

SÉANCE MENSUELLE
DU MARDI 18 JUIN 1968.

Présidence de M. I. DE MAGNÉE, Président.

Communications des membres :

P.-L. MAUBEUGE. — *Contribution à la géologie profonde du Jurassique de la Lorraine belge et du pays de Montmédy (France) : Le forage de Velosnes.* (Texte si-après.)

L. VAN WAMBEKE. — *Quelques nouveaux minéraux phosphatés du Congo* (Texte ci-après.)

R. PAEPE. — *Quelques aspects des dépôts quaternaires en Famenne.* (Titre seul.)

**Contribution à la géologie profonde du Jurassique
de la Lorraine belge et du pays de Montmédy (France) :
le forage de Velosnes (*),**

par PIERRE-L. MAUBEUGE.

Si la stratigraphie des terrains jurassiques renferme encore bien des inconnues dans le Luxembourg belge malgré les travaux du quart de siècle actuel, dont les miens, celles-ci y sont encore plus nombreuses dans le Pays gaumais. En effet, la stratigraphie détaillée de la base du Bajocien reste mystérieuse à cause des diminutions de puissances, biseautages vraisemblablement stratigraphiques et non lithologiques. Le Toarcién est mal connu en détail. Il reste des gros problèmes de biostratigraphie pour les étages du Pliensbachien et Lotharingien; quant aux puissances de formations et d'étages on en est réduit à des approximations grossières que ne facilitent pas les faciès détritiques voisins de type macignos. En France, au Sud de la frontière belge, de Longuyon à Montmédy, on est, sauf de rares boutonnières du Toarcién supérieur, sur le plateau du Bajocien avec même déjà du Bathonien. C'est dire qu'en l'absence de sondages

(*) Texte remis en séance.

les renseignements sur le Lias y sont inexistants. Tout ouvrage y traversant le Bajocien nous renseigne aussi sur le Bajocien belge; j'ai en effet montré le premier que le Bajocien supérieur (base des « Marnes de Gravelotte » équivalent du « Niveau des Clapes ») était l'horizon le plus récent du Jurassique belge [9]; mais les puissances de détail des horizons du Bajocien restent objet d'incertitudes.

Il ne semble pas que les ouvrages profonds existent dans le Pays gaumais; sauf un forage, objet de la présente note, il ne paraît pas plus que la géologie régionale profonde soit connue en France de Montmédy à Longuyon; rares d'ailleurs sont les sondages profonds du plateau lorrain septentrional, en dehors des ouvrages au minerai de fer, lesquels ne traversent pas le Toarcien.

Or il se trouve que depuis trente années, un forage est susceptible de nous donner de précieux renseignements, malgré toutes ses imprécisions; il a été signalé dans une note [1] sans coupe détaillée et avec une précision justement objet de ma contestation. Situé à 1.600 m de la frontière franco-belge en face de Torgny, sa situation explique immédiatement son intérêt pour les géologues belges comme pour les géologues français.

Il s'agit d'un sondage profond pour recherche d'eau aux fins d'alimentation d'un des très gros ouvrages de la ligne fortifiée, Ligne Maginot, dont un groupe commande le verrouillage de la trouée du Thon en direction de Virton, à la confluence de la Chiers. Ceux-ci, en mai 1940, ont écrasé les colonnes allemandes ayant envahi la Belgique, mais malheureusement fortement sinistré Virton et ses environs. La raison du silence sur cet ouvrage est double. Il a été d'abord, jusqu'à son existence, un de ces lourds secrets militaires, les armées allemandes pouvant un an après examiner le forage à loisir. Le géologue ayant suivi initialement la coupe n'a pas donné d'étude générale à ce propos; d'ailleurs, la nature des déblais et la nécessité de posséder la stratigraphie du Jurassique belge ne simplifiaient pas l'interprétation. Puis la mort de LOUIS GUILLAUME a fait que toute publication de sa part était exclue faute de documents manuscrits déjà rédigés. Je dois à l'obligeance de son fils MARCEL GUILLAUME, Ingénieur géologue au Bureau de Recherches Géologiques et minières, en France, la possibilité d'avoir sauvé des renseignements à ce propos; je lui suis obligé de sa position d'autant plus remarquable que j'ai déjà exposé mon interprétation divergente de celle de L. GUILLAUME [2] à propos du « Calcaire ocreux » soi-disant présent dans ce sondage, au sommet du Lotharingien. Les déblais avaient été miraculeusement conservés et très bien classés; j'ai donc pu les étudier et dresser une coupe, il y a quelques années déjà.

Il ne semble pas que les résultats hydrologiques escomptés aient été atteints; on n'a guère de données à ce propos; vu la coupe, je pense que l'horizon aquifère principal des grès, escompté, était un peu plus bas; par conséquent, ce forage déjà important ne condamne pas des possibilités hydrologiques profondes régionales.

Le sondage est situé un peu au Nord-Est du village d'Othe, entre celui-ci et Velosnes, donc en face de la Réserve Nationale belge de Torgny. Il est, au lieu-dit Sur Castillon, implanté entre le s et le u de « sur », de la carte topographique française, soit en coordonnées Lambert : x : 825,410; y : 204,575; z : 302,600 (repère du nivellement général de la France). Il a été exécuté du 12 juillet 1938 au 12 août 1939, arrêté à 338,15 m de profondeur; il faisait suite à un précédent mené à 153,33 m, implanté à quelques mètres à côté.

DESCRIPTION DE LA COUPE.

L'ordre est évidemment descendant. Sauf tout au pied, il s'agit constamment de déblais de forage.

De 0 à 32 m : poussière de déblais : calcaire brun-jaune.

33 et 34 m : il devient brunâtre un peu marneux.

35, 36 m : calcaire cristallin sableux grisâtre et très marneux; débris coquilliers.

37 m : il est très marneux; une minuscule Térébratule.

38, 39, 40 m : il est de plus en plus marneux.

41, 42 m : argile grise; une Rhynchonelle.

Toit du Bajocien moyen.

43 m : très fine poussière : calcaire cristallin sableux grisâtre à gris-jaune; lamelles de muscovite.

44, 45, 46, 47 m : le même, très peu de mica.

48 à 59 m inclus : calcaire blanc jaunâtre en poudre fine.

