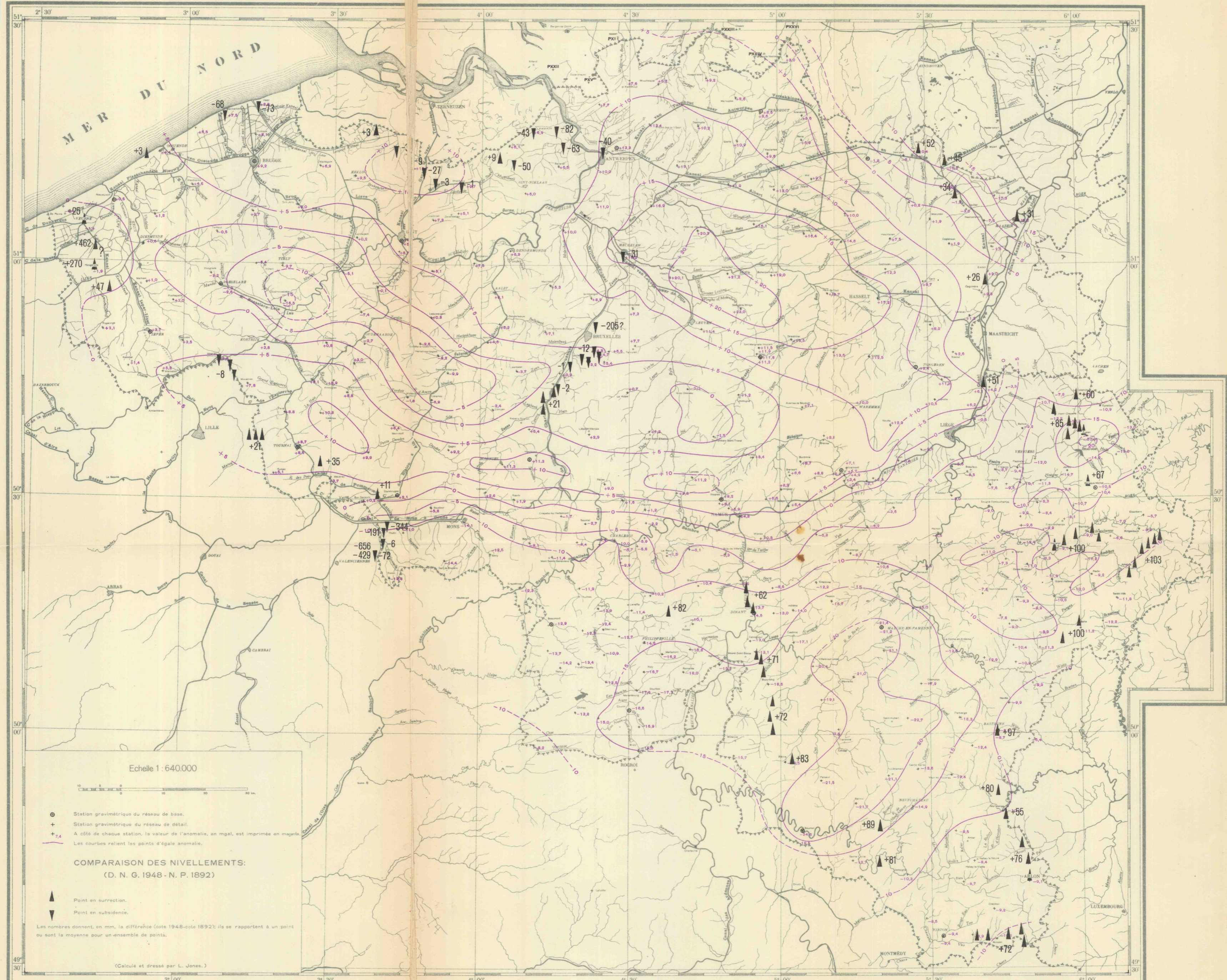
(Sondage du Ragoda, Hensies.)

M. R. Legrand présente des échantillons de brèche calcaire polygène rencontrée, il y a quelques jours, sous les morts-terrains, à la profondeur de 302 m, au sondage Hensies n° 41, dit du Ragoda, en cours de creusement. M. R. Legrand rapporte cette brèche d'origine sédimentaire au niveau *V3a*, c'est-à-dire à celui de la « Grande Brèche ». M. P. Dumon déclare se rallier à cette interprétation.

<sup>(3)</sup> Adresser la correspondance à Ing. Jones, Service de Nivellement Institut Géographique Militaire, 2, Allée du Cloître, Ixelles-Bruxelles.

# CARTE GRAVIMÉTRIQUE DE LA BELGIQUE

ANOMALIES DE BOUGUER.



Echelle 1 : 640.000



- ⊙ Station gravimétrique du réseau de base.
- + Station gravimétrique du réseau de détail.
- +7.4 A côté de chaque station, la valeur de l'anomalie, en mgal, est imprimée en magenta.
- Les courbes relient les points d'égale anomalie.

COMPARAISON DES NIVELLEMENTS:  
(D. N. G. 1948 - N. P. 1892)

- ▲ Point en surrection.
  - ▼ Point en subsidence.
- Les nombres donnent, en mm, la différence (cote 1948-cote 1892); ils se rapportent à un point ou sont la moyenne pour un ensemble de points.

(Calculé et dressé par L. Jones.)

**Quelques nouveaux gîtes**  
à *Dictyonema flabelliforme* dans le massif de Stavelot (\*),

par FERNAND GEUKENS.

La zone à *Dictyonema flabelliforme* a toujours caractérisé la base du Salmien inférieur. Ces fossiles sont néanmoins répartis dans une assez grande épaisseur du Salmien inférieur, de sorte qu'un nouveau gîte fossilifère ne correspond pas toujours à la limite du Salmien.

La base du Salmien est assez gréseuse, riche en ripplemarks; ce facies est peu propice à la détermination des formes de *Dictyonema*. Plus haut dans l'étage, le Salmien devient plus argileux, les niveaux à *Dictyonema* sont plus nombreux et les variétés se laissent mieux déterminer.

Nous tenons à grouper les nouveaux gisements d'après les unités structurales, que nous avons retrouvées dans la partie nord-ouest du massif de Stavelot (<sup>1</sup>), notamment : le bassin de la Lienne, le synclinal du Roannay, le synclinal de Sart-Royompré et le massif de la Fenêtre de Theux.

**A. — LE BASSIN DE LA LIENNE.**

1° Au Sud-Est de Habiomont, à 70 m de la borne km 5 de la route Huy-Stavelot, près de la bifurcation de la route vers Lierneux. Les *Dictyonema flabelliforme forma typica* sont recueillis dans les phyllades bleu foncé intercalés entre les quartzophyllades et les minces bancs de quartzite. Ce gîte se situe dans le talus sud de la route, devant la maison à côté de laquelle M. F. Blaise (<sup>2</sup>) a signalé la présence de *Dictyonema*. (Coordonnées géographiques : 96.310 m E. et 2.660 m S.)

2° A environ 1.100 m à l'Est-Sud-Est de l'église de Chêneux, le long du sentier qui conduit à la vallée du ruisseau de Fange

(\*) Texte remis à la séance.

(<sup>1</sup>) F. GEUKENS, 1949, Nouvelles données sur le Cambrien de Stavelot et la Fenêtre de Theux (*Bull. Acad. roy. Belg., Cl. Sc., 5<sup>e</sup> série, t. XXXV, pp. 949-956*).

(<sup>2</sup>) F. BLAISE, 1931, Découverte de quatre nouveaux gîtes à *Dictyonema* dans la vallée de la Lienne (*Ann. Soc. géol. Belg., t. LIV, pp. B 149-150*).

Magritte, nous avons trouvé des fragments de *Dictyonema* dans le talus, à l'entrée d'une prairie. Les fossiles se trouvent dans des schistes verdâtres légèrement micacés dirigés N. 45° E. (C.G. : 101.880 m E., 320 m N.)

3° Au Nord-Est de Chêneux, dans une petite excavation le long du chemin de fer, à l'Ouest du pont, sur un ravin. Les *Dictyonema* se trouvent dans les quartzophyllades bleu grisâtre et phyllades bleu-vert. (D = N. 55° E., I = 90°.) La schistosité rend difficile la détermination des variétés. (C.G. : 102.660 m E., 880 m N.)

4° Les roches de la base du Salmien ont affleuré lors de la construction d'une nouvelle route par les militaires, à mi-chemin entre Chession et la halte de Lorcé-Chevron, près du coude du chemin à l'Est du Moulin de Lorcé. Les bancs de quartzite vert micacé (D = N. 80° à 60° W.) contiennent des *Dictyonema flabelliforme*; la variété n'en a pu être déterminée. (C.G. : 99.880 m E., 2460 m N.)

5° A environ 350 m plus au Nord, une carrière abandonnée le long de la route située dans la vallée du ruisseau de Pouhon, à l'Est du village de Lorcé, montre des bancs de quartzite verdâtre (D = N. 60° W.) alternant avec des phyllades et quartzophyllades bleu-vert. Ces roches sont très fossilifères, à *Dictyonema flabelliforme forma typica* et contiennent quelques beaux exemplaires de cette variété. (C.G. : 99.860 m E., 2.780 m N.)

La limite du bassin de la Lienne ne subit ainsi que quelques modifications, notamment dans la partie septentrionale, le long du ruisseau de Pouhon, où les gîtes font déplacer la limite du Salmien vers l'Est aux dépens du Revinien. D'autre part, les gîtes trouvés sur le flanc méridional du synclinal, rendent peu probable l'existence d'une faille [la faille de Xhoris, d'après M. F. Blaise <sup>(3)</sup>] affectant le flanc sud entre Rahier et La Gleize.

---

(<sup>3</sup>) F. BLAISE, 1931, Recherches sur le prolongement oriental de la faille de Xhoris (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. LIV, pp. B 71-81). — IDEM, 1932, Notes sur deux failles des environs de La Gleize (*Ibid.*, t. LV, pp. B 148-154).

## B. — LE SYNCLINAL DU ROANNAY.

1° Un affluent droit du Roannay, venant des bois au Sud de Cour, se jette dans le ruisseau du Roannay, à 700 m en aval du Moulin de Ruy. A 280 m environ du confluent, dans le versant ouest de cet affluent, nous avons recueilli quantité de *Dictyonema flabelliforme forma typica*. Ces fossiles se trouvent dans les phyllades bleu-noir à teinte verte par altération, intercalés entre des bancs de quartzite gris verdâtre micacé. (C.G. : 107.140 m E., 4.080 m N.)

2° Le flanc septentrional du synclinal du Roannay passe par le bois de Heid Stienne. Le sentier forestier de Neuville vers Chevrouheid serpente sur le versant droit d'un ravin droit du ruisseau du Roannay. A l'Ouest de la deuxième courbe, à partir du ravin, à peu près à la cote 400 m, on voit affleurer sur le sentier des phyllades verdâtres, des psammites verts et de minces bancs de quartzite vert micacé (D = N., 47° E., I = 80° S.) contenant plusieurs niveaux à *Dictyonema flabelliforme forma typica*. (C.G. : 110.260 m E., 6.540 m N.)

3° Sur le flanc méridional du synclinal du Roannay, entre Neuville et Francorchamps, dans l'escarpement raide du versant droit d'un affluent gauche du Roannay, à environ 160 m du confluent. Les empreintes permettent de reconnaître la *forma typica*. (D = N. 45° E., I = 80° S.) (C.G. : 110.340 m E., 7.080 m N.)

4° Le gîte suivant est situé près du ruisseau du Roannay, au Nord-Ouest de Francorchamps. En suivant le chemin à partir de Francorchamps vers le ruisseau, jusqu'à la première courbe, on arrive au versant raide du ruisseau. Dans l'escarpement méridional affleurent des quartzites schisteux, bleu grisâtre, des phyllades schisteux et quartzeux, contenant des *Dictyonema*. (D = N. 45° E., I = 75° S.) (C.G. : 111.940 m E., 7.540 m N.)

