

SÉANCE MENSUELLE DU 20 MARS 1951.

Présidence de M. P. DUMON, président.

Sur la proposition du président, sont admis en qualité de membres effectifs de la Société :

MM. PAUL BOURGUIGNON, 11, avenue Franchet d'Espérey, Dinant; présenté par le R. P. G. Leclercq et R. Legrand.

V. BERENFELD, Ingénieur Géologue attaché au Service Hydrologique à Kitega, Ruanda-Urundi, Congo belge.

PAUL SARTENAER, Naturaliste à l'Institut royal des Sciences naturelles, 30, avenue Albert-Élisabeth, Bruxelles; présenté par MM. V. Van Straelen et M. Lecompte.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

- 10354 ... Tectonic map of Canada. Lambert conformal conic projection-standard parallels 47° 30' and 65° 30'. Echelle : 1/3.801.600. Prepared by the Geological Association of Canada with the support of the Geological Society of America. Washington, 1950, 2 feuilles.
- 10355 *Barbeau, M.* Totems Poles. Totem Poles according to Crests and Topics. Ottawa, 1950, 433 pages et 186 figures.
- 10356 *Ippolito, F.* Sull'analisi meccanica dei fenomeni tettonici. Napoli, 1950 (?), 10 pages.
- 10357 *Lefevre, M.-A.*, Carte morphologique de la Belgique. Planche de l'Atlas national de Belgique. Lisbonne, 1950, 9 pages, avec 1 planche hors texte.
- 10358 *Marlière, R.* La faune des mollusques de la Baltique. Frameries, 1948, 8 pages et 3 figures.
- 10359 *Oulianoff, N.* Infrastructure des Alpes et tremblement de terre du 25 janvier 1946. Paris, 1947, 15 pages.
- 10359 *Oulianoff, N.* Au sujet de la remarque de M. J. Goguel sur ma communication intitulée « Infrastructure des Alpes et tremblement de terre du 25 janvier 1946 ». Paris, 1948, 2 pages.

- 10360 *Oulianoff, N.* Séismes d'origine proche, dans les régions à tectoniques superposées. Oslo, 1948, 10 pages et 2 figures.
- 10361 *Oulianoff, N.* Séismologie et structure du soubassement des Alpes. Londres, 1948, 9 pages et 2 figures.
- 10362 *Oulianoff, N.* Analyse séismique des noyaux basiques des massifs granitiques Mont-Blanc-Vosges et Aar-Forêt Noire. Lausanne, 1948, 15 pages et 6 figures.
- 10363 *Oulianoff, N.* Les problèmes des tectoniques superposées et les méthodes géophysiques. Lausanne, 1949, 10 pages.
- 10364 *Oulianoff, N.* Considérations géologiques sur l'altimétrie de la région Sierre-Montana-Sion après le séisme du 25 janvier 1946. Lausanne, 1949, 20 pages et 3 figures.
- 10365 *Oulianoff, N.* Compte rendu de l'excursion de la Société géologique suisse et de la Société de Minéralogie et Pétrographie dans le massif du Mont-Blanc, du 5 au 8 septembre 1949. Bâle, 1949, 6 pages.
- 10153 ... International Geological Congress. — Report of the Eighteenth Session Great Britain 1948.
 Part. II. Proceedings of Section A. Problems of Geochemistry. 150 pages et figures.
 Part IV. Proceedings of Section C. Rhythm in sedimentation. 99 pages et figures.
 Part V. Proceedings of Section D. The geological results of applied geophysics. 137 pages et figures.
 Part VI. Proceedings of Section E. The geology of petroleum. 99 pages et figures.
 Part VIII. Proceedings of Section G. The geology of Sea and Ocean floors. 80 pages et figures.
 Part IX. Proceedings of Section H. The pliocene-pleistocene boundary. 130 pages et figures.
 Part XI. Proceedings of Section K. The correlation of continental vertebrate-bearing rocks. 93 pages.
 Londres, 1950-1951.
- 10314 *Comité Spécial du Katanga.* Comptes rendus du Congrès scientifique, Elisabethville, 1950, 13-19 août. Volume V. Travaux de la Commission de médecine humaine et vétérinaire. Bruxelles, 1951, 275 pages.

2° Nouveaux périodiques :

- 10366 *Coimbra.* Publicações do Meseu Mineralogico e Geologico da Universidade de Coimbra. Memórias e Notícias. N^{os} 23 à 28 (1949-1950).
- 10367 *Napoli.* Memorie e Note dell'Istituto di Geologia applicata dell'Università Di Napoli. Volume II (1948-1949), III (1949-1950).

- 10368 *Oviedo*. Universidad de Oviedo. Facultad de Ciencias. *Speleon*. Tome I, n^{os} 1, 2, 3-4 (1950).
- 10369 *Madrid*. Instituto Geológico y Minero de España. *Memoria general*. 1948, 1949.
- 10370 *Bogota*. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Volume VII, n^o 28, volume VII, n^o 29 (1950).

M. L. CAHEN présente en outre les quatre volumes parus en 1950 de la série géologique des *Annales du Musée du Congo Belge* (Tervuren); ce sont :

- W. E. SWINTON. On *Congosaurus bequaerti* Dollo. A.M.C.B., in-8°, Sciences géologiques, vol. 4.
- P. DE SAINT-SEINE. Contribution à l'étude des vertébrés fossiles du Congo belge. A.M.C.B., in-8°, Sciences géologiques, vol. 5.
- R. MARLIÈRE. Ostracodes et Phyllopoies du Système du Karroo au Congo belge et les régions avoisinantes. A.M.C.B., in-8°, Sciences géologiques, vol. 6.
- L. CAHEN. Le Calcaire de Sekelolo; le Complexe tillitique et la Dolomie rose C₁ dans l'anticlinal de Congo dia Kati (Bas-Congo). A.M.C.B., in-8°, Sciences géologiques, vol. 7.

Ces ouvrages sont déposés à la bibliothèque de la Société.

Communications des membres :

A. K. MILLER. — *Paleozoic Cephalopods from the Belgian Congo*. (Texte ci-après.)

J. LEPERSONNE. — *Trouaille de fossiles au Mont Nongo (région de Kilo)*. (Texte ci-après.)

G. MORTELMANS. — *Traces de fossiles dans le Kundelungu supérieur*. (Texte ci-après.)

L. CAHEN. — *Les déterminations d'âge absolu de la Pechblende du Katanga*. (Texte ci-après.)

L. CAHEN. — *L'âge de la Pechblende de Shinkolobwe et la limite Cambrien-Précambrien*. (Texte ci-après.)

L. CAHEN et T. JACOBS. — *Mesure préliminaire de l'âge absolu de l'« Yttrocrasite » de Mitwaba (monts Kibara, Katanga)*. (Note ci-après.)

L. CAHEN. — *Chronologie des terrains anté-Karroo de l'Est du bassin de Congo*. (Texte ci-après.)

Paleozoic cephalopods from the Belgian Congo (*),

by A. K. MILLER.

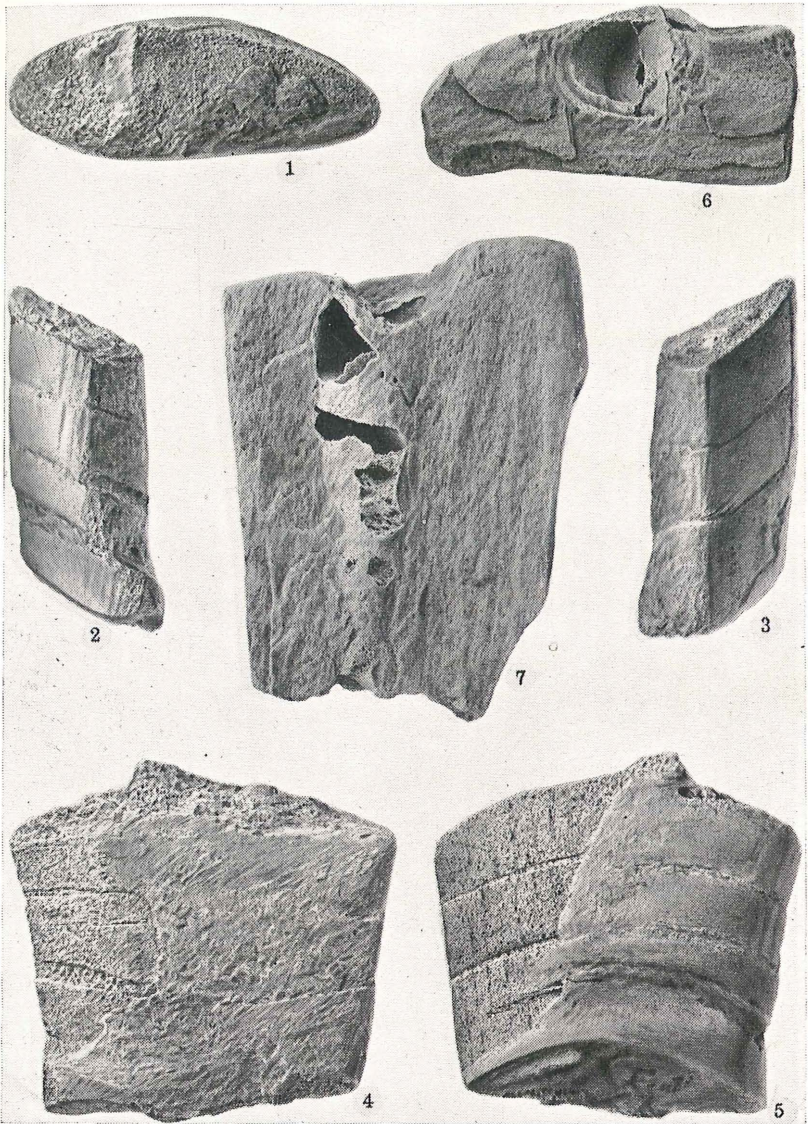
In a paper published in 1941, M. G. Passau recorded the discovery of what he believed to be an orthoceratoid cephalopod in the eastern portion of the Belgian Congo at Bilati, some 55 or 60 km west of Lake Edward. There has been difference of opinion in regard to the affinities and significance of this specimen, and it was sent to me for study. Also, I was accorded the privilege of examining eight other specimens from the same region. One of these had been interpreted as a nautiloid with a central siphuncle (Passau, 1945, p. 102).

It is my understanding that all of these specimens came from the strata which lie between a basement crystalline complex and the Karroo system. These pre-Karoo formations have yielded scarcely any recognizable fossils, and their age is therefore uncertain. Accordingly, every specimen found merits careful consideration, even if its preservation leaves much to be desired.

By far the best of those that have been discovered seems to be the one which M. Passau discussed in 1941. During a clean-up, it was found on a wash table at the workings opened in the Bilati River, a little below the entrance of a tributary, the Mongui. Although the source of this specimen has been questioned (Robert, 1944, p. 9) according to M. Passau (1941, p. 6; 1945, pp. 100-101) there seems to be good reason to believe that it came from the so-called Bilati black schists, which are of widespread occurrence in this region.

The specimen (pl. 1, figs. 1-5) is a pyritized internal mold of four camerae of a phragmacone which was expanded orad rather rapidly. It has been somewhat crushed and distorted, but the amount of deformation that it has undergone can not be determined with certainty. However, it is fairly symmetrical and the shape of its cross section is reasonably constant throughout its entire length, which suggests that it has not been greatly changed from its original form. Nevertheless, its

(*) Manuscrit remis à la séance.



EXPLANATION OF PLATE 1.

Five views, $\times 11/3$, of the cephalopod found at Bilati, in the eastern portion of the Belgian Congo (figs. 1-5); and two views, $\times 1$, of a specimen of uncertain affinities from the same region.

internal structures are not preserved, and the possibility exists that it may have been considerably modified during preservation.

The cross section of this specimen is subelliptical as it is much wider than high and is considerably flattened on one side, which is presumably ventral in position. The lateral zones are very narrowly rounded, and they diverge orad at a rate which indicates an apical (or better pleural) angle of some 18 or 19 degrees. Faint traces of rather widely spaced longitudinal lirae can be discerned on the surface of the internal mold, particularly on the dorsal side. The septa appear to have been oblique to the long axis of the conch, sloping orad from the ventral to the dorsal side (possibly in part, at least, as a result of distortion). Each suture forms a broad low rounded dorsal saddle and a similar but shallower ventral lobe. The two adoral camerae are considerably longer than the others, and the adapical one is distinctly longer than that which follows it.

If this specimen has not been greatly distorted, its cross section and rate of adoral expansion suggest a relationship to the genera *Tripterocheras* HYATT and particularly *Allumettoceras* FOERSTE. Typical representatives of these two genera are similar but have somewhat different siphuncles; also, in the former the shell is more nearly triangular in cross section as it is almost subangular (rather than broadly rounded) dorsally. In both, the sutures form dorsal, as well as ventral lobes, whereas in the specimen under consideration they form dorsal saddles. This difference is almost certainly quite significant. In the only described representative of the comparable genus *Shamattawaceras* FOERSTE and SAVAGE, the sutures form ventral lobes and dorsal saddles, and the cross section is in general about like that of the specimen being studied; however, the known portion of the conch of *Shamattawaceras* is not very rapidly expanded orad, and the dorsal saddles of the sutures are quite prominent. *Rasmussenoceras* and *Lambeoceras*, both of FOERSTE, are also somewhat similar, but their conchs are almost symmetrically biconvex in cross section and are angular, or nearly so, laterally. All in all, it therefore seems logical to conclude that the Congo specimen is not referable to any of these genera, though it may well be related to some of them. All have so far been found to occur in only the Ordovician of North America (including Greenland).