60, 61, 62 m : calcaire cristallin brun-jaune, granuleux, à grains de silice.

63, à 69 m : le même, siliceux, parfois suboolithique et coquillier jaunâtre.

70, 71 m : marne brune feuilletée sablo-micacée.

72 m : grès calcaire jaune, à très fins grains de silice, avec débris brunâtres limonitiques.

73 m : il est un peu marneux avec débris de silice plus gros (graviers siliceux).

74 m : apparition de débris de calcaire gréseux, très fin de grain, brunâtre.

75 m : le même avec de plus gros débris de calcaire finement cristallin, gris.

76 m : calcaire gréseux gris, finement cristallin, micacé.

Base du Bajocien.

77, 78, 79 : calcaire gréseux, gris, finement cristallin, micacé, avec calcaire marneux et des débris ferrugineux et rares fausses oolithes et granules limonitiques.

80 à 90 m inclus : marne grise, finement micacée, à cassure conchoïdale.

91 à 108 m inclus : elle est pâteuse par places.

109 m : marne grise très calcareuse.

- 109, 43 m : débris d'un nodule calcaire gris, à Bélemnites, finement micacé.
 110 à 113 m inclus : marne grise très calcaire.
 Lias moyen.
 114 à 141 m inclus : marne grise et grès finement grésomiacacé, argileux, plus ou moins détritique, avec marne sablo-miacacée grise.
 142 à 146 m inclus : grès très fin de grain, très finement micacé, brunâtre.
 147 m : argile plastique gris laiteux.
 148 m : calcaire gris clair légèrement grésomiacacé.
 149 à 158 m inclus : grès calcaire brunâtre très finement grésomiacacé.
 159 à 166 m inclus : marne grésomiacacée parfois très gréseuse.
 167 à 173 m inclus : marne et marno-calcaire gris, très finement grésomiacacés.
 174, 175, 176 m : marne très sableuse finement grésomiacacée et grès marneux gris-brun.
 177 à 222 m inclus : grès marneux gris-brun, très finement sablo-miacacé.
 223 à 246 m inclus : marne argileuse grise à cassure conchoïdale.
 247 m : elle est très calcaire, à débris coquilliers blanchâtres.
 248 m : marne gréseuse grise, finement tigrée de gris-blanc, à fins débris charbonneux.
 249 à 257 m inclus : marne brunâtre finement grésomiacacée.
 257 à 274 m inclus : marne grise parfois finement micacée, dure, puis à peine micacée.
 275 m : gros morceaux de marne et brune, ferrugineuse mais sans oolithes.
 276 à 288 m : marne gris clair.
 289 à 292 m inclus : grès gris, calcaire, très finement gréseux; à 290 m, gros fragment de calcaire finement cristallin gréseux, gris clair, spathique, à petits débris coquilliers calcifiés : ce n'est ni le faciès « Marne gréseuse de Hondelage », ni « Grès de Virton ».
 293 m : grès identique très argileux gris.
 294, 295 m : marnocalcaire grésomiacacé argileux gris.
 296 m : marne un peu détritique grise, à débris coquilliers blanchâtres.
 297 m : gros morceaux de grès calcaire, gris, cryptocristallin, à fin débris spathiques.
 298, 299 m : marnocalcaire grésomiacacé argileux gris.
 A 297,42, 298,99, 301,05 m : gros débris de grès calcaire gris clair finement cryptocristallin, parfois gris-blanc, assez pur, avec quelques fins débris charbonneux brunâtres. A 299,50, gros morceaux de grès calcaire à passées friables sableuses.
 300-301 m : marne grise, à fins débris coquilliers blanchâtres, peu détritique.
 A 301,30 et 303,30 m : fragments comme à 307,50 m.
 302 à 307 m inclus : elle est parfois gréseuse; de 303,30 à 305,80 m : calcaire gréseux gris-blanc, compact, non micacé, cristallin spathique, en gros fragments.
 A 307,50 (et 308,90 m) : gros morceaux de calcaire gréseux cryptocristallin finement micacé, à points charbonneux brunâtres.
 308 m : grès marnocalcaire à débris coquilliers blancs friables et points brunâtres ferrugineux.
 309 à 311 m inclus : gros morceaux de calcaire gréseux blanc compact, non micacé, très peu spathique.

- 311,50 m : gros morceaux de grès calcaire, gris, finement cryptocristallin, spathique, à débris coquilliers.
- 311,50 à 313 m inclus : débris de grès impur, gris, légèrement marneux, de grain fin, à très fins débris charbonneux. C'est plus ou moins le faciès « Grès de Hondelange ».
- 314 à 317 m inclus : grès argileux brunâtre, légèrement ferrugineux.
- 318 à 324 m inclus : grès argilo-marneux à fins débris coquilliers blancs.
- A 318,50 et 320,44 m : des gros morceaux de calcaire gris-blanc compact, un peu impur, très finement micacé, avec quelques points brunâtres.
- 324,50 m : grès argilo-marneux à petits débris charbonneux et points ocres : « Grès de Hondelange ».
- A 324,58 et 384,80 m : des gros morceaux de marne brune et gris-brun, riche en points ocre et nombreuses oolithes et fausses oolithes brunes, de petite taille.
- 325 à 327,60 m : grès de grain très fin, très calcaire, impur, grisâtre, finement micacé. De 325,50 à 327,60 m, plusieurs gros morceaux de calcaire cristallin gris, finement spathique, avec des fragments de grès impur, gris-noir, chargé de marne diffuse, micacée, avec quelques débris charbonneux brunâtres.
- 327,60 à 330,20 m inclus : grès gris, de grain très fin, très calcaire, impur, scintillant.
- 330,50 à 331,10 m : carotte : grès gris-blanc, très finement cryptocristallin, à très petits points charbonneux brunâtres et ocre.
- 331,10 à 335 m inclus : poudre de grès jaunâtre impur, probablement un peu argileux.

Il manque des échantillons jusqu'à la fin : 338,15 m; cependant, comme il existe plusieurs gros fragments de carottes sans aucune indication certaine dessus, rangés en fin de coupe, il me semble très probable qu'il s'agit de l'essai de carottage en fond de trou avant abandon des travaux : grès blanc, grisâtre, calcifié, à nombreux débris coquilliers calcifiés; des passées très calcifiées; par endroits *Plagiostoma*, Huîtres et Lamellibranches indéterminables.