La structure régulière du synclinal salmien du Roannay rend impossible le passage de la faille de Theux, tel que ce passage est supposé par MM. Ch. Ancion et F. Bourguet (4), ainsi que le prolongement de la zone failleuse de Spa-Creppe, présentée par M. J.-M. Graulich (5).

(4) CH. ANCION et F. BOURGUET, 1933, Recherches sur les limites orientales et méridionales de la Fenêtre de Theux (*Ann. Soc. géol. Belg.*, t. LVI, pp. B 92-103).

(5) J.-M. GRAULICH, 1949, Recherches géologiques sur les terrains paléozoïques des environs de Spa (*Ibid.*, t. LXXII, pp. M 93-124).

## C. — LE SYNCLINAL DE SART-ROYOMPRÉ.

1° A environ 260 m à l'Est-Sud-Est de l'église de Sart, dans le talus méridional du chemin qui mène à Arzelier, nous avons trouvé différents niveaux à *Dictyonema*, au milieu de schistes phylladeux verdâtres et de quartzophyllades verts. (D = N. 45° E., I = 70° S.) Ce gîte ne nous a fourni que des fragments de *Graptolites*. (C.G. : 111.140 m E., 14.140 m N.)

2° Le versant gauche du ruisseau Statte, entre Gospinal et Solwaster, à 100 m du confluent du ruisseau de Sauve, montre des phyllades schisteux très altérés, alternant avec de minces bancs de quartzite micacé. Nous y avons recueilli des *Dictyonema flabelliforme forma typica* (D = N. 50° E., I = 45° S.) (C.G. : 113.160 m E., 15.920 m N.)

3° A environ 250 m vers le Nord-Est du gîte précédent, sur le versant droit du ruisseau de Sauve, le long du chemin vers Gospinal, à 60 m environ du pont, nous avons observé plusieurs niveaux à *Dictyonema flabelliforme forma typica*, dans des phyllades schisteux et des schistes quartzeux. Un banc de quartzite bleu micacé contenait de nombreux fragments de *Graptolites*. (D = N. 30° E., I = 45°-60° S.) (C.G. : 113.320 m E., 16.120 m N.)

4° Dans le talus du chemin, à 230 m au Sud de la ferme de Gospinal, immédiatement au Sud du croisement des sentiers forestiers, affleurent des phyllades schisteux verdâtres, alternant avec de minces bancs de quartzite vert micacé et des quartzophyllades verdâtres. (Direction générale : N. 35 à 45° E., I : 60 à 70° S.)

A partir du croisement des sentiers nous avons recueilli les niveaux fossilifères suivants, avec indication du caractère lithologique du gîte :

- 32 m : phyllades schisteux verdâtres intercalés entre de minces bancs de quartzite micacé. (C.G. 113.060 m E., 16.220 m N.)
- 36 m : schistes gréseux verdâtres;
- 51 m : quartzite schisteux bleuâtre;
- 66 m : schistes gris bleuâtre;
- 67,5 m : schistes gris bleuâtre;
- 69 m : phyllades schisteux bleus, largement rubanés;
- 75 m : schistes bleus;
- 75,5 m : quartzophyllades verts;
- 77 m : minces lentilles de quartzite micacé;

- 81 m : schistes verts et bleus, quartzophyllades et phyllades verts,  
 90 m : schistes verdâtres micacés, quartzophyllades verts et phyllades bleus;  
 91 m : schistes phylladeux micacés et schistes bleuâtres.  
 (C.G. 113.140 m E., 16.160 m N.)

5° Au Sud de Royompré, dans l'escarpement du versant gauche de la Hoëgne, à environ 90 m au Sud du gué, affleurent des bancs de quartzite vert-bleu micacé, formant des plis anticlinaux. (D = N. 45° E.) Ces bancs de quartzite et les phyllades noirs intercalés contiennent des *Dictyonema flabelliforme forma typica*. (C.G. : 110.980 m E., 16.420 m N.)

Les nombreux gîtes à *Dictyonema flabelliforme*, entre Royompré et Sart, prouvent que ce synclinal n'est pas interrompu par une bande revinienne au Sud de Royompré (6).

#### D. — LA FENÊTRE DE THEUX.

La moitié des gîtes trouvés dans la Fenêtre de Theux se situent dans des roches cartographiées récemment comme reviniennes (7) :

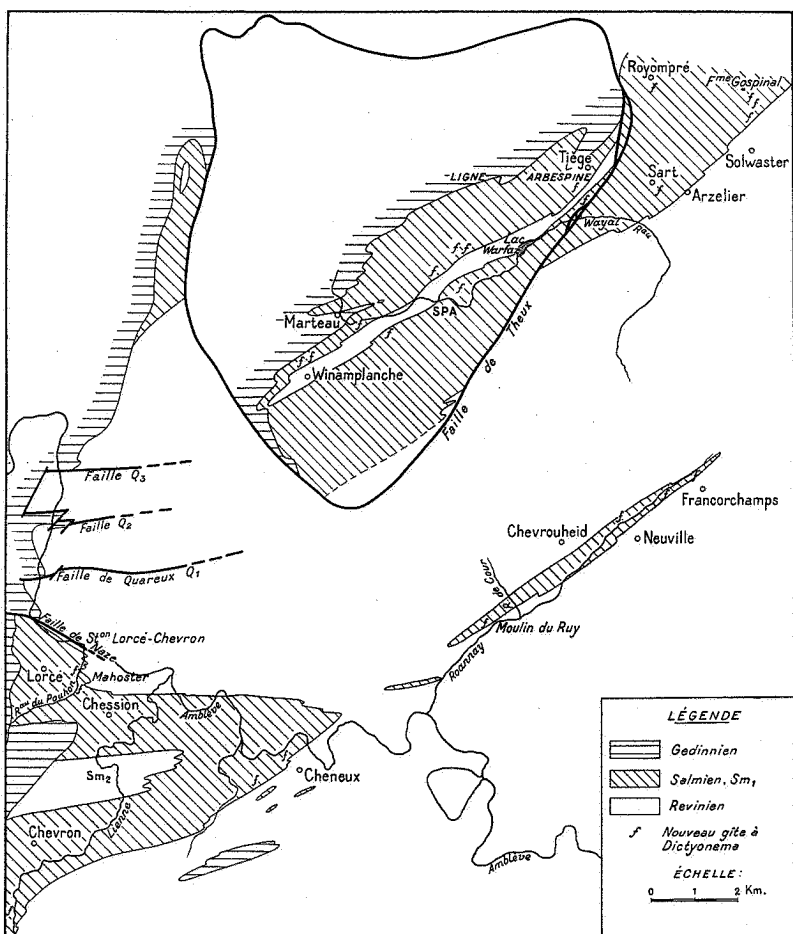
1° Le long du chemin de Tiège au lac de Warfaz, à environ mi-chemin entre le pont sur le ruisseau de Wayai et la bifurcation de la route Tiège-Sart, en direction du lac de Warfaz. Nous y avons recueilli *forma typica* atteignant parfois 15 cm de longueur. Les *Graptolites* se situent dans des phyllades bleu foncé et des quartzites verts micacés. Les roches sont assez riches en pyrite. Ce gîte est situé sur le flanc méridional d'une mince bande anticlinale revinienne. (C.G. : 109.400 m E., 13.900 m N.)

2° Sur le flanc septentrional du même anticlinal revinien, le long du chemin qui va de la route Spa-Tiège au village d'Arbespine, dans le talus ouest du chemin, au milieu de quartzophyllades et schistes verts. Les exemplaires de *Dictyonema*, moins nombreux et mal conservés, ne permettent pas d'identifier la forme. (C.G. : 109.200 m E., 14.180 m N.)

3° A la limite méridionale du bois de Dans-le-Sart, dans le fossé de l'avenue Princesse Clémentine, à environ 100 m à l'Ouest

(6) J.-M. GRAULICH, *op. cit.*

(7) IDEM, *op. cit.*



du croisement de l'avenue et de la route de Spa vers Ligne. Les *Dictyonema flabelliforme forma typica* se trouvent dans des schistes quartzeux verts et des quartzophyllades gris verdâtre. (D=N. 40° E. à N. 60° E., I=85° S.) (C.G. : 106.640 m E., 12.610 m N.)

4° Un autre gîte se trouve à 200 m vers l'Ouest du précédent, le long de l'avenue Princesse Clémentine, dans des schistes phylladeux verdâtres légèrement micacés. (C.G. : 106.420 m E., 12.620 m N.)

5° A environ 500 m au Nord-Est de l'église de Spa, le long du chemin de Spa vers Ligne, à l'Ouest du bois Heid du Pavillon.



Plusieurs niveaux ont été reconnus dans le talus ouest de la route, au milieu de schistes phylladeux bleu verdâtre. (D = N. 50° E., I = 70° S.) (C.G. : 106.540 m E., 11.800 m N.)

6° Dans une petite carrière abandonnée, à 250 m au Nord du cimetière de Spa, à 50 m au Nord-Est du sentier forestier qui passe près du cimetière. Les *Dictyonema flabelliforme forma typica* sont recueillis dans les phyllades bleu foncé intercalés entre les bancs de quartzite vert micacé. (D = N. 45° à 40° E., I = 60° S.) (C.G. : 105.860 m E., 12.120 m N.)

7° Dans la tranchée méridionale du chemin de fer, à mi-chemin entre Spa et Marteau; à 30 m à l'Ouest du km 10,5 dans des quartzites verts micacés. Nous y avons trouvé *forma typica*. (104.220 m E., 10.780 m N.)

8° Le gîte suivant est situé près de la caserne de Spa. Dans les débris de quartzite vert micacé, déterrés lors des travaux de fondations, nous avons reconnu des rhabdosomes de *Dictyonema flabelliforme*. (C.G. : 104.760 m E., 10.720 m N.)

9° A environ 400 m au Nord-Est du hameau de Sur-le-Thier, dans le fossé, près du tournant de la route vers Winamplanche. Les fragments de *Dictyonema* ont été observés dans les phyllades schisteux verdâtres légèrement micacés. (C.G. : 102.840 m E., 9.920 m N.)

10° Dans le versant ouest du ruisseau de l'Eau Rouge, au Nord de Winamplanche à La Heid; des fragments de *Dictyonema flabelliforme* ont été recueillis dans du quartzite vert micacé. (D = N. 45° E., I = 70° S.) (C.G. : 103.000 m E., 10.020 m N.)

D'après les indications lithologiques et paléontologiques, nous nous estimons autorisé à rectifier le tracé de la structure aux environs de Spa, où nous n'avons pas retrouvé de traces dans le Cambrien, ni de la faille de Marteau, ni des failles radiales de Desnié, de Creppe, de Spa, de Tiège et de Sart. Une bande revinnienne s'étend ininterrompue de l'Ouest de Winamplanche jusqu'au Nord-Est de Tiège, passant par Spa et le lac de Warfaz.

**Distribution de la radioactivité dans les roches éruptives (\*)**

par E. E. PICCIOTTO.

- I. — Granite du Lac Blanc (Vosges).
- II. — Granite du Monte Capanne (île d'Elbé).
- III. — Anorthosite d'Egersund (Norvège).
- IV. — Norite d'Egersund (Norvège).