Cross sections that are somewhat similar are also characteristic of such genera as *Mixosiphonoceras* HYATT of the Silurian and possibly the Devonian of Europe, and *Tripleuroceras* HYATT of the Devonian of the same general region. However, in both of these the rate of adoral expansion of the conch is relatively small, and the general physiognomy is not like that of the specimen being studied. *Eudoceras* HYATT of the American Devonian is also superficially similar, but most probably is not very closely related — its conch is expanded orad fairly rapidly but is almost symmetrically biconvex in cross section and is angular laterally, and its sutures form both dorsal and ventral lobes. *Tripteroceroides* MILLER and FURNISH of the American Mississippian and possibly the European Lower Carboniferous is not very close, nor are any of the other Late Paleozoic forms known to me.

Dr. Rousseau H. Flower of the New York State Museum, who was shown the specimen and later sent it for examination, apparently concurs with these opinions. However, he feels that it is not possible to be certain about the orientation of the conch; and he believes that the longitudinal markings on the internal mold are « probably the vestigial cameral deposits so commonly developed in the Westonoceratidæ, but also present in the Oncoceratidæ, phragmoceroids, and a number of [other] breviconic genera ». Such markings do not seem to occur in the Tripteroceratidæ or in *Lambeoceras* or *Eudoceras*.

In 1945 M. Passau mentioned that another specimen had been found in the eastern portion of the Belgian Congo near Bilati. It is imbedded in a small block of sericite phyllite (see figs. 6 and 7 on the accompanying plate), but it seems to have the general shape of a moderately expanded rather slender cone that is subcircular or broadly elliptical in cross section. In its interior there are structures which are reminiscent of septa, and at least some of these bear subcentral openings which are suggestive of a siphuncle. However, the nature of the specimen is such that its affinities can not be ascertained with a reasonable degree of certainty, and it may not even be organic in origin. If it is a cephalopod, it is probably not closely related to the one described above.

The other seven specimens that were sent to me for study are all preserved in similar sericite phyllite, and they came from the same outcrop as the last. Their general shape is

suggestive of coiled gastropods and straight cephalopods, and even a horn coral; but, again, the poor preservation makes their determination impossible and leaves grave doubt as to their origin. None of them seems to merit illustration or detailed description.

Summary. Because of the locality and the strata from which they came, the importance of the specimens discussed above can hardly be over emphasized. Nevertheless, only one of them, a cephalopod, can be classified with a reasonable degree of assurance, and its shape may possibly have been altered by severe crushing. Its internal structures (particularly the siphuncle) are not preserved, and therefore even its generic affinities can not be determined with certainty. However, at least superficially, it seems to resemble Ordovician forms more closely than others.

The traces of fossils in the other collection from the same region appear to be compatible with this general age assignment, but they can not be said to support it. Any correlation based on a single specimen is not very trustworthy, and this statement is particularly applicable to the one under consideration because of the nature of the specimen and the remoteness of its source from comparable fossiliferous strata.

APPENDIX.

Rather recently an additional specimen was obtained from near Nyongwe (Ruanda), it is not lithologically similar to the other specimens. M. E. Polinard, Chief Geologist of the mining concern where it was found, presented it to the Société Belge de Géologie in Brussels, without expressing a definite opinion as to whether or not it is a fossil. This specimen, which was also sent to me for study, has the general shape of an orthoceratoid nautiloid that is incomplete both apically and adorally and is slightly but distinctly contracted somewhat apicad of its adoral end. It is subcircular in cross section, is about 130 mm long, and varies in diameter from 15-17 mm near its smaller end to 29-33 mm near its mid-length — at its larger end its transverse measurements are approximately equal to those near its mid-length. Aside from the shape, there is

nothing about this specimen which indicates that it might be a cephalopod, and its physiognomy leads me to believe that most probably it is not of organic origin.

ANNOTATED BIBLIOGRAPHY.

FLOWER, ROUSSEAU H.

1946. Ordovician cephalopods of the Cincinnati region, Part I (*Bull. Am. Paleont.*, vol. 29, no. 116, pp. 1-556, pls. 1-50). [Contains up-to-date discussions of most of genera mentioned in present report.]

FOERSTE, AUG. F.

1924. Notes on American Paleozoic cephalopods (*Denison Univ. Bull., Jour. Sci. Labs.*, vol. 20, pp. 193-267, pls. 21-42). [Contains illustrations and descriptions of genotypes of *Allumettoceras* and *Tripteroceras*.]
1926. Actinosiphonate, trochoceroïd and other cephalopods (*Denison Univ. Bull., Jour. Sci. Labs.*, vol. 21, pp. 285-383, pls. 32-53). [Contains discussions of *Allumettoceras* and *Tripteroceras*.]

FOERSTE, AUG. F. and SAVAGE, T. E.

1927. Ordovician and Silurian cephalopods of the Hudson Bay area (*Denison Univ. Bull., Jour. Sci. Labs.*, vol. 22, pp. 1-24, pls. 1-24). [Contains description and illustrations of *Shamattawaceras*.]

PASSAU, GEORGES.

1941. Découverte d'un céphalopode et d'autres traces fossiles dans les terrains anciens de la Province Orientale (Congo belge) (*Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, sect. des Sci. nat. et méd., coll. in-8°, t. 10, pp. 1-14, pls. 1, 2). [Contains announcement of discovery and illustrations of Bilati cephalopod.]
1945. A propos du céphalopode de la Bilati (*Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, t. 10, pp. 100-103). [Contains discussion of source of Bilati cephalopod and announcement of discovery of specimen illustrated by figs. 6, 7 of pl. I of present report.]

POLINARD, E.

1950. Sur un fossile ou pseudo-fossile de la région de Nyongwe (Ruanda) (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydr.*, t. LIX, fasc. 1, 2, pp. 199-201, 2 pl.). [Contains announcement of discovery and illustrations of the Nyongwe specimen.]

ROBERT, MAURICE.

1944. Contribution à la géologie du Katanga; le système des Kibaras et le complexe de base (*Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, sect. des Sci. nat. et méd., coll. in-4°, t. 7, fasc. 2, pp. 1-91, 1 pl., 1 chart.). [Contains brief discussion of source of Bilati cephalopod.]

Trouvaille de fossiles au mont Nongo (*),

par J. LEPERSONNE.

Le mont Nongo est un petit massif, atteignant 1.366 m d'altitude ⁽¹⁾, situé dans la région de Kilo, à 4 km environ au Nord du camp minier d'Angombi.

En 1939, à la demande de la Société des Mines d'Or de Kilo Moto, j'ai effectué l'étude géologique détaillée de ce massif; le levé topographique fut exécuté par le cartographe M. Decq et la prospection par M. Brohette, prospecteur de la Société.

En 1946, M. Sluys ⁽²⁾ a décrit succinctement la structure géologique du Nongo.

Son étude me dispense d'une description détaillée; il suffit de rappeler que le massif est constitué par des grès et poudingues rouges paraissant reposer sur les roches du socle ancien, éruptif et métamorphique, généralement rapporté au groupe du Kibali.

J'ajouterai que mes observations donnent à cet ensemble une épaisseur d'environ 180 m et le montrent limité, tout au moins au Nord-Ouest et à l'Est, par des failles verticales dont la première est le siège d'une intrusion basique. L'étude microscopique montre que l'intrusion affecte les grès, y provoquant un ensemble de phénomènes de digestion, de métamorphisme et de cataclase.

M. Sluys conclut que la série gréseuse peut être rapportée soit au niveau de base de la formation gréseuse du groupe de la Lindi, soit au complexe gréso-dolomitique du mont Homa. Ce dernier est classé par lui comme anté-Karoo, sans pouvoir être rattaché avec certitude au groupe de la Lindi.

Une étude pétrographique que j'ai entreprise sur des matériaux provenant du mont Nongo, du mont Homa et de l'Ituri confirme les similitudes très grandes qui existent entre grès et

(*) Manuscrit remis au Secrétariat le 31 mars 1951.

(1) Cette altitude a été déterminée avec précision par la méthode géodésique par le cartographe M. Decq en 1938.

(2) M. SLUYS, Les lambeaux sédimentaires apparaissant dans l'Ituri oriental et sur les plateaux encadrant le lac Albert (*Bull. Serv. Géol. C. B.*, 2-1946-I, pp. 139-142).

conglomérats de ces séries locales et du système supérieur du groupe de la Lindi. Elle montre que ces roches sont nettement moins évoluées, sauf exceptions locales dues à des failles, que les conglomérats et quartzites de la base du système inférieur du groupe de la Lindi.

D'autre part, une comparaison pétrographique avec le Karroo inférieur du bassin d'Irumu permet de confirmer l'opinion de M. Sluys selon laquelle la formation sédimentaire du Nongo ne peut être rapportée au Karroo, dont elle se distingue déjà nettement par la nature lithologique et les relations de terrain.

J'estime que les premiers résultats des examens pétrographiques en cours sont suffisants pour permettre de classer les grès et conglomérats du mont Nongo dans le système supérieur du groupe de la Lindi, sans pouvoir les situer avec précision à l'intérieur de ce système.

En juin 1939, au cours d'une excursion avec ma femme et M. Brohette, ceux-ci ont trouvé, parmi des débris de grès rouge conglomératique et les galets détachés du conglomérat qui jonchent le sommet du Nongo, deux objets ressemblant à des fossiles.

Le premier était un galet ovoïde de 2 à 3 cm, de chert gris rosé ou de calcaire silicifié, matière de nombreux galets du conglomérat. On pouvait y observer une ornementation, partiellement effacée, rappelant celle d'un *Spirifer* ou d'une *Rhynchonelle*.

Le second était un grès feldspathique, débris du grès rouge conglomératique affleurant au voisinage, portant un creux de forme ovoïde ressemblant au moule externe d'un lamelibranche ou d'un brachyopode.

Ces deux échantillons me furent réclamés par la direction de la Société de Kilo Moto, en vue d'être soumis à des spécialistes.

Le 12 avril 1940, le Directeur Général de la Société, feu M. R. Monti, m'écrivit une lettre dans laquelle il me disait que les fossiles avaient été examinés par MM. Fourmarier et Legraye. D'après cet examen, il s'agissait d'une *Rhynchonelle* et du moule interne d'un lamelibranche difficilement déterminable. Cela aurait permis de rattacher les conglomérats du Nongo au conglomérat Dwyka d'Afrique du Sud.

La guerre suspendit peu après toutes relations entre le Congo et la Belgique et ce n'est qu'à mon retour que je pus reprendre l'examen de cette question.

En 1947, puis en 1950, les recherches les plus approfondies furent faites tant à la Société des Mines d'Or de Kilo Moto qu'à l'Université de Liège (3). Elles n'ont malheureusement permis de retrouver ni les échantillons, ni aucun document plus précis que la lettre ci-dessus. MM. Fourmarier et Légraye n'avaient plus aucun souvenir d'avoir examiné les échantillons.

Il m'a paru néanmoins intéressant de signaler cette découverte, eu égard à la grande rareté des fossiles dans le Paléozoïque du Congo.

En conclusion de ce bref exposé, il semble qu'on puisse affirmer qu'un des deux objets au moins était un fossile et qu'il se trouvait, à l'état remanié, dans la couche conglomératique formant le sommet tabulaire du mont Nongo. La nature de l'autre objet est plus douteuse.

Son âge Dwyka me paraît, par contre, à rejeter, car les formations de même âge de la région (Karoo inférieur d'Irumu, de la Loyo, etc.) ont un faciès entièrement différent, comme je l'ai rappelé plus haut.

J'ajouterai que A.-L. Du Toit (4) ne cite aucune Rhynchonelle ou *Rhynchonellidæ* du Dwyka Sud-africain, mais, par contre, indique la présence de *Rhynchonella (Clarkeia) bodenbenderi* dans la série de Bokkeveld du système du Cap, d'âge dévonien.

Ces remarques montrent le grand intérêt qu'il y aurait à reprendre les recherches au mont Nongo, tout comme d'ailleurs dans la région de la Bilati, située plus au Sud, où d'autres fossiles paléozoïques ont été trouvés (5).

Musée du Congo belge.
Tervuren, le 7 mars 1951.

(3) Il m'est agréable de remercier ici ceux qui ont bien voulu se livrer à ces recherches et tout spécialement M. A. Solvyns, directeur général de Kilo Moto.

(4) A. L. DU TOIT, *Geology of South Africa*, 1^{re} éd., 1926.

(5) G. PASSAU, Découverte d'un Céphalopode et d'autres traces fossiles dans les terrains anciens de la Province Orientale (Congo belge) (*Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, sect. Sc. nat. et méd., in-8°, t. X, fasc. 6, 1941). — A. K. MILLER, Paleozoic Cephalopods from the Belgian Congo (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. LX, mars 1951).

Traces de fossiles dans le Kundelungu supérieur (Katanga),

par G. MORTELMANS.

En 1938, au cours du levé de la falaise orientale du plateau du Kundelungu dans les feuilles Sampwe et Kilwa de la carte géologique du Katanga, j'ai eu l'occasion de récolter dans les grès rougeâtres fins, en gros bancs, qui constituent l'assise inférieure de l'étage supérieur du Kundelungu supérieur (assise III A), quelques empreintes subtriangulaires faisant songer, à première vue, à des restes de poissons cuirassés ⁽¹⁾.

Le lieu de la découverte se situe en bordure de la falaise, un peu au Sud de la Lumekete, en un point de coordonnées Lambert : $x=729.200$; $y=499.500$; $z=1.420$ m.

La roche est un grès un peu feldspathique, rougeâtre moucheté de jaunâtre, à ciment très calcaire (échantillons M. 1845).

Un échantillon porte trois empreintes nettes et une quatrième fort effacée; un autre n'en porte qu'une. Ces empreintes ont de 1,5 à 2 cm de côté. Autour d'elles, la roche est décolorée en jaunâtre par suite de la réduction du fer par la matière organique de ces fossiles.

A mon retour en Belgique, en 1939, ces échantillons furent remis à M. Leriche, qui ne rejeta pas l'hypothèse de restes de poissons cuirassés, tout en estimant qu'en l'absence de toute structure conservée on ne pouvait prétendre à une détermination.