INTERPRÉTATION ET RÉSULTATS DU SONDAGE.

Il est certain que ces données demandent une véritable interprétation sur la base d'une connaissance détaillée des affleurements jurassiques régionaux; et encore, tous les résultats ne sont-ils pas alors certains. Cependant on arrive à serrer les choses d'assez près pour établir des coupures de formations et ceci donne des puissances somme toute assez précises. Il faut tenir compte des retombées et mélanges de sédiments, surtout avec la pâte des terrains précédents, plus on descend. Un tel sondage ne devait pas disposer d'une pompe surpuissante et de tamis comme une installation de forage pétrolier; cependant, je pense que les mélanges et retombées sont assez peu importants et j'ai réussi à faire la part des terrains nouveaux au fur et à mesure de l'avancement.

Il me semble donc que l'on peut établir les conclusions suivantes :

Le sondage a traversé le Bajocien supérieur : « Oolithe de Doncourt », le « Niveau des Clapes », l'« Oolithe de Jaumont » et les « Marnes de Longwy » jusqu'à 43 m. Ces formations ont été partiellement traversées par une recherche en Belgique, à Torgny, comme je l'ai déjà signalé [2].

Le Bajocien moyen commence ensuite avec les « Calcaires à Polypiers ». J'ai déjà signalé [7], fait jusque-là non précisé et même pas cité, qu'il existe des grès calcaires dans le Bajocien moyen de la région de Longwy; cependant on arrive encore à y faire une stratigraphie lithologique et biostratigraphique assez poussée, car la série est complète jusqu'aux « Marnes micacées » de la zone à *Hyperlioceras discites* à la base [3]. J'ai été conduit à conclure que le Bajocien moyen et inférieur diminuaient de puissance en allant vers l'Ouest dans la province de Luxembourg; des changements de faciès importants s'y manifestent et des biseautages stratigraphiques, puisque les « Marnes micacées disparaissent »; ceci est lié à l'existence de l'axe de Montmédy que j'ai signalé [5], où le Bajocien inférieur repose sur le Toarcien supérieur érodé; la formation ferrifère du Toarcien supérieur, du gisement lorrain, manque donc; elle a entre-temps montré en allant vers l'Ouest des caractères de plus en plus littoraux avec diminution de puissance, menant à un dépôt de véritables sables siliceux, ferrugineux. Ici, le sondage nous conduit à donner de 43 à 76, une puissance de 33 m au Bajocien moyen et inférieur. Ce renseignement est du plus grand intérêt. D'emblée ceci explique l'allure de la cuesta bajocienne encore si accusée à Halanzy-Musson, laquelle s'écrase dans la région de Montquintin-Torgny. Malheureusement il est absolument impossible de dire quelle est la puissance exacte du Bajocien moyen et si des grès calcaires connus dans celui-ci autour de Longwy ne remplacent pas les formations coralliennes. Dans ce cas le Bajocien basal, des zones à *St. Humphriesi* jusqu'à celle à *H. discites*, serait des plus atrophique, avec déjà réduction de puissance du Bajocien moyen. Si, vu mes coupes détaillées, la zone à *H. discites* manque, nous savons que l'Aalénien (sens Colloque Luxembourg, 1962) existe sous forme atrophique, l'Aalénien inférieur, zone à *L. opalinum* étant toutefois absent, comme en Lorraine dans le Bassin ferrifère, d'ailleurs [4, 2, 8, 9, 11, 12]. Mais des indices de l'existence du Bajocien inférieur (zone à *S. Sowerbyi* probable) existent [2, coupes 341 et 342]. On ignore si réellement la zone à *St. Humphriesi* manque ou est présente. Il faut donc penser à des réductions de puissances importantes pour les différents termes,

avec des lacunes stratigraphiques prouvées. Il est à noter qu'il n'y a que très peu, pour ne pas dire pas de trouvailles en ce qui concerne les zones à *O. Sauzei* et *St. Humphriesi*, de récoltes d'Ammonites datant les horizons basaux du Bajocien dans l'Ouest de la province de Luxembourg, comme en France jusqu'à Montmédy. Si la zone à *St. humphriesi* est très bien caractérisée plus à l'Ouest, sur le méridien de Sedan, nous ne pouvons tirer aucune conclusion du méridien de Virton à celui de Montmédy; il est possible que l'axe de soulèvement de Montmédy au Jurassique ait joué aussi au début du Bajocien.

Les problèmes sont donc posés clairement maintenant.

Conformément aux coupes que j'ai déjà décrites, notamment celle de la corne Nord-Est de la Ramonette [2, 4], il y a environ 3 m de sédiments grésio-ferrugineux, de 77 à 79 m, qui traduisent le passage de la formation ferrifère du Toarcien supérieur; on est là tout près de son extension la plus occidentale et sur le voisinage de la ligne littorale.

Le Toarcien argilo-marneux, y compris les « schistes cartons » de base que nous savons exister régionalement, a 34-35 m de puissance. Malheureusement aucune fine stratigraphie n'y est possible : repérage de l'éventuel horizon phosphaté de la zone à *C. crassum*, puissance des « Schistes cartons », etc. Il paraît peu douteux que le toit du Lias moyen, étage Pliensbachien, ait été touché à 114 m : on entre là dans les macignos; malheureusement il est impossible de distinguer les deux niveaux : « Macigno d'Aubange » et « Macigno de Messancy » [5, 11]. Il est tout aussi impossible de distinguer les « Schistes d'Ethe » à la base. Il n'est d'ailleurs pas très facile de situer le toit de la « Marne sableuse de Hondelange » ou « Grès de Hondelange »; celle-ci, on le sait [6], chevauche légèrement sur le Pliensbachien tout à fait basal, soit l'extrême base du sous-étage Carixien, mais se développe surtout dans le Lotharingien supérieur. Finalement c'est environ 175 m de puissance qui est à attribuer aux deux macignos du Pliensbachien et aux horizons argilo-marneux peu épais d'ailleurs du « Schiste d'Ethe », autrement dit pour les zones à *Amaltheus margaritatus*, *Pleuroceras spinatum* et *Prodactylioceras davoei*.

