

SÉANCE MENSUELLE DU 16 NOVEMBRE 1954.

Présidence de M. A. GROSJEAN, président.

Est admis en qualité de membre effectif de la Société :

M. ROGER FRADCOURT, Ingénieur au Corps des Mines,
14, rue des Belneux, à Mons; présenté par MM. R.
Cambier et A. Delmer.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

- 11128 *Bonte, A.* Le rôle du sel dans la tectonique du Jura. Paris, 1943, 2 pages.
- 11129 *Bonte, A.* Les effondrements directionnels du Jura et leur signification tectonique. Paris, 1943, 2 pages.
- 11130 *Bonte, A.* Age et structure du gisement de lignite du Grand-Denis (Doubs). Paris, 1943, 2 pages.
- 11131 *Bonte, A.* Influence des glissements dans la morphologie de la rive gauche de l'Ognon, entre Venise et Châtillon-le-Duc (Doubs). Paris, 1943, 2 pages.
- 11132 *Bonte, A.* Sur la limite du Rauracien et du Séquanien aux environs de Besançon. Paris, 1944, 2 pages.
- 11133 *Bonte, A.* Extrémité Nord-Orientale de la zone des Avant-Monts entre Devecey et Venise (Doubs). Paris, 1944, 20 pages et 6 figures.
- 11134 *Bonte, A.* Feuille de Besançon au 1/50.000^e. La tranchée de Miserey (Doubs). La tranchée de la rue de la Pernotte à Besançon. Paris, 1945, 16 pages.
- 11135 *Bonte, A.* Feuille de Besançon au 1/50.000^e. La faille de Thise et le fossé d'effondrement de Palente. Paris, 1945, 8 pages et 5 figures.
- 11136 *Bonte, A.* Sur les nodules à structure cone-in-cone de l'Acadien de Langlade. Paris, 1946, 2 pages.
- 11137 *Bonte, A.* Observations sur le synclinal de Longemaison. Besançon, 1947, 6 pages et 2 figures.
- 11137 *Bonte, A.* Sur le Callovien des environs de Besançon. Besançon, 1947, 10 pages et 2 figures.

- 11138 *Bonte, A.* Le genre *Goniolina*. A propos de la découverte de *Goniolina geometrica* à Avrigney (Haute-Saône). Besançon, 1947, 18 pages.
- 11139 *Bonte, A.* Feuille de Besançon au 1/50.000^e. La rive droite du Doubs, de Besançon à Roche. La cuvette de Braillans. La faille de Fontaine, ecu. La faille du Fort Est des Buis. Paris, 1947, 12 pages et 5 figures.
- 11140 *Bonte, A.* Sur la présence du Lias inférieur le long de la bordure Sud-orientale du Massif de la Serre. Paris, 1943, 1 page.
- 11141 *Bonte, A.* Contribution à la tectonique du Vignoble aux environs de Lons-le-Saunier (Jura). Paris, 1952, 29 pages et 13 figures.
- 11142 *Bonte, A.* Réflexions sur le « beef », à propos d'une note de M. L. David. Paris, 1952, 2 pages.
- 11143 *Bonte, A.* Sur la genèse des quartz bipyramidés. Paris, 1953, 2 pages.
- 11144 ... Le Bassin houiller de Lons-le-Saunier (Jura). Lille, 1953, 28 pages.
- 11145 *Bonte, A.* et *Marie, P.* Nouvelles observations sur la structure du gisement de lignite du Grand-Denis (Doubs). Paris, 1944, 2 pages.
- 11146 *Bonte, A.* et *Ricour, J.* Feuille de Givet au 1/50.000^e. Structure du Massif du mont d'Haur. Paris, 1947, 9 pages et 4 figures.
- 11147 *Bonte, A.* et *Ricour, J.* Feuille de Givet au 1/50.000^e. Paris, 1950, 10 pages et 6 figures.
- 11148 *Bonte, A.* et *Ricour, J.* Feuille de Givet au 1/50.000^e. Paris, 1951, 5 pages.
- 11149 *Castany, G.* Bibliographie géologique de la Tunisie. Tunis, 1951, 15 pages.
- 11150 *Chaudoir, H.* La paléontologie au service du mineur. Bruxelles, 1953, 6 pages et 6 figures.
- 11151 *Chaudoir, H.* Tableaux récapitulatifs de la flore et de la faune houillères récoltées dans le Massif de Herve et la partie orientale du synclinal de Liège. Bruxelles, 1954, 16 pages et 2 figures.
- 11152 *De Lapparent, A. F.* Sur quelques gisements cénomaniens de la falaise du Dahar (Extrême Sud Tunisien). Tunis, 1953, 4 pages et 1 planche.
- 11153 *Deloffre, G.* et *Waterlot, G.* Phénomènes périglaciaires dans le Nord de la France. Tunis, 1953, 6 pages.
- 11154 *Denaeyer, M. E.* Sur la signification des « filons » transversaux à structure « beef » et « cone-in-cone ». Paris, 1952, 2 pages.

- 11155 *Denaeyer, M. E.* Science et poésie. Bruxelles, 1954, 21 pages.
- 11156 *Denaeyer, M. E.* et *San Miguel Arribal.* La tectonique et les migmatites du cap de Creus (Pyrénées orientales catalanes).
- 11157 *Denaeyer, M. E.* et *Hart, H.* Mission géologique de l'Office des Cités africaines (1952). Bruxelles, 1954, 228 pages, 1 planche et 37 figures.
- 11158 *Florin, R.* Note on *Ullmannia* from the Upper Permian formation of North-Eastern Belgium. Bruxelles, 1954, 6 pages et 2 planches.
- 11159 *Frenguelli, J.* Recientes progresos en el conocimiento de la geologia y la palaeogeografica de Patagonia basados sobre el estudio de sus plantas fosiles. Eva Peron, 1953, 20 pages.
- 11160 *Gottis, Ch.* Sur l'âge des dunes de la région d'Ouchtata (Nefza, Tunisie septentrionale). Tunis, 1953, 3 pages et 2 planches.
- 11161 *Institut Français du Pétrole, des Carburants et Lubrifiants.* Son origine, son objet, la direction générale, les établissements d'enseignement, le département de documentation, les départements de recherche. Paris, 1954, 43 pages.
- 11162 *Liégeois, P. G.* Les expériences de laboratoire en géologie et en hydrologie. Liège, 1954, 9 pages.
- 11163 *Liégeois, P. G.* La nature et les travaux humains. Alger, 1954, 17 pages.
- 11164 *Lombard, A.* Nouvelles données sur une coupe de contact jurassique. Crétacé des Préalpes médianes en Chablais (Haute-Savoie). Bâle, 1952, 3 pages.
- 11165 *Lombard, Aug.* et *Lombard, André.* Découverte d'une lame de cristallin à la base de la nappe du Niesen près de Hahnenmoos (Oberland bernois). Bâle, 1946, 4 pages.
- 11166 *Pastiels, A.* Étude biométrique d'une population d'*Anthracosidæ* du Westphalien A du Bassin de Liège. Bruxelles, 1954, 24 pages et 3 planches.
- 11167 *Pinchemel, Ph.* Les plaines de craie du Nord-Ouest du Bassin parisien et du Sud-Est du Bassin de Londres et leurs bordures. Étude de géomorphologie. Paris, 1954, 502 pages, 16 planches, 49 figures et 6 cartes.
- 11168 *Scheere, J.* Contribution à l'étude lithologique du terrain houiller de Belgique. Les roches stériles de la zone de Genck (Westphalien A supérieur) aux Charbonnages de Helchteren et Zolder (Campine). Bruxelles, 1954, 73 pages, 22 figures et planches.

