

## SÉANCE MENSUELLE DU 18 MARS 1947.

*Présidence de M. A. HACQUAERT, président.*

Devant l'assemblée debout, le président annonce la mort de M. Léon Bertrand, membre de l'Institut, professeur honoraire à la Sorbonne et à l'École centrale des Arts et Manufactures, membre honoraire de la Société. Il rappelle les travaux du défunt et fait l'éloge de ses grandes qualités scientifiques.

### **Dons et envois reçus :**

De la part des auteurs :

- 9593 ... La recherche scientifique au Congo belge. Commission provisoire. Publication n° 2. Elisabethville, 1947, 56 pages.
- 9594 *Baudet, J.* Pièce levalloisienne inédite. Le Mans, 1945, 3 pages et 1 figure.
- 9594 *Baudet, J.* Les instruments à retouches en sens inverses dans la chronologie préhistorique. Le Mans, 1945, 4 pages et 2 figures.
- 9595 *Baudet, J.* Paléontologie stratigraphique du calcaire dinantien du Tournaisis (Belgique). Paris, 1946, 6 pages et 2 figures.
- 9596 *Baudet, J.* La station préhistorique du bois de la Houssière, Braine-le-Comte (Hainaut) Belgique. Le Mans, 1946, 7 pages et 4 figures.
- 9597 *Deflandre, G.* La vie créatrice de roches. Le rôle bâtisseur des Êtres microscopiques et la genèse des Houilles et des Pétroles. Paris, 1941, 128 pages et 24 figures.
- 9598 *Guyot, A. L.* La flore terrestre. Paris, 1946, 130 pages.
- 9599 *Hacquaert, A.* In Memoriam Prof. D<sup>r</sup> G. G. Dept. Gand, 1946, 5 pages et 1 portrait.
- 9600 *Maurain, Ch.* L'étude de la Terre. Intérieur, couche superficielle, atmosphère. Paris, 1942, 127 pages.
- 9601 *Rothé, J.* Séismes et volcans. Paris, 1946, 135 pages et 23 figures.
- 9602 *Sandell, A.* Tektonik och morfologi inom dalformationen med omgivande urbergsterräng. Lund, 1941, 220 pages, 116 figures et 3 planches.

### **Divers :**

Il est rappelé aux membres qu'une excursion est organisée le dimanche 30 mars, dans la région de Basèches et de Bleton sous la conduite de notre collègue M. Paul Dumon.

### Communications des membres :

É. ASSELBERGHS. — *Caractères glaciaires des couches de base du Karroo dans la vallée du Kwango.* (Texte ci-après.)

M. ROBERT. — *Les traces de glaciation et les périodes climatiques glaciaires au Katanga et en Afrique australe.* (Texte ci-après.)

---

#### **Caractères glaciaires des couches de base du Système du Karroo dans la vallée du Kwango,**

par E. ASSELBERGHS.

J'ai décrit en 1920 des affleurements de roches de la base du Système du Karroo que j'avais relevés dans la vallée du Kwango, aux environs des chutes François-Joseph. Je ne me suis guère attardé, à ce moment, à préciser l'origine de ces roches.

Une pléiade de géologues s'étant occupée durant les années de guerre de la mise au point de la succession et de la synchronisation des couches du Karroo du Congo belge et des régions voisines, je crois opportun de décrire les caractéristiques des roches observées en 1914.

Il existe aux environs des chutes François-Joseph deux traînées d'affleurements de la base du Karroo <sup>(1)</sup>. Une première est visible en aval des chutes, des deux côtés du débarcadère, au pied de la colline qui domine le poste de l'État. A l'extrémité nord, les couches forment un abrupt de 3 à 4 m de hauteur, en avant et en contre-bas duquel affleurent des roches cristallines du socle. Celles-ci constituent aussi la partie plus élevée du versant. Les roches de la base sont formées de schistes et de psammites rouges intercalant des strates graveleuses.

Une deuxième série d'affleurements se présente immédiatement en amont des chutes, où ils provoquent des rapides; les couches forment dans le lit même du Kwango une traînée large de 120 à 150 m et que j'ai suivie sur plus de 1.200 m. Elles sont formées de haut en bas de poudingue à gros éléments sur

---

(1) Voir figure de la page C 90 de *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XLII, 1920.

3 m de puissance et reposant sur du poudingue pisaire avec psammites et schistes sur 1 m de puissance.

La photo ci-jointe montre que le conglomérat ne présente aucune trace de classement; des éléments de toute taille voisinent les uns avec les autres; ils sont fort irrégulièrement répartis. Formés de roches cristallines empruntées au socle, ils sont tantôt arrondis, tantôt à arêtes à peine émoussées.



FIG. 1.

Les couches les plus inférieures ne renferment pas de gros éléments, mais des parties graveleuses et pisaires. Celles-ci sont formées en majeure partie de grains de quartz anguleux, répartis irrégulièrement dans une matrice argilo-calcaire. Les grains ont le plus souvent 1 à 2 mm de diamètre; les plus gros, plutôt rares, atteignent 4 mm. On y rencontre aussi des feldspaths et des paillettes de biotite.