On peut compter, bien que la base ne soit pas très facile à repérer, 35 m environ de grès argileux à points charbonneux (et probablement glauconieux), faciès si caractéristique du « Grès de Hondelange »; c'est la zone à *Jamenosi-Ibex*, de la base du Pliensbachien (Carixien inférieur), en principe peu épaisse (quelques mètres, à

moins de 10 m); et s'y rattache, pour la plus grande part, le Lotharingien supérieur. On en exclut le « Grès de Virton », à propos duquel se pose un problème que j'ai déjà signalé : la formation n'existe pas à la localité éponyme, mais bien le « Grès de Hondelange ». D'autre part, on ignore la puissance exacte du « Grès de Virton ».

Il est curieux de noter ici le passage (324, 58-324, 80 m) d'un banc de marne à oolithes ferrugineuses qui paraît bien située au-dessus du « Grès de Virton »; elle correspond dès lors au même horizon que j'ai décrit en détail dans la tranchée, maintenant masquée, du chemin de fer à la station de Pierrard près de Virton [2].

Le sondage n'a fait malheureusement qu'effleurer le « Grès de Virton » et tous les horizons plus profonds du Lias ne nous ont livré aucun renseignement de ce fait; il reste pourtant bien des imprécisions régionales à ce propos, surtout pour les puissances même approchées.

Dans tous les cas, il est impossible de voir dans ce sondage le « Calcaire ocreux » de Lorraine, de la zone à *Echioceras raricostatum* et *Eoderoceras miles*. Il disparaît comme je l'ai prouvé pour la première fois, un peu à l'Ouest du méridien de Luxembourg, les faciès argilo-gréseux existant déjà dans ces horizons dès la frontière belgo-luxembourgeoise à Arlon [2, 6].

Il est donc surprenant, et j'ai déjà relevé le fait, que feu L. GUILLAUME, dans sa belle étude sur le Lias du fossé de Thionville, ait pensé pouvoir suivre la formation du « Calcaire ocreux » jusque dans le forage de Velosnes, vu les faits. La rédaction de son passage montre bien qu'il cherchait à suivre la formation et non un équivalent de faciès. Il est impossible que le niveau marneux et ferrugineux au-dessus du « Grès de Virton » en soit une manifestation latérale, car le niveau stratigraphique n'est pas le même. Les termes synchrones du « Calcaire ocreux » ne peuvent se trouver que dans la partie presque sommitale du « Grès de Hondelange ».

En résumé, le forage de Velosnes, laisse bien des problèmes irrésolus comme il fallait s'y attendre; il en pose des nouveaux. Mais il apporte quelques précisions d'une exceptionnelle importance sur les puissances de formations et d'étages; il nous permet de caler sur sa coupe les observations discontinues aux affleurements et faute d'autres ouvrages profonds, régionaux, en Belgique et en France, il est un précieux élément dans nos connaissances stratigraphiques. Les données exploitables dormaient depuis trente ans et méritaient publi-

cation. Il est assez miraculeux que les événements de guerre et plusieurs déménagements n'aient pas irrémédiablement détruit les documents préservés, apparemment pas exploités aussitôt et en tout cas jamais publiés ou archivés même bruts.

BIBLIOGRAPHIE.

1. GUILLAUME, L., Contribution à la stratigraphie et à la tectonique du Lias dans la région de Thionville. (*Bull. Soc. géol. de France*, t. XI, 1941, pp. 35-72.)
2. MAUBEUGE, P.-L., Observations géologiques dans l'Est du Bassin de Paris (terrains jurassiques inférieurs-moyens et triasiques moyens-supérieurs). Nancy, 1955, 1.082 p., LVIII tabl.
3. — Les Ammonites du Bajocien de la région frontière franco-belge. (*Mém. Inst. roy. Sc. nat. de Belgique*, 2^e série., fasc. 42, 1951, 104 p., 16 pl.)
4. — Données géologiques sommaires sur l'Aalénien ferrugineux dans la région frontière franco-belge. (*Bull. Soc. belge de Géol. de Paléont. et d'Hydr.*, t. LVIII, fasc. 1, 1949, pp. 60-74.)
5. — Le Trias et le Jurassique du Sud-Est de la Belgique. Prodomme d'une description géologique de la Belgique. Liège, 1954, pp. 385-416.
6. — Études stratigraphiques et paléontologiques sur la Marne sableuse de Hondelange (contact du Lias inférieur et moyen) dans la province de Luxembourg. Avec une étude des *Eoderooceratidae* lotharingiens et de deux formes du Lias moyen. (*Mém. Acad. roy. de Belgique*, Cl. Sci., 1963, XXXIV, fasc. 2, 25 p., 5 pl.)
7. — Données stratigraphiques nouvelles sur le Bajocien moyen de la région entre Longwy et Audun-le-Tiche. Feuille Longwy - Audun-le-Roman. (*Bull. Serv. Carte géol. de la France*, 1964, pp. 37-41, n° 278, t. LXI [1966].)
8. — Observations géologiques récentes sur diverses feuilles lorraines au 50.000^e. (*Bull. Serv. Carte de la France*, t. LXI, n° 279, 1967, pp. 299-314.)
9. — Carte géologique de la Belgique, planchette Lamorteau-Ruettes, au 40.000^e et notice explicative. En attente d'impression.
10. — Idem : Saint-Léger-Messancy. Manuscrit.
11. — Carte géologique de la France au 1/80.000^e et notice explicative. Feuille Longwy, 2^e édition, 1965.
12. — Carte géologique de la France au 1/50.000^e et notice explicative. Feuille Longuyon-Gorcy. Sous presse.

**Quelques nouveaux minéraux phosphatés du Congo :
la landesite — (Fe), la barbosalite et la triplite (*),**

par L. VAN WAMBEKE, CCR EURATOM, Ispra, Italie.

RESUMÉ. — Les études effectuées sur des minéraux phosphatés de pegmatites et de filons quartz de haute température ont permis de mettre en évidence trois minéraux nouveaux pour le Congo : la landesite — (Fe) et la barbosalite à Kobokobo, et la triplite à Kailo et Kisanda.

Les spectres de diffraction, les propriétés optiques ainsi que la géochimie de ces minéraux sont décrits.

La landesite — (Fe) peut être considérée comme une nouvelle espèce minérale, l'équivalent ferrière de la landesite de Poland aux U.S.A.