- 11169 *Stockmans, F. et Willière, Y.* Flores namuriennes de la Belgique. Incertitudes et hypothèses du travail. Bruxelles, 1954, 16 pages et planches.
- 11170 *Van Leckwijck, W.* Observations sur le Miocène lignitifère des Dômes de Monastir et de Zeramedine (Tunisie orientale) et sur le Pléistocène marin du premier de ces dômes. Bruxelles, 1954, 30 pages et planches.
- 11171 *Waterlot, G.* Sur la terminaison occidentale des bandes devilliennes du Massif cambrien de Rocroi. Lille, 1953, 13 pages et 1 figure.
- 11172 *Waterlot, G. et Polbèche, J.* Observations sur les divisions du Jurassique supérieur, le Sidérolithique et la presle quaternaire du quart Nord-Est de la feuille de La Rochelle au 1/80.000^e. Paris, 1953, 8 pages.
- 11173 *Waterlot, G. et Polbèche, J.* Structure géologique de l'Aunis (feuille de La Rochelle au 1/80.000^e). Paris, 1954, 7 pages et 1 figure.
- 10269 *Tauro, A.* Anuario bibliografico. Peruano de 1949-1950. Ediciones de la Biblioteca Nacional. IX. Lima, 1954, 428 pages.
- 10914 *Comité Spécial du Katanga.* Service géographique et géologique du Congo belge. Planche topographique. Feuilles : Haut-Lomami, Nyunzu, Albertville. Échelle : 1/200.000^e. Bruxelles, 1954.

Communications des membres :

CH. STEVENS. — *La géomorphologie ardennaise. Faits et interprétations.* (Texte ci-après.)

L. VAN WAMBEKE. — *Sur la présence de tétradymite (Bi₂Te₂S) dans les filons hydrothermaux de la tonalite de la Helle et sur une nouvelle texture de ce minéral.* (Texte ci-après.)

A. DELCOURT et G. SPRUMONT. — *Quelques spores et pollens du Wealdien du Hainaut. (Note préliminaire.)* (Ce travail sera publié dans les Mémoires in-4^o de la Société.)

A. DELMER et M.-E. DENAEYER. — *Présentation d'échantillons.*

La géomorphologie ardennaise. Faits et interprétations,

par CH. STEVENS.

La géomorphologie ardennaise oppose quelquefois des difficultés aux chercheurs. Elles résultent surtout de deux causes : a) l'alternance rapide de roches inégalement résistantes risque de voiler l'influence de la tectonique active; b) l'absence presque complète de recouvrements post-primaires rend délicat le problème de l'âge.

Il faut donc observer les faits de très près avant d'en tirer des conclusions; il faut aussi distinguer ce qui est connu et ce qui est inconnu; il faut enfin tenir compte de ce qui se passe dans les régions voisines.

LES RECOUVREMENTS.

Ils se rangent en deux catégories : a) les dépôts continentaux; b) les dépôts marins.

a) Rigoureusement datés, les *dépôts continentaux* peuvent fournir de sérieuses indications, mais ils ne déterminent pas toujours l'âge des formes sur lesquelles ils se placent, un dépôt récent pouvant s'étendre sur des formes très anciennes; il en sera notamment ainsi dans les creux des topographies exhumées. Un tapis neuf ne détermine pas l'âge de la vieille table sur laquelle on l'étend.

Dans ce domaine, il faut signaler les études remarquables de M. P. Bourguignon dans le massif de la Baraque-Michel et de M. F. Gullentops dans celui du plateau des Tailles et de la région de La Roche. En étudiant minutieusement la composition minéralogique des dépôts, en cherchant leurs origines et leurs âges, ils ont apporté une contribution importante et d'un exceptionnel intérêt à la géomorphologie ardennaise (1 et 2).

b) L'étude des *dépôts marins* autorise des conclusions plus décisives. Formés au niveau de la mer, ils indiquent, par leurs

(*) Manuscrit remis à la séance.

altitudes actuelles et sans discussion possible, l'importance des surélévations. On trouve des vestiges maestrichtiens au sommet des Fagnes et jusqu'à la Baraque-Michel; ils sont datés par leurs fossiles; ils montrent qu'à la Baraque-Michel et depuis le Crétacé supérieur, le sol s'est élevé d'environ 700 m. De même, au Rosier et au Hockai, ces vestiges ont entraîné des paquets de sable; ils ne sont pas fossilifères, mais leur attribution aux sables chattiens de Boncelles paraît infiniment probable (3). Pour la Belgique, le Maestrichtien représente la plus grande extension du Crétacé et le Chattien la plus grande extension de l'Oligocène; les deux observations sont concordantes; elles montrent que, par deux fois, la mer a recouvert le sol des Fagnes.

CARACTÈRES DES TRANSGRESSIONS MARINES.

Lors d'une transgression, la mer ne recouvre pas toujours une plaine basse, parfaite, toute préparée pour l'inondation. Ce schéma est rarement réalisé parce que la pénéplanation dépend du temps nécessaire à son achèvement et parce que ce temps dépend lui-même de l'altitude et de la résistance des roches. En Ardenne, la pénéplaine n'a été réalisée qu'une seule fois; pour le reste, la pénéplanation aurait exigé la durée de plusieurs étages géologiques, encore ce temps n'a-t-il jamais été suffisant.

En ceci, les preuves abondent : dans le bassin de Mons, bien qu'il s'agisse surtout des schistes peu résistants du Westphalien, la pénéplanation n'était pas complètement réalisée à l'arrivée des mers crétacées; la même chose a été observée par M. C. Camerman dans la vallée de la Dyle. En Ardenne même, au Rosier, le Crétacé a rempli une cavité pré-existante. Enfin, la géographie actuelle possède de nombreux exemples de ce genre : Bretagne, Cornwall, baie de New-York, côte méditerranéenne, etc. (7).

LA PÉNÉPLAINE ARDENNAISE.

Pourtant, l'Ardenne possède une pénéplaine très généralisée; elle s'étend sur toutes les hauteurs et sa continuité se démontre aisément. A la Baraque-Michel, tout en étant déformée tecto-

niquement, elle a atteint un rare degré de perfection. Ce fait n'est pas en contradiction avec ce qui vient d'être exposé, au contraire.

Au Rosier, la pénéplaine *coupe* le vestige de Crétacé et le paquet de sable chattien qu'il a entraîné. La pénéplaine ne représente pas la base de l'Oligocène, puisque l'Oligocène est supérieur stratigraphiquement au Crétacé. L'érosion ayant balayé à la fois le Crétacé et l'Oligocène le plus supérieur, *la pénéplaine à laquelle elle a abouti n'est pas oligocène et ne peut pas l'être*. Elle est d'un âge beaucoup plus récent (4).

Depuis le retrait de la mer oligocène aucune transgression marine n'a atteint l'Ardenne, ni miocène ni pliocène. La pénéplanation a donc disposé de tout le temps nécessaire à son achèvement, même au sein des quartzites cambriens. Il faut ajouter que la transgression diestienne (Pliocène inférieur), venant du Nord, s'était avancée très loin en Moyenne-Belgique et qu'elle s'était sensiblement rapprochée de l'Ardenne. En ce moment, l'altitude de l'Ardenne était beaucoup plus faible qu'aujourd'hui et son relief était moins accusé. La pénéplanation n'était pas complètement réalisée.

LA SURIMPOSITION.

La carte géologique montre que tout le réseau hydrographique de l'Ardenne est surimposé; il est né sur un recouvrement dont il convient de rechercher les traces. Dans le Sud du Luxembourg, la Semois, même dans son cours inférieur, a été visiblement une rivière subséquente du Bassin de Paris; on doit donc admettre que les assises jurassiques se sont étendues plus au Nord; mais les indices de cette extension ne dépassent pas les hauteurs de Libramont, d'orientation varisque. Ces hauteurs délimitent donc deux épirogénies majeures : au Sud, le Bassin de Paris; au Nord, le versant septentrional de l'Ardenne qui, sous le recouvrement post-primaire de la Moyenne et de la Basse-Belgique, conduit à la zone de subsidence des Pays-Bas.