Les couches de base du Karroo, sensiblement horizontales, reposent en discordance de stratification sur le socle cristallin au fond de la vallée du Kwango; il est à remarquer que la surface de contact n'est pas plane, mais ondulée, ce qu'indique l'allure des couches. Ainsi, tout contre les chutes, la surface de contact incline de 25° vers le Sud.

Des couches plus jeunes du Karroo forment les plateaux de part et d'autre de la vallée; ce sont des grès friables rouges se présentant en couches horizontales. On n'observe pas la connexion entre ces grès et les couches de base.

Lorsqu'on passe en revue les caractères lithologiques et la localisation de celles-ci, on arrive à la conclusion qu'elles appartiennent à une formation glaciaire qui s'est déposée dans une vallée préexistante. Par suite du jeu de l'érosion, les quelques mètres seuls de la base du Karroo ont été conservés. La vallée du Kwango apparaît donc, aux environs des chutes François-Joseph, comme une vallée glaciaire analogue à celle que M. Polinard a décrite au Kasai dans l'entre-Lubi-Lukula <sup>(2)</sup> et analogue aux vallées glaciaires de la région du Kivu (Boutakoff et J. de la Vallée Poussin) <sup>(3)</sup>.

L'origine glaciaire des couches inférieures du Karroo et de la vallée du Kwango entraîne la révision de leur âge.

Les couches du Karroo de la région du Kwango étaient rapportées anciennement à l'étage du Lubilache et étaient synchronisées aux couches des étages Sankuru et Lualaba du Kasai. M. J. Lepersonne a montré que la partie supérieure de l'ensemble gréseux de la région appartient à la formation du Kalahari. De la partie inférieure il a fait la série du Kwango ou série supérieure du Karroo <sup>(4)</sup>.

Le conglomérat des chutes François-Joseph était donc considéré comme formant la base de la série supérieure ou, si l'on envisage la première hypothèse, comme la base de la série moyenne du Karroo.

La subdivision du Karroo du Kasai a été profondément modifiée pendant la guerre. Les couches étaient rangées anciennement en deux étages : l'étage du Sankuru, appelé maintenant série du Kwango, et l'étage de Lualaba. Celui-ci comporte au-dessus un niveau d'argilites et au-dessous, des grès, des conglomérats et des tillites. MM. Jamotte et Mortelmans ont montré le passage latéral entre l'étage de la Lukuga du Katanga (partie inférieure du Karroo) et le niveau inférieur du Lualaba

---

<sup>(2)</sup> *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XLVIII, pp. C 79 et seq., 1926.

<sup>(3)</sup> *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, t. IX, fasc. 1, 1939.

<sup>(4)</sup> *BBull. Serv. Géol. Congo belge*, t. I, 1945, p. 31.

du Kasai <sup>(5)</sup>. Il en résulte l'existence au Kasai des trois termes du Karroo qu'on appelle maintenant :

Série du Kwango;  
Série du Lualaba;  
Série de la Lukuga.

On en conclut que les tillites qu'on trouve localement dans l'Est du Kasai <sup>(6)</sup> appartiennent au conglomérat de base de la série de la Lukuga.

D'autre part, un conglomérat glaciaire existe aussi en territoire angolais, dans le bassin du Haut Kwango, à la base du Karroo. Il est également parallélisé à la tillite de la série de la Lukuga <sup>(7)</sup>.

Il me paraît donc logique de considérer les couches conglomératiques d'origine glaciaire des chutes François-Joseph comme un témoin de cette même période glaciaire et de les rapporter à la série de la Lukuga.

Il est à remarquer que je n'ai trouvé ces roches d'origine glaciaire qu'aux chutes François-Joseph. J'ignore d'ailleurs jusqu'à quelle distance elles s'étendent vers le Sud. Quoi qu'il en soit elles sont absentes aux chutes Guillaume situées à une quinzaine de kilomètres au S.-S.-E., où j'ai suivi le Kwango sur 2 km à l'aval et 2 km à l'amont des chutes, ainsi qu'une dizaine de km plus au Sud encore, à Manguba-Mabuka, point vations suivantes :

De plus, dans la vallée voisine de la Wamba, affluent du Kwango, où affleure également le socle cristallin dans la région des chutes Hedda, on n'observe pas non plus de conglomérat glaciaire. Les roches cristallines sont surmontées directement de grès friables blancs ou rouges, ainsi qu'il ressort des observations suivantes :

Aux rapides de Kisadi et aux environs, sur une longueur de 1 km, nous avons noté des grès blancs et rouges, horizontaux, sans caractères particuliers, dans le versant de la vallée, à 1 m plus haut que le granite du fond de la vallée. Entre cette roche et le grès il existe du sable brun-rouge, décomposition du grès; nous n'y avons pas vu de traces d'éléments grossiers.

---

<sup>(5)</sup> *Bull. Serv. Géol. Congo belge*, t. II (à l'impression).