A la séance du 20 juillet 1948 de cette Société, à la suite d'une série d'exposés de L. Cahen et de moi-même sur le Groupe du Katanga et sur les grès du Kundelungu supérieur, M. Leriche se fit à nouveau préciser la position stratigraphique de ces traces et confirma l'association qu'il établissait entre le facies « vieux grès rouge » de ces dépôts et l'existence de restes organiques pouvant avec vraisemblance être attribués à des poissons primitifs.

Après la mort de ce savant, ces échantillons furent, en même temps que d'autres matériaux dont il n'avait pas achevé l'étude, soumis au R.P. P. de Saint-Seine.

(*) Manuscrit remis à la séance.

(1) *B.S.B.G.P.H.*, t. XLIX, n° 1-2, 1939, p. 142.

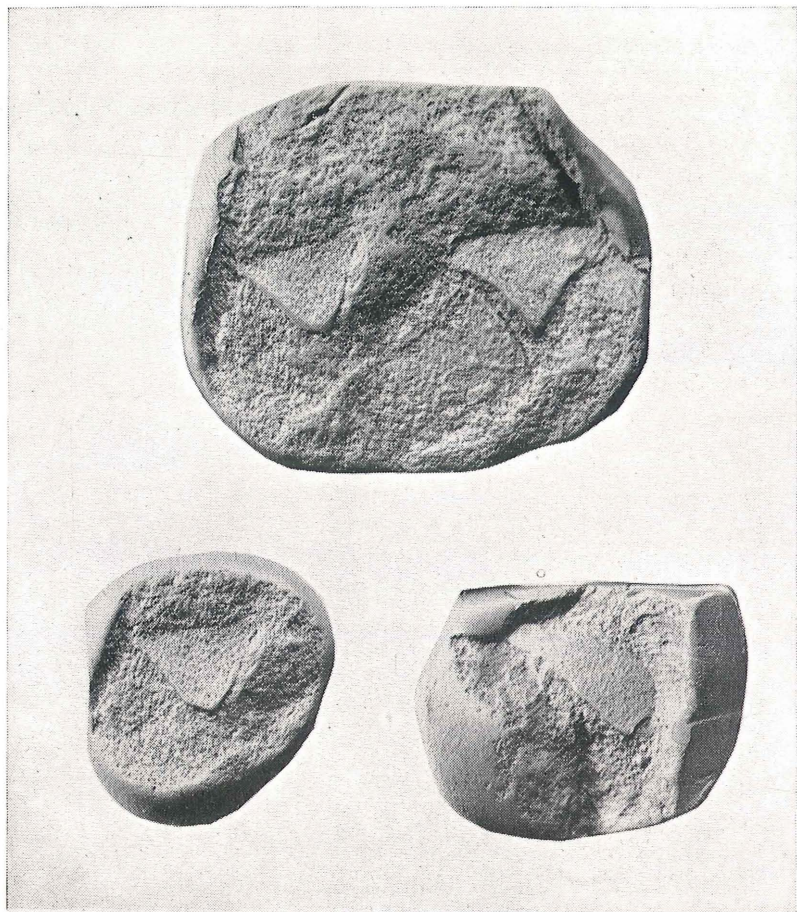


FIG. 1. — **Moulages de l'échantillon principal** (grandeur naturelle) :

En haut : groupe de trois « plaques ».

En bas à gauche : détail de la « plaque » de gauche ci-dessus.

En bas à droite : quatrième « plaque ».

Après examen, celui-ci nous a exprimé son avis comme suit : « Il s'agit manifestement de restes organiques, sans qu'il soit possible de préciser s'il s'agit de débris de *vertébrés* ou de restes d'*invertébrés* (crustacés). Leur présence rend plus vraisemblable un âge paléozoïque qu'un âge précambrien pour les couches qui les renferment » (2).

Depuis cet examen, le meilleur échantillon a été déposé dans les collections de Paléontologie du Musée du Congo, où il est inscrit sous le n° R.G. 4841; le second est conservé à l'Université Libre de Bruxelles, parmi les collections de Géologie congolaise.

*
**

Rappelons qu'outre ces traces, on connaît dans le niveau de cherts de l'Assise II B de l'étage inférieur du Kundelungu supérieur, des microfossiles variés : *Algues*, *Protistes*, spicules d'*Hexactinellides*, cfr. *Radiolaires* (3).

De son côté, A. Hacquaert, puis A. Schoep, A. Hacquaert et A. Goossens ont fait connaître cfr. *Tentaculites* dans un calcaire rapporté avec doute au calcaire de Kakontwe (Série inférieure du Système du Kundelungu) (4) (5). Cette détermination a été confirmée par J. Pia. Si l'attribution de cet échantillon fossilifère au calcaire de Kakontwe pouvait être confirmée, on aurait là une preuve de l'âge paléozoïque de cette formation.

Signalons enfin que cette même assise a, récemment, fourni des *Stromatolithes* à A. Beugnies (6).

*
**

En résumé, l'ensemble floristique et faunistique décelé à ce jour dans le Système du Kundelungu apparaît comme encore fort réduit. Remarquons toutefois qu'il suffit déjà pour proposer, sur le seul plan de la paléontologie, un âge paléozoïque, et même un âge paléozoïque plutôt inférieur pour ces formations.

(2) Renseignement verbal.

(3) *A.S.G.B.*, t. LXX, pp. B. 55-65; 1946.

(4) *N.T.*, 13° J., pp. 281-284, pl. XI; 1931.

(5) *A.M.C.B.*, A, série 1, t. II; fasc. 1, pp. 27-28; 1932.

(6) Renseignement verbal de M. A. Jamotte.

Quant aux traces découvertes dans la série supérieure du Système, — assise II B et assise III A, — elles suggèrent plutôt un milieu lagunaire qu'un milieu marin ou continental. Cette suggestion n'est aucunement en opposition avec les caractères stratigraphiques et lithologiques de ces assises.

Université Libre de Bruxelles,
Laboratoire de Géologie.

**Les déterminations d'âge absolu
de la pechblende de Shinkolobwe (Katanga) (*),**

par L. CAHEN.

De 1923 à 1939, les déterminations d'âge de la pechblende de Shinkolobwe ont été basées sur la valeur du rapport Plomb-Uranium. Le tableau 1 reproduit ces analyses, la valeur du rapport qui en découle et l'âge lu sur le graphique de Wickmann (1). Il est peut-être utile de signaler que les âges apparents obtenus ainsi diffèrent en général de ceux obtenus par les auteurs des analyses, les formules employées à l'époque étant basées sur des valeurs moins correctes de la constante de désintégration de l'uranium.

TABLEAU 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Moy.
U	74,37	77,46	79,92	77,77	71,00	69,42	76,94	74,9	77,2	75,40
Th	—	—	—	—	0,006	0,010	—	—	—	0,001
Pb	5,93	6,41	7,36	6,51	5,77	5,66	6,64	6,7	6,48	6,38
Rapport										
U/Pb	0,080	0,083	0,092	0,084	0,081	0,082	0,086	0,089	0,084	0,0845
Age	550	570	625	580	555	560	590	610	580	580

1. W. Steinkühler (2). — 2. A. Schoep (3). — 3. A. Schoep (4).
4. C. W. Davis (5). — 5. Hecht et Körner (6). — 6. Hecht et Körner (6).
7. Hitchen et Van Aubel (7). — 8. Baxter et Alter (8). — 9. Baxter et Alter (8).

La moyenne des neuf analyses conduit à l'âge de 580 M.A.

(*) Manuscrit remis au Secrétariat le 4 avril 1951.

Des critiques ont été élevées contre les résultats obtenus, pour les motifs suivants :

1° La pechblende de Shinkolobwe est peut-être contaminée par du plomb non radiogénique (3).

2° La pechblende peut avoir subi des pertes de Plomb ou d'Uranium.

3° Des migrations de plomb radiogénique se sont produites aux dépens de la pechblende et par conséquent son âge est « certainement trop bas » [Van Aubel (9), Vernadsky (10); aussi Guimarães (11)].

4° Les déterminations d'âge ont été effectuées sur une pechblende secondaire (11^{bis}).

5° L'âge obtenu par des méthodes radioactives paraît s'opposer à certaines données géologiques et, par conséquent, « au Katanga, la chronologie d'après les minerais radioactifs n'est pas probante » (12).

Nous examinerons d'abord l'affirmation non étayée du 5°. Si la détermination d'âge est contestable, des raisons géologiques, même de faible poids, telles les similitudes entre stromatolithes de diverses séries carbonatées africaines et des corrélations à très longue distance, peuvent être prises en considération au même titre que la détermination d'âge; par contre, si la détermination d'âge absolu a été faite dans de bonnes conditions, elle est déterminante. C'est précisément dans le but de vérifier la confiance qu'on peut avoir en cette dernière que nous avons entrepris cette étude.

Pour répondre aux objections 1° à 3°, les auteurs intéressés n'avaient, jusqu'en 1939, que la ressource assez maigre des déterminations de poids atomiques.

1. 206,26 W. T. Richards et P. Putzeys (13).

2. 206,048 O. Hönigschmid et L. Birchenbach (14).

3. 206,14 B. Perette (15).

(Voir les déterminations plus récentes au tableau 2.)

Le second des résultats paraissant le plus sûr, on en concluait que le plomb extrait de la pechblende était presque totalement du plomb d'urane.

En ce qui concerne le 4°, les craintes qu'on pouvait avoir du fait que la plupart des analyses ont été effectuées sur du minéral non cristallisé peuvent être considérées comme non fondées,

puisque, par les soins de R. Van Aubel (11^{bis}), qui lui-même avait exprimé ces craintes, au moins une analyse a été effectuée sur un échantillon cristallisé qu'il considérait comme primaire. Le résultat obtenu (colonne 7 tableau 1) est absolument comparable à ceux obtenus sur des échantillons non cristallisés.

De la comparaison des âges obtenus pour l'« uraninite primaire » et la « pechblende secondaire », la seconde paraissant avoir 17 à 18 M.A. de moins que la première (590 et 573), Van Aubel (11^{bis}) concluait que « dix-sept millions d'années se seraient donc écoulées entre la cristallisation de l'uraninite et son remaniement ». L'examen des résultats obtenus au tableau 1 suffit à montrer l'inexactitude de ce raisonnement, les deux résultats obtenus se trouvant parmi les résultats admissibles très proches de part et d'autre de la valeur moyenne.

En 1939 paraissaient les travaux de A. O. Nier (16), étudiant la constitution isotopique de certains plombs radiogéniques, dont sept provenant de minéraux de Shinkolobwe. Les résultats obtenus permettent de répondre aux diverses objections soulevées.

Le tableau 2 présente, d'après Nier, les pourcentages des divers isotopes et les poids atomiques obtenus par méthode physique et chimique.

	TABLEAU 2.				Poids atomiques	
	208	207	206	204	phys.	chim.
1. Pechblende partie noire I	0,042 ± 10 %	6,03	100	—	206,033	206,00
Pechblende partie noire I	0,047 ± 20 %	6,07	100	—		
2. Pechblende partie jaune I	0,51 ± 3 %	6,27	100	<0,02	206,043	205,97
3. Pechblende partie noire Ia	0,092 ± 5 %	6,04	100	—	206,034	
4. Pechblende partie jaune Ia	2,09 ± 2 %	6,96	100	—	206,077	
5. Pechblende partie noire II	0,077 ± 10 %	6,08	100	—		
Pechblende partie noire II	0,076 ± 5 %	6,08	100	<0,006	206,035	206,04
6. Pechblende partie jaune II	0,247 ± 3 %	6,23	100	0,007 ± 20 %	206,038	206,05
7. Curite	0,186 ± 3 %	6,11	100	<0,02	206,036	206,03
Curite	0,180 ± 3 %	6,13	100	—		

Il conduit immédiatement à la constatation que pratiquement les isotopes 206 et 207 sont seuls présents dans la « pechblende noire »; les quantités d'isotopes 204 et 208 sont infimes ou nulles, d'où l'on peut conclure que la pechblende katangaise est exempte de plomb commun.

Les chiffres suivants pour le plomb extrait de la pechblende de Joachimsthal :

208	207	206	204
—	—	—	—
32,5	17,75	100	0,884 ± 3 %

soulignent bien la différence qui existe entre une pechblende contaminée par du plomb commun et celle de Shinkolobwe, dans laquelle les quelques traces mesurées représentent vraisemblablement des contaminations purement accidentelles. La présence de thorium en traces absolument insignifiantes, parfois détectées par l'analyse chimique, peut être responsable des traces de l'isotope 208 dans le cas où sa présence n'est pas expliquée par la présence simultanée de l'isotope 204.

L'analyse isotopique de la curite confirme pleinement la conclusion de travaux antérieurs (3,17), suivant laquelle, dans les minéraux secondaires, le plomb est du plomb radiogénique (plomb d'uranium).

Le tableau 3, également d'après Nier, réunit les données nécessaires au calcul des âges. Ceux-ci y figurent dans les deux dernières colonnes.

TABLEAU 3.

	AcD		U%	Th%	Pb%	Pb	RaG	Age	
	—	RaG				—	—	RaG	AcD
						U	U238	U238	RaG
1. Pechblende noire I.	6,00	74,9	—	6,7	0,089	0,0845	616	610	
2. Pechblende jaune I.	6,07	58,5	—	8,4	0,144	0,1358	973	635	
3. Pechblende noire Ia	6,00							610	
4. Pechblende jaune Ia	6,13							655	
5. Pechblende noire II	6,05	77,2		6,48	0,0839	0,0797	582	625	
6. Pechblende jaune II	6,13	68,5		6,74	0,0983	0,0930	676	655	
7. Curite	6,05	65,3		9,7	0,1483	0,1405	995	625	

On y note d'emblée que tandis que les âges donnés par le rapport $\frac{\text{RaG}}{\text{U}_{238}}$ varient pour les sept échantillons entre 582 et 995 M.A., celui donné par le rapport $\frac{\text{AcD}}{\text{RaG}}$ ne varie que de 610 à 655. Or, parmi les minéraux examinés, quatre sont des pro-

duits d'altération, ceux précisément dont l'âge est anormalement élevé : 676, 972 et 995 M.A.; ne doivent donc être pris en considération que les échantillons n^{os} 1 et 5.