SUMMARY. — The investigations done on phosphates minerals from pegmatites and high temperature quartz veins have led to the discovery of three new minerals for Congo : landesite — (Fe), barbosalite and triplite.

The diffraction patterns, the optical properties and the geochemical data of these minerals are given.

The landesite — (Fe) may be considered as a new mineral species, the iron equivalent of the landesite of Poland, U.S.A.

Les minéralisations phosphatées sont assez communes dans les pegmatites et filons de quartz de haute température de la République du Congo (Kinshasa) mais elles sont encore peu étudiées du point de vue minéralogique.

La pegmatite la plus riche en phosphates divers de Ca, Li, Fe, Mn, Al, U, Th est sans conteste celle de Kobokobo dans le Kivu, dont une étude d'ensemble a été publiée en 1967 dans *Mineralium Deposita* (SAFIANNIKOFF et VAN WAMBEKE, 1967). A Kobokobo, on distingue deux zones principales à phosphates, l'une à amblygonite, l'autre à phosphates de Ca, Li, Fe, Mn, Al. Dans la zone à amblygonite localisée dans la partie centrale de la pegmatite, la lazulite et la variscite sont aussi présentes. Dans la branche supérieure de la pegmatite, la minéralisation à phosphates est plus complexe. Les minéraux primaires sont représentés par la fluorapatite, par les minéraux de la série triphylite-lithiophylite, par la ludlamite (rare) et aussi partiellement par les minéraux de la série frondelite-rockbridgeite et par l'huréaulite. Outre les trois derniers minéraux cités, la liste des minéraux secondaires de cette zone comprend ceux des séries hétérosite-purpurite, phosphoferrite-reddingite, la vivianite, la ber-

(*) Texte remis en séance.

manite, le cacoxène, la strengite et la métastrengite. Les processus d'altération hydrothermale ont amené en outre la formation d'hydroxyapatite et de minéraux de la série de la crandallite dont une espèce nouvelle à Th, d'évansite et de cœruléolactite. Ces deux derniers minéraux s'observent aussi dans la zone d'altération superficielle. L'uraninite cristallisée avant les venues phosphatées a été altérée *in situ* d'abord en oxydes (curite, Th-schoepite) ⁽¹⁾ puis en phosphates de la série de la phosphuranylite (phosphuranylite, renardite).

La lixiviation ultérieure de l'U a amené un dépôt dans les diaclases de minéraux appartenant à la série de l'autunite et de la métaautunite. En outre, il faut signaler aussi l'existence de lusungite. Cette liste déjà longue de minéraux phosphatés est loin d'être exhaustive.

Les récentes investigations au moyen de la méthode fluorescence-diffraction (VAN WAMBEKE, 1958), complétées par des mesures optiques, ont permis de mettre en évidence deux minéraux de Fe-Mn très rares dans la pegmatite de Kobokobo. Il s'agit de l'équivalent ferrifère de la landesite qui peut être considéré comme une nouvelle espèce minérale et de la barbosalite. A notre connaissance, la landesite de formule $[Mn_{1-x}^{2+}(Fe^{3+}OH)_x]_3(PO_4)_2(3-3x)H_2O$ est connue uniquement dans la pegmatite de Poland, Maine, U.S.A. (PALACHE *et al.*, 1948). La barbosalite $Fe^{II}Fe^{III}_2(PO_4)_2(OH)_2$ a été découverte pour la première fois dans la pegmatite de Sapucaia, Minas Geraes, Brésil (LINDBERG et PECORA, 1955). Elle est également connue dans la pegmatite de Buranga, République du Rwanda. Dans ces deux gisements, la barbosalite est associée à la tavorite (Li, Fe^{II} , Mn) $Fe^{III}(PO_4)(OH)$, ce qui n'est pas le cas de l'échantillon examiné ⁽²⁾.

En outre, les investigations menées sur d'autres champs de pegmatites à phosphates ont permis de déceler la présence de triplite altérée en métastrengite dans les pegmatites et filons stannifères de Kaïlo, au Maniema (Kivu), Congo. La triplite existe également dans une autre pegmatite stannifère du Maniema à Kisanda.

1. LA LANDESITE - (Fe) ET LA BARBOSALITE DE KOBOKOBO.

La landesite - (Fe) et la barbosalite ont été déterminées dans un échantillon de Kobokobo formé d'une zone à triphylite partiellement altérée en vivianite, d'une zone mixte de couleur vert foncé à noire où s'observe, par ordre d'importance décroissante, de la

(1) Th-schoepite. Les récentes investigations à la microsonde Castaing ont montré que le Th se présente sous une forme amorphe constituée vraisemblablement par un hydroxyde de Th (juillet 1969).

(2) Après le dépôt de cette note, l'association barbosalite-tavorite a été également reconnue à Kobokobo (février 1969).

triphylite, de la barbosalite et plus rarement de la landesite - (Fe). Cette zone mixte renferme une cavité où la partie externe est occupée par de la barbosalite de couleur vert foncé, pratiquement exempte d'impuretés minérales, et la partie interne par une zone de landesite - (Fe) de couleur brun clair ressemblant à de l'argile. Cette zone

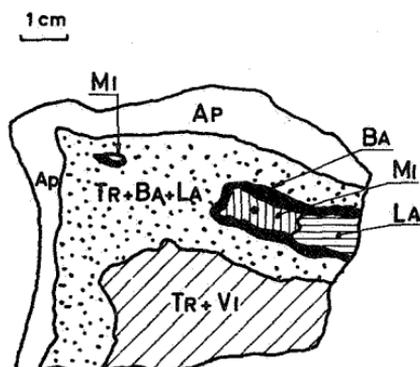


FIG. 1 DISPOSITION DES DIFFÉRENTES ZONES DANS L'ÉCHANTILLON

TR = TRIPHYLITE
 BA = BARBOSALITE
 LA = LANDESITE - (Fe)
 VI = VIVIANITE
 AP = APATITE
 MI = MINERAL NOUVEAU

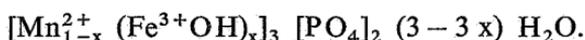
●●●● ZONE MIXTE
 ■■■■ ZONE A BARBOSALITE PURE
 ——— ZONE A LANDESITE - (Fe) PURE
 ||||| ZONE AVEC NOUVEAU MINERAL

à landesite est également très pure. En outre, la partie interne de cette cavité est partiellement remplie par un autre phosphate de Fe-Mn de couleur verte, qui paraît être une nouvelle espèce minérale tant par son spectre de diffraction que par ses propriétés optiques.