RÉSUMÉ. — *La nouvelle méthode photographique a été appliquée à l'étude détaillée de la répartition des radioéléments (U et Th) dans des roches éruptives intrusives. Cette étude préliminaire a porté sur quatre roches : deux granites, une anorthosite et une norite.*

*La technique décrite a permis de localiser sur la lame mince, avec une précision de quelques microns, toutes les particules  $\alpha$  émises en vingt-cinq jours d'exposition.*

*Les deux granites d'âge très différent montrent de grandes similitudes : les radioéléments sont répartis d'une façon très hétérogène et sont surtout liés aux inclusions de minéraux accessoires qui peuvent être 12.000 fois plus actifs que le reste de la roche. La radioactivité des minéraux essentiels est surtout due aux inclusions, mais une partie de cette radioactivité est spécifiquement liée aux minéraux essentiels eux-mêmes. La méthode utilisée permet, pour la première fois, de définir quantitativement à l'échelle microscopique la part due aux différents constituants. Un des granites montre que près de 20 % de ses radioéléments sont concentrés dans des fractures et liés à des minéraux secondaires.*

*Les roches basiques : anorthosite et norite, montrent une activité plus faible distribuée suivant un type tout différent; les radioéléments sont dispersés d'une façon homogène dans toute la roche, les divers minéraux ont des activités du même ordre de grandeur.*

*Les conséquences de ces observations, encore trop limitées pour en tirer des lois générales, sont importantes dans divers domaines de la géologie : mesure d'âge absolu, géophysique, géochimie, stratigraphie, pétrographie.*

---

(\*) Texte remis le 15 septembre 1950.

## I. — GRANITE DU LAC BLANC (VOSGES).

## INTRODUCTION.

La méthode photographique, basée sur l'observation des trajectoires individuelles des particules  $\alpha$ , se prête particulièrement bien à l'étude de la distribution de la radioactivité dans les roches.

Des études préliminaires montrant les possibilités de cette méthode ont été présentées par Baranov et Kretschmer (1) et plus récemment, avec les nouvelles émulsions « nucléaires », par Hée (2), Poole et Bremner (3), Coppens (4), Picciotto (5).

Bien qu'on puisse y apporter diverses améliorations, la technique est suffisamment au point pour aborder l'étude quantitative de la distribution de la radioactivité dans les roches.

Nous avons commencé par les roches éruptives intrusives. Nous avons uniquement cherché à mettre en évidence les grandes lignes du problème, réservant les détails à des études ultérieures.

Nous présentons ici les résultats obtenus par l'étude complète d'une lame mince d'un granite des Vosges.

DISTRIBUTION DE LA RADIOACTIVITÉ  
DANS LES ROCHES ÉRUPTIVES.

L'importance de ce problème a été soulignée par tous les auteurs qui se sont occupés de la radioactivité des roches. Une revue plus détaillée de l'état de la question sera présentée prochainement.

Rappelons brièvement les faits essentiels se rapportant aux roches granitiques, établis notamment par Waters, Fletcher, Strutt, Piggot, Barth, Evans (6), Keevil (7) et leurs collaborateurs.

1. Il ne semble pas y avoir de relations directes entre la radioactivité et la concentration d'un des constituants chimiques majeurs de la roche.

2. Parmi les constituants minéraux essentiels, la biotite est plus active que le quartz et le feldspath.

3. Certains minéraux accessoires tels que zircon, sphène, allanite, peuvent être des milliers de fois plus actifs que les minéraux essentiels.

4. Certaines observations (8, 9) semblent indiquer qu'une partie de l'activité est localisée à la surface des minéraux constituant les roches.

Les observations photographiques citées plus haut confirment que la radioactivité des granites est distribuée d'une façon très hétérogène et qu'elle est concentrée dans un petit nombre de minéraux accessoires très actifs.

#### DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE SOMMAIRE DE L'ÉCHANTILLON ÉTUDIÉ.

Le granite du Lac Blanc appartient au massif granitique hercynien des Vosges. On trouvera une étude géologique et pétrographique détaillée de ce massif dans le travail de Jung (10).

Les minéraux essentiels sont représentés par le quartz, l'orthose, l'albite et la biotite. A la biotite est quelquefois associée de la muscovite accompagnée d'un minéral opaque noir.

Les plagioclases montrent un début d'action hydrothermale et sont bourrés d'inclusions opaques lamellaires et orientées.

Les minéraux accessoires sont : le zircon, le sphène et l'apatite.

Une série de fractures irrégulières, postérieures à la consolidation totale, traversent toute la roche. Ces fractures sont généralement remplies d'un enduit noir opaque et d'épidote.

#### TECHNIQUE.

Les principes de la technique ont déjà été décrits (2, 3, 5, 11). Une plaque Ilford C2 de 50 microns a été appliquée sur la section mince (35  $\mu$ ) non couverte. L'ensemble a été déposé sur un châssis rectangulaire muni de trois bornes cylindriques.

La lame mince et la plaque photographique ont été poussées de façon à venir buter contre les trois bornes.

Ce système donne une excellente reproduction de la position relative des 2 plaques, à condition de polir préalablement les tranches des plaques.

Un contrôle a été effectué par la méthode suivante :

Des croix fines ont été tracées au diamant sur le verre supportant la section de roche. Au début et à la fin de l'exposition l'ensemble lame mince et plaque photographique a été éclairé

du côté de la lame mince, en protégeant la région occupée par la préparation par un papier noir. L'image des croix ainsi formée sur la plaque photographique permet de contrôler la superposition et de se rendre compte d'éventuels mouvements pendant la pose.

Après une exposition de 25 jours à 4° la plaque photographique a été développée. Tous les  $\alpha$  émis avec un parcours résiduel supérieur à  $2\mu$  ont été localisés. L'observation simultanée de la lame mince et de la plaque superposée a été faite avec toute la précision désirable grâce au nouvel objectif Cooke « long working distance » (Fluorine 45 X, immersion, 1,5 mm de distance frontale).

Il est indispensable de travailler à l'immersion pour déterminer le sens de parcours des  $\alpha$  et surtout pour différencier les  $\alpha$  provenant du verre. Pour des plaques vieilles de 4 mois, le nombre d' $\alpha$  provenant du verre est du même ordre de grandeur que celui des  $\alpha$  émis en 3 semaines par une surface polie de granite.

Le seul inconvénient de la technique décrite ci-dessus est dû à la couche d'air de 10 à 30 microns qui subsiste entre la section mince et la plaque photographique et qui limite la précision de la localisation des particules  $\alpha$  émises tangentiellement. Des essais sont en cours pour éliminer cet inconvénient.

## RÉSULTATS.

Pour plus de clarté, nous résumons les résultats en deux tableaux.

Le tableau I donne la répartition globale de la radioactivité entre les trois constituants essentiels : biotite, quartz, feldspath. Ce sont à peu près les résultats qu'on aurait obtenus par la méthode utilisée jusqu'à présent : séparation mécanique des minéraux et mesure de l'activité de chaque lot.

Le tableau II donne pour la première fois la répartition détaillée de l'activité à l'échelle microscopique dans chaque minéral. Nous avons tenté une évaluation de l'activité « réelle » de chaque minéral en soustrayant de l'activité globale la part due aux sources visiblement étrangères à la phase cristalline du minéral (inclusions, fractures, etc.).

## REMARQUES.

1. Par *activité* nous entendons le nombre d' $\alpha$  émis par  $\text{cm}^2$  et par seconde. Il ne faut pas confondre cette donnée avec l'« activity index » des auteurs américains qui est le nombre d' $\alpha$  par milligramme et par heure. Pour relier ces deux données il faut tenir compte du pouvoir d'arrêt des différents minéraux pour les  $\alpha$  et du rapport U/Th qui n'a pas été mesuré ici.

2. Les activités relatives sont comptées en prenant 1 pour l'activité de la roche dans son ensemble.

3. Le calcul de la concentration en U a été effectué en supposant que le rapport des concentrations Th/U est égal à 3 (12). Ce rapport moyen pouvant varier dans de larges limites, on ne doit pas attacher une grande valeur à ces concentrations en U qui ne sont données que pour fixer un ordre de grandeur. Coppens (4) a d'ailleurs montré que certaines inclusions pouvaient être soit à U, soit à Th seul.

4. Sous le nom de *zircon*, nous englobons toutes les inclusions à hautes réfringence et biréfringence; néanmoins les activités citées dans le tableau II (colonnes V, VI, VII) ont été mesurées sur des plages certaines de zircon.

TABLEAU I.

Répartition globale de la radioactivité entre les trois minéraux essentiels : quartz, feldspaths et biotite.

*Granite du Lac Blanc.*

	Nombre d' $\alpha$	% surface totale	% activité totale	Activité relative
Granite .....	3.600	100	100	1
Biotite .....	1.800	5	50	10
Quartz .....	350	31	10	0,3
Feldspaths .....	1.300	64	36	0,5
Séparations entre minéraux .....	150	—	4	—

TABLEAU II.

Répartition détaillée de la radioactivité dans chaque minéral.

*Granite du Lac Blanc.*

I	II Nb $\alpha$	III % min.	IV % roche	V Act. rel.	VI Act.	VII Cu
Granite .....	3.600	—	100	1	$1.10^{-3}$	$3,9.10^{-6}$
<i>Biotite</i> .....	<i>1.800</i>	<i>100</i>	<i>50</i>	<i>10</i>	<i><math>1.10^{-2}</math></i>	<i><math>3,5.10^{-5}</math></i>
Zircon .....	1.100	61	30	8.000	8	$2,4.10^{-2}$
Apatite .....	50	2,7	1,5	$\pm 100$	$10^{-1}$	$3.10^{-4}$
Opaque .....	350	20	10	65	$6,5.10^{-2}$	$1,8.10^{-4}$
Biotite .....	300	16,3	8,5	1,7	$1,7.10^{-3}$	$6,1.10^{-6}$
<i>Quartz</i> .....	<i>350</i>	<i>100</i>	<i>10</i>	<i>0,3</i>	<i><math>3.10^{-4}</math></i>	<i><math>1,2.10^{-6}</math></i>
Fractures .....	250	71	7	—	—	—
Interstices (1) ...	42	12	1,2	—	—	—
Inclusions .....	40	12	1,2	—	—	—
Quartz .....	18	5	0,5	0,016	$1,6.10^{-5}$	$6,5.10^{-8}$
<i>Feldspath</i> .....	<i>1.300</i>	<i>100</i>	<i>36</i>	<i>0,56</i>	<i><math>6.10^{-4}</math></i>	<i><math>2,4.10^{-6}</math></i>
Fractures .....	180	13	5	—	—	—
Interstices (2) ...	45	3,5	1,2	—	—	—
Inclusions .....	400	31	11	—	—	—
Plagioclase .....	125	10	3,5	$\pm 1$	—	—
Feldspath .....	550	42,5	15	0,23	$2,5.10^{-4}$	$1.10^{-6}$
Interstices (3) ...	150	—	4	—	—	—

I. — Minéral. Les données en *caractères italiques* reprennent les résultats du tableau I (activité globale pour chaque minéral). Les autres données montrent comment se répartit l'activité à l'intérieur de chaque espèce minérale.

Les données en « caractères ordinaires » pour biotite, quartz et feldspath sont obtenues en soustrayant de l'activité globale la part due à tout ce qui est manifestement étranger à la phase cristalline du minéral (inclusions, fractures, etc.).

Cette donnée représente une limite supérieure de l'activité *réelle* du minéral, car une partie de cette activité peut être due à des hétérogénéités invisibles au microscope.

Nous entendons par *interstices* les séparations entre cristaux, par opposition aux *fractures* qui traversent un ou plusieurs cristaux.

Interstices (1) : interstices quartz-quartz.

Interstices (2) : interstices feldspath-feldspath.

Interstices (3) : interstices quartz-biotite et feldspath-biotite.

II. — Nombre total d' $\alpha$  comptés.

III. — % de l'activité du minéral en italiques.

IV. — % de l'activité totale de la roche.

V. — Activité relative par rapport au granite = 1.

VI. — Activité absolue = nombre d' $\alpha$  par  $\text{cm}^2$  et par seconde.

VII. — Concentration en grammes d'Uranium par gramme (voir remarques p. 5).

### DISCUSSION DES RÉSULTATS.

1. La distribution de la radioactivité dans ce granite se manifeste sous trois types différents :

*a)* Concentration dans des inclusions cristallines microscopiques très actives (54 % de l'activité totale).