L'échantillon n^o 1 montre un excellent accord entre les deux valeurs de l'âge, celle donnée par le rapport $\frac{\text{RaG}}{\text{U}_{238}}$ étant un peu plus élevée que l'autre. L'échantillon n^o 5 présente des valeurs plus discordantes, celle donnée par le rapport $\frac{\text{RaG}}{\text{U}_{238}}$ étant plus faible que l'autre.

Dans le cas de l'échantillon 1, on peut donc admettre qu'il y a eu une certaine perte d'uranium, et dans ces conditions c'est la valeur donnée par le rapport $\frac{\text{AcD}}{\text{RaG}}$ qui est le plus probable : 610 M.A.; pour l'échantillon 5, par contre, il y a sans doute eu perte de plomb, puisque le rapport $\frac{\text{RaG}}{\text{U}}$ est le plus petit. Dans ce cas également le rapport $\frac{\text{AcD}}{\text{RaG}}$ fournit la valeur la plus probable : 625 M.A.

On doit toutefois noter que la qualité de la pechblende employée par Nier semble avoir laissé quelque peu à désirer, puisqu'il a dû séparer les portions noires « fraîches » des portions jaunes « altérées ».

De même, dans la plupart des cas, les échantillons analysés chimiquement et dont l'âge a été calculé par le rapport $\frac{\text{Pb}}{\text{U}}$ n'étaient peut-être pas de premier choix, et dans ces conditions on peut provisoirement considérer que l'expression 600 ± 20 M.A. tient le mieux compte de toutes les données actuellement à notre disposition.

Des recherches nouvelles sur du matériel de choix permettront peut-être de resserrer davantage cette approximation.

Le tableau 3 permet encore de tirer plusieurs conclusions intéressantes :

Le tableau 2 a permis de confirmer que dans les minéraux secondaires, et en particulier dans la curite, le plomb est uniquement du plomb radiogénique. Le tableau 3 permet de confirmer l'opinion de Schoep (3), de Thoreau et du Trieu (17) reprise par Vernadsky (10), suivant laquelle ce plomb radiogénique provient de la pechblende et n'a pas été produit par l'uranium, avec lequel il est combiné dans le minéral secondaire.

En effet, les âges donnés par les rapports $\frac{\text{AcD}}{\text{RaG}}$ pour la pechblende et la curite sont identiques : 610 et 625 pour la pechblende saine, 625 pour la curite.

Alors que pour la pechblende cette valeur concorde avec celle fournie par le rapport $\frac{\text{RaG}}{\text{U}_{238}}$, ce qui indique que le plomb y a bien été formé aux dépens de l'uranium, pour la curite cette même valeur ne coïncide pas avec celle du rapport $\frac{\text{RaG}}{\text{U}_{238}}$, soit 995, dénotant l'impossibilité pour ce plomb d'avoir été formé aux dépens de l'uranium de la curite. C'est donc bien le plomb de la pechblende qui se retrouve inchangé du point de vue de sa constitution isotopique dans la curite.

La coïncidence des âges fournis par les deux rapports dans le cas de la pechblende infirme l'opinion de Vernadsky (10) suivant laquelle le plomb de la pechblende elle-même ne peut avoir été engendré dans le minéral même, postérieurement à sa formation.

La plupart des auteurs qui ont traité de la question ont considéré que l'âge absolu de la pechblende du Katanga signifiait que ce minéral datait du Précambrien. Il y a deux exceptions : Schoep (3) indique que la pechblende serait ordovicienne. Il donne d'ailleurs deux chiffres d'âges différents pour la même analyse (600 et 635 M.A.) et se réfère au « Standard Time Scale » de Barrel-Ashley, qu'il reproduit à la page 8. Dans ce tableau le chiffre 600 correspond non pas à l'Ordovicien, mais au Cambrien, et celui de 635 correspond au Précambrien. En réalité ces deux chiffres sont viciés par des erreurs de calcul.

L'échelle de Barrel-Ashley n'est plus en usage et les valeurs actuellement déduites des analyses de Schoep indiquent le Précambrien. D'autre part, Goodman et Evans (18), utilisant sans aucune discussion les résultats de Nier, indiquent vis-à-vis du Cambrien les âges obtenus par la Pechblende du Katanga. Ils procèdent ainsi par suite du fait que le rapport $\frac{\text{AcD}}{\text{RaG}}$ donne pour le Kolm de Suède (Cambrien supérieur) une valeur (770 M.A.) supérieure à celles obtenues pour la pechblende katangaise (610-655 M.A.). Les rapports $\frac{\text{RaG}}{\text{U}}$ donnent, par contre, des résultats plus faibles pour le Kolm que pour la pechblende; d'où ils tirent la conclusion que ces deux minéraux radioactifs sont sensiblement du même âge.

Leur travail est antérieur à celui de Wickmann (19), qui interprète de façon indiscutable les résultats de Nier et montre que l'âge du Kolm est en réalité de 440 M.A. Il n'y a en conséquence plus aucune raison de considérer la pechblende de Shinkolobwe comme approximativement de même âge que le Kolm.

La question de la signification géologique de l'âge de 600 ± 20 M.A. est discutée plus largement dans un autre travail (20).

En résumé, la discussion qui précède permet de conclure :

1° L'âge de la pechblende de Shinkolobwe, exprimé par 600 ± 20 M.A., est déterminé avec le maximum de sécurité compatible avec les méthodes actuellement employées.

2° Les analyses isotopiques de Nier confirment les opinions déjà exprimées, suivant lesquelles le plomb des minéraux secondaires du gîte de Shinkolobwe est du plomb d'urane provenant de la pechblende elle-même. Elles infirment, par contre, l'opinion de Vernadsky, suivant laquelle le plomb de la pechblende elle-même n'a pas été formé aux dépens de l'uranium dans le minéral postérieurement à la formation.

BIBLIOGRAPHIE.

1. WICKMANN, F. G., *Sver. Geol. Undersökning*, Stockholm, Arsbok 37 (1943), 1944, n° 7.
2. STEINKÜHLER, W., *Bull. Soc. belge Géologie*, t. XXXII, 1923, p. 219.
3. SCHOEP, A., *Ann. Mus. Congo belge*, I, I, 2, 1930.
4. SCHOEP, A., *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. L, 1926-1927, p. B. 215.
5. DAVIES, C. W., *Am. Journ. Science*, t. XI, 1926.
6. HECHT und KÖRNER, *Monatsheft Ak. Wiss. Wien*, 1928, pp. 438-475.
7. HITCHEN et VAN AUBEL, *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 199, 1934, 21, pp. 1133-1135.
8. BAXTER and ALTER, *Science*, 77, 1939, p. 432.
9. VAN AUBEL, R., *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 187, 1927, pp. 586, 655.
10. VERNADSKY, *Les problèmes de la Radiogéologie*, Paris, Herman et C^{ie}, 1935, p. 46.
11. GUIMARÃES, D., *Economic Geology*, XLIII, 1948, n° 2, p. 100.
- 11^{bis}. VAN AUBEL, R., *Ann. Soc. géol. Belgique*, publ. rel. au Congo belge, 1934, X, p. C. 44.
12. FURON, R., *Géologie de l'Afrique*, Paris, 1949, p. 35.
13. RICHARDS, W. T. et PUTZEYS, P., *Journ. Am. Chem. Soc.*, 45, 1923, p. 2954.

14. HÖNIGSCHMID, O. und BIRCHENBACH, L., Berlin, 1923, 1387-1389.
15. PERETTE, B., *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 1925, pp. 1589-1591.
16. NIER, A. O., *Physical Review*, vol. 55, 15 janvier 1939, pp. 153-163.
17. THOREAU, J. et DU TRIEU DE TERDONCK, R., *Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, sect. Sc. nat., in-4°, t. II, fasc. 1, 1933.
18. GOODMAN and EVANS, *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. 52, 1941, p. 52.
19. WICKMANN, F. G., *Geol. Fören. Förh.*, Stockholm, XIV, 1942, pp. 465-476.
20. CAHEN, L., *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LX, 1951, pp. 85-93.

DISCUSSION.

M. Wéry se demande si les variations observées par M. A. Nier dans l'âge des minerais d'urane de Shinkolobwe ne seraient pas dues à des réactions nucléaires accidentelles indépendamment de l'altération chimique. Par capture d'une particule alpha, U 238 se transforme en Pb 206 en un temps différent de celui de l'évolution ordinaire. De même, par capture d'un neutron, U 238 donne lieu en fin de compte à Pb 207.

Dans le cas du Rb 87, la capture d'un neutron le transforme en Rb 88, qui évolue en 17,5 minutes en Sr 88, au lieu de 6×10 ans en Sr 87.

Une masse donnée de Pb 206 ne nous garantit pas de l'unicité du chemin parcouru par U 238.

Toute la question est de savoir dans quelle proportion la nature offre de tels accidents, dont les effets sont probablement limités, mais qui méritent de retenir l'attention.

M. Wéry remarque d'ailleurs que dans les évaluations données par M. Cahen figure un coefficient d'erreur qui pourrait correspondre aux variations accidentelles possibles dont il vient de parler.

Il estime en fin de compte que les anciennes méthodes d'évaluation des temps géologiques ne peuvent être abandonnées, mais qu'elles doivent être précisées de manière à être mises en parallèle avec les méthodes radioactives, la comparaison devant s'avérer harmonieuse.

M. Cahen répond que les processus cités par M. Wéry semblent être trop rares pour influencer sur les mesures.

L'âge de la pechblende de Shinkolobwe et la limite Cambrien-Précambrien (*),

par L. CAHEN.

L'âge le plus probable pour la pechblende du Katanga paraît compris entre les limites de 580-620 millions d'années (M.A.) (1). Pour fixer les idées, admettons dans ce travail 600 ± 20 M.A. De nouvelles études sur des échantillons de choix sont en cours, en vue de préciser ces chiffres.

Que signifie cet âge dans l'échelle des temps géologiques ?

Observons immédiatement que les conditions locales ne permettent pas de préciser la position de la venue de pechblende dans une échelle stratigraphique de référence, d'abord parce que les relations de la pechblende avec les terrains katangais ne sont connues avec certitude que par rapport aux couches qu'elle traverse et non par rapport aux couches qui ont dû succéder à sa mise en place, et ensuite parce qu'en elle-même l'échelle stratigraphique du Katanga n'est pas raccordée avec certitude à une légende stratigraphique de référence.

Il a été fait usage, comme repère dans le temps, de la glaciation du Grand Conglomérat, considérée à priori comme faisant partie d'une grande glaciation de la fin du Précambrien (2). Même si cette notion était certaine, elle ne permettrait pas, employée seule, d'acquérir la certitude que la venue de pechblende est bien d'âge précambrien supérieur, puisque les relations entre la pechblende et le Grand Conglomérat ne sont pas, actuellement, connues et prêtent à discussion (3).

Des comparaisons à grande distance, avec des roches analogues, d'âge cambrien, ne sont pas des arguments plus puissants (4).

L'unique repère est donc l'âge de la venue de pechblende déterminé par radioactivité, et seule sa comparaison avec l'échelle des temps géologiques définie par les mêmes procédés permet de la situer et ainsi de donner un âge limite aux couches qu'elle traverse, donc à la « Série des Mines ».

*
**

(*) Manuscrit parvenu au Secrétariat le 31 mars 1951.

J'extraits de deux études récentes les valeurs suivantes au voisinage de la limite Cambrien-Précambrien :

	Marble 1950 (9)	Holmes 1947 (6)
Limite Ordovicien-Cambrien . . .	440 M.A.	430 M.A.
Base Cambrien	520 M.A.	510 M.A.
Sommet Précambrien	550 M.A.	

A priori la valeur de 600 M.A. se range donc à la partie supérieure du Précambrien.

Il existe des arguments géologiques, faibles à vrai dire, puisque basés sur des corrélations à très longue distance, qui tendraient à faire admettre pour certaines des séries carbonatées à stromatolithes du Congo belge un âge cambrien. L'attribution d'un âge précambrien à la pechblende du Katanga et par conséquent à la Série des Mines (Roan supérieur) qu'elle traverse dépend en dernière analyse de l'exactitude de la limite Cambrien-Précambrien dans le tableau ci-dessus. Il convient donc d'examiner les bases qui ont permis de fixer cette limite si l'on veut se rendre compte du bien-fondé de l'attribution au Précambrien de la pechblende de Shinkolobwe.

*
**

Pour les temps postérieurs au Précambrien, la date la plus ancienne connue est celle du Kolm de Suède, situé dans la zone à *Peltura*, vers le sommet du Cambrien fossilifère. L'analyse isotopique de Nier (4), interprétée par Wickmann (5) et Holmes (6), donne pour le Kolm la date de 440 M.A. environ.

Pour le Précambrien, les dates les plus récentes sont fournies par des analyses non contrôlées de minéraux canadiens appartenant à l'orogénèse penokéenne : elles donnent 550 à 575 M.A. (7). Au Brésil, des minéraux datés, sans contrôle isotopique, de 510 à 520 M.A. se trouvent dans des terrains généralement considérés comme précambriens (8), mais cette attribution est douteuse et, par conséquent, il est préférable de ne pas tenir compte de ces données brésiliennes.

Il en résulte que la limite Cambrien-Précambrien doit se placer entre la date de 440 M.A. et celle (non rigoureuse) de 550-575 M.A., et plus près de cette dernière que de la première.