Ce versant septentrional est pauvre en recouvrements marins; pour trouver des traces certaines, il faut encore retourner au Rosier, avec son gisement de Maestrichtien décomposé et fossilifère et avec son paquet de sables chattiens. C'est, en effet, à cet endroit qu'on peut tirer les déductions les plus précieuses.

Au Sud du Rosier, le recouvrement disparu était-il formé de Maestrichtien ou de Chattien, ou, encore, de tous les deux ?

On ne peut guère invoquer une extension importante du Crétacé. Au Rosier, la puissance du Maestrichtien devait être assez réduite; c'est ce qui a permis l'entraînement du Chattien. De plus, le Maestrichtien était très chargé de silex; bien qu'altérés, ils se sont conservés au Rosier, mais le restant de l'Ardenne en est remarquablement dépourvu. Toutefois, on peut faire appel aux sables crétacés, ce qui me paraît plus justifié. Tenant compte de ce qu'on observe en Campine, j'ai cependant l'impression que tout cela se termine rapidement en biseau.

Une plus grande extension du Chattien me paraît plus vraisemblable parce qu'elle est conforme à la grande transgression oligocène, telle qu'on l'observe partout en Europe occidentale.

Ces considérations sont importantes car, sans elles, il devient impossible d'interpréter la géomorphologie ardennaise. En effet, la seule pénéplation qui soit presque parfaite étant d'âge post-oligocène, il en résulte que la transgression chattienne ne s'est pas étendue sur une plaine, mais sur une Ardenne encore très accidentée. Dans les zones anticlinales, la pénéplation a fait affleurer le socle paléozoïque, quelle que soit la nature de ses roches (les Fagnes), tandis que les sables chattiens subsistaient dans les creux (synclinal de Francorchamps = dépression du Roannay).

Après la pénéplation, l'épirogénie a repris vigueur. La plus importante a été *la surélévation de l'Eifel* d'où sont descendues des rivières conséquentes. En dépit d'une permanence remarquable, les vallées ainsi formées n'ont pas toujours correspondu aux dépressions anciennes; il y a même eu des écarts très sensibles. On les observe surtout dans la vallée de l'Amblève et dans la Famenne; c'est ainsi que l'Amblève traverse obliquement la vallée du Roannay.

Pendant que ces vallées jeunes pénétraient au sein du socle paléozoïque, l'eau courante déblayait les dépressions anciennes de leur recouvrement sableux et le socle était mis à nu.

En Ardenne, cette évolution impose des distinctions majeures : il existe deux morphologies dont la plus jeune emboîte la plus ancienne. La plus jeune est celle de la pénéplaine surélevée et de ses déformations ultérieures (Baraque-Michel, Baraque de

Fraiture). Ces déformations se sont imposées à tout le relief ardennais : toutes les hauteurs sont couronnées par la pénéplaine déformée (5).

La morphologie ancienne correspond aux dépressions déblayées de leur recouvrement (Roannay, Famenne, Fagne de Mariembourg, etc.). Par un aspect d'apparence paradoxale, alors que la morphologie jeune ne possède que des formes très récentes, la morphologie ancienne possède des formes qui peuvent même remonter au Permien. Bien entendu, elles ont été affectées par les déformations ultérieures à la pénéplaine (passage de la surélévation du Samson dans la Famenne) (5).

L'intersection des deux morphologies est si nette qu'elle ne peut être antérieure à un Pléistocène assez récent (Stoumont, La Gleize, Malmédy, Robertville, etc.) (6).

INFLUENCE DES TRANSGRESSIONS.

Dans la vallée de la Haine, Jules Cornet a démontré que l'action épirogénique avait été continue, mais qu'elle avait connu des phases de stabilité relative, allant même jusqu'au comblement. De fait, la Moyenne-Belgique a été le siège de nombreuses transgressions secondaires et tertiaires. Chacune d'entre elles impliquait deux épirogénies, l'une, négative, pour permettre à la mer d'arriver; l'autre, positive, pour la contraindre à se retirer. Avant la transgression chattienne, ces alternances ont dû agir sur le relief des dépressions anciennes : formation de pseudo-terrasses, de hauts niveaux, etc. Ces effets paraissent très nets en Famenne.

LA PERMANENCE.

Même la pénéplaine la plus parfaite n'est pas un plan; elle conserve la trace des déformations antérieures. Telle est la raison pour laquelle l'Ardenne a presque toujours été à l'abri des transgressions marines. Seules, les mers crétaciques et tertiaires ne l'ont atteinte que par leurs transgressions les plus accentuées. De même, les transgressions éocènes, débordant de la dépression de l'Escaut, n'ont même pas atteint la Meuse dinantaise.

Cependant, le massif du Brabant, épirogénie positive, symétrique à l'Ardenne, subissait l'influence de la subsidence néerlandaise.

LA SURÉLÉVATION D'ENSEMBLE.

Le gisement du Rosier montre que la pénéplaine ardennaise ne peut être que d'un âge postérieur à l'Oligocène puisqu'elle le tronçonne. De même, elle tronçonne les vestiges oligocènes de l'Entre-Sambre-et-Meuse et du Condroz. A plus fortes raisons, tronçonne-t-elle les vestiges bruxelliens subsistant encore en bordure de la dépression de l'Escaut.

Comme nous l'avons vu au Rosier, la pénéplaine s'est probablement achevée au cours du Pliocène supérieur et du Pléistocène inférieur. La surélévation d'ensemble est encore d'un âge ultérieur.

L'ARDENNE DE LA HOLLANDE.

L'Ardenne et la subsidence néerlandaise sont deux épirogénies complémentaires, l'une positive, l'autre négative. De même que la surélévation ardennaise ne peut être antérieure à l'Oligocène; de même, c'est à partir de l'Oligocène que la subsidence néerlandaise commence à se manifester. La transgression diestienne, venue de Hollande, a été, après la régression chattienne, la plus importante des transgressions tertiaires. Après cela, les transgressions du Pliocène moyen et du Pliocène supérieur ont été beaucoup plus faibles : la Belgique s'élève, tandis que la Hollande s'affaisse, sans que prennent fin les alternances d'élévation et d'ennoyage. A la fin, la base du Crag de Norwich est descendue à Amsterdam à 400 m sous le niveau de la mer. De même, en Campine anversoise, le Pliocène déformé indique l'importance des déformations pléistocènes. L'importante subsidence pléistocène des polders néerlandais trouve sa contrepartie dans la surélévation ardennaise.

LES ROCHES.

Ce qui précède ne doit pas faire négliger l'influence des roches et leur résistance inégale. On l'observe partout. Elle est très sensible dans le Dévonien inférieur qui forme le contour périclinal de la surélévation de l'Eifel et dans les collines isolées des récifs frasniens de la Fagne de Mariembourg.

BIBLIOGRAPHIE.

1. BOURGUIGNON, P., Associations minéralogiques des limons et argiles des Hautes-Fagnes (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. 77, 1953-1954, pp. 39-59).
2. GULLENTOPS, F., Contributions à la chronologie du Pléistocène et des formes du relief en Belgique (*Mém. Inst. géol. de l'Univ. de Louvain*, t. 18, 1954, pp. 125-252).
3. DE MAGNÉE, I. et MACAR, P., Données nouvelles sur les sables des Hautes-Fagnes (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. 59, 1936, pp. 263-285).
4. STEVENS, CH., L'âge de la pénéplaine de la Haute-Ardenne (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. 61, pp. 254-259).
5. — Les surfaces topographiques emboîtées (*Bull. Soc. roy. belge de Géographie*, 1948, pp. 63-87).
6. — Une esquisse géomorphologique de la Haute-Belgique (*Ibid.*, 1953, pp. 15-22).
7. A ce sujet, consulter notamment : Congrès Géologique International, XIX^e Session, section IV, fasc. IV, Alger, 1953 : « Topographie sous-marine et sédimentation actuelle ».