<sup>(6)</sup> POLINARD, *op. cit.*

<sup>(7)</sup> *Bull. Serv. Géol. Congo belge*, t. I, 1945, p. 46

Plus au Sud, aux chutes Hedda, la vallée de la Wamba et le bas de la vallée de son affluent, la Pakusa, sont formés de roches cristallines, tandis que quelques mètres plus haut, les versants montrent du grès blanc, friable, renfermant des grains grossiers et même des grains de l'épaisseur d'un pois. Les grès de la base sont donc ici plus grossiers qu'à Kisadi. Il en est de même à une quinzaine de kilomètres plus au Sud, où l'on trouve des grès très grossiers avec des grains pisaires tout près des roches granitiques.

Dans la vallée de la Wamba, les versants sont donc formés de grès friables blancs et rouges caractéristiques de la série du Kwango, localement à grains grossiers et pisaires vers le bas, et qui reposent directement sur le socle cristallin mis à nu dans la vallée.

Nous concluons donc que dans la région du Kwango, le Karroo est représenté principalement par la série du Kwango, et, localement dans la vallée du Kwango, aux environs des chutes François-Joseph, par quelques couches d'origine glaciaire qui appartiennent à la série de la Lukuga.

#### DISCUSSION.

*M. A. Renier demande si, le conglomérat relevé par M. Asselberghs, occupant un fond de vallée, il ne peut y avoir confusion avec un dépôt alluvionnaire plus ou moins récent, c'est-à-dire avec une terrasse du Kwango. M. Asselberghs répond que, d'après ses constatations, ce n'est nullement le cas.*

---

### **Les traces de glaciation et les périodes climatiques glaciaires au Katanga et en Afrique australe,**

par MAURICE ROBERT.

Rappelons tout d'abord que dans la région du Katanga la classification des formations géologiques qui constituent le sous-bassement ancien a été établie par le Service Géographique et Géologique du Comité Spécial du Katanga et rappelons aussi que cette classification s'appuie sur l'argument géométrique.

Cet ensemble stratigraphique est limité à sa partie supérieure par la période climatique glaciaire qui s'est manifestée quand

ont commencé à se déposer les formations du Système du Karroo et dont l'âge est rapporté au Carbonifère supérieur et même, en certains endroits, au Carbonifère moyen.

Un repère important nous est fourni par la grande période climatique glaciaire localisée entre le Système schisto-dolomitique et le Système du Kundelungu, dont l'âge se situe vers la fin du Précambrien ou le début du Cambrien.

Ce repère, dont la position dans l'échelle stratigraphique semble être confirmée par la venue uranifère du Shinkolobwe, permet de rapporter les formations du Système du Kundelungu au Primaire, tandis que toutes les formations sous-jacentes seraient Précambriennes.

Les traces d'organismes et notamment les algues calcaires dans les calcaires et les calcaires dolomitiques du soubassement ancien du Katanga, malgré la valeur encore assez faible du poids qu'il faut leur attribuer en tant qu'argument chronologique, tendent cependant à apporter une certaine confirmation à la position que nous donnons à ces formations dans l'échelle stratigraphique mondiale.

Les Systèmes du Kundelungu et schisto-dolomitique, qui sont tous deux incorporés dans les plissements de la période orogénique kundelunguienne, sont séparés par les dépôts continentaux constitués par les formations glaciaires datant le plus vraisemblablement, comme il vient d'être dit, de la fin du Précambrien.

Les plissements de la période orogénique kibarienne délimitent vers le haut les formations du Système des Kibaras et les séparent de celles du Système schisto-dolomitique.

Vers le bas, la série sédimentaire du Système des Kibaras est séparée des formations du Complexe de base par la discordance de stratification résultant des mouvements orogéniques qui ont plissé ces dernières formations sans affecter les couches kibariennes susjacentes.

Le Complexe de base est encore lui-même assez mal défini, mais nous le considérons comme étant constitué par un système supérieur qui, comme les formations précambriennes qui le surmontent, appartient à l'ère algonkienne ancienne, et par un système inférieur, constitué par des formations cristallines de facies archéen.

Observons que jusqu'à présent, au Centre africain, il n'est

pas prouvé qu'aucune des formations cristallines trouvées à la base de la série sédimentaire constituée par le soubassement ancien soit réellement archéenne.

\*  
\*\*

Pour établir les raccords et déterminer les positions à donner aux couches dans l'échelle stratigraphique générale, nous donnons un poids de premier ordre à l'argument fourni par les grandes périodes climatiques glaciaires, aussi longtemps, bien entendu qu'il n'est pas prouvé que les restes organiques trouvés dans les formations géologiques du soubassement ancien ont une signification bien déterminée.

Il importe de bien préciser la signification que nous accordons à l'argument fourni par les périodes climatiques glaciaires.

Dans l'état actuel des connaissances, on ne peut tout d'abord tenir compte, pour les essais de raccord, que des seules grandes périodes climatiques de glaciation, de celles qui se sont manifestées par le développement de glaciations de large extension continentale dans certaines parties du globe et qui semblent devoir correspondre à un abaissement de température plus ou moins marqué dans des régions plus étendues d'un hémisphère et même du globe tout entier.

L'existence de traces de glaciation dans des zones localisées ne présente pas un intérêt du même ordre. De telles traces glaciaires, dues, soit à des glaciers d'altitude, soit à des variations climatiques locales pouvant être attribuées, par exemple, à des modifications de tracés géographiques, apparaissent dans des terrains de plus en plus nombreux, au fur et à mesure que les observations géologiques se multiplient. Du fait que beaucoup de traces glaciaires ont pu être détruites ou plus ou moins effacées au cours des temps, on peut même supposer qu'elles ont pu être beaucoup plus nombreuses encore que le montreront les observations.