Pour situer la base du Cambrien, A. Holmes (6) extrapole un graphique comportant en abscisses les âges et en ordonnées les épaisseurs maxima des systèmes géologiques. Il retient cinq déterminations d'âges comme présentant le maximum de garanties :

58 M.A. Pechblende du Wyoming et du Colorado : *fin Crétacé* ou fin Paléocène.

214 M.A. Pechblende de Joachimsthal : *Carbonifère tardif* ou début Permien.

255 M.A. Minéraux de pegmatites des Appalaches : *fin Dévonien* ou fin Mississipien.

350 M.A. Minéraux de Nouvelle-Angleterre et New-York : *fin Ordovicien*.

440 M.A. Kolm de Gullhogen (Suède) : *Cambrien supérieur*, zone à *Peltura*.

Du fait des incertitudes quant à l'époque de mise en place, Holmes construit deux courbes. Je me contente ici de la plus probable des deux, correspondant aux périodes indiquées en italiques.

Holmes prolonge le dernier tronçon de courbe (compris entre les dates de 350 et 440 M.A.) par une droite qui vient intersecter l'horizontale représentative de la base du Cambrien à l'abscisse de 510 M.A. (fig. 1).

Il est clair qu'il s'agit d'une solution minimum. Les différents tronçons forment entre eux des angles décroissants en allant des petites abscisses vers les grandes. On serait au moins autant fondé à prolonger la courbe au delà de 440 M.A. par un tronçon formant avec le précédent un angle au plus égal au dernier angle mesuré sur la courbe. Ce procédé porterait la base du Cambrien à 520 M.A. environ.

De son côté, tenant compte de ce travail de Holmes et d'un travail de Knopf (10), J. P. Marble (9) a fourni la valeur, donnée ci-dessus, de 520 M.A. comme base du Cambrien.

C'est ce chiffre de 520 M.A. que j'adopte ici.

Entre le Cambrien et le Précambrien proprement dits existent notamment la puissante série du Belt et le Sinien de Mongolie.

En comptant 30 M.A. pour ces séries, Marble arrive à 550 M.A. comme limite supérieure du Précambrien proprement dit.

Toutefois, en comparant les 12.000 m (40.000 pieds) de puissance du Cambrien, pour lequel Marble et Holmes admettent une durée de 80 M.A., et les 9.000 m (30.000 pieds) du Beltien, on doit admettre que 30 M.A. est un minimum et considérer comme possible une durée de 60 M.A., portant à 580-590 M.A. le sommet du Précambrien proprement dit.

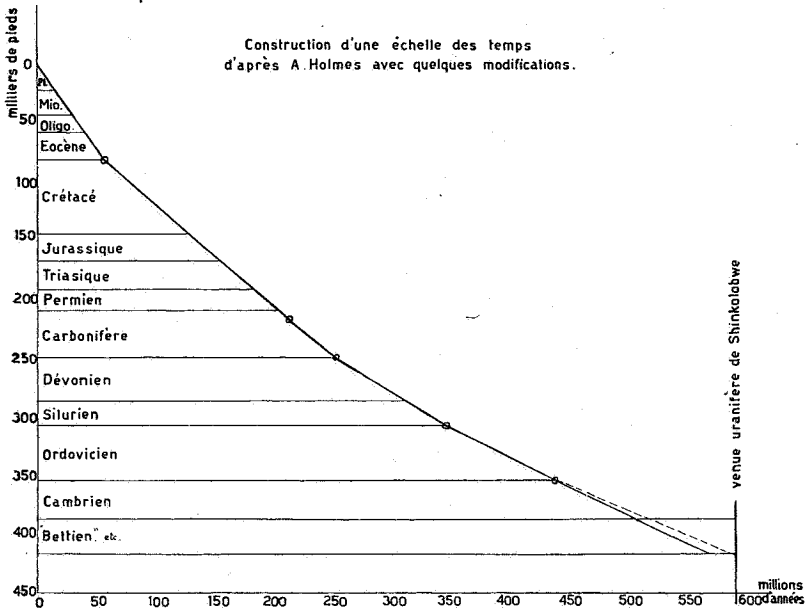


FIG. 1.

Ceci nous donne 550 à 585 M.A., chiffres qui paraissent bien correspondre à l'âge des minéraux de la fin du Précambrien du Canada : 550 à 575 M.A. (non contrôlés).

La venue uranifère du Katanga, datée de 600 M.A., est donc réellement Précambrien supérieur.

Même si l'on rattache le Beltien et le Sinien au Paléozoïque, ainsi que le font certains auteurs, on peut admettre pour la Pechblende de Shinkolobwe un âge précambrien terminal, la Série des Mines (Roan supérieur) traversée par la venue uranifère étant plus ancienne.

Les pages qui précèdent étaient rédigées avant la conférence donnée par le professeur P. Pruvost (11), qui, au cours de son admirable exposé, a introduit la notion et le terme d'« Infracambrien » pour désigner les terrains formés pendant l'intervalle de temps séparant les deux dates de ± 750 M.A. (orogénèse killar-néenne ou algomienne) et de ± 510 M.A. (transgression géorgienne, base du Cambrien classique).

Dans une telle définition, la venue de pechblende de Shinkolobwe, datée de 600 M.A., se situe dans l'Infracambrien, et le Système de Roan, qui lui est antérieur, peut encore être Infracambrien.

La conception de M. Pruvost revient à détacher du Précambrien un important ensemble de couches, tout comme j'avais, ci-dessus, tenu compte de la possibilité d'en détacher une portion, provisoirement désignée sous le nom de « Beltien ».

La limite supérieure de ces deux ensembles est la même : c'est la base du Cambrien classique marquée par la transgression géorgienne et la zone à *Olenellus*.

Le choix de la limite inférieure repose dans les deux cas sur la même conception : l'existence d'une orogénèse. M. Pruvost précise qu'il s'agit de la première discordance majeure rencontrée sous les couches qu'il envisage et choisit pour répondre à cette définition la discordance séparant les couches de Keewenaw de celles d'Animikie (Huronien), ce qui place les couches de Keewenaw dans l'Infracambrien ⁽¹⁾; or ces couches de Keewenaw sont elles-mêmes le siège d'une importante orogénèse, penokéenne, qui est accompagnée « de grandes intrusions de batholites granitiques » (12); cette orogénèse est placée par Holmes (13) aux environs de 550 M.A. et c'est sans doute à elle que se rapportent les minéraux canadiens qui indiquent des âges apparents de 550 à 575 M.A. C'est cette orogénèse que j'ai prise comme sommet du Précambrien.

Les problèmes suivants sont alors posés :

1. Le diastrophisme peut-il servir à établir des coupures plus ou moins universelles dans les formations géologiques ?

(1) Il y a lieu de noter que M. Pruvost place l'orogénèse algomienne de ± 750 M.A. entre la série d'Animikie et le Keewenaw; Schuchert et Dunbar (12) placent cette phase entre la série de Temiskaming et diverses séries, dont celle d'Animikie est la plus récente. Ils sont explicites (p. 107) en ce qui concerne l'absence de plissement intense entre la série d'Animikie et le Keewenaw au Lac Supérieur.

2. Si oui, quel critère doit-on employer ? celui de l'intensité du plissement (notion de discordance majeure, essentiellement locale) ou celui de l'universalité de la discordance même moins marquée ?

La première question a été traitée maintes fois et a généralement reçu une réponse négative. Le rejet des coupures tectoniques comme base de corrélation est sans doute très justifié là où l'élément paléontologique peut conduire à un résultat meilleur, mais pour le Précambrien la question mérite réflexion. On ne dispose en effet que des coupures tectoniques comme moyen de séparation et de corrélation. La chronologie absolue basée sur la radioactivité est en effet, dans son état présent, également liée à la notion d'orogénèse ou de diastrophisme, la plupart des minéraux permettant une détermination d'âge étant liés aux roches éruptives, elles-mêmes liées aux orogénèses.

Les dates indiquées par ces minéraux doivent donc être inscrites en face des orogénèses et non en face des sédiments affectés par ces orogénèses.

Bien qu'un très petit nombre de dates aient subi un contrôle par analyse isotopique et que dans nombre de régions peu de dates soient connues, celles qui existent paraissent permettre certaines conclusions. Tous les chiffres cités ci-après sont exprimés en millions d'années. Les orogénèses et diastrophismes plus récents que le Calédonien ne sont pas envisagés.

a : 350 (vieil Appalachien, Amérique du Nord), 310-320 (Calédonien, Europe), 365 (Bambui, Brésil).

b : 550-575 (Penokéen ou Lac Supérieur, Amérique du Nord), 600 (Gardar, Groenland), 572 (?) Brésil, 600 (Shinkolobwe, Katanga), 590 (Morogoro, Tanganyika Territory).

c : 760 (Algomien ou Killarnéen, Amérique du Nord), 825 (Karelien, Scandinavie), 775 (?) Brésil, 735 [Delhi = (Cuddapah ?) Indes].

d : 1030 (Laurentien, Amérique du Nord), 1077 (Svecofennien, Scandinavie), 1064 (Itacolumi, Brésil), 955 ± 40 (Satpura, Indes), 1025 (Gordonia, S.O. Africain).

e : 1350 (Great Bear Lake et Black Hills du Dakota, Amérique du Nord), 1380 ? (moyenne de trois âges très divergents : Ghats, Indes), 1300-1325 ? (Mozambique).

f : 1584 (Black Hills ancien, Amérique du Nord).

g : 1765 (Marealbien, mer Blanche, U.R.S.S.).

h : 1985 (Manitoba, Amérique du Nord), 2000 ? (Swaziland, Afrique du Sud).

Remarques.

Les âges en italiques ont été contrôlés par l'analyse isotopique.

Les chiffres relatifs au Brésil ont été extraits de listes de nombreuses déterminations d'âge ne donnant que peu de convergences. Des analyses isotopiques sont nécessaires pour mettre de l'ordre dans ces déterminations.

La plupart des chiffres sont relatifs à de véritables orogénèses et l'on connaît les couches affectées par ces orogénèses. Dans d'autres cas les chiffres s'appliquent à une intrusion perçant des couches beaucoup plus anciennes qu'elle. Enfin, dans l'intervalle compris entre les orogénèses algomienne, etc. et l'orogénèse calédonienne, le diastrophisme n'a qu'en peu de régions pris l'allure d'une véritable orogénèse.

L'examen de ces chiffres confirme pour le Précambrien les conclusions qu'on a pu tirer d'une étude détaillée des orogénèses plus récentes que le Précambrien (14).

Des périodes d'activité orogénique et des périodes de repos relatif alternant dans nombre de régions; dans la plupart des cas les périodes de repos sont longues, les périodes d'activité orogénique courtes. Une contemporanéité des mouvements orogéniques dans des régions parfois fort éloignées les unes des autres est un fait, mais cette contemporanéité est grossière et non précise. L'usage de la chronologie absolue, qui est seule efficace dans le cas du Précambrien, permet dans une certaine mesure de se rendre compte à la fois du caractère général de la corrélation des orogénèses et du caractère approximatif du synchronisme réalisé.

En d'autres termes, en ce qui concerne le Précambrien, on a pour le moment le choix entre établir des corrélations approchées entre groupes de terrains limités par des orogénèses ou diastrophismes approximativement synchroniques, ou continuer à nager dans l'incohérence des corrélations subjectives.

Cet état de choses ne prendra éventuellement fin que lorsque la méthode chronologique par radioactivité sera applicable à un grand nombre de roches sédimentaires.

Ce qui précède me paraît répondre à la première question par l'affirmative, malgré les réserves qui doivent être exprimées.

En ce qui concerne la seconde, l'objectif poursuivi est l'établissement d'une limite suffisamment facile à reconnaître et ayant quelque chance d'être partout contemporaine au sens approché que j'ai donné ci-dessus à ce terme. L'important c'est qu'elle se retrouve en de nombreuses régions. Dans ces conditions, l'intensité du plissement semble moins importante que le fait que la coupure soit suffisamment généralisée.

L'examen des chiffres énumérés ci-dessus indique l'existence d'une coupure très répandue ⁽²⁾ mais généralement peu intense vers 575-600 M.A. C'est la première coupure tectonique généralisée rencontrée sous les plissements calédoniens. Elle est aussi répandue que la suivante, qui se place vers 750-775 M.A., mais qui peut se manifester par une discordance angulaire plus généralement marquée.

Suivant qu'on attache plus d'importance à l'intensité qu'à l'extension du phénomène ou réciproquement, on choisira la deuxième ou la première coupure comme base du terme intermédiaire, qui, dans l'acception que lui donne M. Pruvost, est plutôt une ère qu'une période, alors que dans la définition que j'ai suivie ici il serait plutôt question d'une période.

Toute une série de formations sont donc situées sous la coupure de 575-600 M.A.; parmi elles je citerai celles de Keewenaw et de Gardar (Groenland méridional) (15) dans l'hémisphère Nord, et dans l'hémisphère Sud cette date apparaît encore au Brésil, où elle est encore peu certaine, et surtout en Afrique centrale et orientale (600 \pm 20 M.A. au Katanga, 590 à Morogoro, Tanganyika Territory).

Les formations qu'on peut placer avec certitude au-dessus de cette coupure sont les couches qui vers le bas font suite en continuité aux couches du Cambrien inférieur, telles les 3.200 m de la région de Nopah Range (16). C'est, à mon avis, à elles qu'on doit réserver le terme « Infracambrien ». On peut y ajouter, avec un certain doute, des formations dont celles du Belt, qui sont séparées du Cambrien par une lacune, mais qui, malgré leur épaisseur, peuvent très bien avoir été déposées dans l'intervalle 510-575 M.A. L'incertitude résulte, dans le cas des sédiments du Belt, de ce qu'on ne connaît pas l'âge des couches

(2) « A very widespread disconformity »; Rutten (14, p. 1759).

sur lesquelles ils reposent, couches d'ailleurs vraisemblablement très anciennes, et que la limite inférieure de ce système est donc indéterminée.

Il peut être intéressant de souligner encore ici que la transgression géorgienne paraît être le résultat de mouvements du sol suffisamment importants pour qu'en deux régions au moins ils se manifestent par la présence de roches éruptives avec minéraux radioactifs (485 M.A., Ceylan; 515 M.A., Brésil).