*b)* Répartition dispersée dans les minéraux essentiels (28 %).

Cette activité est sans doute due à la fois à des radioéléments dispersés à l'état atomique et à des inclusions ultramicroscopiques, mais il est encore difficile de dire dans quelle proportion.

*c)* Concentration dans des fractures traversant les minéraux ou dans des séparations entre minéraux (18 %).

2. Le trait saillant est la concentration de plus de 72 % de l'activité totale dans des minéraux accessoires ou des remplissages de fracture représentant moins de 1 % du volume de la roche. Remarquons que de telles conditions rendent très difficile l'obtention d'un échantillon représentatif pour les mesures de radioactivité.

3. Les minéraux accessoires actifs sont dispersés à l'état d'inclusions microscopiques dans toute la roche, mais en proportions différentes dans les divers minéraux essentiels. Cette distribution enlève toute signification aux mesures de radioactivité sur les minéraux séparés mécaniquement.

Par exemple l'activité relative globale du quartz est 0,3, alors qu'en soustrayant la part due aux inclusions visibles et aux fractures, elle tombe à 0,016.



4. L'activité spécifique réelle des différents minéraux varie dans de très larges limites :

Granite .....	1	Biotite .....	1,7
Zircon .....	8.000	Plagioclase .....	1
Apatite .....	100	Orthose .....	0,23
Mineral .....	65	Quartz .....	0,016

Il est intéressant de comparer ces résultats avec ceux de Keevil et collaborateurs (7) qui donnent les mêmes ordres de grandeur pour les accessoires, mais des valeurs plus élevées pour les autres minéraux, comme on pouvait s'y attendre.

5. La *biotite* a une activité relative globale de 10, ce qui concorde avec toutes les observations précédentes, mais on peut voir maintenant avec certitude que l'activité relative réelle de la *biotite* de ce granite n'est que de 1,7 au plus et que le reste est dû à sa richesse en inclusions.

Le problème de la forte activité des *biotites* n'est donc pas un problème chimique, mais surtout un problème pétrographique.

6. La radioactivité réelle du *quartz* est encore beaucoup plus faible que ne le laissaient supposer les mesures antérieures sur minéraux séparés mécaniquement. 95 % au moins de son activité globale sont en réalité dus à des remplissages de fractures et à des inclusions cristallines (*zircon* et surtout *apatite*).

Il ne nous a pas encore été possible de préciser si un certain nombre d' $\alpha$  portaient d'occlusions liquides ou gazeuses du *quartz*. La question est d'un grand intérêt, ces occlusions représentant la composition de la phase volatile du magma à la fin de la différenciation.

7. Une part importante de l'activité des *feldspaths* est localisée dans les inclusions et les fissures, mais cet effet est moins marqué que pour la *biotite* et le *quartz*.

Les *plagioclases* sont légèrement plus actifs que les *feldspaths* potassiques; cette activité semble provenir des inclusions opaques, très abondantes dans les *plagioclases*.

8. Un fait important est la concentration de près de 20 % de l'activité totale dans des séparations entre minéraux et des fractures postérieures à la cristallisation finale de la roche.

Le remplissage de ces fractures est constitué de deux composants intimement associés, bien visibles entre nicols croisés : un minéral opaque noir et un minéral très réfringent et biréfringent qui a l'aspect caractéristique de l'épidote.

Dans les cas favorables, on peut voir que la radioactivité est liée à peu près dans les mêmes proportions à ces deux constituants.

Dans un récent travail, Hurley (9) est arrivé à des conclusions similaires par une technique ingénieuse mais moins directe.

9. Remarquons l'activité relativement élevée des constituants opaques qui se présentent sous trois formes de genèses très différentes :

a) association minéral-muscovite liée à la biotite (cristallisation primaire);

b) inclusions orientées dans les plagioclases (origine hydrothermale ?);

c) remplissage de fissures (solutions hydrothermales ou supergènes).

10. Nous avons vu que les fortes concentrations d'activité sont en grande majorité liées aux biotites; un examen plus détaillé permet de préciser que les centres très radioactifs (zircons) sont presque toujours localisés sur le bord des cristaux de biotite. Cette curieuse particularité peut avoir une grande importance dans les mesures d'âge par la méthode à l'He et les mesures de radioactivité sur minéraux séparés.

#### ESSAI D'INTERPRÉTATION.

Il faut se garder de généraliser les résultats et les interprétations se rapportant à une seule lame mince dans un granite qui est peut-être un cas exceptionnel. En attendant d'avoir un plus grand nombre d'observations, nous nous bornerons aux observations qui suivent.

Nous admettons que ce granite est d'origine magmatique et s'est formé par cristallisation d'un magma fondu.

Des trois modes de distribution des radioéléments :

1. minéraux accessoires;
2. dispersion dans les minéraux essentiels;
3. minéraux liés aux fissures;

les deux premiers sont d'origine *primaire*, contemporains de la cristallisation de la roche; le troisième est manifestement lié à des minéraux secondaires. Nous les discuterons séparément.

**Radioactivité des minéraux primaires.**

Rappelons que la distribution des radioéléments des 3 familles radioactives est régie dans un cas semblable par les propriétés de U et Th.

L'U et le Th ont des concentrations beaucoup trop basses dans le magma pour pouvoir former des minéraux propres; on doit s'attendre à les trouver associés à certains minéraux à l'état de remplaçants d'autres éléments plus abondants. Nous ne discuterons pas ici les principes de ces remplacements, mais d'après les considérations classiques de la cristallogénie (13) on peut prévoir que les radioéléments seront associés aux éléments suivants: Calcium, Yttrium, Terres Rares et Zirconium, qui jouent le rôle d'« entraîneurs » et concentrent dans leurs minéraux les traces d'U et de Th.

Les minéraux primaires de ce granite susceptibles de jouer ce rôle sont: le zircon, l'apatite, le sphène et le plagioclase.

Les trois premiers sont bien radioactifs, mais le plagioclase ne confirme pas les prévisions ci-dessus; il montre une radioactivité légèrement supérieure au quartz et au feldspath potassique, mais cette activité semble due aux inclusions opaques et se montre de toute façon inférieure à celle de la biotite.

Wickmann (14) a discuté la question de l'enrichissement des plagioclases en Terres Rares et en U et Th; il a montré que cet enrichissement est théoriquement possible, mais qu'en pratique, dans les conditions normales de composition chimique des magmas, il pouvait difficilement avoir lieu par suite de l'absence d'ions pouvant assurer la compensation cristallogénie du réseau.

L'association de U et Th avec les minéraux opaques primaires est difficile à interpréter pour le moment. Il faudrait une connaissance plus exacte de la composition chimique, la structure et le mode de formation de ces minéraux.

La majorité des radioéléments s'est séparée du magma dans les tous premiers stades de sa cristallisation, le zircon, l'apatite et le sphène étant les premiers minéraux formés dans les granites.

Une partie résiduelle se trouve dispersée dans les minéraux essentiels sous une forme qu'il est difficile de préciser actuellement; on peut faire les hypothèses suivantes:

- a) dispersion atomique dans les réseaux;
- b) liaison avec des inclusions ultramicroscopiques de zircon ou d'apatite;

c) liaison avec des occlusions liquides ou gazeuses de fluides magmatiques résiduels.

#### **Radioactivité d'origine secondaire.**

L'activité des fissures et interstices entre minéraux est d'origine secondaire. Minéralogiquement, elle est liée à des dépôts d'épidote et de minéraux opaques (vraisemblablement des oxydes de Fe).

On peut envisager diverses origines pour ces dépôts de fissures :

Précipitation de solutions superficielles ou de solutions hydrothermales. Ces solutions hydrothermales peuvent avoir appartenu au même cycle magmatique que le granite ou à un cycle postérieur.

Au point de vue géochimique, la liaison des radioéléments avec l'épidote est très normale (remplacement de Ca par U et Th); la liaison avec les dépôts d'oxydes peut s'interpréter par la coprécipitation des hydroxydes de  $Fe^{+++}$  et d'uranyle bien connue en radiochimie.

#### **IMPORTANCE POUR LES MESURES D'ÂGE ABSOLU.**

L'importance d'une connaissance exacte de la distribution des radioéléments pour l'application de la méthode à l'He a été soulignée par tous les auteurs s'occupant de cette question.

Dans une série d'importants travaux, Keevil et collaborateurs (7) ont montré que les « âges » à l'He mesurés sur les différents minéraux d'une même roche présentent des variations considérables; les minéraux ferromagnésiens ont généralement un « âge » beaucoup plus élevé et plus vraisemblable que le quartz et le feldspath. Dans la majorité des cas on peut interpréter ces faits par la perte d'une partie de l'He contenu dans le quartz et le feldspath.

Le granite étudié ici montrerait des résultats analogues (sauf éventuelle contamination par de l'He d'origine extérieure): la cause principale en serait due, non pas à des pouvoirs de rétention de l'He, différents d'un minéral à l'autre, mais à ce que la majorité des radioéléments du quartz et du feldspath sont localisés dans des fissures.

En dehors du fait que ces radioéléments peuvent être d'une origine beaucoup plus récente que la roche, les pertes d'He doivent être considérables le long de ces fissures.

Les biotites, par contre, ne montrent pas de fractures importantes et leur activité est localisée dans des inclusions. On peut objecter que les inclusions les plus actives contiennent plusieurs % d'U et Th; on sait que des minéraux aussi radioactifs retiennent difficilement tout l'He qui s'y forme.

On peut répondre à cette objection par l'observation suivante :

Les inclusions très actives sont généralement de dimensions inférieures au parcours des particules  $\alpha$ ; l'He n'est donc pas localisé dans le minéral où il a été produit, mais dans les minéraux environnants. Il pourra évidemment diffuser dans ces minéraux, mais il s'agit d'une diffusion à travers la structure réticulaire, beaucoup plus lente que la diffusion le long de fissures colmatées par des agrégats polycristallins.

La localisation des zircons au bord des biotites doit encourager les pertes d'He par diffusion le long des interstices entre minéraux.

Le fait que l'He n'est pas concentré dans les mêmes minéraux que les radioéléments qui lui ont donné naissance doit nous rendre prudents dans l'interprétation des mesures d'âge sur les minéraux séparés.

Nous espérons avoir montré par ce premier travail l'importance des résultats qu'on pourrait obtenir par la méthode photographique dans divers domaines de la radiogéologie.

Il serait particulièrement intéressant d'examiner des roches qui ont déjà fait l'objet d'études détaillées par d'autres méthodes. Nous songeons notamment au magnifique travail effectué dans ce domaine par Keevil et ses collaborateurs et par l'équipe du Massachusetts Institute of Technology sur les granites nord-américains.

## II. — GRANITE DU MONTE CAPANNE (ILE D'ELBE).

### DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE DE L'ÉCHANTILLON.

L'échantillon étudié a été prélevé à Poggio di Marciano (île d'Elbe) dans une tranchée nouvelle dans le granite tertiaire du Monte Capanne (15).

L'examen de la lame mince montre la présence des minéraux suivants : quartz, orthose, plagioclase (albite), biotite et, comme accessoires : sphène, tourmaline, apatite, zircon, minéral.