**Sur la présence de tétradymite (Bi₂Te₂S)
dans les filons hydrothermaux de la tonalite de la Helle
et sur une nouvelle texture de ce minéral,**

par L. VAN WAMBEKE.

1^o INTRODUCTION.

Les quartzites au contact de la tonalite de la Helle sont lardés de plusieurs types de filonnets :

- 1^o Filonnets de quartz à molybdénite;
- 2^o Filonnets de quartz à pyrrhotine et chalcopyrite;
- 3^o Filonnets de quartz à (sulfo)tellurures de Bi.

Nous nous intéresserons principalement aux derniers types de filonnets avec leur minéralisation très particulière.

(*) Manuscrit remis à la séance.

La composition minérale de ces filonnets est la suivante par ordre d'importance :

- a) Chalcopyrite.
- b) (Sulfo) tellures de bismuth :
 1. Tétradymite;
 2. (Sulfo) tellure de bismuth indéterminé (minéral A).
- c) Minéral gris-bleu isotrope (sulfoantimoniure complexe) (minéral B).
- d) Minéral gris clair, anisotrope (minéral C indéterminé).
- e) Blende.
- f) Scheelite.
- g) Pyrrhotine.

Les sulfures entrent pour 1,10 % environ dans la composition des filonnets (moyenne de plusieurs concentrés).

2° DESCRIPTION DES MINÉRAIS.

a) La chalcopyrite.

La chalcopyrite est le minéral le plus abondant des filonnets.

Elle renferme des inclusions de blende, du minéral B ainsi que des plages d'un tellure de bismuth (A) en association graphique avec le minéral B et un peu de chalcopyrite (voir photo 5).

La blende paraît de plus remplacer partiellement le minéral cuprifère en bordure de minces fissures (restes de chalcopyrite dans la blende).

La tétradymite renferme des inclusions myrmékitiques d'une chalcopyrite présentant des propriétés optiques particulières, fort semblables à celle de la cubanite, avec une anisotropie jaune pâle à gris-brun et pléochroïsme jaune-brun clair à jaune-brun foncé bien marqués. Après brunissement de la tétradymite par HNO_3 concentré, cette chalcopyrite reprend ses propriétés normales. De plus, elle ne réagit pas avec $\text{HCL} + \text{CrO}_3$, ce qui indique bien qu'il ne s'agit nullement de cubanite.

b) Les tellures de bismuth.

Il existe deux types de tellures de bismuth, l'un répond à la formule de la tétradymite et l'autre est isotrope et indéterminé (minéral A).

b. 1) LA TÉTRADYMITÉ ($\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$).

A notre connaissance, ce minéral n'a pas été signalé en Belgique. Par contre, M. A. JORISSEN (dans MALAISE, C., 11) a constaté la présence de Te et Bi dans une galène de Nil-Saint-Vincent.

M. G. COSYNS (dans MALAISE, C., 11) a noté de petites quantités de Bi dans la molybdénite de Quenast.

La tétradymite de la Helle possède un éclat argenté et forme de petites mouchetures dans les filonnets de quartz; au binoculaire on peut observer des lamelles micacées semblables à celles que l'on trouve dans la tellurobismuthite de Boliden (Suède). Les plus grandes plages atteignent à peine 3 à 4 mm de long.

En section polie, l'association de la tétradymite est très complexe et parfois constituée par trois minerais distincts, sans compter les inclusions antérieures de pyrrhotine et de blende (très rare) (voir photos 1, 3, 4).

La tétradymite renferme des inclusions myrmékites d'un minéral isotrope gris-bleu (minéral B) et de chalcopyrite (voir photos 1, 2, 3, 4).

Le troisième minéral (C) est beaucoup plus rare. Dans cette association graphique la tétradymite interfère sur les propriétés optiques de la chalcopyrite et sur sa couleur d'un jaune brunâtre. Tous les réactifs usuels d'attaque sont restés négatifs comme pour la chalcopyrite du filonnet.

La détermination du minéral principal de la myrmékite, la tétradymite, s'est effectuée en trois phases successives :

- b. 1. 1) Propriétés optiques et tests d'attaque usuels;
- b. 1. 2) Tests microchimiques;
- b. 1. 3) Analyse chimique d'un concentré.

Des comparaisons ont été faites entre le minéral de la Helle, la tellurobismuthite de Boliden et du bismuth natif. Une vérification pour l'or a été effectuée par tests microchimiques après un essai analogue sur la calavérite.

b. 1. 1) PROPRIÉTÉS OPTIQUES.

Dureté. — La tétradymite possède une faible dureté et se laisse très facilement rayer par une tige d'acier. Elle est plus tendre que la chalcopyrite et le minéral gris-bleu (B) de la myrmékite.

Couleur. — Blanc crème à pouvoir réflecteur très élevé et nettement supérieur à celui de la chalcopyrite.

Pléochroïsme. — Peu distinct.

Anisotropie. — Gris-bleu à jaune crème.

Tests d'attaque usuels :

HNO_3 : effervescence, noircit.

FeCl_3 : brunit par place et taches iridescentes.

HCl , HCN , KOH , HgCl_2 : négatifs.

b. 1. 2) LES TESTS MICROCHIMIQUES.

Comme la détermination au moyen des propriétés optiques restait fort aléatoire, nous avons fait une série d'essais microchimiques.

En ce qui concerne le minéral de la Helle, les attaques microchimiques ont été effectuées sur les surfaces polies et le résidu d'attaque a été repris et placé sur une lame mince afin d'être examiné au microscope.

Nous renvoyons le lecteur aux ouvrages de M. N. SHORT (15), CHAMOT et MASON (2), C. GUILLEMINS (10) pour la manière d'opérer.

Nous donnerons à la page suivante le tableau des tests microchimiques comparatifs pour la tétradymite, la tellurobismuthite et le bismuth natif.

Interprétation des résultats microchimiques. — Les tests de comparaison ne furent évidemment effectués qu'après une série de tests d'orientation. Les trois premières réactions ont lieu en solution chlorhydrique 1/5, la quatrième en solution nitrique diluée.

La réaction du Te avec le CsCl est caractéristique. Il se forme des octaèdres jaunes et de petits hexagones jaunes éépondant à la formule d'un sel complexe Cs_2TeCl_3 . Les autres éléments qui pourraient interférer sont Pd, Os et Pt.

Les colorations jaunes avec KI et KI + CsCl sont déjà une indication de la présence probable de Bi ou Sb. La formation de losanges incolores, anisotropes avec CsCl et surtout d'hexagones carmin avec KI + CsCl sont caractéristiques pour Bi.

Les tests microchimiques permettent d'affirmer que le minéral cherché est complètement différent du bismuth natif et se

<p>Tétradymite + minéral gris-bleu isotrope B de la Helle Attaque par HNO_3 1 : 1</p>	<p>Tellurobismuthite de Boliden Attaque par HNO_3 1 : 1</p>	<p>Bismuth natif du Congo belge Attaque par HNO_3 1 : 1</p>
<p><u>KI :</u> Coloration jaune et précipité brunâtre, amorphe, peu abondant.</p> <p><u>CsCl :</u> 1. Formation de losanges incolores, anisotropes ... Bi. 2. Formation d'octaèdres et d'hexagones jaunes, d'abord au bord de la lame, puis vers le centre ... Te. (Réaction caractéristique du Te.)</p>	<p><u>KI :</u> Coloration jaune peu marquée et précipité brunâtre, amorphe, assez abondant.</p> <p><u>CsCl :</u> Formation assez rapide d'octaèdres et d'hexagones jaunes vers les bords de la lame, puis vers le centre (Te), et formation de quelques cristaux losangiques incolores, anisotropes (Bi). (Réaction caractéristique du Te.)</p>	<p><u>KI :</u> Coloration jaune.</p> <p><u>CsCl :</u> Formation de losanges incolores, anisotropes (Bi).</p>
<p><u>KI + CsCl :</u> 1. Précipité brun chocolat, fin, et coloration jaune. 2. Formation d'octaèdres et d'hexagones jaunes qui brunissent légèrement près de KI ... Te. 3. Formation d'hexagones carmin assez nombreux ... Bi. 4. Formation par places d'hexagones bruns orangés en très faible quantité ... Sb.</p> <p><u>Mercuriothiocyanate de K :</u> Précipité mousseux et aciculaire jaune (réaction caractéristique du Cu). Le Cu provient du minéral isotrope (voir plus loin) et également de la chalcopyrite.</p>	<p><u>KI + CsCl :</u> 1. Précipité brun chocolat assez abondant, peu ou pas de coloration jaune. 2. Id., tétradymite ... Te. 3. Formation d'hexagones carmin peu nombreux ... (Bi).</p> <p><u>Mercuriothiocyanate de K :</u> Rien.</p>	<p><u>KI + CeCl :</u> 1. Coloration jaune.</p> <p>2. Formation de nombreux hexagones carmin (Bi).</p> <p><u>Mercuriothiocyanate de K :</u> Rien.</p>