En résumé, il me paraît préférable d'arrêter le terme de transition, et le nom d'« Infracambrien » lui convient très bien, à la première coupure ayant une grande extension que l'on rencontre sous le Paléozoïque classique.

Il est peut-être encore un peu prématuré de décider quelle est cette coupure, nombre de régions du socle précambrien étant encore peu connues et le nombre de déterminations d'âge absolu présentant quelque sécurité étant infime.

En ce qui concerne l'Afrique sud-saharienne, la définition proposée par P. Pruvost est inapplicable jusqu'ici, puisque l'orogénèse de 750-775 M.A. environ n'y semble pas exister et en tous cas n'a pas encore été décelée, la première que l'on rencontre sous celle, d'ailleurs peu intense, de 600 M.A. étant datée d'environ 1000 M.A.

Musée du Congo belge, Section de Géologie.
Tervuren, 5-28 février 1951.

RÉFÉRENCES.

1. A. O. NIER, *Physical Review*, vol. 55, 1939, p. 153; voir aussi L. CAHEN. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LX, 1951, pp. 78-85.
2. M. ROBERT, *Mém. Soc. belge Géol., Paléont. et Hydrol.*, n° 2, 1949.
3. L. CAHEN, *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LX, 1951, pp. 95-109.
4. R. FURON, *Géologie de l'Afrique*, Payot, 1949.
5. F. E. WICKMANN, *Geol. Fören. Förh. Stockholm*, t. LXVI, p. 465.
6. A. HOLMES, *Trans. Geol. Soc. Glasgow*, vol. 32, 1, 1947, p. 117.
7. J. P. MARBLE, lettre personnelle.
8. W. FLORENCIO and D. GUIMARÃES, *Report Committee Measurement Geologic Time*, 1949-1950, p. 43.
9. J. P. MARBLE, *Rep. Com. Meas. Geol. Time*, 1949-1950, p. 18.
10. A. KNOPF, *Princeton Univ. Press*, 1949, p. 1; in *Rep. Com. Meas. Geol. Time*, 1949-1950, pp. 18, 84.

11. P. PRUVOST, *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LX, 1951.
12. C. SCHUCHERT and C. O. DUNBAR, *Historical Geology*, 1941, p. 108
13. A. HOLMES, *Physical Geology*, 1944, p. 109.
14. L. M. R. RUTTEN, *Bull. Geol. Soc. America*, 60, 1949, p. 1768.
15. E. WEGMANN, *Eclog. Geol. Helv.*, 40, 1947, p. 7.
16. H. E. WHEELER, *Bull. Geol. Soc. America*, 54, 1943, p. 1781.
17. A. HOLMES, *The Age of the Earth*, 1937.

**Mesure préliminaire
de l'âge absolu de l' « Yttrocrasite » de Mitwaba
(monts Kibara, Congo belge) (*)**,

par L. CAHEN et T. JACOBS.

Des analyses préliminaires de ce minéral ont été effectuées et conduisent à des âges voisins de 1.000 millions d'années. Il ne semble pas utile pour le moment de s'appesantir sur ces résultats préliminaires, qui paraissent être du bon ordre de grandeur, l'étude complète du minéral, de nouvelles analyses et des analyses isotopiques étant en cours.

**Chronologie des terrains anté-Karoo
de l'Est du Bassin du Congo (*)**,

par L. CAHEN.

RÉSUMÉ. — L'auteur montre que les terrains anté-Karoo de l'Est du bassin du Congo doivent être subdivisés en quatre Groupes superposés, du plus récent au plus ancien : Groupe du Katanga et ses équivalents Groupe des Kibara-Urundi, Groupe du Kibali et Groupe de la Ruzizi Il est incertain si le « complexe cristallophyllien » du Nord-Est appartient à ce dernier Groupe.

(*) Note remise au Secrétariat le 4 avril 1951.

(*) Manuscrit parvenu au Secrétariat le 31 mars 1951.

Les données de chronologie absolue permettent de proposer pour chacun de ces Groupes des âges : le Groupe du Katanga s'étendrait du Précambrien supérieur au Silurien-Dévonien, le Groupe des Kibara-Urundi serait compris entre 1000 et 1300 M.A. environ, le Groupe du Kibali serait antérieur à 1300 M.A., celui de la Ruzizi étant plus ancien encore.

Les orogénèses ayant affecté ces divers Groupes et permettant leur séparation sont à peu près contemporains de celles d'autres socles précambriens, en particulier de celui d'Amérique du Nord.

Le Groupe du Katanga pourrait devoir être scindé en deux sur la base d'un diastrophisme (600 M.A.) paraissant contemporain de l'orogénèse pénokéenne.

Le problème de la chronologie des terrains anté-Karroo du Congo belge fait appel à deux notions voisines mais distinctes : d'une part, il y a la chronologie relative de ces formations; il s'agit de définir la position qu'elles occupent les unes par rapport aux autres; d'autre part, il y a leur âge, c'est-à-dire leur position dans une échelle stratigraphique de référence.

Des chronologies relatives valables dans des régions plus ou moins vastes ont pu être établies en se basant sur les relations géométriques entre formations. Pour qu'une chronologie relative unique pour les terrains de tout le Congo puisse être proposée, il faut établir des corrélations entre les termes des successions stratigraphiques de chaque région.

Ceci peut se faire le plus sûrement, soit en établissant la continuité de certains terrains d'une région à l'autre, soit en attribuant aux terrains un âge et en comparant ces âges entre eux.

Le premier moyen se heurte au manque de continuité géographique qui existe fréquemment entre terrains d'une région à l'autre et doit pallier cet inconvénient par l'emploi de critères plus ou moins subjectifs. Le deuxième moyen est d'application difficile, par suite de la grande rareté des fossiles anté-Karroo ayant une valeur stratigraphique. On doit donc faire appel aux propriétés des minéraux radioactifs.

L'abondance et la répartition de ceux-ci ne sont cependant pas telles que cette méthode puisse suffire à elle seule dans l'état actuel des connaissances.

Ce n'est encore que par l'emploi simultané des deux notions principales : corrélations et âge, qu'on peut actuellement faire le point de la situation en attendant le jour où l'une ou l'autre

méthode de chronologie, radioactivité notamment, permettra de se dispenser des raisonnements parfois très indirects qui sont à la base des corrélations de région à région.

1. CORRÉLATIONS.

En principe, l'établissement de corrélations d'une région à l'autre pourrait résoudre le problème de la chronologie relative, sans faire appel à l'âge des terrains. Il n'en est cependant pas ainsi pour plusieurs raisons.

Certaines régions, et singulièrement celles qui se trouvent aux frontières de grandes régions naturelles, sont géologiquement peu connues.

La liaison directe, géographique, entre certaines couches présumées synchroniques n'existe pas, soit qu'elle n'ait jamais existé, soit que les couches de passage aient disparu par érosion ou soient cachées par des terrains plus récents.

Si l'on ne peut faire appel à un âge, établi par les moyens rappelés ci-dessus, on est forcé de faire intervenir des raisonnements divers qui seront rejetés ou acceptés souvent pour des raisons subjectives de tournure d'esprit. Il arrive fréquemment que le raisonnement servant de base à un essai de corrélation soit précisément une conclusion qui pourrait être tirée si la corrélation était établie.

C'est ainsi que l'existence d'une vaste et unique période glaciaire à la fin du Précambrien a été considérée comme une base de corrélation; or, il serait précisément des plus intéressant de pouvoir établir une corrélation qui démontrerait ou infirmerait cette donnée nullement établie et nullement nécessaire. Car s'il est incontestable que dans la partie supérieure du Précambrien et la partie inférieure du Cambrien on rencontre de nombreuses traces de périodes glaciaires, il n'est en aucune façon établi qu'elles soient toutes synchroniques (1). L'existence de puissantes séries carbonatées à stromatolites et leur position par rapport à d'importantes discordances ont également servi de base à des corrélations. Ici encore la démonstration de ce qui avait servi de prémisses serait un résultat heureux d'une corrélation établie avec des moyens sûrs. D'autres critères encore ont servi ou pourraient servir.

Ces éléments ne sont cependant pas sans valeur dans le problème des corrélations. En général on a eu le tort de leur accor-

der une valeur trop grande, voire absolue, et la démonstration de cette erreur n'a pas tardé, puisque dans plusieurs régions, ce n'est pas une seule, mais deux ou plusieurs tillites qui sont connues, parfois de même puissance et de même extension; et de même deux ou trois séries carbonatées à stromatolites sont connues en plusieurs régions, ce qui reporte l'utilisation éventuelle des stromatolites comme moyen de corrélation à un avenir où l'étude de ces organismes sera beaucoup plus avancée qu'elle ne l'est actuellement.

Aussi la seule base indiscutable de la corrélation établie sans le secours de la notion d'âge est-elle le raccord de proche en proche, que la continuité des terrains comparés soit géographique, c'est-à-dire actuelle, ou géologique, c'est-à-dire qu'elle ait existé et que des témoins de cette continuité soient conservés.

Les terrains anté-Karoo du Kasai, du Katanga, du Maniema, du Kivu, du Ruanda-Urundi, de l'Ituri, de l'Uele et de l'Ubangi réalisent une certaine continuité. Par contre, le Bas-Congo n'est raccordé ni au Kasai, ni à l'Ubangi, la première de ces liaisons ne pouvant se faire que par l'Angola, la seconde par l'A.E.F. L'état des connaissances dans ces deux pays ne permet pas encore de savoir si une solution satisfaisante peut être donnée au problème; le raccord Bas-Congo-Ubangi par l'A.E.F. paraît plus favorable que l'autre.

Il ne sera pas question ici du Bas-Congo, ni, malgré la possibilité d'effectuer certains raccords de proche en proche, du Kasai.

CORRÉLATION DES TERRAINS ANTÉ-KARROO DE L'INTÉRIEUR DU CONGO.

Terrains affectés par l'orogénèse kundelunguienne.

Dans l'ensemble du Congo ces terrains sont constitués par une subdivision supérieure schisto-gréseuse rouge reposant en discordance plus ou moins marquée sur une subdivision schisto-calcaire. Dans la partie méridionale du Katanga on voit s'intercaler entre ces deux subdivisions de puissantes séries de couches qui marquent le caractère géosynclinal de cette région.

Une réelle continuité géographique existe pour ces couches, d'une part, du Katanga méridional jusqu'en Urundi, d'autre part, de l'Ubangi à l'Ituri et au Maniema septentrional. De cette dernière région jusqu'au Katanga septentrional et en Urundi on ne rencontre plus de vastes espaces recouverts de

grès rouges ou de roches carbonatées. Ceux-ci ont été érodés, laissant toutefois un certain nombre de témoins impliquant la continuité qui existait antérieurement aux mouvements tectoniques radiaux qui ont rajeuni la région et provoqué son érosion.

Du Katanga à l'Ubangi, par l'Est de la Colonie, on peut donc réellement parler d'une continuité entre terrains affectés par l'orogénèse kundelunguienne. De manière plus détaillée, les couches gréseuses rouges du sommet de ces terrains ont un caractère nettement transgressif par rapport aux autres et marquent le mieux cette continuité. La subdivision inférieure carbonatée et parfois arénacée, presque aussi répandue, apparaît plus ou moins directement sous les grès rouges, de l'Ubangi au Katanga septentrional. Entre les deux existent en plusieurs points des formations diverses souvent continentales (tillite, conglomérats torrentiels). Du Katanga septentrional au Katanga méridional le raccord a été effectué pas à pas, et entre la subdivision carbonatée inférieure et la subdivision gréseuse supérieure s'accumule une puissante série de couches, dont plusieurs à caractère continental (2).

En d'autres termes, et en utilisant les dénominations du Katanga, les terrains affectés par l'orogénèse kundelunguienne, groupés sous le nom de Groupe du Katanga, comportent dans l'ensemble du Congo deux systèmes : le supérieur, principalement gréseux et rouge, assimilable au Kundelungu supérieur du Katanga, l'inférieur, dont la partie supérieure est carbonatée et la partie inférieure arénacée, assimilable au Roan. Entre les deux s'intercalent des séries plus ou moins locales qui atteignent leur maximum de développement pour le Congo belge, dans la zone géosynclinale du Katanga.

Terrains affectés par l'orogénèse kibarienne (ou urundienne).

Ceux-ci s'étirent en direction S.-O.—N.-E. à travers le Katanga, depuis la frontière angolaise, pour changer de nom aux environs du 5° parallèle (Groupe de l'Urundi), et encore une fois en entrant dans l'Uganda (Système de Karagwe-Ankole).

Pendant ce long trajet elles conservent leur direction et l'essentiel de leur composition. Vers le 2°30 parallèle Sud une partie de ces couches s'infléchissent graduellement vers le Nord-Ouest, pour se diriger vers la région de Stanleyville.

Le raccord direct avec le Groupe de la Liki-Bembe, de direction générale Ouest-Est de l'Ubangi est actuellement inconnu, mais est tectoniquement plausible. En outre le Groupe de la Liki-Bembe est compris entre le Système de Banzyville et le Groupe de l'Ubangi, dont la continuité respectivement avec le Groupe du Kibali et le Groupe de la Lindi est démontrée. Or le Groupe de l'Urundi, certainement plus ancien que le Groupe de la Lindi, est presque sûrement plus récent que le Groupe du Kibali *sensu stricto* (voir p. 103). Groupe de la Liki-Bembe et Groupe de l'Urundi sont donc compris entre les mêmes limites.

Terrains affectés par les orogénèses anté-kibariennes.

Sous le Groupe des Kibara-Urundi, en différentes régions du Congo, apparaissent des terrains en général assez mal connus.

On connaît actuellement en Afrique australe et centrale au moins deux et peut-être trois orogénèses antérieures à l'orogénèse kibarienne; la plus récente est relativement bien définie et datée approximativement; il est difficile jusqu'ici d'être sûr si les terrains antérieurs sont affectés d'une ou plusieurs orogénèses; il paraît vraisemblable qu'il y en a au moins deux.