Par ailleurs, il est certaines traces auxquelles il serait imprudent d'attribuer trop d'importance si elles apparaissent seules; ce sont notamment les dépôts saisonniers à allure de varves. De tels dépôts peuvent évidemment se former ailleurs que sous les climats glaciaires et ils ne peuvent apporter une preuve complémentaire de glaciation que s'ils sont accompagnés d'autres traces glaciaires.

\*  
\*\*

Au Katanga, comme en Afrique australe et même dans tout l'hémisphère sud, l'ensemble des formations du soubassement ancien est délimité à sa partie supérieure par le manteau des couches horizontales et continentales du Système du Karroo et plus particulièrement par les dépôts glaciaires qui se sont formés au début de cette période et qui sont dus à la grande période climatique glaciaire qui s'est développée au Permo-Carbonifère et a déjà commencé à se manifester au Carbonifère moyen.

On sait que cette période climatique froide s'est plus particulièrement développée dans l'hémisphère sud, tout en affectant cependant plus ou moins d'autres parties du globe.

Jusqu'à présent on considère généralement cette période glaciaire permo-carbonifère comme la plus importante période glaciaire des temps géologiques.

Lorsque, partant du Carbonifère, on remonte vers l'origine des temps géologiques, on n'a observé jusqu'ici qu'une seule grande période climatique qui puisse être comparée, quoique d'importance légèrement moindre, à la période glaciaire permo-carbonifère. C'est la période de glaciation fin-précambrienne ou début-cambrienne qui, comme celle de la période carbonifère, s'est plus particulièrement bien développée dans l'hémisphère sud. Ceci a permis à Alex. L. du Toit de supposer que pendant la plus grande partie du Précambrien et jusqu'au Permo-Carbonifère, le pôle sud se trouvait quelque part au Sud de l'Afrique, en y subissant au cours des temps des mouvements plus ou moins cycliques.

En remontant plus avant encore dans les temps géologiques, on trouve dans le monde, au cours de l'Algonkien ancien, des traces d'une autre période glaciaire de quelque importance, elle aussi, sans qu'elle puisse encore cependant être comparée aux deux périodes qui viennent d'être mentionnées, pas plus qu'elle ne pourrait l'être d'ailleurs à la période glaciaire quaternaire.

\*  
\*\*

*Au Katanga*, lorsqu'on dissèque de haut en bas l'ensemble des formations géologiques du soubassement ancien, soit donc les formations d'âge antérieur à la période glaciaire permo-carbonifère, on observe des traces de glaciation A dans le petit conglomérat situé à la base de la série supérieure du Système du Kundelungu.

Un grand nombre d'observations effectuées dans la région du Katanga méridional nous a permis de considérer ce petit conglomérat, d'assez faible épaisseur, avec ses cailloux en général de petites dimensions et le plus souvent bien roulés comme un horizon de cailloutis marins.

En de nombreux points cependant, cet horizon prend l'aspect d'un conglomérat à facies glaciaire et à cailloux striés (1). Nous avons estimé et estimons qu'il s'agit là de moraines plus ou moins remaniées de glaciers de vallées, de traces de glaciation d'altitude.

Dans d'autres cas et notamment dans celui cité par P. Vanden Brande (2), où il s'agit d'une de mes observations, le petit conglomérat se présente sous la forme d'une roche à pâte calcaire dans laquelle des cailloux de différentes dimensions sont distribués irrégulièrement. La pâte de cette roche rappelle celle des calcaires de l'étage I de la série supérieure du système du Kundelungu.

Il s'agit, à mon avis, d'un horizon calcaire marin déposé sous un climat tempéré chaud ou chaud et dans lequel des cailloux auraient été apportés par des glaces flottantes.

Nous considérons donc ainsi qu'au début de la période du Kundelungu supérieur, le climat régnant au Centre africain était un climat tempéré chaud qui avait subi une période de refroidissement susceptible d'engendrer des glaciations d'altitude plus ou moins développées.

Nous estimons qu'une telle période climatique centre-africaine ne peut guère correspondre qu'à la période glaciaire qui a causé la formation de la calotte glaciaire assez étendue observée au Sud-Afrique dans les « Tables Moutains Sandstones ».

En continuant à descendre dans l'ensemble des formations du soubassement ancien, après avoir traversé les couches du Système du Kundelungu, on arrive aux grandes formations glaciaires B qui se localisent entre ce dernier système et le Système schisto-dolomitique.

---

(1) P. GROSEMANS, Contribution à l'étude du conglomérat de base (petit conglomérat) du Kundelungu supérieur (*Ann. Serv. Mines C.S.K.*, t. V, 1934, pp. 14-37). — P. VANDEN BRANDE, Études géologiques dans la région de la feuille Lukafu (*Ibidem*, t. VI, 1935, pp. 51-69). — IDEM, Nouvelles observations sur le conglomérat de Mwashya et le petit conglomérat du Kundelungu (*C.S.K.*, Elisabethville, 1944, p. 37).