rapproche de la tellurobismuthite mais avec quelques différences de détails, notamment une plus faible teneur en Te et une plus grande en Bi. On pouvait donc prévoir que le minéral de la Helle allait correspondre à la tétradymite.

D'après M. R. M. THOMPSON (17) et M. UYTENBOGAARDT (20) les tests d'attaque de la tétradymite sont :

HNO₃ : taches iridescentes d'abord, puis noircissement;

HCl : souvent négatif. Parfois le minéral se tache (brun clair à iridescent);

FeCl₃ : devient rapidement gris à iridescent;

KCN, HgCl₂, KOH : négatifs.

Le minéral de la Helle fait effervescence avec HNO₃, par conséquent il restait un certain doute au sujet de sa détermination.

Pour vérifier la présence éventuelle d'or, nous avons fait un premier essai de comparaison avec le bromure de pyridine sur la calavérite, puis avons traité de la même manière le minéral de la Helle, mais sans résultat.

b. 1. 3) ANALYSE CHIMIQUE.

Nous avons réussi à concentrer la tétradymite au séparateur magnétique (caractéristiques : Frantz Isodynamic separator model L₁).

A 1,2 amp, la chalcopyrite (avec ses inclusions de l'autre minéral telluré de bismuth) se sépare nettement de la tétradymite.

L'analyse chimique a donné les résultats suivants :

Te + Se	16,08.
Bi	26,92.
Sb	0,64.
Pb	néant.
Ag	moins de 0,05 %
Hg	néant.
Te/Bi	0,593.

Le Se n'intervient que pour un faible pourcentage négligeable de 0,1 % environ. Dans la formule de la tétradymite Bi₂Te₂S le rapport Te/Bi = 0,610, dans le composé de la Helle il est de 0,593.

Les analyses de A. DANA montrent dans la plupart des cas un excès de Bi, par conséquent le rapport est inférieur à 0,61.

Notons également que lors des essais microchimiques pour déterminer le minéral B, il apparaît un peu de bismuth et de Te. L'antimoine de son côté intervient pour une bonne part et sans doute entièrement dans le minéral B.

Par ses propriétés optiques et ses tests d'attaque chimique, le minéral analysé ne peut correspondre aux autres composés tellurés ou sulfotellurés de bismuth qui sont la hedleyite, la wehrlite, la joséite, la gruëlingite, la csiklovaïte [voir R. M. THOMPSON (17), H. V. WARREN (de 22 à 26), P. DAVIS (21), M. A. PEACOCK (22), H. SCHNEIDERHÖHN (14), P. RAMDOHR (13, 14), W. UYTENBOGAARDT (20)]. Un dosage de Pb, Ag et Hg a été effectué afin de fixer la combinaison du minéral B. Le minéral analysé correspond donc bien à la tétradymite (1).

b. 2) TELLURURE (OU SULFOTELLURURE DE BISMUTH, MINÉRAL INDÉTERMINÉ A) (voir photo 5).

Un autre (sulfo) tellurure de bismuth présente à nouveau l'association myrmékitique avec le minéral B et la chalcoppyrite et se trouve le plus souvent en inclusions dans la chalcoppyrite. Il ressemble à la tétradymite par son relief et sa couleur qui est cependant un peu plus blanche.

b. 2. 1) PROPRIÉTÉS OPTIQUES.

Dureté. — Elle est nettement inférieure à celle de la chalcoppyrite.

Couleur. — Blanc vif à très haut pouvoir réflecteur.

Pléochroïsme. — Néant.

Isotrope ou très faible anisotropie jaune légèrement grisâtre jaune. — Il n'a jamais d'extinction.

b. 2. 2) TESTS D'ATTAQUE CHIMIQUE :

HNO₃ : noircissement.

HCL : noircissement.

KOH : noircissement rapide.

(1) Dans sa description des minéraux de Belgique et du Congo Belge, M. H. BUTGENBACH donne la formule de la tellurobismuthite pour celle de la tétradymite.

ASSOCIATION DE LA TÉTRADYMITE AVEC LES AUTRES MINÉRAIS.

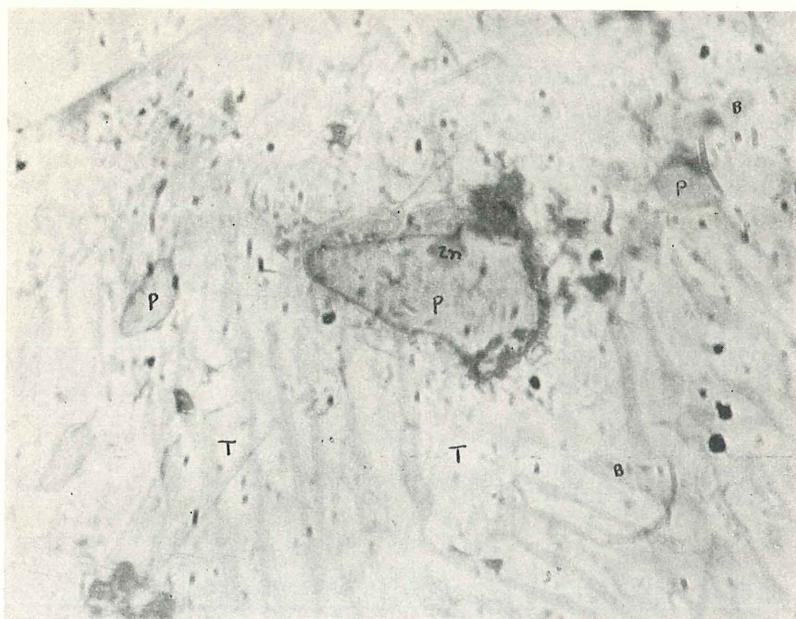


PHOTO 1. — Inclusions antérieures de pyrrhotite (P) et de blende (Zn) dans la tétradymite (T fond blanc) et le minéral B (goldfieldite ?). Il y a association myrmékitique de la tétradymite et du minéral B. Grossissement 550x.

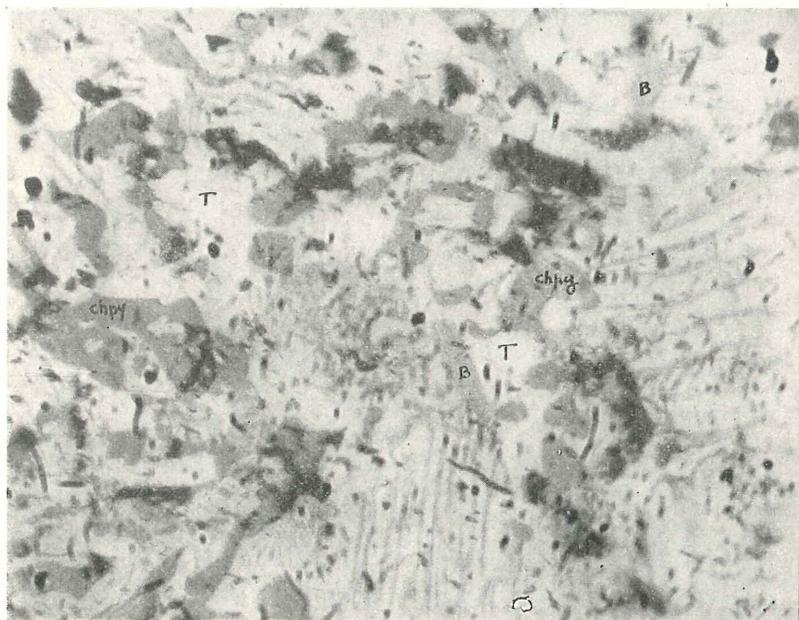


PHOTO 2. — Association graphique de la tétradymite, de la chalcopyrite et du minéral B. Grossissement 550x.