TABLEAU III.  
Répartition détaillée de la radioactivité dans chaque minéral.  
*Granite de l'île d'Elbe.*

I	II Nb $\alpha$ .	III % min.	IV % roche	V Act. rel.	VI Activité	VII Cu	VIII Surf. cm <sup>2</sup>	IX % surf.
Granite .....	3.400	—	100	1	7,94.10 <sup>-4</sup>	3,1.10 <sup>-6</sup>	1,98	100
<i>Biotite</i> .....	1.631	100	48,0	10,8	85,8.10 <sup>-4</sup>	3,0.10 <sup>-5</sup>	0,09	5
Inclusions .....	1.417	86,9	41,7					
Sép. B.-F. ....	55	3,4	1,62					
Biotite .....	159	9,7	4,68	1,05	8,37.10 <sup>-4</sup>	3,0.10 <sup>-6</sup>		
<i>Quartz</i> .....	121	100	3,56	0,81	6,4.10 <sup>-4</sup>	2,6.10 <sup>-6</sup>	0,09	5
Inclusions .....	35	28,9	1,03					
Quartz .....	86	71,1	2,53	0,57	4,5.10 <sup>-4</sup>	1,9.10 <sup>-6</sup>		
<i>Feldspath</i> .....	1.652	100	48,6	0,53	4,2.10 <sup>-4</sup>	1,7.10 <sup>-6</sup>	1,80	90
Inclusions .....	1.227	74,3	36,1					
Sép. F.-F. ....	46	2,8	1,35					
Feldspath .....	379	22,9	11,1	0,12	0,97.10 <sup>-4</sup>	0,4.10 <sup>-6</sup>		
Sphère .....	8.800			12.000	9,2	3,5.10 <sup>-2</sup>	4,4.10 <sup>-4</sup>	

La roche a subi des actions tectoniques qui se manifestent dans la structure des minéraux : de grands cristaux de feldspath sont entourés d'une mosaïque de petits cristaux résultant de la fragmentation du quartz et du feldspath et montrent les effets habituels des efforts mécaniques : extinction onduleuse du quartz et du feldspath, macles courbées et étirées des plagioclases.

#### DISTRIBUTION DE LA RADIOACTIVITÉ.

Nous avons suivi exactement la même technique que pour le granite I (Lac Blanc).

Les résultats sont représentés dans le tableau III. Les colonnes I à VII ont la même signification que dans le tableau II. Dans la colonne VIII est donnée la surface en cm<sup>2</sup> occupée par chaque espèce minérale; la colonne IX traduit ces données en % de la surface totale de la lame mince.

Les inclusions déterminées sont : zircon, sphène, apatite, tourmaline, minerai opaque.

Les données de la dernière ligne se rapportent à une plage de sphène appartenant à une autre lame mince.

#### DISCUSSION DES RÉSULTATS.

1. Dans cette lame mince, l'activité se subdivise comme suit :

Inclusions . . . . .	79 % de l'activité totale.
Séparations entre minéraux . . . . .	3 % de l'activité totale.
Dispersion dans les minéraux essentiels.	18 % de l'activité totale.

Comme dans le granite I, le trait essentiel est la concentration de la majorité de l'activité dans les minéraux accessoires représentant une fraction minime du volume de la roche, ce qui implique également de très fortes variations de l'activité spécifique de chaque minéral.

2. Les données pour la biotite sont très semblables à celles du granite I.

Le quartz est dans l'ensemble plus actif que celui du granite I, son activité spécifique est près de 60 fois plus forte.

Le feldspath montre la même activité globale que celui du granite I, mais son activité spécifique est plus faible.

3. Une différence essentielle avec le granite I est la très faible proportion des radioéléments localisés dans les fractures, bien

TABLEAU IV.

## Distribution de la radioactivité.

*Anorthosite-Egersund.*

I	II Nombre $\alpha$	III % roche	IV Act. rel.	V Act. $\alpha$ /cm <sup>2</sup> -sec.	VI Cu	VII Surf. cm <sup>2</sup>	VIII % surf.
Roche .....	350	100	1	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$0,3 \cdot 10^{-6}$	2,23	100
Plagioclase ...	270	77	0,88	$6,4 \cdot 10^{-5}$	$0,3 \cdot 10^{-6}$	1,92	90
Pyroxène .....	56	16	1,9	$14 \cdot 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-6}$	0,18	8,5
Biotite .....	8	2,3	2,5	$18 \cdot 10^{-5}$	$0,6 \cdot 10^{-6}$	0,02	1
Ilménite .....	1	0,3	1				
Fractures .....	15	4,3					



que ces dernières soient particulièrement nombreuses par suite du broyage tectonique de la roche.

4. Parmi les inclusions, le sphène et le zircon sont très actifs. L'apatite, assez rare, est beaucoup moins active. La tourmaline et le minéral ne montrent pas d'activité beaucoup plus forte que les minéraux essentiels.

Nous n'avons pu trouver de plage de zircon ou d'apatite assez étendue pour faire une mesure précise d'activité; par contre nous avons pu observer dans une autre lame mince du même échantillon une plage de sphène de dimension suffisante pour effectuer cette mesure. Les données se rapportant à cette plage se trouvent à la dernière ligne du tableau III.

Nous estimons très grossièrement comme suit les activités relatives des différents accessoires :

<i>Granite</i> .....	1	Apatite .....	100
Sphène .....	12.000	Tourmaline .....	1
Zircon .....	5.000	Minéral .....	1

5. Le sphène de ce granite contient quelques pour-cent de Thorium et d'Uranium et représente vraisemblablement 0,1 à 0,5 % du volume total de roche. En séparant quelques grammes de ce minéral, on aurait de quoi mesurer les rapports  $\frac{U+Th}{Pb}$  et éventuellement la composition isotopique de Pb.

Cette application de la méthode au Pb pour la mesure d'âge de roches éruptives ordinaires serait du plus haut intérêt (16).

### III. — ANORTHOSITE D'EGERSUND (NORVÈGE).

Nous avons pensé qu'il serait intéressant dans cette étude préliminaire de joindre des roches basiques aux deux granites étudiés.

Les roches basiques ont des activités systématiquement plus basses que les roches acides, ce qui rend d'ailleurs les mesures plus difficiles. Des études récentes de Davis et Hess (17) fournissent des données précises sur les teneurs en Ra de roches ultrabasiques.

Nous avons choisi ici des roches du massif anorthositique d'Egersund (Norvège méridionale). Ce sont des types assez particuliers et peu répandus de roches basiques, mais notre choix a été surtout guidé par la possession d'échantillons bien localisés et étudiés pétrographiquement.

## DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE.

Le massif d'Egersund a fait l'objet d'une étude détaillée de Michot (18).

L'échantillon étudié ici a été prélevé au Sud de Koldal dans la seconde intrusion définie par Michot.

Quatre minéraux sont présents dans la lame mince : plagioclase (labrador), pyroxène (hypersthène), biotite et ilménite. Le plagioclase contient de nombreuses et minuscules inclusions aciculaires et orientées. La biotite et l'ilménite, rares, sont associées au pyroxène.

Il n'y a pas trace d'action hydrothermale ou d'altération.

## DISCUSSION DES RÉSULTATS.

1. L'activité totale est environ 10 fois plus faible que celle des granites examinés.

2. La distribution de la radioactivité est d'un type absolument différent de celui des granites. L'activité est ici distribuée d'une façon très homogène, les divers minéraux ayant des activités du même ordre de grandeur.

Comme dans les granites, les minéraux ferromagnésiens ont une activité spécifique supérieure à celle des feldspaths.

Les radioéléments sont à un état de dispersion extrême dans tous les minéraux; il semble que cette dispersion soit à l'échelle du réseau cristallin, car l'activité n'est liée à aucune inclusion visible au plus fort grossissement microscopique.

3. Si l'on compare les activités de ces minéraux avec les activités *spécifiques* des minéraux de même famille dans les granites, ces dernières sont systématiquement plus hautes. Il faut néanmoins se souvenir que les activités spécifiques données ici ne représentent qu'une limite supérieure de l'activité spécifique réelle (voir p. 133) :

Granite I :					
Biotite :	.....	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$\alpha/\text{cm}^2\text{sec.}$	Feldspath :	$2,5 \cdot 10^{-4}$
Granite II :					
Biotite :	.....	$8,4 \cdot 10^{-4}$	$\alpha/\text{cm}^2\text{sec.}$	Feldspath :	$0,97 \cdot 10^{-4}$
Anorthosite :					
Biotite ou pyroxène :	.....	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$\alpha/\text{cm}^2\text{sec.}$	Feldspath :	$6,4 \cdot 10^{-5}$

Il est intéressant de noter que le quartz du granite I a une activité spécifique ( $1,6.10^{-5}$ ) plus basse que n'importe lequel des minéraux de l'anorthosite.

4. Une faible partie de l'activité semble être liée ici aussi à des fractures traversant la roche. Des études ultérieures seront nécessaires pour préciser cet effet.

5. En admettant que le mode de dispersion trouvé ici soit la règle générale pour les roches basiques, ce que des études en cours permettront de préciser, on aurait une interprétation du fait que les fuites d'Hélium sont plus importantes dans les roches acides que dans les roches basiques, les âges à l'Hélium étant en moyenne plus hauts pour ces dernières.

#### IV. — NORITE D'EGERSUND (NORVÈGE).

Au massif anorthositique d'Egersund sont associés des filons irréguliers de *norite*. Cette *norite* est indubitablement apparentée au même magma que les anorthosites. Elle est caractérisée par un grain beaucoup plus fin que celui des anorthosites et un enrichissement en pyroxène, ilménite et apatite.

L'échantillon étudié a été prélevé à Koldal au centre d'une masse noritique encaissée dans l'anorthosite de seconde intrusion.

#### RADIOACTIVITÉ.

Nous nous sommes borné, pour cette roche, à observer l'activité totale et son type de distribution. Par suite de la finesse du grain et de la faible activité, la distribution détaillée de l'activité pour chaque minéral ne pourra être obtenue qu'en perfectionnant la technique de localisation et en augmentant le temps d'exposition.

TABLEAU V.

Nombre total d' $\alpha$	Surface totale cm <sup>2</sup>	Activité $\alpha$ /cm <sup>2</sup> -sec.	Cu gr U/gr roche
560	2,25	$10^{-4}$	$0,4.10^{-6}$

## DISCUSSION DES RÉSULTATS.

1. La distribution de l'activité est exactement du même type que pour l'anorthosite III :

Répartition homogène et très dispersée des radioéléments.

Activité du même ordre de grandeur pour les divers minéraux.

2. L'activité totale est légèrement supérieure à celle de l'anorthosite.

3. Il est intéressant de noter que l'apatite de cette roche ne montre aucune concentration spéciale d'activité. On peut estimer que l'activité de l'apatite est du même ordre de grandeur que celle de la roche entière, soit  $10^{-4}$   $\alpha$  par  $\text{cm}^2$  et sec. Les apatites des 2 granites étudiés sont environ 1.000 fois plus actives.

Il serait donc très facile de distinguer ces apatites de genèse différente par leur radioactivité. Des études ultérieures sont évidemment nécessaires pour préciser l'extension de pareilles observations, mais on conçoit tout le parti qu'on pourrait tirer de faits de ce genre en géologie stratigraphique, paléogéographie, pétrographie éruptive, métamorphique et sédimentaire. De telles études sont en cours dans ce laboratoire.

## REMERCIEMENTS.

Je remercie vivement le Professeur M. Cosyns, directeur du Centre de Physique Nucléaire de l'Université Libre de Bruxelles, qui m'a donné la possibilité d'effectuer ce travail et m'a été d'un grand secours dans la mise au point de la technique.

J'adresse également mes plus vifs remerciements au Professeur G. P. S. Occhialini pour l'intérêt qu'il n'a cessé de manifester à ces travaux et pour tout le bénéfice que j'ai tiré de son expérience de la technique photographique.

Je suis redevable à de nombreuses personnes de discussions fructueuses sur l'interprétation et les applications de ces observations; je remercie spécialement M<sup>me</sup> I. Joliot-Curie, le Professeur M. Haïssinsky, le Professeur F. G. Houtermans et M. J. Jedwab.

Une partie importante du travail d'observation microscopique est due à M. Hougardy, M<sup>me</sup> Hubert et M<sup>lle</sup> Tits, observateurs au Centre de Physique Nucléaire.