(2) IDEM, *op. cit.* (*Ibidem*, p. 47).

Nous avons traité ailleurs de ces importantes formations glaciaires et nous renvoyons le lecteur à ces travaux <sup>(3)</sup>.

Rappelons simplement qu'il s'agit là d'un phénomène de grande extension, d'une calotte glaciaire qui, au Katanga notamment et dans ses environs, a dû se développer sur une superficie considérable, allant peut-être jusqu'à 150.000 km<sup>2</sup>.

Lorsqu'on ne dispose pas encore de fossiles à caractères chronologiques suffisants, une telle période est un repère qui, s'il n'est pas absolument décisif, constitue cependant un argument dont le poids est de premier ordre et peut être comparé à celui qui est attribué à la période glaciaire permo-carbonifère. Cet argument, comme on peut le voir dans les travaux déjà mentionnés, nous a permis d'établir des raccords importants et de considérer que l'âge de cette grande période climatique, avec ses grandes calottes glaciaires, se localise, soit vers le début du Cambrien ou, plus probablement, vers la fin de l'ère algonkienne. Ce repère, particulièrement important pour la géologie du Katanga, nous a amené à rapporter le Système du Kundelungu à l'ère primaire et toutes les formations sous-jacentes au Précambrien.

Des traces de glaciation *C* apparaissent un peu en dessous des grands dépôts glaciaires de la base (par extension) du Système du Kundelungu. Elles sont observées dans le petit conglomérat de la série de Mwashya, soit dans la série supérieure du Système schisto-dolomitique. Ce sont là des traces de glaciations peu nombreuses et assez dispersées. Nous les attribuons à des glaciations locales, à de simples glaciers d'altitude.

A ce moment le climat devait être froid et assez sec. Les sommets devaient cependant recevoir assez d'humidité pour que des glaciers locaux puissent s'y développer et donner naissance à des glaciers de vallée qui en descendaient.

Le climat est ensuite resté froid et sec, pour devenir plus froid et surtout plus humide lorsque s'est développée la grande période glaciaire du début kundelunguien.

Les traces glaciaires *C* du conglomérat de Mwashya correspondent en réalité à une période froide qui prélude à la grande période climatique glaciaire base kundelunguienne et qui en quelque sorte tend à gonfler celle-ci.

---

<sup>(3)</sup> C.C.K., *Publications relatives à la carte du Katanga*, op. 8 et 10.  
— M. ROBERT, *Le Congo physique*, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> éditions.

On est ainsi amené à supposer que la grande période glaciaire *B*, que nous avons tout d'abord considérée comme située à la base du Système du Kundelungu et que nous plaçons à présent entre la période kundelunguienne et la période schisto-dolomitique, se rattache plus intimement à la série supérieure du Schisto-dolomitique qu'à la série inférieure du Système du Kundelungu. En réalité elle se localise entre les deux.

Lorsque l'on continue à descendre dans la série des formations sédimentaires du soubassement ancien, on atteint la base du Système schisto-dolomitique, où une observation, faite par A. Jamotte et P. Vanden Brande, signalait des traces de glaciation, E. R. Maurice (4) estime, par ailleurs, que le poudingue auquel on pourrait attribuer une origine glaciaire ne forme pas un horizon repère à la base du Roan. Ce conglomérat oligistifère se présente également dans le socle. Ceci a amené A. Jamotte à revenir sur cette question dans une note récente (5). Il en résulte que nous n'avons pas de preuves de l'existence de traces glaciaires au début du Schisto-Dolomitique, ni au Katanga, ni au Centre africain.

Dans ma conception, étant données de telles considérations, il n'est même pas permis de supposer qu'une période climatique glaciaire aurait pu se développer à ce moment dans ces régions.

Par ailleurs, j'aurais tendance à considérer les traces de glaciation signalées par A. Jamotte comme devant être plutôt rapportées à des couches anciennes appartenant au Système supérieur du Complexe de base.

Nous avons montré ailleurs que les sédiments kibariens, de même que les sédiments du Système du Witwatersrand, se sont déposés dans des mers à température relativement froide.

Une tillite a été observée dans la série inférieure du Système du Witwatersrand.

Au Centre africain, G. Mortelmans a signalé l'existence de dépôts saisonniers qu'il qualifie de varves, dans plusieurs horizons de la série supérieure des Kibaras. Il pense, d'autre part, qu'un conglomérat de la série inférieure kibarienne pourrait être une tillite métamorphisée.

(4) R. MAURICE, Région du Sud-Est de Sakania (*S.R.M.S.K.*, 1935).

(5) A. JAMOTTE, Traces de glaciation ancienne à la base de la série du Roan inférieur... (*Bull. Soc. géol. de Belgique*, t. LXX, 1946-1947, p. B. 51).

Il y a ainsi de grandes probabilités pour qu'au cours de la période froide du Kibara en Afrique du Sud et au Centre africain se soit développée une période climatique glaciaire d'une certaine importance.

Il reste à mentionner pour le Katanga les traces de glaciation signalées par A. Jamotte, dont il a été question plus haut et qui, selon nous, se localisent dans le Système supérieur du Complexe de base.