Au Congo septentrional (de l'Ubangi à l'Ituri) seulement la continuité entre ces terrains a pu être établie, et dans les autres régions, pour les raccorder entre eux, on doit employer d'autres arguments que ceux de la continuité et déborder un peu dans les territoires de l'Est africain britannique.

J'établirai d'abord les relations entre Groupes de la Ruzizi, du Kibali et de l'Urundi.

1. Le Groupe de l'Urundi est discordant sur le Groupe de la Ruzizi (3); ce dernier est en continuité avec le Lower Basement Complex du Tanganyika Territory. Entre celui-ci et le Système de Muva-Ankole (c'est le nom du Groupe de l'Urundi dans ce territoire) existent divers terrains; le Nyanzian System en est la partie principale, d'origine sédimentaire partielle, en discordance sous le Muva-Ankole (4). Ceci prouve qu'au Congo belge, entre Kibara-Urundi, d'une part, et Ruzizi, de l'autre, on doit s'attendre à rencontrer des terrains d'âge intermédiaire.

2. Une première occurrence de ces terrains paraît exister au Sud d'Albertville (5) et constituer partiellement la crête des Muhila. Des couches mal connues de direction générale Est-

Ouest y sont principalement constituées d'itabirites et de cherts. Leur direction et leur composition sont différentes à la fois de celles des Groupes Urundi-Kibara et Ruzizi, tandis qu'elles sont apparentées à celles du Nyanzian System.

3. En Uganda, intercalé entre le Système de Karagwe-Ankole (Urundi) et le « Complexe de base », existe le Toro System (6) équivalent du Groupe du Mont Stanley du Ruwenzori. Le complexe de base de l'Uganda est le même que celui de l'extrême Nord-Est du Congo, souvent appelé « Complexe cristallophyllien ».

4. Le Groupe du Kibali est, ainsi qu'on le sait, superposé au même « Complexe cristallophyllien » du Nord-Est que le Système de Toro, sans que les relations stratigraphiques entre le Kibalien et ce complexe soient très claires. Une carte structurale montre que le Complexe cristallophyllien constitue une longue chaîne en arc de direction S.-S.-O.—N.-N.-E., puis S.-S.-E.—N.-N.-O., alors que le Kibalien accuse en général des directions voisines de celles du Toro System, variables mais souvent O.-N.-O. à E.-S.-E., donc orthogonales à une partie de la chaîne ancienne. Il est donc des plus probable que ces deux ensembles de composition lithologique très différente constituent deux systèmes différents, le Kibalien étant superposé au Complexe cristallophyllien (1).

5. Il existe (7) un parallélisme entre la succession des événements tectoniques et éruptifs du Ruwenzori et du Kibali. P. Michot, qui a souligné ces ressemblances, considère comme probable l'équivalence entre Groupe du Mont Stanley et Groupe du Kibali.

6. Il existe (8) un parallélisme lithologique et métamorphique entre Toro System et Groupe du Kibali. Les zones d'affleurement de ces deux systèmes ne sont séparées que par le fossé des Grands Lacs.

(1) Il n'est pas impossible que dans l'ensemble actuellement cartographié comme kibalien, existent des couches à rapporter à d'autres Groupes; de même le Groupe du Kibali peut comporter plusieurs systèmes. Une carte structurale montre cependant que la plus grande partie des terrains réputés kibaliens a une réelle homogénéité tectonique et c'est à cette partie que je réserve le nom de Groupe du Kibali qui correspond par ailleurs à un ensemble de roches de composition lithologique caractéristique.

7. Le Nyanzian System du Tanganyika Territory, outre des itabirites et des cherts, comporte des « greenstones » (laves basiques, tuffs), des laves acides et des roches micaschisteuses. Cette composition est extrêmement semblable à celle du Kibali; la direction des couches est en général pour la région voisine du lac Victoria proche d'Est-Ouest, soit une direction analogue à celle du Toro System, du « Système des Muhila » et du Groupe du Kibali; mais différente de celles du Karagwe Ankole, du Ruzizi et du « Complexe cristallophyllien » de l'Uganda et du Nord-Est du Congo (9).

8. Les géologues de la région M.G.L. Nord ont décrit une discordance entre des couches qu'ils assimilent au Groupe de l'Urundi et un ensemble plus ancien, dont une partie au moins est assimilée par eux au Groupe du Kibali (10). Si ces attributions stratigraphiques sont bien exactes, ces observations démontreraient directement au Congo l'antériorité du Groupe du Kibali par rapport au Groupe de l'Urundi. Cependant, à l'heure actuelle, les terrains de la région de M.G.L. Nord ne sont raccordés directement à aucun terrain dont l'attribution stratigraphique soit indiscutable.

Il semble donc bien que les ensembles dénommés Nyanzian System, Toro System, Groupe du Mont Stanley, « Système des Muhila », Groupe du Kibali ne forment qu'un seul groupe de terrains, affectés par une orogénèse que je dénommerai pour le Congo belge, orogénèse kibaliennne : c'est l'orogénèse wusuwamésienne de P. Michot au Ruwenzori (7).

Cette orogénèse est antérieure à l'orogénèse kibarienne (urun-dienne) et postérieure à l'orogénèse ruzizienne.

Le Système de Banzyville de l'Ubangi et le Groupe du Kibali sont un seul et même groupe : dans l'Uele des plages qui constituent la limite orientale du Système de Banzyville sont en même temps la limite occidentale du Groupe du Kibali.

De même le « Complexe cristallophyllien » de l'Ubangi, de l'Uele et de l'Ituri constitue un seul et même ensemble.

En résumé, pour les terrains anté-kibariens, tout se passe comme s'ils pouvaient être scindés en deux orogénèses : l'orogénèse supérieure ou orogénèse kibaliennne, et une orogénèse plus ancienne affectant le Groupe de la Ruzizi et pouvant être nommée orogénèse ruzizienne.

Ce n'est que par convention que d'autres terrains sont renseignés comme affectés par l'orogénèse ruzizienne; on sait seulement qu'ils sont tous certainement ou probablement antérieurs à l'orogénèse kibalienne, sans que cette antériorité implique nécessairement une contemporanéité entre ces terrains, les plus anciens actuellement connus du Congo belge.

En résumé, la chronologie relative des terrains anté-Karroo de l'intérieur du Congo belge telle qu'elle résulte des corrélations qu'on peut établir de proche en proche, du Kasai à l'Ubangi, figure au tableau de la page 110. Elle fait apparaître une succession de quatre orogénèses séparant ces terrains en quatre groupes, dont l'inférieur est conventionnel et pourrait comprendre plusieurs groupes superposés.

2. ÂGE.

Terrains affectés par l'orogénèse kundelunguienne.

Limite supérieure de l'âge des terrains anté-Karroo.

Ce qui a été dit des corrélations permet de noter la contemporanéité de tous les terrains schisto-gréseux rouges qui représentent le sommet des terrains anté-Karroo. Surmontés par le Karroo, ils sont plus anciens que la base de celui-ci et sont donc anté-Carbonifère supérieur. De plus ils sont séparés du Karroo par l'importante orogénèse kundelunguienne et une érosion marquée, de sorte qu'on peut admettre le Dévonien supérieur ou le Carbonifère inférieur comme limite supérieure pour l'âge de ces terrains.

Données paléontologiques relatives à l'âge des couches les plus récentes affectées par l'orogénèse kundelunguienne.

Ce qui est dit au paragraphe précédent permet d'attribuer à l'ensemble des terrains anté-Karroo un âge soit Précambrien seulement, soit Paléozoïque anté-Carbonifère moyen pour la partie supérieure, et Précambrien pour le reste. Les deux points de vue ont été défendus (11, 12), mais actuellement les données paléontologiques permettent de retenir la deuxième possibilité comme seule correcte.

On a récolté en effet cinq fossiles (macrofossiles) répartis à raison de deux dans les formations supérieures II de la Bilati (13), deux dans les grès et poudingues du Mont Nongo (Ituri) (14) et un dans le Kundelungu supérieur du plateau du

Kundelungu (15). En outre des microfossiles ont été décrits des couches du Groupe du Katanga et du Schisto-Calcaire du Bas-Congo. Dans l'état actuel des connaissances, ces microfossiles, comme aussi les nombreux stromatolites observés, sont de peu d'utilité du point de vue chronologique.

Les cinq fossiles énumérés n'ont pas de valeur stratigraphique précise, mais ils indiquent la certitude que les couches de la Bilati (formations supérieures) sont paléozoïques et la probabilité qu'il en est de même pour celles du Mont Nongo et du Kundelungu supérieur.

Des deux céphalopodes des formations supérieures II de la Bilati, l'un indique un âge ordovicien probable pour les couches qui le renferment. Malheureusement, celles-ci ne sont pas raccordées à l'un ou l'autre terme d'une échelle régionale classique. Tout au plus peut-on dire qu'elles sont antérieures au Schisto-Gréseux (Système supérieur du Groupe de la Lindi). Or un témoin de cette dernière formation, au Mont Nongo, renferme des fossiles dont l'un serait une *Rhynchonellidæ*. Sa présence dans ce lambeau témoin est parfaitement compatible avec l'âge siluro-dévonien que l'on devrait attribuer à ces couches en partant de l'Ordovicien pour les formations supérieures II de la Bilati.

Rappelons en outre que les grès rouges du Système supérieur de la Lindi existent en lambeaux plus ou moins isolés de part et d'autre de la crête Congo-Nil et rejoignent vers le Nord les grès à *Harlania* du Soudan.

L'âge siluro-dévonien des grès du Système supérieur du Groupe de la Lindi est donc assez bien établi et les corrélations indiquent que le Kundelungu supérieur du Katanga doit avoir le même âge.

La transgression du Gothlandien-Dévonien est d'ailleurs un phénomène général pour les continents du Sud (Gondwana) (16) et ce fait permet d'avoir confiance dans les quelques maigres restes fossiles trouvés dans ces terrains transgressifs, qui tendent à indiquer précisément pour ces terrains un tel âge.

En vertu du tableau (p. ...) on peut donc admettre un âge gothlandien-dévonien pour la partie supérieure, transgressive des différents systèmes supérieurs affectés par l'orogénèse kundelunguienne et l'Ordovicien pour certaines, au moins, des séries intercalées entre le Système supérieur et le Système inférieur, en grande partie carbonaté.

Age du Système de Roan.

Celui-ci est antérieur à la venue de la pechblende du Katanga et est donc plus ancien que 600 millions d'années. Cette date représentant le Précambrien terminal, le Système de Roan et les systèmes qui lui sont parallélisés dans le tableau sont donc précambriens (17).

Position stratigraphique de la Pechblende du Katanga.

Si l'on connaît la limite inférieure de la venue de pechblende, les conditions géologiques locales sont impuissantes à révéler le « toit » de cette venue. On peut simplement remarquer que le Kundelungu voisin de la Mine de Shinkolobwe ne paraît pas à première vue minéralisé : les recherches à ce sujet n'ont peut-être pas été suffisantes pour qu'on puisse tirer sans réserve argument de cette donnée pour conclure à l'âge anté-Kundelungu de la Pechblende.

Les venues uranifères du Katanga appartiennent à la même phase de minéralisation que les principaux gisements de cuivre katangais (18). Cette minéralisation affecte généralement la portion supérieure du Système de Roan (série des Mines et séries supérieures sous le conglomérat de Mwashya). Les couches plus élevées sont également minéralisées en cuivre, mais il s'agit généralement de phases filoniennes considérées comme plus tardives; ces manifestations filoniennes affectent le Kundelungu inférieur (notamment à Kipushi, avec une paragenèse très différente de celle des autres mines), ou le Kundelungu moyen à Kiaka, Dikulushi, etc., où ces minéralisations paraissent liées à un accident post-Kundelungu. Toutefois, déjà dans le Kundelungu moyen note-t-on une minéralisation sédimentaire de cuivre, qui est plus développée dans le Kundelungu supérieur.

On ne connaît aucun granite traversant le Kundelungu supérieur. Ceux du Sud-Est katangais semblent atteindre le Kundelungu inférieur (19) (20), mais l'examen de leurs déformations a permis à M. Gysin (19) de formuler qu'ils ont dû être mis en place antérieurement à la phase principale post-Kundelungu supérieur de l'orogénèse kundelunguienne responsable des plissements kundelunguiens.

Au Katanga septentrional, des granites « jeunes » percent les couches du Marungu, inférieures au Kundelungu supérieur, et ne sont pas connus dans celui-ci.

Au Tanganyika Territory, la venue uranifère de Morogoro, datée de 590 millions d'années, est anté-Bukoba; or les quartzites de Bukoba sont l'exact équivalent du Kundelungu supérieur.

Une partie de la minéralisation cuprifère katangaise étant anté-Kundelungu moyen, il est logique d'admettre qu'il s'agit au moins de la minéralisation principale Cu, Co, U, plus ancienne que les minéralisations filoniennes; d'autre part, les granites « kundelunguiens » sont anté-Kundelungu supérieur et ce dernier est donc postérieur à la venue de pechblende du Katanga, ce qui d'ailleurs était implicite du fait de l'âge paléozoïque donné pour ces couches par les quelques éléments paléontologiques connus.

La venue uranifère du Katanga est donc comprise entre le Système de Roan et le Kundelungu supérieur, c'est-à-dire, précisément dans la lacune stratigraphique considérable avec discordance angulaire plus ou moins marquée existant entre systèmes supérieurs schisto-gréseux rouges et systèmes inférieurs, en grande partie carbonatés, en dehors du géosynclinal katangais.

Age des séries comprises entre le Kundelungu supérieur et le Roan.

L'examen des coupures stratigraphiques au sein du Groupe du Katanga, principalement sur les bords de la région géosynclinale, fait apparaître dans l'ensemble du Groupe des coupures qui n'existent pas ou sont malaisément discernables dans le géosynclinal.