L'échantillon de granite des Vosges m'a été aimablement communiqué par le Professeur M. E. Denaeyer.

Centre de Physique Nucléaire.  
Université Libre de Bruxelles.

### BIBLIOGRAPHIE.

1. V. I. BARANOV et S. I. KRETSCHMER, *C. R. Ac. Sci. U.R.S.S.*, **1**, 543 (1935).
2. A. HEE, *Ann. Géophys.*, IV, 3, 242 (1948).
3. J. H. J. POOLE et J. W. BREMNER, *Nature*, **162**, 125 (1949).
4. R. COPPENS, *J. Phys. Ra.*, **11**, 21 (1950).
5. E. PICCIOTTO, *Bull. Soc. belge Géol.*, **58**, 75 (1949).
6. R. D. EVANS et H. WILLIAMS, *Am. J. Sci.*, **29**, 441 (1935).
7. N. B. KEEVIL, *Am. J. Sci.*, **36**, 406 (1938).  
N. B. KEEVIL, E. S. LARSEN, F. J. WANK, *Am. J. Sci.*, **242**, 345 (1944).
8. C. S. PIGGOT, *Am. J. Sci.*, **17**, 13 (1929).
9. P. M. HURLEY, *Bull. Géol. Soc. Amer.*, **61**, 1 (1950).
10. J. JUNG, *Contribution à la géologie des Vosges hercyniennes d'Alsace*, Strasbourg, 1928.
11. I. CURIE, *J. Phys. Ra.*, **7**, 11 (1946).
12. N. B. KEEVIL, *Am. J. Sci.*, **249**, 309 (1941).
13. V. M. GOLDSCHMIDT, *J. Chem. Soc. London*, 1937, 655.
14. F. E. WICKMANN, *Geol. Fören, Stockholm Förhandl.*, **65**, 371 (1943).
15. C. BURRI, *Bull. Suisse Minér.*, **28**, 49 (1948).
16. F. G. HOUTERMANS, Communication privée.
17. G. L. DAVIS, *Am. J. Sci.*, **245**, 677 (1947).  
G. L. DAVIS et H. H. HESS, *Am. J. Sci.*, **247**, 856 (1949).
18. P. MICHOT, *Bull. Ac. roy. Belgique, Cl. Sci.*, 5<sup>e</sup> série, **25**, 491 (1939);  
*Ann. Soc. géol. de Belgique*, **62**, 532 (1939).

## EXPLICATION DES FIGURES.

## GRANITE I (VOSGES).

FIG. 1. — Photographie de la lame mince et répartition des particules  $\alpha$ .  
(Exposition 25 jours.)

Tous les  $\alpha$  observés sont représentés sur le transparent. A chaque  $\alpha$  correspond un point. Les régions à très forte activité ont été représentées par des cercles pleins, le nombre d' $\alpha$  correspondant est inscrit à côté de chaque cercle. — Le transparent doit être superposé à la photo de la lame mince en faisant coïncider les centres des cinq croix. — Sur la photo de la lame mince, on reconnaît les biotites en sombre, les quartz parfaitement transparents. L'orthose est légèrement mouchetée de gris. Dans les plages d'orthose on distingue de petites plages de plagioclases à mouchetures très serrées. — Les principales caractéristiques de la distribution de la radioactivité dans ce granite sont visibles sur cette figure : très grande inhomogénéité de distribution; concentration des  $\alpha$  dans les inclusions des biotites; groupes d' $\alpha$  jalonnant les fractures.

FIG. 2. — Microphoto (lumière naturelle).

Dépôt de minéral opaque entre deux cristaux de plagioclases. Une vingtaine d' $\alpha$  qui n'ont pas été reproduits ici, ont été émis par cette plage.

FIG. 3. — Microphoto (lumière naturelle).

Plagioclase dans l'orthose. On remarque les nombreuses inclusions opaques orientées. Les  $\alpha$  (non représentés ici) semblent être émis par ces inclusions.

FIG. 4. — Microphoto (lumière naturelle).

Fracture traversant une plage de quartz. Une douzaine d' $\alpha$  (non représentés ici) jalonnent cette fracture.

FIG. 5. — Microphoto (lumière polarisée).

Même plage que celle de la photo 4 mais photographiée entre nicols croisés. On voit qu'il s'agit bien d'une fracture postérieure à la cristallisation du quartz et non d'une séparation entre deux minéraux. Le remplissage de la fracture est constitué d'un dépôt opaque entouré d'une gaine biréfringente (épidote?).

**GRANITE II (ILE D'ELBE).**

Les microphotos 6 à 9 se rapportant au granite II ont été prises avec un microscope équipé avec l'objectif Cooke à longue distance (Long working distance, 45 à immersion, distance frontale: 1,5 mm). La plaque photographique a été superposée à la lame mince dans la même position relative que pendant l'exposition, l'observation se faisant à travers le verre supportant l'émulsion photographique.

La photo supérieure (a) a été prise avec le microscope au point sur la lame mince; la photo (b) est au point sur l'émulsion photographique: les contours des minéraux sont encore visibles mais ne gênent pas l'observation des particules  $\alpha$  qu'on distingue nettement sous forme de traits continus.

FIG. 6. — **Inclusion de sphène (?) dans le feldspath.**

250  $\alpha$  ont été émis par cette seule inclusion.

FIG. 7. — **Inclusion active dans une biotite.**

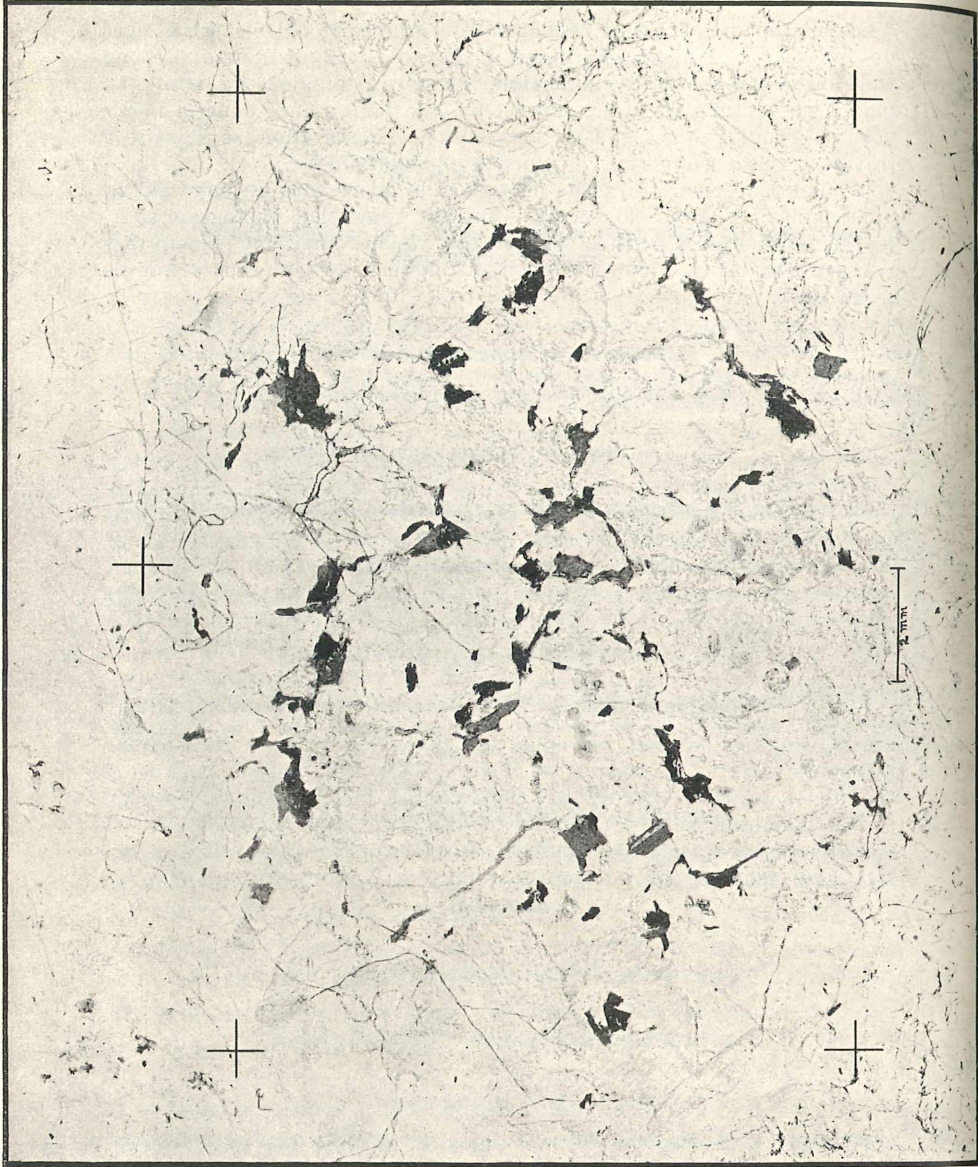
FIG. 8. — **Cristal de sphène en bordure d'une biotite.**

FIG. 9. — **Zircon dans feldspath.**

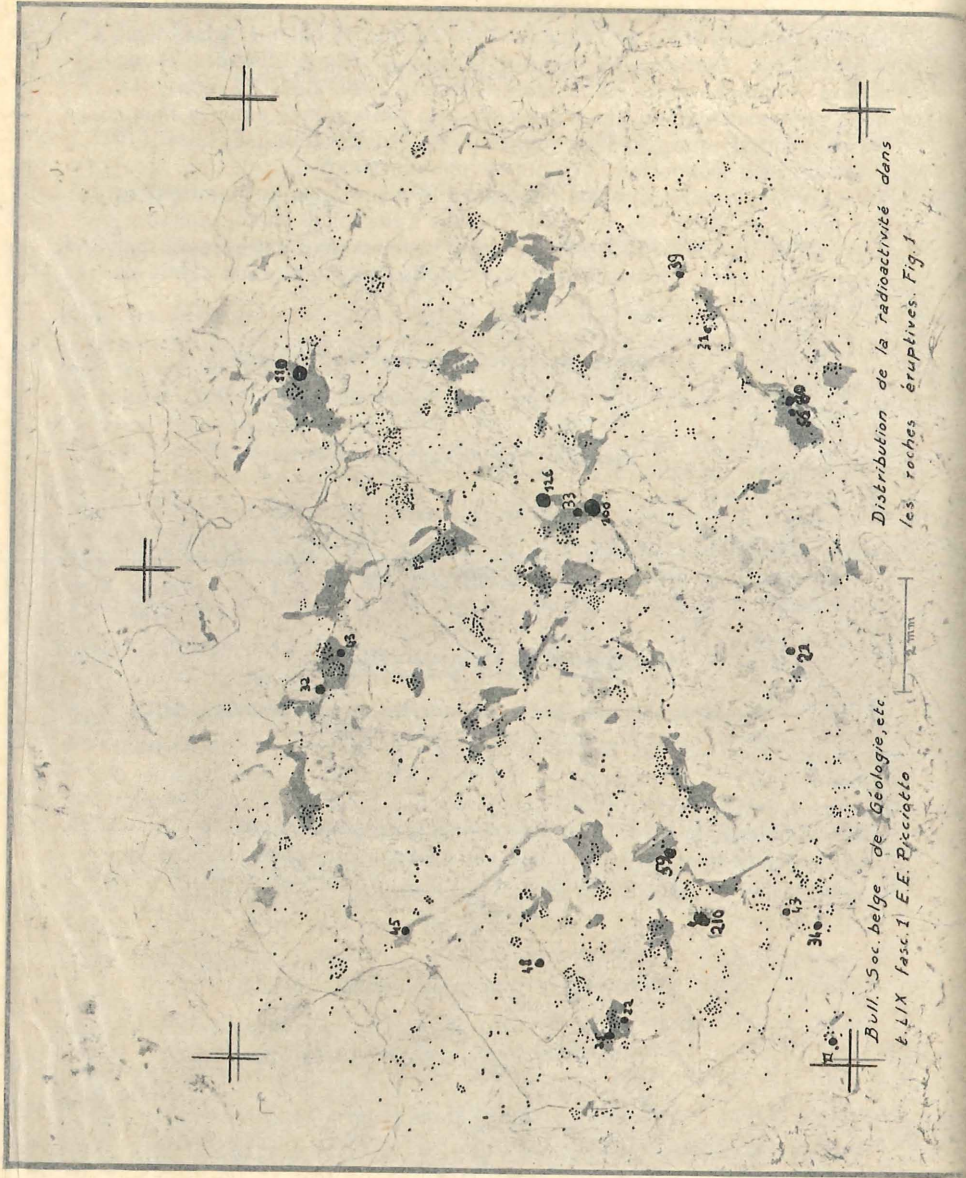
**ANORTHOSITE III (NORVÈGE).**

FIG. 10. — **Photo de la lame mince et distribution de la radioactivité.**

Sur la lame mince, on reconnaît les pyroxènes en gris transparent. L'ilménite est noire, opaque; la biotite, rare, est presque opaque et toujours associée au pyroxène. Le plagioclase incolore est du labrador. — En comparant la répartition des  $\alpha$  avec celle de la figure 1, on voit immédiatement que l'activité totale est ici beaucoup plus faible et que les radioéléments sont dispersés d'une façon homogène dans toute la roche.