Le tableau schématique des traces de glaciation au Katanga se présente comme suit :

Système du Kundelungu	}	Sér. sup. . . Traces glaciation locale <b>A</b> .	
		Sér. inf.	
		Grande période glaciaire <b>B</b> .	
Système schisto-dolomitique	}	Sér. sup. . . Traces glaciation <b>C</b> à rattacher à <b>B</b> .	
		Sér. inf.	
		Pas de traces glaciaires.	
Système des Kibaras	}	Sér. sup. . . Traces dépôts saisonniers	}
		Sér. inf. . . Traces tillite?	
Complexe de base	}	Syst. sup. . . Traces glaciaires <b>E</b> .	
		Syst. inf.	

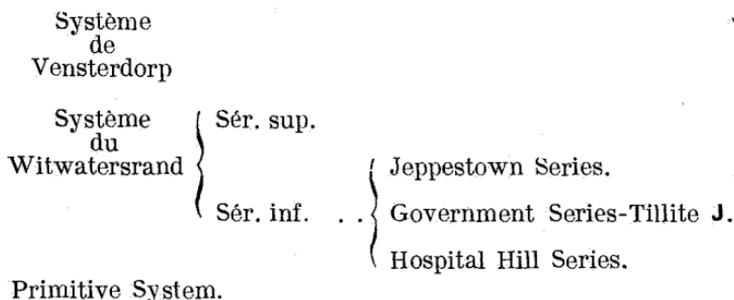
\*  
\*\*

Voyons à présent comment se sont manifestées les traces de glaciation en Afrique australe et tout d'abord dans les hauts plateaux de l'Afrique du Sud, dans la zone intérieure du continent.

En dessous de la série de la Dwyka, avec sa grande tillite correspondant à la grande période glaciaire de début du Karroo, on trouve ce qui suit :

Système de Waterberg	}	Système du Cap	}	Witteberg Series.	
				Bokkeveld Series.	
				Tables Mountains Series-Tillite <b>G</b> .	
		Système du Transvaal	}	Pretoria Series (et Grikwatown Series) avec importante tillite <b>H</b> .	
				Dolomites Series.	
				Black Reef Series.	

*Pas de traces glaciaires à la base.*



La tillite *G* est assez importante. Elle peut atteindre une épaisseur de 30 m et se développe sur une longueur observée de 528 km. Il s'agit de dépôts qui doivent correspondre à une période climatique glaciaire qui s'est manifestée et développée dans l'extrême Sud de l'Afrique australe. Son âge est localisé au Silurien supérieur, début du Dévonien.

La tillite *H* de la « Pretoria Series » et de la « Grikwatown Series » correspond à une importante période climatique glaciaire; en Afrique australe, elle se développe largement sur un territoire dont la superficie est évaluée à 8.000 milles carrés.

La tillite *J* se trouve dans des sédiments qui ont dû se déposer dans des eaux de climat froid. Cette tillite apparaît en lentilles occasionnelles, dans des couches en gros bancs de roches argilo-sableuses non litées, avec cailloux et blocs épars portant des stries glaciaires.

La tillite, qui est le témoin de la plus importante période glaciaire de l'Afrique australe, antérieure à la période permo-carbonifère, est la tillite à laquelle nous donnons l'indice *H*.

Par rapport à cette période permo-carbonifère, elle occupe une position semblable à celle de la tillite *B* de la base du Système du Kundelungu.

Nous avons estimé et estimons ainsi que c'est avec une grande sécurité relative qu'on peut raccorder la grande tillite de la base du Kundelungu *B* à la grande période climatique glaciaire de la série de Pretoria et la « Grikwatown Series » du Système du Transvaal *H*.

Nous sommes amené à raccorder avec une certaine probabilité les traces glaciaires de la série supérieure du Kundelungu *A* à la tillite *G* du Système du Cap.

Quant à *D* et à *J*, ils se raccordent sans difficulté, mais ils présentent une importance beaucoup moindre que *B* et *H*.

Nous passons sous silence les formations glaciaires qui ont

été signalées dans le Système de Lomagundi de la Rhodésie du Sud. La situation de ces traces de glaciation dans les formations sédimentaires semble devoir être révisée.

\*  
\*\*

Le problème se complique singulièrement lorsqu'on passe dans la zone occidentale du continent africain, soit dans le Namaland et dans la bande de l'ancien Ouest africain allemand, ainsi que dans son prolongement septentrional.

C'est à la solution de ce problème que travaillent actuellement les géologues de l'Afrique du Sud.

Nous allons tâcher de schématiser les données de ce problème.

Lorsqu'on passe dans la zone occidentale du plateau continental, au Namaland, on trouve des formations d'allure assez calme qui forment notamment le « Nama System », tandis que plus à l'Ouest, dans la zone côtière, les couches sont fortement plissées.

L'étude dont il est fait mention ci-après est surtout importante du fait qu'elle donne une succession des formations géologiques applicable non seulement à la bordure occidentale du plateau africain, mais aussi à la zone côtière atlantique, affectée par des plissements parfois violents.