La figure 1 donne la disposition des différentes zones. Aucun des minéraux précités n'est cristallisé macroscopiquement et les observations optiques montrent que la triphylite de la zone mixte renferme des inclusions de barbosalite.

A. — La landesite — (Fe).

En 1964, MOORE a entrepris une étude plus approfondie de ce minéral (MOORE, 1964). Il a montré que la landesite de Poland est orthorhombique et appartient au groupe spatial Pbcn. Ses paramètres sont $a = 8,47 \pm 0,03 \text{ \AA}$, $b = 9,43 \pm 0,03 \text{ \AA}$, $c = 10,17 \pm 0,04 \text{ \AA}$. Sa structure est identique aux minéraux de la série reddingite-phosphoferrite, mais la landesite possède des indices de réfraction nettement plus élevés que ceux de la reddingite. Par analogie structurale avec la série mentionnée, il admet comme formule générale pour la landesite :



En fait un calcul de la formule chimique de la seule landesite analysée chimiquement (PALACHE *et al.*, 1958) montre un déficit assez net en P qui n'est pas comblé par des radicaux hydroxyls. Néanmoins la formule générale proposée par MOORE est certainement la plus valable. Le tableau I donne le spectre de diffraction de la landesite — (Fe) de Kobokobo qui a été comparé avec ceux de la landesite — (Mn), de la reddingite et de la phosphoferrite. Le minéral de Kobokobo appartient au groupe spatial Pbcn et ses paramètres sont très proches de ceux de la landesite — (Mn) de Poland : $a = 8,47 \pm 0,05 \text{ \AA}$; $b = 9,44 \pm 0,05 \text{ \AA}$; $c = 10,22 \pm 0,06 \text{ \AA}$, les deux landesites différents surtout par leurs paramètres c des minéraux de la série reddingite-phosphoferrite. Les valeurs pour la reddingite de Poland et la phosphoferrite de Hagendorf sont respectivement 10,08 et 10,02 Å (MOORE, 1964; TENNYSON, 1954 *in* ASTM). *Du point de vue optique*, les valeurs des indices de réfraction de la landesite — (Fe) sont nettement supérieures à ceux de la phosphoferrite (PALACHE *et al.*, 1958) et sont comparables à ceux de la landesite — (Mn) de Poland, tout en étant légèrement plus élevées. Ce fait est normal puisque tous les termes ferrifères des phosphates de Fe-Mn possèdent des indices de réfraction plus élevés que leurs équivalents manganésifères. Le tableau III donne les résultats des mesures optiques.

La quantité minime de landesite — (Fe) ne nous a pas permis d'effectuer une analyse chimique du minéral, mais les mesures en fluorescence X au moyen de standards Fe-Mn ont montré que le rapport pondéral Fe-Mn est voisin de 13. Les autres éléments mineurs (1 à 3 % maximum) sont le Ca, le Mg et le Si. En outre, le minéral de Kobokobo contient des traces de Sr, Ba et de K. En consé-

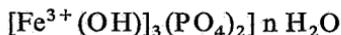
TABLEAU I.

Comparaison des spectres de diffraction des landesites et des minéraux de la série reddingite-phosphoferrite.

Landesite —(Fe) Kobokobo, Congo			Landesite —(Mn), Poland, U.S.A.			Reddingite, Poland, U.S.A.			Phosphoferrite, Hagendorf, Allemagne			
hkl	d _{obs}	d _{calc}	I/I ₀	d _{obs}	d _{calc}	I/I ₀	d _{obs}	d _{calc}	I/I ₀	d _{obs}	I/I ₀	hkl
111	5,43	5,37	20	5,370	5,36	6	5,388	5,41	6	5,37	30	111
002	5,16	5,12	50	5,096	5,09	8	5,046	5,03	8	4,97	50	002
020	4,77	4,73	20	4,728	4,72	5	4,714	4,76	4	4,69	30	020
021	4,32	4,29	20	4,284	4,28	8	4,280	4,30	7	4,25	70	021
112	4,00	3,975	10	3,966	3,96	4	3,951	3,96	3	3,93	20	112
211	—	—	—	3,631	3,61	0,5	—	—	—	—	—	—
022	3,50	3,47	15	3,464	3,46	4	3,443	3,46	4	3,48	30	022
122	3,238	3,21	100	3,207	3,20	10	3,204	3,21	10	3,18	100	122,220
220	3,176	3,155	30	3,163	3,15	7	—	—	—	—	—	—
212	3,107	3,082	20	3,090	3,08	5	3,097	3,11	4	3,08	30	212
221	3,035D	3,015	15	3,021	3,01	3	3,042	—	2	3,01	10	221
113	2,980	2,995	25	2,956	2,99	2	2,966	2,97	3	2,943	30	113
131	2,847	2,833	10	2,836	2,84	3	—	—	—	—	—	—
023	2,780	2,771	40	2,758	2,75	4	2,745	2,74	8	1,724	80	023
310	2,704	2,705	15	2,721	2,71	3	—	—	—	—	—	—
123	2,627D	2,627	25	2,630	2,62	8	2,662	2,63	7	2,639	70	123
004	—	—	—	2,557	2,54	2	2,511	2,51	2	2,513	10	004
302	2,473D	2,471	20	2,484	2,47	2	—	—	—	—	—	—
231	—	—	—	2,448	2,45	2	2,471	2,48	3	2,467	20	231
312	2,400	2,393	20	2,400	2,39	4	2,423	2,43	6	2,408	70	312
321	2,371D	2,369	15	2,363	2,36	1	2,346	2,34	3	2,335	30	114
024	2,240	2,245	35	2,227	2,24	5	2,222	2,22	6	2,222	70	024
—	2,185D	—	15	2,190	—	1	2,179	—	4	2,167	50	—
—	—	—	—	2,175	—	1	2,127	—	5	2,108	50	—
—	2,135	—	20	2,132	—	4	2,070	—	1	2,074	20	—
—	2,034	—	20	2,034	—	3	2,031	—	4	2,018	40	—
—	1,992D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1,951D	—	10	1,952	—	3	—	—	—	—	—	—
—	1,641D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

D : raies diffuses.

quence, la landesite de Kobokobo correspond indubitablement au terme ferrifère de la landesite de Poland. Sa forme générale serait donc :



avec substitution partielle de Fe par Mn, Ca, Mg et des radicaux $[\text{PO}_4]$ par $[\text{SiO}_4]$.