*Distribution de la radioactivité dans les roches éruptives. Fig. 1*

*Bull. Soc. belge de Géologie, etc.  
t. LIX fasc. I E.E. Picciotto*

2 mm

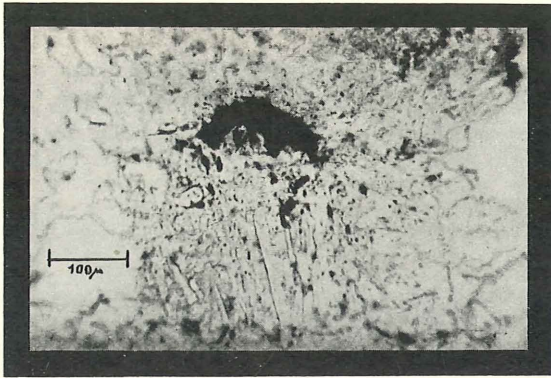


FIG. 2.

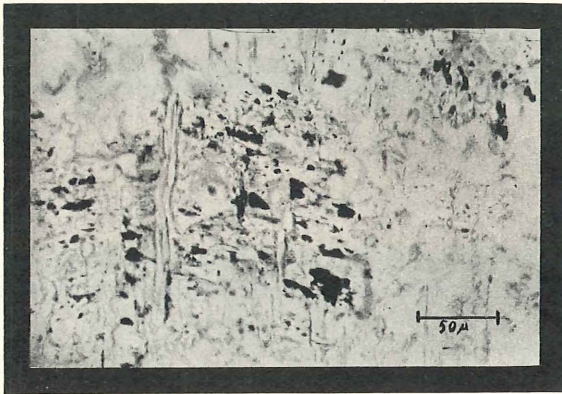


FIG. 3.

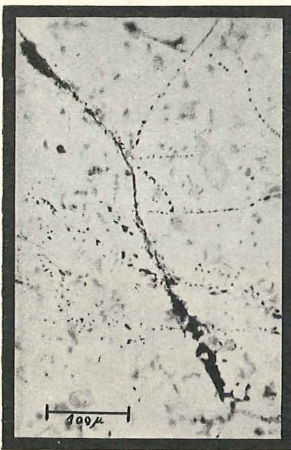


FIG. 4.

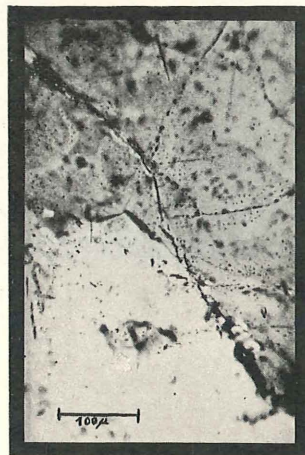


FIG. 5.



FIG. 6a.

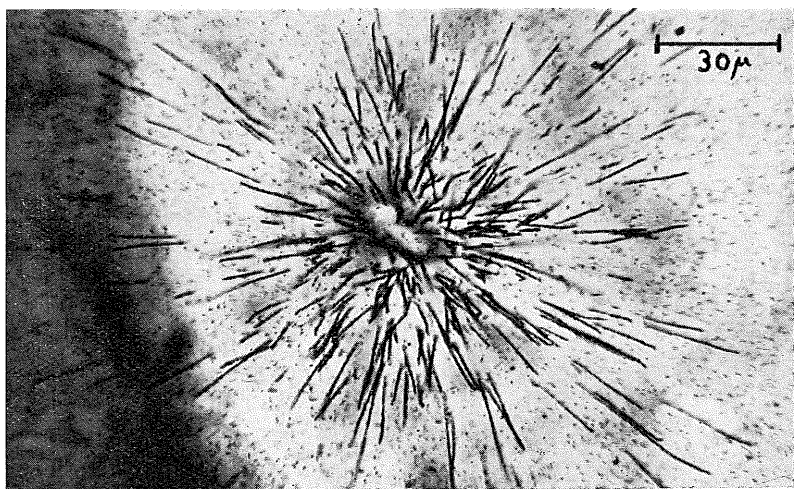


FIG. 6b.

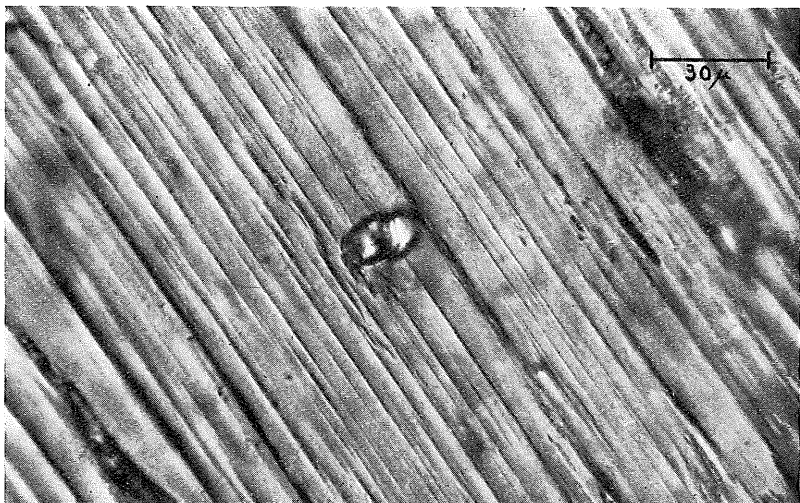


FIG. 7a.

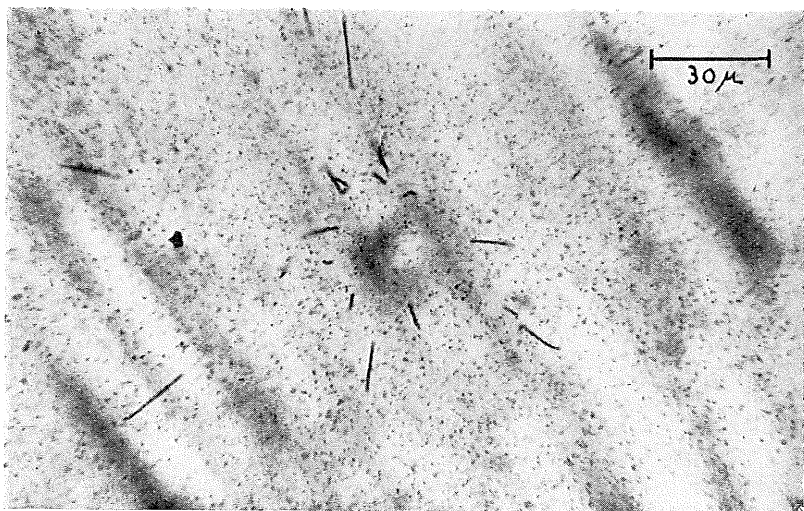


FIG. 7b.

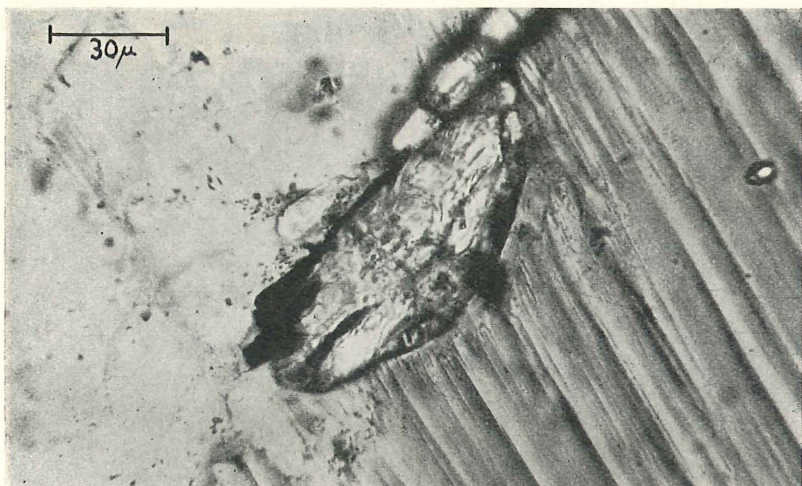


FIG. 8a.

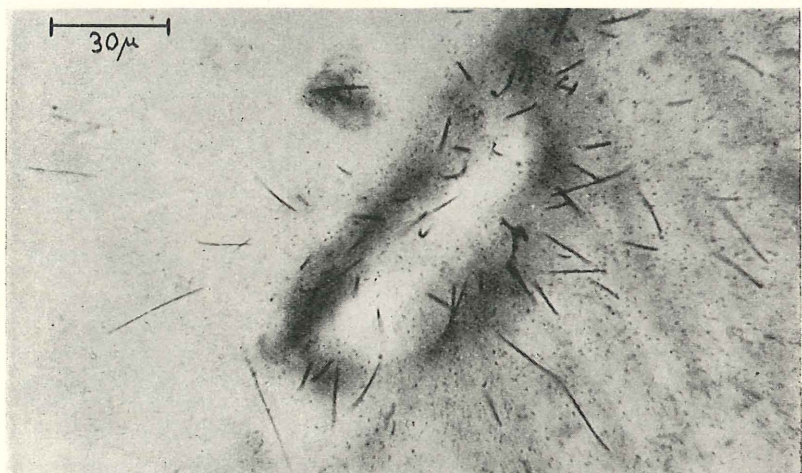


FIG. 8b.



FIG. 9a.

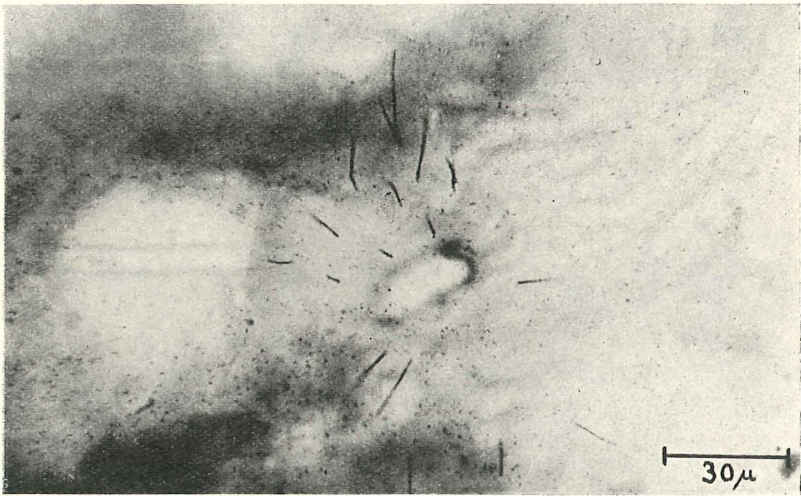


FIG. 9b.