Une communication faite récemment par P. G. Söhngne et John de Villiers (6) à la « Geological Society of South Africa » résume la stratigraphie de la « Richtersveld area » du Namaqualand de la manière suivante, en allant de haut en bas :

5. Nama System.	}	3 { Fish River Beds. Schwarzrand. 2 Schwarzkalk limestones and shales. Tillite L. 1 Kuibis quartzites. Tillite M.	
4. Numees Series	}	Upper limestones. Arkoses with limestones lenses. Lower limestones. Tillite-At least 600 feet-N.	} 420 pieds.

(6) P. G. SÖHNIGE and JOHN DE VILLIERS, Resume of the geology of the Richtersveld and the Eastern Sperrgebiet (*Trans. Geol. Soc. S. A.*, vol. XLIX).

Unconformable on the « Kaigas Series ».

- |  |   |  |
|--|---|--|
| 3'. Kaigas Séries.   | } | Calcareous rocks.<br>Argillæous rocks, arenaceous rocks.<br>Tillite <b>P</b> .   |
| 3. Shinkfontein Series (Grits-quartzites and volcanics).       |   |  |
| 2. Gariiep System  | } | (Probably = Damara System)<br>cut by gneiss and granit.<br>Arkoses, schists, marbles and quartzites.<br>Scheared Tillite and marble <b>R</b> . |
| 1. Kheis sediments and volcanics and intrusive « old granit ». |   |  |

Si nous passons à présent en revue les traces de glaciation observées jusqu'à présent dans les couches de la bande occidentale de l'Afrique australe, nous obtenons ce qui suit :

*L.* — C. M. Schwelnus (7) signale une faible couche de tillite à la partie inférieure de la « Schwarzkalk Series », avec une surface de roches moutonnées sous-jacentes. Cette surface moutonnée est située à la tête de la « Kuibis Series ». L'extension de cette tillite est très localisée et très limitée.

*M.* — Sur la rivière Orange, les « Nabas beds », développement local du Système de Nama, contiennent un complexe de tillite. C'est une formation locale peu importante (8).

*N.* — A la base de la « Numees Series » existe une tillite importante, largement développée et épaisse au moins de 600 pieds; elle repose en inconformité sur la « Kaigas Series » sous-jacente.

La « Numees tillite » peut représenter la base du Système de Nama avec sans doute, cependant, une lacune entre elle et la « Kuibis Series ».

*P.* — A la base de la « Kaigas Series » existe une tillite, mais cependant de peu d'extension.

*R.* — Dans le « Gariiep System » existe une tillite cisailée et métamorphisée.

(7) C. M. SCHWELNUS, The Nama tillite in the Klein Kharas Mountains S. W. A. (*Trans. Geol. Soc. S. A.*, vol. XLIV, 1941, p. 19).

(8) JOHN DE VILLIERS, The age of the Numees tillite relative to the Nama system (*Trans. Geol. Soc. S. A.*, vol. XLVIII, 1945, p. 135).

Ce dernier système est parallélisé par J. de Villiers avec le « Damara System », qui présente à sa base la « Chuos Series », ce qui rapporterait la tillite base du « Gariep System » à la « Chuos tillite » de Gevers <sup>(9)</sup>.

Dans toute la série des formations qui viennent d'être passées en revue et qui sont antérieures à la glaciation permo-carbonifère du Système du Karroo, les traces de glaciation sont nombreuses, comme on peut le voir.

Lorsqu'on passe des couches les plus récentes aux plus anciennes, les traces les plus importantes rencontrées sont celles de la « Numees tillite », qui doivent se rapporter à une période climatique glaciaire bien accentuée.

Vers le bas de la série des couches, la « chuos tillite » doit être aussi le témoin d'une période climatique glaciaire, notable mais très ancienne.

\*  
\*\*

Abandonnons pour un instant la coupe de Söhgne et de Villiers et observons que, dans le Système d'Otavi, constitué, en allant de bas en haut, par 1° des conglomérats et des grès; 2° des calcaires et des dolomies, et 3° des quartzites, H. D. Le Roex <sup>(10)</sup> trouve une tillite dans les calcaires, au-dessus de dolomites à algues et de dolomites à structures organiques. Ce serait, d'après l'auteur, un dépôt apporté par des glaces flottantes dans une mer assez chaude. Il s'agirait ainsi de formations dues à des glaciers d'altitude formés au cours d'une période à climat assez chaud.

Sur la rivière Bas-Cunene, Beetz a signalé des formations glaciaires surmontées de quartzites, schistes et calcaires. Idem au plateau de Chella en Angola <sup>(11)</sup>.

Une tillite est aussi observée à Bembe, dans l'Angola.

On arrive ainsi au Bas-Congo, avec son conglomérat glaciaire surmonté par la série schisto-calcaire.

\*  
\*\*

---

<sup>(9)</sup> GEVERS and BEETZ, *Predwyka Glacial Periods in South Africa* (Abstracts of *Paper XVII congress, Moscou*, p. 219).

<sup>(10)</sup> H. D. LE ROEX, A tillite in the Otavi Mountains S. W. A. (*Trans. Geol. Soc. S. A.*, vol. XLIV, 1941, p. 207).