B. — La barbosalite.

La barbosalite a été décelée au moyen de son spectre de diffraction et de ses propriétés optiques. Le tableau II donne le *diagramme de diffraction* du minéral de Kobokobo qui a été comparé au même minéral de Sapucaia, Brésil. Les deux spectres sont identiques sauf en ce qui concerne quelques raies de très faible intensité qui sont absentes dans le minéral de Kobokobo (voir tableau II).

Les *mesures optiques* du minéral de Kobokobo ont été résumées au tableau III. Au microscope, la barbosalite est nettement pléochroïque sur des sections approximativement perpendiculaires à la bissectrice aiguë et possède une couleur bleu-vert foncé sur les autres sections, ce qui la rend pratiquement opaque.

Les valeurs de N_x et de N_y sont très analogues à celles du minéral de Sapucaia tandis que la valeur de N_z est inférieure tout en ayant un pléochroïsme analogue à la barbosalite décrite par LINDBERG et PECORA (1955). Les mesures optiques indiquent aussi que la barbosalite de Kobokobo possède une extinction droite (ou quasi droite) alors que le minéral est considéré par les auteurs précédents comme monoclinique. Il faut cependant observer que les données concernant la barbosalite de Sapucaia ont été obtenues avec difficulté à cause de la grande finesse des grains, souvent opaques en lumière transmise.

L'analyse par fluorescence X montre une nette prédominance du Fe sur tous les autres cations. Le rapport pondéral Fe/Mn est voisin de 14-15. Le minéral renferme en outre un peu de Ca, de Si et des traces de Ba, Sr et K. Les résultats de la diffraction et des examens optiques confirment donc la présence de barbosalite à Kobokobo.

C. — Processus d'altération des phosphates.

La triphylite qui accompagne dans la zone mixte la barbosalite et accessoirement la landesite — (Fe) est caractérisée par les valeurs suivantes des indices de réfraction :

$$N_x = 1,685,$$

$$N_y = 1,686,$$

$$N_z = 1,691,$$

+ 2V faible passant à U+.

TABLEAU II.

Diagramme de diffraction de la barbosalite et de la triplite.

Barbosalite				Triplite				
Kobokobo, Kivu, Congo		Sapucia, Brésil		Kailo, Maniema, Congo		Karasburg, SW Africain		hkl
d (Å)	I/I ₀	d (Å)	I/I ₀	d (Å)	I/I ₀	d (Å)	I/I ₀	
6,4	10 D	6,33	20	4,34	5	4,29	30	$\bar{2}11, \bar{2}02$
4,91	30	4,84	60	3,68	20	3,65	60	211
3,395	100	3,361	100	—	—	3,57	30	111
3,35	50	3,313	80	3,455	20	3,41	60	112
3,275	50	3,239	60	3,287	30	3,25	80	020, 301
3,195	25	3,160	60	3,066	100	3,02	90	$\bar{1}21$
2,97	10	—	—	—	—	2,96	20	121 ?
2,67	15 D	2,652	10	2,887	60	2,87	100	400, $\bar{2}13$
2,630	25	2,614	30	2,846	20	2,82	40	220, $\bar{4}02$
2,45	20 D	2,439	10	2,753	15	2,72	40	$\bar{4}11$
—	—	2,407	10	2,708	5	2,68	40	022
2,337	35	2,327	40	2,620	20	2,60	50	$\bar{2}22$
2,305	15	2,292	30	2,533	45	2,51	40	$\bar{3}21$
—	—	2,108	10	2,50	10 D	2,48	40	$\bar{2}04$
2,08	25 TD	2,080	20 D	—	—	2,38	20	$\bar{4}11, \bar{5}01$
2,03	10 TD	2,027	30	2,35	5 D	2,33	30	$\bar{4}13$
1,890	35	1,877	20	2,315	15	2,30	30	222, 321
1,84	5 D	1,828	10	2,23	5 D	2,22	40	$\bar{3}14$
—	—	1,797	10	—	—	2,18	30	—
—	—	1,776	5	2,16	10 D	2,15	40	—
—	—	1,757	10	2,124	20	2,10	50	—
1,75	5 D	1,746	5	2,036	25	2,02	40	—
—	—	1,726	5	1,995	5 D	1,991	20	—
—	—	1,708	5	—	—	1,969	20	—
1,69	10 D	1,681	30	—	20	1,931	30 D	—
1,668	15	1,658	30	1,925	—	1,907	40	—
1,62	30 TD	1,625	30	1,897	5	1,883	10	—
1,595	10	1,610	30	—	—	—	—	—
—	—	1,584	20	1,85	10 D	1,840	40	—
—	—	—	—	1,805	5 TD	1,817	50	—
—	—	—	—	—	—	1,795	50	—
—	—	—	—	1,776	10	1,766	20	—
—	—	—	—	1,758	15	1,752	60	—

D=raies diffuses.

TD=raies très diffuses.

TABLEAU III.

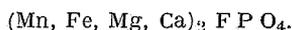
Données optiques de la landesite, de la barbosalite et de la triplite.