ASSOCIATION DE LA TÉTRADYMITE AVEC LES AUTRES MINÉRAIS.

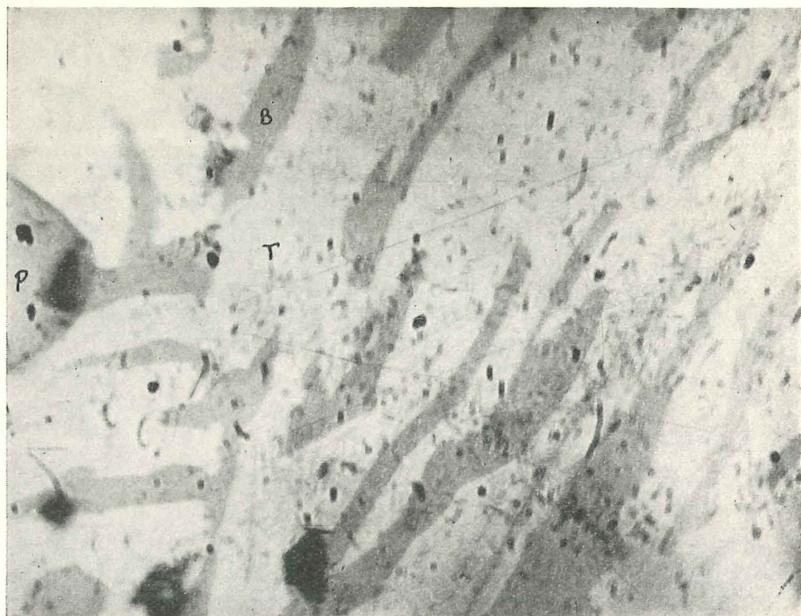


PHOTO 3. — Association graphique de la tétradymite (T) et du minéral B (goldfieldite). On aperçoit également une inclusion de pyrrhotine (P).
Grossissement 1150× à l'immersion.

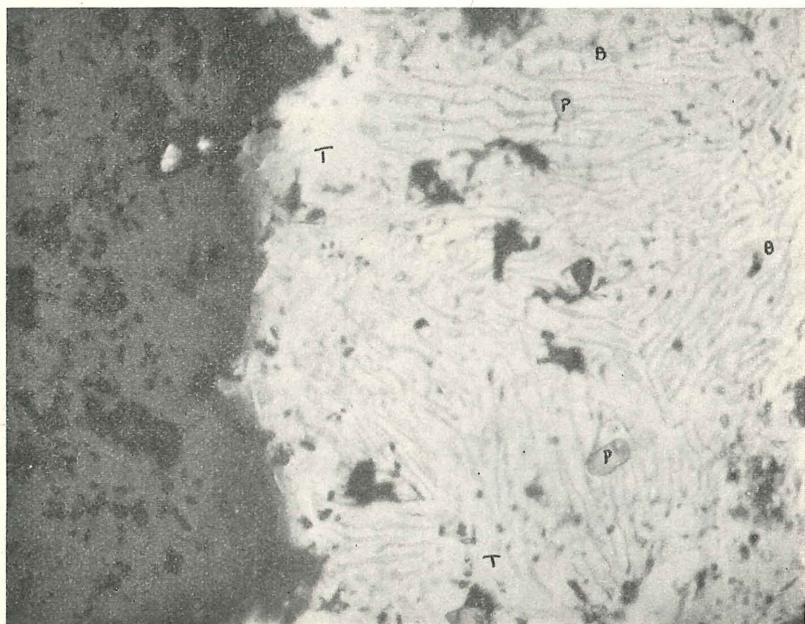


PHOTO 4. — Vue d'ensemble de la texture graphique (tétradymite + minéral B) avec les inclusions antérieures de pyrrhotine.
Grossissement 195×.

ASSOCIATION DES (SULFO) TELLURES
AVEC LES AUTRES MINÉRAIS.

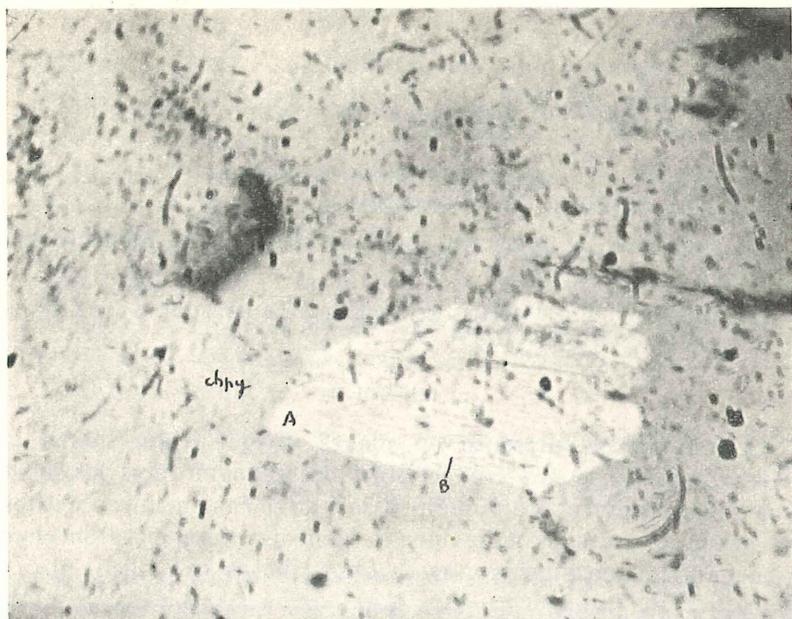


PHOTO 5. — Inclusions de (sulfo) tellures de bismuth (minéral A indéterminé) en association graphique avec le minéral B (goldfieldite ?) dans une plaque de chalcopryrite. Grossissement 550x.



PHOTO 6. — Association graphique de la tétradymite et du minéral B. Ce dernier a été attaqué par HCL concentré (noircissement). Grossissement 195x.

FeCl_3 : attaqué, puis noircissement.

Eau régale : id. HCL.

KCN et HgCl_2 : négatifs.

b. 2. 3) LES TESTS MICROCHIMIQUES.

Ils indiquent la présence de Bi et Te et sont identiques à ceux de la tétradymite.

Aucun des (sulfo) tellures décrits ne correspond à ce type.

c) Minéral B.

Ce minéral se présente en plages myrmékites dans la tétradymite et le minéral A; il est accompagné dans les deux cas de chalcoppyrite. Le minéral B se trouve également en petites plages à contours arrondis dans la chalcoppyrite et possède alors une teinte bleue plus prononcée (voir photos 1, 2, 3, 4, 6).

c. 1) PROPRIÉTÉS OPTIQUES.

Relief. — Supérieur à celui de la tétradymite mais très légèrement inférieur à celui de la chalcoppyrite.

Couleur. — Gris-bleu dans la tétradymite, et une teinte légèrement plus bleue dans la chalcoppyrite.

Isotrope. — Mais sans extinction complète.

c. 2) TESTS D'ATTAQUE CHIMIQUE.

HNO_3 : bleuit, puis est attaqué plus profondément.

KI et HCl concentrés seulement : bleuit, puis noircissement (voir photo 6).