La plus ancienne de ces coupures sépare le Système de Roan du Système du Grand Conglomérat et de Mwashya et peut localement se manifester par une nette discordance angulaire entre Complexe du Grand Conglomérat et Système de Roan (22). Une deuxième coupure importante apparaît entre le Kundelungu inférieur et le Petit Conglomérat, base du Kundelungu moyen. Ce dernier niveau rabote notamment le Calcaire de Kakontwe, ce qui implique une émergence, une érosion des niveaux supérieurs au Calcaire de Kakontwe et une immersion (23). Les autres coupures sont du même ordre que cette dernière ou moins apparentes.

On a donc la preuve de mouvements tectoniques antérieurs au paroxysme de l'orogénèse kundelunguienne. On peut admettre que des venues minéralisantes se sont mises en place lors de ces mouvements.

L'existence de minéralisations sédimentaires de cuivre dans le Kundelungu moyen implique qu'une partie au moins des venues minéralisatrices est antérieure à cette série et rend improbable que la minéralisation principale à uranium, qui est la plus ancienne, soit comprise entre le Kundelungu moyen et le Kundelungu supérieur.

Mais rien ne permet de localiser la venue minéralisante avec certitude dans l'une plutôt que dans l'autre des autres coupures; toutefois la localisation de la minéralisation Cu, Co, U, etc. dans la série de Roan, alors que la minéralisation filonienne Cu.Pb.Zn affecte le Kundelungu inférieur, est une faible indication qui permet de considérer comme très possible l'âge post-Roan et anté-Grand Conglomérat et Mwashya pour la minéralisation cuprifère avec cobalt et uranium et par conséquent aussi pour la venue de pechblende.

L'âge des séries comprises entre Roan et Kundelungu supérieur est donc indécis et dépend de la position qu'assigneront les recherches futures à la venue uranifère par rapport à ces séries.

En conclusion le Groupe du Katanga débute au Précambrien terminal, pour s'achever au Silurien ou au Dévonien. Cette position rejoint à peu près celle qu'avait déjà exprimée M. Robert (24) en s'appuyant partiellement sur d'autres méthodes. L'orogénèse kundelunguienne est donc sans doute contemporaine d'une phase précoce de l'orogénèse hercynienne ou d'une phase tardive de l'orogénèse calédonienne.

La phase de mouvements tectoniques comprise entre les Systèmes schisto-gréseux et schisto-calcaire de l'Afrique centrale, mais qui n'y a qu'une intensité assez faible, pourrait être le représentant local atténué de l'orogénèse pénokéenne.

Terrains affectés par l'orogénèse kibarienne.

Des analyses d'euxénite d'un granite du Système de Karagwe-Ankola en Uganda indiquent que l'orogénèse ayant affecté ce système se situe vers 920-995 millions d'années (25). L'analyse isotopique du plomb n'étant pas encore faite, cet âge est non contrôlé et, pour fixer les idées nous admettrons pour cette orogénèse l'âge de 1.000 millions d'années en chiffres ronds.

Or l'orogénèse Karagwe-Ankole et l'orogénèse urundienne ou l'orogénèse kibarienne du Congo belge sont une seule et même chose qui trouve son équivalent dans l'orogénèse laurentienne.

Terrains affectés par l'orogénèse kibalienne.

Il semble qu'en Afrique l'orogénèse ayant précédé celle qui peut être datée de 1.000 millions d'années environ se situe aux environs de 1.300 millions d'années. Cet âge paraît vraisemblable pour l'orogénèse kibalienne. Il semble que A. Holmes soit également de cet avis, puisque dans les notes que j'ai prises lors de son exposé au Congrès de Londres en 1948, je lis qu'il établissait une corrélation entre les terrains affectés par l'orogénèse de ± 1.300 millions d'années du Mozambique et le Nyanzian System du Tanganyika Territory, qui, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, est très vraisemblablement l'équivalent de notre Groupe du Kibali, ainsi d'ailleurs que l'a récemment indiqué Holmes (26).

Sur la base de cette corrélation, on peut attribuer hypothétiquement un âge approximatif de 1.300 millions d'années à l'orogénèse ayant affecté le Groupe du Kibali et les terrains qui lui sont parallélisés dans le tableau.

Terrains affectés par l'orogénèse ruzizienne.

L'orogénèse ruzizienne, ou du « Lower basement complex », est plus ancienne que la précédente, mais son âge n'a pas encore été déterminé même de façon approchée.

Cette orogénèse pourrait être identique à celle qui affecte le Système de Swaziland (environ 2.000 millions d'années) ou plus récente. Quant au « Complexe cristallophyllien » du Nord-Est du Congo, qui est le Basement Complex de l'Uganda, rien ne permet de décider s'il est contemporain ou non du Groupe de la Ruzizi.

Le tableau résume les données exposées ci-dessus et constitue une première tentative de chronologie de l'ensemble des terrains anté-Karroo de l'Est du Congo.

Musée du Congo belge, Tervuren,
Section de Géologie.
Février-mars 1951.

Orogenèses principales	Katanga	Maniema-Kivu—Ruanda-Urundi	Ituri et Nord-Est	Ubangi	Chronologie
Orogenèse kundelunguétienne	<p>Groupe du Katanga</p> <p>Syst. du Kundelungu</p> <p>Kundelungu supérieur</p> <p>Kundelungu moyen</p> <p>Kundelungu inférieur</p> <p>Syst. du Grand conglomérat</p> <p>Série de Mwashya</p> <p>Système de Roan</p>	<p>Groupe de la Malagarazi etc.</p> <p>Couches supérieures</p> <p>Couches inférieures</p>	<p>Groupe de la Lindi</p> <p>Système supérieur</p> <p>Tillite et conglomérats torrentiels</p> <p>Système inférieur</p>	<p>Groupe de l'Ubangi</p> <p>Système supérieur</p> <p>Système inférieur</p> <p>Groupe de la Liké-Bembe</p> <p>Système supérieur</p> <p>Système inférieur</p> <p>Système de Banzyville</p>	<p>Dévonien à Silurien</p> <p>600 M.A. (4)</p> <p>Précambrien</p> <p>1000 M.A.</p> <p>(1300 M.A.)</p>
Orogenèse kibarienne ou urundienne	<p>Groupe des Kibara</p> <p>Système du Lubudi (3)</p> <p>Système de Nzilo</p>	<p>Groupe de l'Urundi (1)</p>	<p>Groupe du Kibali</p>	<p>Système de Banzyville</p>	
Orogenèse kibaliennne	<p>« Système des Muhila »</p>	<p>Groupe du mont Stanley</p>	<p>Groupe du Kibali</p>	<p>Système de Banzyville</p>	
Orogenèse ruziziennne	<p>Groupe de la Ruzizi</p>			<p>« Complexe cristallophyllien » (position incertaine) (2)</p>	

(1) Des formations assimilables au Groupe de l'Urundi se trouvent en discordance sous le Groupe de la Lindi. Leur raccord au Groupe de l'Urundi est encore peu certain.

(2) Le complexe cristallophyllien du Nord-Est de l'Ituri et de l'Ubangi est à peu près inconnu. Il est antérieur au Groupe du Kibali bien qu'il soit incertain si ce dernier est discordant ou charrié sur lui.

(3) L'inclusion du Système du Lubudi dans le Groupe des Kibara n'est pas unanimement acceptée.

(4) La venue de pechblende du Katanga est comprise entre le Kundelungu supérieur et le Roan, sa position par rapport aux autres séries katangaises est indéterminée. Dans le tableau, son âge est placé au niveau stratigraphique le plus inférieur que la venue uranifère puisse occuper.

Ce travail était remis à l'impression lorsque j'ai pris connaissance de celui de J. de la Vallée Poussin : « La stratigraphie des terrains anciens dans la région des Grands Lacs africains » (*Bull. Cl. Sc. Ac. Roy. Belg.*, 5^e sér., XXII, 1936, pp. 1100-1110).

L'auteur, se basant surtout sur les facies des terrains qu'il a observés au Tanganyika Territory, en Uganda et dans les territoires belges, aboutit à un schéma général proche de celui que je démontre ci-dessus.

En ce qui concerne l'existence et la distribution des Groupes de l'Urundi et de la Ruzizi au Kivu méridional et en Urundi, comme aussi en ce qui concerne la position stratigraphique du Groupe du Kibali de la région de Kilo et plus au Nord, ma note (3) et le présent travail apportent, en se basant sur la tectonique et la stratigraphie, une confirmation des vues de J. de la Vallée Poussin, basées pour une grande part sur des ressemblances lithologiques.

Je reviendrai sur cette question dans un travail détaillé ultérieur.

BIBLIOGRAPHIE.

1. L. CAHEN, *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LVI, 1947, p. 109.
2. L. CAHEN et G. MORTELMANS, *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LVII, 1948, p. 459.
3. L. CAHEN, *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 32 (1950), 1951, pp. 207-211.
4. G. M. STOCKLEY, *Tanganyika Terr. Geol. Surv. Bull.*, n° 7, 1935.
5. A. JAMOTTE, *Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, XX-1949-1, p. 240.
6. A. D. COMBE, *Uganda Prot. Geol. Survey Dept. Report*, 1942, p. 1.
7. P. MICHOT, *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. LXV, 1942, p. B. 253.
8. A. D. COMBE, *Uganda Prot. Geol. Surv. Dept. Report*, 1944, p. 12.
9. Publications du *Geol. Survey Tanganyika Territory*.
10. A. LHOEST, *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. LXIII, 1939-1940, p. B. 183.
11. A. SALÉE, *Ann. Soc. scientif. Bruxelles*, t. XLVI, 1926, p. 193.
12. M. LERICHE, *Ann. Soc. roy. zool. Belgique*, t. LXIX, 1938, p. 139.
M. ROBERT, voir 24.
13. A. K. MILLER, *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LX, 1951, pp. 68-72
14. J. LEPERSONNE, *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LX, 1951.
15. G. MORTELMANS, *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LX, 1951.
16. A. L. DU TOIT, *Our wandering continents*, Edinburgh, 1937.
17. L. CAHEN, *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LX, 1951, pp. 85-95.
18. M. ROBERT et R. DU TRIEU DE TERDONCK, *Copper resources of the world* (XVI Int. Geol. Congress Washington, 1933, p. 703).

19. M. LECOMPTE, *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, t. VII, fasc. 2, 1933.
20. A. JAMOTTE, *Étude des sondages de Kipula (Sud Katanga)*, publ. C.S.K., Elisabethville, 1944.
21. M. GYSIN, *Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, in-4°, t. VI, fasc. 1, 1937.
22. L. CAHEN et G. MORTELMANS, *Bull. Soc. belge Géol.*, t. XLIX, 1939, p. 143. F. DELHAYE, carnets inédits.
23. P. GROSEMANS, *Ann. Mines C.S.K.*, t. V, 1934, p. 38.
24. M. ROBERT, *Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, in-4°, t. VI, 1940, p. 104, et *Nouv. Mém. Soc. belge Géol.*, série in-4°, n° 2, 1949, p. 27.
25. A. HOLMES, *American Journal of Science*, vol. 248, n° 2, 1950, p. 81.

DISCUSSION.

M. I. de Magnée fait observer que M. L. Cahen synchronise les minéralisations uranifères avec des périodes orogéniques déterminées. Or une telle synchronisation est délicate et parfois impossible. C'est ainsi que des filons à pechblende et des pegmatites à uranite peuvent être beaucoup plus récents que le plissement qui affecte les roches encaissantes.

Par exemple, si les filons belges de plomb et de zinc contiennent de la pechblende, celle-ci ne pourrait servir à dater l'orogénie hercynienne. Elle ne donnerait qu'une limite supérieure. Les filons en question sont du reste post-triasiques.

L'imprécision est encore plus grande en ce qui concerne la pechblende de Shinkolobwe. Pour pouvoir attribuer un âge siluro-dévonien au Kundelungu supérieur, M. L. Cahen est forcé d'admettre que la minéralisation de Shinkolobwe est de loin antérieure au plissement intense qui, au Katanga méridional, affecte l'ensemble du Groupe du Katanga, Kundelungu compris. Or cette antériorité est loin d'être démontrée. M. L. Cahen cite, en faveur de cette hypothèse, la présence de minerais de cuivre sédimentaires dans les grès du Kundelungu supérieur, remaniement possible de minéralisations hydrothermales antérieures. C'est un argument peu convaincant, à mon avis. On pourrait d'ailleurs avancer des arguments en faveur de la thèse opposée.

M. Cahen répond que parmi les dates qu'il a citées, il en est en effet qui ne représentent qu'une limite supérieure, mais que la plupart datent effectivement le plissement des roches encaissantes. Dans la plupart des cas il est possible de se rendre compte si l'on a affaire à l'une ou à l'autre catégorie de chiffres.

Dans les deux cas les pegmatites et filons uranifères sont liés à une orogénèse, mais dans le premier cas cette orogénèse peut n'être localement représentée que par la venue elle-même (cas de l'uraninite de Morogoro).

Il pense qu'à la lecture de sa note, M. de Magnée se rendra compte que l'âge siluro-dévonien attribué au Kundelungu supérieur est établi sans référence à l'âge de la pechblende de Shinkolobwe. Celle-ci, étant précambrienne, est donc antérieure au Kundelungu supérieur. Tant qu'on ne reconnaît au sein du Groupe du Katanga qu'une seule phase de plissement, post-Kundelungu, cette antériorité est difficile à admettre; mais précisément M. Cahen a montré qu'il existe plusieurs phases de diastrophisme au sein du Groupe du Katanga, dont l'une très généralisée aboutit à mettre le Kundelungu supérieur en discordance angulaire sur le Roan au Katanga central et septentrional notamment. Cette discordance se retrouve dans tout le bassin du Congo et il n'y a donc plus de difficulté à admettre l'âge post-Roan et anté-Kundelungu supérieur de la venue uranifère, d'autant plus qu'outre l'argument que M. de Magnée a retenu il en existe d'autres, cités dans sa note, à laquelle il renvoie M. de Magnée.