Minéraux	Données nouvelles (Congo)	Données de la littérature
LANDESITE	<p>LANDESITE — (Fe)</p> <p>Lamelles incurvées, pléochroïques. — 2V large, allongement.</p> <p>Nx=1,74 brun-rouge foncé Ny=1,752 brun-rouge clair Nz=1,76 jaune brunâtre Fe/Mn pondéral=12,8</p>	<p>LANDESITE — (Mn)</p> <p>— 2V large.</p> <p>Nx=1,720 brun foncé Ny=1,728 brun clair Nz=1,735 jaune Fe/Mn pondéral=0,42 (Poland)</p>
BARBOSALITE	<p>— 2V large. Extinction droite, allongement, cli- vages nets à parallèles Ny.</p> <p>Nx=1,77 bleu-vert foncé Ny≈1,785 bleu-vert foncé Nz=1,815 brun-olive foncé</p>	<p>Sections souvent opaques. 2V probablement large.</p> <p>Nx=1,77 bleu-vert foncé Ny≈1,79 bleu-vert foncé Nz=1,835 vert-olive foncé</p>
TRIPLITE	<p>Kaïlo</p> <p>Minéral incolore, sans clivages nets. — 2V large passant parfois à +2V</p> <p>Nx=1,668 Ny≈1,676 — 2V calc=84° env. Nz=1,686 Fe/Mn pondéral=1,04</p> <p>Kisanda</p> <p>Minéral incolore à jaunâtre, sans clivages nets. + 2V large. Nx=1,671 Ny=1,682 Nz=1,690 Fe/Mn pondéral=0,84</p>	<p>Minéral incolore. — 2V à +2V.</p> <p>Nx=1,65-1,69 Ny=1,66-1,70 Nz=1,67-1,71 Mn → Fe Triplite → Zwieselite</p>

D'après WINCHELL (1956), il s'agirait donc d'une triphylite contenant environ 60 % de LiFePO_4 . Le même rapport pondéral Fe-Mn (1,50) se retrouve uniquement dans le minéral probablement nouveau qui remplit la partie interne des géodes formées par la barbosalite et la landesite — (Fe). Comme la barbosalite et la landesite — (Fe) ont un rapport pondéral Fe/Mn très élevé, il faut donc admettre que l'altération de la triphylite aurait été accompagnée

par un départ de Mn et de Li. Ce dernier élément est seulement présent en trace dans la barbosalite et la landesite - (Fe) (spectrographie d'émission).

2. LA TRIPLITE DE KAÏLO ET DE KISANDA, MANIEMA, PROVINCE DU KIVU



La triplite a été décelée dans les pegmatites et filons de quartz stannifères des régions de Kaïlo et de Kisanda. Macroscopiquement, la triplite de couleur rose (Kaïlo) à brun clair (Kisanda) possède des clivages nets. Dans les deux cas, elle est altérée en un minéral noir, massif, qui est la métastrengite elle-même souvent entourée d'une croûte d'oxydes de Fe et de Mn. Produits d'altération et clivages sont très caractéristiques de la triplite qui ressemble parfois à l'orthose (Kaïlo) tout en ayant une densité supérieure. Comme ce minéral est aisément reconnaissable à l'œil nu, il serait intéressant de voir si la triplite ne pourrait pas être utilisée éventuellement comme un indicateur de minéralisation d'étain, tout au moins dans la région du Maniema.

Le *diagramme de diffraction* de la triplite de Kaïlo est indiqué au tableau II et a été comparé avec le même minéral de Karasbourg. SW Africain (ASTM). Le spectre obtenu sur le minéral de Kisanda est identique sauf de très légères différences dans les valeurs des « distances réticulaires » en relation avec la composition chimique.

Les *propriétés optiques* des deux minéraux sont résumées au tableau III.

La triplite de Kaïlo, malgré un rapport pondéral légèrement supérieur (1,04 contre 0,84) au minéral de Kisanda, possède des indices inférieurs à ce dernier (WINCHELL, 1956). Ce fait est en relation avec les teneurs plus élevées en Mg et en Ca du minéral de Kaïlo.

Du *point de vue géochimique*, outre le Mg et le Ca, le minéral de Kaïlo contient des proportions égales de Mn_2FPO_4 et de Fe_2FPO_4 et serait en fait un intermédiaire entre la triplite (Mn_2FPO_4) et la zwieselite (Fe_2FPO_4) (STRUNZ, 1966). Le minéral de Kisanda, plus riche en Mn (env. 55 % de Mn_2FPO_4), correspond à de la triplite. Ces deux minéraux renferment en outre du Ti (0,4 à 0,5 % de TiO_2), des traces de Zn et de Sr. Il est probable que le Ti est contenu dans des inclusions très fines indéterminables qui s'observent au microscope dans les deux minéraux.

Les deux triplites s'altèrent en *métastrengite noire, massive*, à cassure conchoïdale.

Les mesures effectuées sur des échantillons relativement purs de métastrengite noire, massive, montrent que le rapport pondéral Fe/Mn varie de 2 à 6 et que le minéral est encore assez riche en Mn. Il est cependant difficile de déterminer sous quelle forme se trouve le manganèse dans cette métastrengite noire assez typique et aussi fréquente dans les gisements pegmatitiques comme celui de Buranga (Rwanda), par exemple.

La métastrengite violette qui est aussi présente à Kailo et Kisanda a une composition chimique voisine de la formule théorique qui est $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ et le manganèse est seulement présent en teneurs négligeables. Par oxydation, la métastrengite noire donne soit des oxydes de Mn du type MnO_2 comme la pyrolusite et parfois aussi du cryptomélane.

A Kailo et Kisanda les produits d'oxydation de la métastrengite noire sont représentés par de la pyrolusite et par de la gœthite.

REFERENCES.

- ASTM, 1964, Index to the powder diffraction file.
- LINDBERG, M. L. and PECORA, W. T., 1955, Tavorite and barbosalite, two new phosphate minerals from Minaes Gerais, Brazil. (*Am. Min.* 40, pp. 952-967.)
- MOORE, P. B., 1964, Investigations of landesite. (*Ibid.*, 49, pp. 1122-1125.)
- PALACHE, C., BERMAN, H. and FRONDEL, C., 1967, Dana's system of Mineralogy, vol. II.
- SAFIANNIKOFF, A. et VAN WAMBEKE, L., 1967, La pegmatite radioactive à béryl de Kobokobo et les autres venues pegmatitiques et filoniennes de la région de Kamituga, Kivu, République du Congo. (*Min. Deposita*, 2, pp. 119-130.)
- STRUNZ, H., 1966, Mineralogische Tabellen. (*Akad. Verlagsges.*, Leipzig.)
- VAN WAMBEKE, L., 1958, Applications des rayons X à l'étude des minéralisations radioactives. II^e Conf. Int. sur l'Application de l'En. Atomique à des fins pacifiques. (*Rapp. P./106*, Genève, 2, pp. 768-777.)
- WINCHELL, A. N. and WINCHELL H., 1956, Elements of optical mineralogy. Pt. II: Description of Minerals. J. Wiley & Sons.