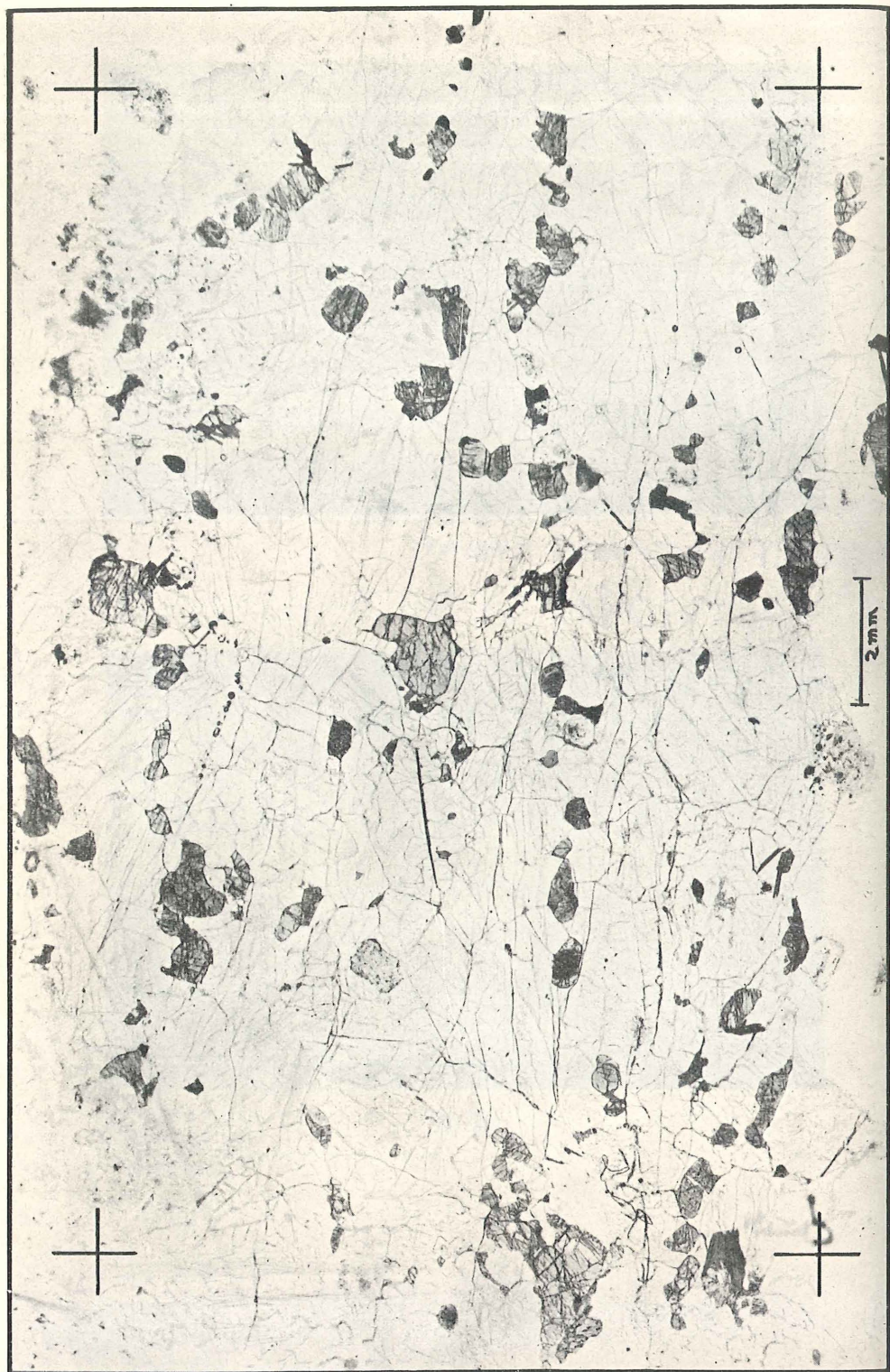


Fig. 10



*Distribution de la radioactivité dans les roches éruptives. Fig. 10*

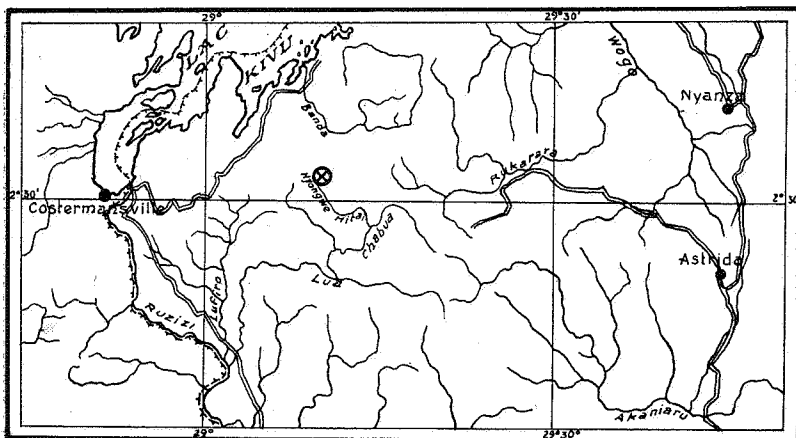
*Bull. Soc. belge de Géologie, etc t. LIX fasc. 1 E.E. Picciotto*



**Sur un fossile ou pseudo-fossile  
de la région de Nyongwe (Ruanda) (\*),**

par E. POLINARD.

Un objet cylindro-conique massif, d'origine problématique, a été remis en 1946 à l'ingénieur J. Heusschen, par un travailleur indigène. Celui-ci l'aurait découvert lors de l'attaque d'un filon recoupant les roches du système de l'Urundi, dans un ravin constituant l'une des têtes de la Nyongwe, sous-affluent



Échelle : environ 1/1.200.000.

de la Ruzizi (Ruanda Sud-occidental). L'endroit de la découverte se trouve à vol d'oiseau à environ 35 km à l'Est de Costermansville et à environ 65 km à l'Ouest d'Astrida (voir croquis).

Cet objet n'a pas été observé en place. Toutefois, la croûte de roche encaissante qui, par endroits, y reste accolée fait supposer qu'il était inclus dans une couche gréseuse de teinte blanchâtre à jaunâtre. La carte de F. Delhaye et A. Salée rapporte à l'étage inférieur (U I) du Système de l'Urundi les formations schisteuses, schisto-gréseuses et gréseuses, parfois graphiteuses, et localement pyritifères ou limoniteuses de la région.

(\*) Texte remis en séance.

Cette pièce, dont les extrémités sont brisées et ont disparu, est allongée suivant une direction rectiligne. Sa forme est cylindrique sur une moitié de sa longueur, cylindro-conique sur l'autre moitié. Sa section transversale est elliptique, bien qu'elle se rapproche du cercle. La longueur de la partie reconstituée par assemblage de deux fragments est de 13 cm; la grande section elliptique a des axes de 3,2 et 2,8 cm, tandis que les axes de la plus petite section mesurent 1,8 et 1,4 cm.

La masse, de teinte générale brunâtre, est grenue, compacte, cohérente et dure. On y distingue de petits grains de quartz, de l'hydroxyde de fer et de petites paillettes de mica. Sa densité est voisine de 3. Sa composition lithologique rappelle un faciès local, mais assez fréquent, des couches grésoschisteuses de la région.

Sur le pourtour, deux traits rectilignes, renforcés par de l'hydroxyde de fer et dirigés suivant deux génératrices, ne sont pas tout à fait opposés l'un à l'autre par rapport à l'axe général de la pièce. De plus, des traces grossières et peu nettes de cannelures très usées, larges de  $\frac{1}{2}$  à 1 mm, courent d'un bout à l'autre du cône tronqué suivant les génératrices; elles n'affectent pas tout le pourtour de la masse, mais sont groupées dans deux bandes opposées par rapport à l'axe principal. On notera qu'une tendance à l'allure stratifiée s'observe en un endroit de la cassure qui a enlevé la pointe.

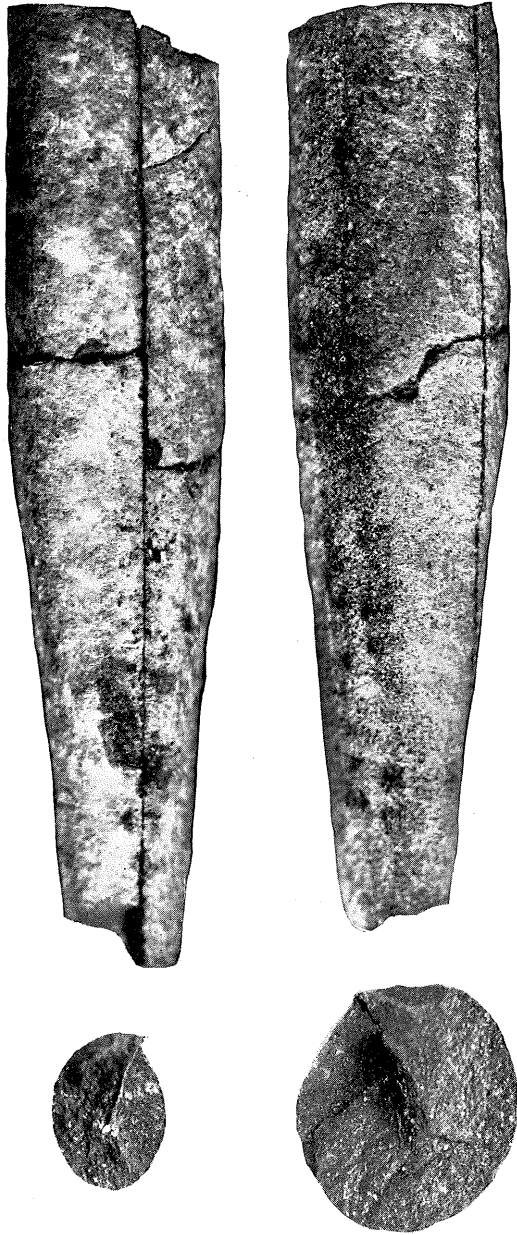
Les photos figurant à la planche ci-contre représentent cet objet en grandeur naturelle et dans six positions différentes. Les lignes transversales sont les traces des cassures suivant lesquelles les fragments ont été recollés.

Je me refuse à prendre position en ce qui concerne l'origine de cette pièce. Sous toute réserve, je signale que, sur le simple vu de la forme, on pourrait être tenté de l'interpréter comme étant le moulage interne très grossier d'un organisme. Dans ce cas, l'allure générale rappellerait celle d'un céphalopode à test droit.

On notera que la section elliptique peut être une section circulaire déformée par pression, que les deux longs traits longitudinaux peuvent être les traces d'un sectionnement d'origine mécanique et que les cannelures longitudinales très usées peuvent avoir la même origine.

Quoi qu'il en soit du doute qui plane sur l'origine de cette pièce, il est intéressant de rappeler que G. Passau a annoncé





en 1940 la découverte d'un moulage interne assez fruste, rapporté au genre *Orthoceras*, dans une région située à l'Ouest du lac Édouard, et caractérisée, elle aussi, par les couches du Système de l'Urundi <sup>(1)</sup>.

Le spécimen de Nyongwe, destiné aux collections du Musée de Tervuren, sera soumis à des spécialistes, qui auront à décider de son origine et, éventuellement, à le déterminer.

---

(1) G. PASSAU, Découverte d'un Céphalopode et d'autres traces fossiles dans les terrains anciens de la Province Orientale (Congo belge) (*Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, coll. in-8°, t. X, fasc. 6).

---