KOH, KCN, FeCl_3 , HgCl_2 : négatifs.

c. 3) TESTS MICROCHIMIQUES.

Le minéral a été attaqué par HCL concentré, puis le résidu d'évaporation est repris par HCL 1 : 5, pour les trois premières réactions, et par HNO_3 1 : 1 pour la quatrième.

KI :

1° Coloration jaune.

2° Léger précipité brunâtre amorphe, très fin.

CsCl :

1° Précipité de cristaux losangiques incolores anisotropes formés assez rapidement ... Bi.

2° Précipité amorphe et granuleux jaune.

3° Précipité de rares octaèdres et de quelques hexagones jaunes assez grands vers la fin ... Te.

CsCl + KI :

1° Léger précipité brunâtre très fin ... Te.

2° Précipité d'hexagones carmin ... Bi.

3° et brun orangé ... Sb.

Mercurithiocyanate de K. — Précipité mousseux et aciculaire jaune ... Cu (réaction caractéristique).

c. 4) CONCLUSIONS.

Ces tests montrent la présence de Cu, Bi, Sb et d'un peu de Te. Comme l'attaque s'est faite avec HCl concentré, le cuivre de la chalcopyrite n'a pas été mis en solution. Nous avons d'ailleurs effectué les attaques uniquement sur des plages formées par la tétradyomite et le minéral B.

Le minéral B diffère nettement de la bismuthinite (Bi_2S_3), de l'emplectite (Cu_2S , Bi_2S_3), de la chalcostibite (Cu_2S , Sb_2S_3), de la wittichénite ($3\text{Cu}_2\text{S}$, Sb_2S_3) par ses propriétés optiques.

Le minéral de la Helle pourrait peut-être correspondre à la goldfieldite, une variété de tétraédrite tellurifère et bismuthifère [voir A. DANA (3) et R. M. THOMPSON (17)].

D'après ce premier auteur, la dureté de ce minéral est inférieure à celle de la tétraédrite et égale ou même inférieure à celle de la chalcopyrite.

On sait d'ailleurs que la dureté de la tétraédrite varie suivant sa composition. Comme tous les minéraux tellurés et bismuthifères possèdent un relief inférieur à celui de la chalcopyrite, il fallait donc prévoir qu'il en serait ainsi pour la goldfieldite.

La chalcopyrite de la myrmékite passe au minéral B, leurs contours mutuels font penser à un dépôt simultané de ces composés.

La chalcopyrite et la tétraédrite peuvent former des solutions solides à haute température vers 500°C . Cette texture, très rare, a été observée par A. B. EDWARDS (6 et 7) dans un greisen à wolfram et molybdénite dont le refroidissement a été rapide.

Il est intéressant de comparer les dimensions du réseau pour ces minéraux, de même que celles de la goldfieldite, de la tétradymite et de la tellurobismuthite.

1. Tétrahédrite : $a_0 = 10,3$ à $10,4$ Å.
2. Goldfieldite : $a_0 = 10,35$ Å [R. M. THOMPSON (17)].
3. Chalcopyrite : $a = 5,25$ Å - $c = 10,30$ Å;
4. Tétradymite :
 - $a = 4,21$ Å - $c = 29,43$ Å;
 - $r = 10,11$ Å [R. M. THOMPSON (17)].
 - $r = 10,31$ Å [P. RAMDOHR (13)].
5. Tellurobismuthite :
 - $a = 4,375$ Å - $c = 30,39$ Å;
 - $r = 10,44$ Å [R. M. THOMPSON (17)];
 - $r = 10,51$ Å [P. RAMDOHR (13)].

Les valeurs des paramètres montrent donc la possibilité de l'existence d'une solution solide complexe où pourrait intervenir la tétradymite, la goldfieldite et la chalcopyrite. La distribution du minéral B dans la myrmékite est parfois un peu inégale.

Comme cette nouvelle texture myrmékitique ne se produit probablement que par refroidissement rapide, elle ne permet pas la migration du minéral B et de la chalcopyrite. Ces conditions sont réalisées à la Helle.

Une telle texture graphique n'a pas été signalée à notre connaissance dans la littérature. On connaît quatre types d'association graphique de la tétradymite — avec l'or, le tellure, l'altaïte et la tellurobismuthite. Le minéral B se retrouve également en très petites inclusions peu nombreuses dans la chalcopyrite.

Notons aussi que O. ODMAN mentionne l'existence de minéraux indéterminés avec les tellures de bismuth (9).

Le minéral B de la Helle pourrait bien correspondre à une tétrahédrite tellurée et bismuthifère (goldfieldite).

d) Minéral indéterminé C.

Un autre minéral est parfois associé à la tétradymite; leurs contours sont mutuels.

d. 1) PROPRIÉTÉS OPTIQUES.

Couleur. — Gris clair légèrement verdâtre, pouvoir réflecteur moins élevé que la tétradymite.

Pléochroïsme. — Peu ou pas pléochroïque.

Anisotropie. — Gris-bleu assez foncé, brun à brun jaunâtre.

Relief. — Supérieur à la tétradymite.

d. 2) TESTS D'ATTAQUE CHIMIQUE.

KOH : devient gris-bleu foncé.

KCN : noircit.

HNO₃, HCL, FeCl₃ : négatifs.

Les tests et propriétés optiques sont très voisins de la miargyrite, toutefois la détermination reste douteuse car il n'y a guère de réflexion interne même dans l'huile. De plus, on s'expliquerait assez difficilement la présence de miargyrite dans des filons de haute température. Notons cependant que M. H. V. WARREN (23) mentionne à côté de minéraux argentifères (polybasite, pyrargyrite, acanthite) des minéraux de haute température comme la molybdénite et la scheelite dans la mine d'argent de Highland Bell (Colombie britannique). A Boliden d'autre part, O. ÖDMAN (12) indique la présence de miargyrite et de pyrargyrite à côté de la tétradymite.

On sait d'autre part que la pyrargyrite, très voisine de la miargyrite, a été trouvée dans la région de Vielsalm et le Massif de Grand-Halleux.

e) Les autres minerais.

La pyrrhotine est parfois accompagnée de blende et se rencontre en petites inclusions dans la tétradymite (voir photos); sa formation est antérieure au minéral bismuthifère.

La chalcopryrite renferme de petites plages de blende.

La scheelite est disséminée dans les filonnets de quartz.

3° ÉTUDE DE LA PARAGÉNÈSE.

La tétradymite et autres tellurures de bismuth sont des minéraux caractéristiques des gisements hypo- et mésothermaux. Ils accompagnent fréquemment la chalcopryrite et peuvent être associés à des tellurures d'or et d'argent [voir H. V. WARREN (21 à 26) et R. M. THOMPSON (17 à 19)].

Les tellures de bismuth sont de plus des accompagnateurs de l'or et sont utilisés comme indicateurs pour la prospection du métal précieux.

Nous donnons ci-dessous un aperçu de quelques paragénèses typiques avec tellures et sulfotellures de bismuth.

A. — Europe.

Oravicza (Hongrie) : tétradymite, galène, bismuth natif, bismuthinite [P. RAMDOHR (13-14)].

Deutsch Pilsen (Hongrie) : tétradymite, wehrlite, hessite, tellure, blende, galène, bournonite, bismuth, pyrite, mispickel [P. RAMDOHR (13-14)].

Dolgelley Belt (Pays de Galles) : pyrite, pyrrotine, chalcoppyrite, blende, galène, mispickel, tétradymite, or, quartz, calcite.

La tétradymite était considérée par les mineurs comme le minéral pilote dans la recherche de l'or [A. R. ANDREW (1), H. DEWEY (4), K. C. DUNHAM (5), B. SMITH et T. G. NEVILLE (16)].

Parys Mountain (Anglesey) Rhosmynach Fawr : pyrite, chalcoppyrite, tétradymite ?, or, [G. GREENLY (8)].