<sup>(11)</sup> W. BEETZ, *Trans. Geol. Soc. S. A.*, vol. XXXI, 1934, p. 137.

L'examen des traces glaciaires au Katanga, au plateau continental intérieur de l'Afrique australe et dans la zone sud-ouest du continent africain peut se résumer de la manière suivante :

*Au Katanga*, on trouve une seule grande période climatique *B*.

Des traces de glaciation locale d'altitude assez importantes, *A*, peuvent être observées au début du Kundelungu supérieur.

Les traces du Mwashya, *C*, préludent à la grande période glaciaire *B*.

La période kibarienne est froide, *D*, mais elle semble plutôt être une répercussion affaiblie vers le Nord d'une période froide méridionale.

Quant aux traces *E* du Complexe de base, elles sont essentiellement locales.

*Dans la zone intérieure de l'Afrique australe*, on n'observe qu'une seule grande période climatique glaciaire, celle des tillites de la série de Prétoria et de la « Grikwatown Series » *H*.

La période froide du Witwatersrand, *J*, quoique mieux marquée qu'au Centre africain, est cependant d'importance secondaire.

*Dans la zone occidentale de l'Afrique du Sud*, deux importantes périodes climatiques glaciaires se manifestent; celle de la « Numees tillite » *N* et celle, beaucoup plus ancienne, de la « Chuos tillite » *R*.

Les autres traces de glaciation sont nombreuses, comme on a pu le voir plus haut, mais elles sont locales et paraissent être dues à des glaciations d'altitude.

La glaciation du Système du Cap, *G*, est cependant, elle aussi, bien accentuée.

\*  
\* \*

Vues dans leur ensemble, les choses se passent comme si, en accord avec une hypothèse faite par Alex. L. du Toit et déjà mentionnée plus haut, le Pôle sud s'était trouvé, pendant une bonne partie du Précambrien et jusqu'au Permo-Carbonifère, quelque part au Sud de la position actuelle du continent africain, en y subissant cependant des déplacements plus ou moins importants. Il aurait provoqué de cette manière dans la zone méridionale de l'Afrique le développement de périodes froides dont l'intensité serait allée en décroissant progressivement vers le Nord.

Comme lors de la glaciation permo-carbonifère, la grande période glaciaire représentée par la « Numees tillite » et par la tillite de la série de Prétoria et de la « Grikwatown Series » s'est développée largement jusqu'au Centre africain et elle s'est répercutée puissamment dans le monde, comme nous l'avons montré ailleurs à propos de la période glaciaire de la fin du Précambrien.

Quant à la glaciation de la « Chuos Series », très ancienne, elle est sans doute d'âge vieil algonkien et elle a pu se répercuter dans le monde, mais les observations faites en Afrique centrale et en Afrique australe à ce propos ne sont pas encore suffisantes.

Les autres périodes froides se manifestent surtout dans le Sud et elles ne semblent avoir eu que de faibles répercussions plus au Nord.

\*  
\* \*

Jusque dans ces derniers temps il était classique d'admettre en Afrique du Sud que le Système de Nama était l'équivalent du Système du Transvaal. Cette manière de voir empêche de faire des raccords logiques entre les périodes glaciaires et les traces de glaciation. Les essais qu'on pourrait faire ainsi n'engendreraient que trouble et confusion.

Cette difficulté de donner une solution logique au problème des raccords des périodes glaciaires est considérée comme si importante et l'on semble lui donner un poids si fort, comme je le fais d'ailleurs moi-même, qu'elle incite les géologues sud-africains à remettre en question la parallélisation du Système de Nama avec celui du Transvaal. Ce problème doit évidemment être traité et résolu par les géologues de l'Afrique australe et nous n'avons pas l'intention d'intervenir dans le débat.

Je puis cependant dire que, d'après une communication qui m'a été adressée par Alex. L. du Toit, ce géologue éminent, qui prépare actuellement une 3<sup>e</sup> édition de sa « Geology of South Africa », serait disposé à considérer le « Nama System » comme étant plus jeune que le « Transvaal System » et comme étant plutôt un facies des « Matsap-Waterberg-Umkondo Systems ». Cette manière de voir, avec laquelle nous sommes d'accord,

permettrait de faire des raccords qui, à mon avis, s'imposent, à savoir :

Période de la « Numees tillite » = période de la tillite séries Prétoria et Grikwatown = grand conglomérat glaciaire base Kundelungu au Katanga = grand conglomérat glaciaire du Bas-Congo.

Par ailleurs, je crois que l'on peut considérer le raccord suivant comme étant probable :

Glaciation Table Mountain Sandstone = *M* de la coupe de de Villiers = petit conglomérat de la série supérieure du Kundelungu au Katanga.

Comme nous l'exposons ailleurs, et notamment dans le *Congo physique*, 3<sup>e</sup> édition, nous estimons que, dans l'état actuel des connaissances, il convient, pour tenter d'établir des raccords, d'attribuer le poids le plus fort à l'argument fourni par les grandes périodes climatiques glaciaires, aucun argument n'ayant cependant pas un poids suffisant pour être décisif.

L'avenir nous apprendra si cette position, seule logique actuellement, pourra être maintenue.

Bruxelles, le 10 février 1947.

---