Carrock Fell (Cumberland, Angleterre) : M. H. V. WARREN (21) mentionne l'existence de grünlingite (Bi_4TeS_3) à Carrock Fell.

Boliden (Suède) :

On distingue au moins trois venues minéralisantes :

- a) Formation du mispickel;
- b) Venues de quartz et tourmaline;
- c) Formation des minerais pyriteux.

Les tellures de bismuth apparaissent avec les filons de quartz à tourmaline.

Paragénèse : tellurobismuthite, tétradymite, chalcoppyrite, pyrrotine, or, sulfosels (selenokobellite, selenocosalite, tétraédrite, miargyrite, pyrargyrite, boulangérite, bournonite) [O. ÖDMAN (12)].

Mångfallberget (près de Boliden, Suède) : Sb tellurobismuthite, tétradymite, pyrite, chalcoppyrite, mispickel, tétraédrite, or [E. GRIP and O. ÖDMAN (9)].

B. — Canada.

Les tellurures et sulfotellurures de bismuth sont connus en de nombreux points. Comme minéraux associés, on trouve par ordre d'importance : or, chalcopyrite, pyrrhotine, pyrite, mispickel, molybdénite, scheelite, blende, galène, tétraédrite, tellurures d'or et d'argent [voir H. V. WARREN (21 à 26) et R. M. THOMPSON (17 à 19)].

En *conclusion*, la minéralisation du type « Porphyry Copper » de la tonalite de la Helle semble faire exception et ne paraît pas aurifère en dépit de la présence de tellurures de bismuth.

Nous tenons à remercier bien sincèrement les Professeurs H. V. WARREN et R. M. THOMPSON de l'Université de Colombie Britannique, à Vancouver (Canada), pour l'abondante bibliographie qu'ils ont bien voulu nous fournir ainsi que pour l'envoi d'échantillons de comparaison.

LABORATOIRE DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE.

UNIVERSITÉ DE BRUXELLES.

IRSIÀ.

BIBLIOGRAPHIE.

1. ANDREW, A. R., 1910, The Geology of the Dolgelly Gold Belt (*Nth Wales. Geol. Mag.*, Serie 7).
2. CHAMOT et MASON, Handbook of chemical Microscopy, vol. I et II.
3. DANA, A., 1951, System of mineralogy (edit. Wiley).
4. DEWEY, H. and EASTWOOD, T., 1925, Copper ores of the Midlands, Wales, the Lake district and the isle of Man (*Mem. Geol. Surv.*, vol. 30).
5. DUNHAM, K. C., Age relations of the epigenetic deposits of Britain.
6. EDWARDS, A. B., 1946, Solid solution of tetrahedrite in chalcopyrite and bornite (*Austral. Inst. of Min. and Metall.*, n° 143).
7. — 1947, Textures of the ores minerals.
8. GREENLY, E., 1919, The Geology of Anglesey (*Mem. Geol. Surv.*, vol. II).
9. GRIP, E. and ODMAN, O. H., 1942, The telluride bearing andalousite-sericite rocks of Mångfallberget at Boliden, N. Sweden (*Sver. Geol. Undersokning*, série C, n° 147, Arsbok 36 N : O 4).
10. GUILLEMIN, C., 1953, Microanalyse qualitative appliquée à la détermination des espèces minérales (*Min. de l'Ind. et du Commerce*, France).
11. MALAISE, C., Traité de Minéralogie.

12. ÖDMAN, O. H., 1941, Geology and ores of the Boliden Deposit Sweden (*Sver. Geol. Undersökning, Arsbok* 35 N : O 1).
13. RAMDOHR, P., 1950, Die Erzminerale und ihre Verwachsungen.
14. SCHNEIDERHÖHN, H. und RAMDOHR, P., 1931, Lehrbuch der Erzmikroskopie.
15. SHORT, M. N., 1931, Microscopic determination of the ore minerals.
16. SMITH, B. and NEVILLE, T., 1948, British Regional Geology North Wales (*Geol. Surv. Mem.*).
17. THOMPSON, R. M., 1949, The telluride minerals and their occurrences in Canada (*Am. Min.*, vol 34, pp. 342-382).
18. — 1951, Minerals occurrences in Western Canada (*Am. Min.*, vol. 36).
19. — 1953, Minerals occurrences in Western Canada (*Ibid.*, vol. 38).
20. UYTENBOGAARDT, 1951, Microscopic identification of ores minerals (*Princeton Univ. Press*).
21. WARREN, H. V. and DAVIS, P., 1940, Some bismuth minerals from British Columbia (*Univ. Toronto, Studies* n° 44).
22. WARREN, H. V. and PEACOCK, M. A., 1945, Hedleyite, a new bismuth telluride from British Columbia with notes on Wehrlite and some bismuth tellurium alloys (*Ibid.*, Studies n° 49).
23. WARREN, H. V., 1946, Bismuth tellurides from the White Elephant Claim, British Columbia (*Ibid.*, Studies n° 50).
24. — 1947, New occurrences of antimony and tellurium minerals in Western Canada (*Ibid.*, Studies n° 51).
25. — 1948, Mineralogical notes : Ore minerals from Western Canada (*Ibid.*, Studies n° 52).
26. WARREN, H. V. and THOMPSON, R. M., 1949, Further occurrence of antimony and tellurium minerals in Western Canada (*Am. Min.*, 34).

DISCUSSION.

M. I. de Magnée fait remarquer qu'à sa connaissance on n'a pas signalé jusqu'à présent des minéraux de bismuth en Belgique, ni d'ailleurs de minéral telluré. Il est curieux, dit-il, de trouver simultanément ces deux éléments réunis dans un même minéral.

La minéralisation décrite n'est que l'un des aspects de la minéralisation du granite de la Helle, si difficile à mettre en relation avec les autres minéralisations connues en Belgique.

Présentation d'échantillons,

par MM. A. DELMER et M.-E. DENAEYER.

M. A. DELMER présente un échantillon de charbon recueilli par M. L. RADERMECKER dans la veine Beaujardin du Siège José de la concession Herve-Wergifosse (Wérister).

Cet échantillon montre la structure appelée « Pyramiden Kohl » en Allemagne (cf. P. KUKUK, *Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlen Gebietes*, 1938, p. 238). Aucune explication satisfaisante n'a été fournie jusqu'ici pour cette structure singulière. On a fait appel à la pression mécanique provoquant un étirement du charbon encore à l'état plastique ou même fluant sous l'effet des efforts tectoniques.

M.-E. DENAEYER fait observer qu'il ne s'agit pas d'une véritable structure cone-in-cone, dont certains caractères essentiels (par exemple l'emboîtement des cônes et les gradins) sont absents de l'échantillon présenté par M. DELMER. Il montre un échantillon beaucoup moins spectaculaire, mais similaire, du Charbonnage d'Amersœur à Jumet, qu'il possède depuis 1943. Il a vu, en 1946, au Geological Survey de Grande-Bretagne, un échantillon de grande taille, également en charbon anthraciteux, très comparable à celui de M. DELMER. La structure pseudo-cone-in-cone des échantillons en question, appelée « pyramidale » par les auteurs allemands, s'apparente à celles décrites jadis par X. STAINIER sous les noms de structure flabellée et ocellée.

Il pense que ces structures sont dues à la même cause que celle qui a produit les 'cone-in-cone véritables, c'est-à-dire à une traction. Mais, dans le cas présent, les tensions engendrées sont réparties dans un milieu amorphe et isotrope et ont déterminé une structure d'arrachement d'allure conique. Les argiles aaléniennes de Mont-Saint-Martin (M. et M.) présentent le même phénomène de striction, d'ailleurs reproductible expérimentalement (cf. *Bulletin*, t. XLIX, 1939, p. 313).

M. J. JEDWAB signale l'analogie de ces formes avec certaines formes du graphite obtenues par M. CYPRÈS au Laboratoire de chimie industrielle de l'U.L.B. à partir du méthane.