

SÉANCE MENSUELLE DU 16 DÉCEMBRE 1947.

Présidence de M. R. MARLIÈRE, vice-président.

Devant l'assemblée debout, le président prononce l'éloge funèbre de M. Raymond De Dycker, chef du Service géologique du Congo belge, dont la mort inopinée sera profondément regrettée par tous ceux qui ont été en relations avec cet excellent géologue. De Dycker a fait beaucoup pour le développement des études géologiques dans la Colonie. Son action s'est exercée surtout sur la partie nord-orientale du bassin du Congo et le territoire adjacent du Ruanda-Urundi. Il avait créé de toutes pièces à Costermansville un laboratoire de recherches qui est le premier en Afrique tropicale et qui est outillé de façon à rendre les plus grands services tant dans le domaine purement scientifique que dans le domaine minier. Sa disparition prématurée est un coup particulièrement sensible pour la Géologie coloniale. Il était membre de notre Société depuis 1939.

Le président annonce également la mort de M. Ernest Dubois, membre de la Société, à laquelle il était très attaché, depuis 1909.

Sur sa proposition, les personnes suivantes sont admises en qualité de membres effectifs de la Société :

MM. ROLAND GIGOT, étudiant, 23, rue du Berceau, à Marbais; présenté par MM. Marlière et Schellinck.

GUY DUHOUX, étudiant, 25 rue Vandervelde, à Stambruges; présenté par MM. Marlière et Schellinck.

ROBERT DEPASSE, étudiant, 49, rue Madeleine, à Jemappes; présenté par MM. Marlière et Schellinck.

MAURICE CLEREBAUT, 7, rue Jean Friot, à Roux; présenté par MM. Marlière et Schellinck.

PIERRE BECCO, 38, rue des Représentants, à Jemappes; présenté par MM. Marlière et Schellinck.

CARLOS FREIRE DE ANDRADE, ingénieur géologie ARCS, ARSM, Londres, collaborateur du Service géologique du Portugal et du Musée de Minéralogie et de Géologie de l'Université de Lisbonne, Casal novo, S. João do Estoril, Portugal; présenté par MM. de Magnée et Parmentier.

F. MOUTA, ingénieur des mines I.S.T., géologue du Service géologique de l'Angola, B. P. 205, Loanda (Angola); présenté par MM. Cahen et Cambier.

Divers :

Comme suite au désir exprimé par la Légation de Suède, nous faisons part à nos membres de ce que le VIII^e Congrès International de Botanique se tiendra à Stockholm en juillet 1950.

Nous transmettrons à nos membres que ce Congrès intéresse toutes les informations que nous recevrons ultérieurement à ce sujet.

Dons et envois reçus :

- 9647 Institut Danois des Échanges Internationaux de Publications scientifiques et littéraires I.D.E.
Dania Polyglotta. Répertoire bibliographique des ouvrages, études, articles, etc. en langues étrangères parus en Danemark de 1901 à 1944.
I. Ouvrages. Copenhague, 1947, 299 pages.
Deuxième année, 1946. Copenhague, 1947, 59 pages.
- 9648 *Jonet, S.* Présence d'un Squale du genre *Cetorhinus* dans l'Oligocène de Roumanie. Bruxelles, 1947, 3 pages et 2 figures.
- 9449 *Lugeon, M.* Hommage à August Buxtorf et digression sur la nappe de Morcles. Bâle, 1947, 24 pages et 2 figures.
- 9650 *Mathieu, G.* et *Waterlot, G.* Résultats stratigraphiques et hydrogéologiques des forages du Pont de Lavaud, près La Couture (Vendée). (Feuille de Fontenay-le-Comte au 1/80,000^e.) Paris, 1942, 12 pages et 2 figures.
- 9651 *Sacco, F.* La contrazione del globo terrestre. Ager, 1946, 16 pages et 1 figure.
- 9652 *Sacco, F.* Sima e sial nell-evoluzione planetaria. Torino, 1947, 12 pages et 3 figures.
- 9653 *Waterlot, G.* L'anticlinal du Loudunais aux environs de Montreuil-Bellay. (Feuille de Saumur au 1/80.000^e.) Paris, 1942, 20 pages, 1 planche et 7 figures.
- 9654 *Waterlot, G.* Sur l'extension au pays basque de la grande faune graptolithique de Sardaigne. Paris, 1943, 8 pages.

- 9655 *Waterlot, G.* L'évolution de l'Ardenne au cours des diverses phases des plissements calédoniens et hercyniens. Paris, 1945, 44 pages et 21 figures.
- 9656 *Waterlot, G.* Résultats géologiques et hydrogéologiques des puits et forages communaux de Le Quesnoy (Nord). Lille, 1946, 12 pages.
- 9657 *Waterlot, G.* Hydrogéologie de la région Sud-Est de Valenciennes. Lille, 1946, 11 pages et 2 figures.
- 9658 *Waterlot, G.* Les éponges réticulées des Psammites du Condroz (Famennien supérieur). Description de deux espèces nouvelles. Lille, 1946, 36 pages, 4 planches et 2 figures.
- 9659 *Waterlot, G.* Les formations tertiaires continentales (meulières et sidéolithique) de la région d'Airvault (Deux-Sèvres). Lille, 1947, 9 pages.
- 9660 *Buttgenbach, H.* Les minéraux de Belgique et du Congo belge. Liège, 1947, 573 pages, 397 figures, 17 planches et 1 carte.

Communications des membres :

L. CAHEN et J. LEPERSONNE. — *Présentation d'une nouvelle carte géologique du Congo.* (Texte ci-après.)

F. DELHAYE et G. BORGNEZ. — *Contribution à la connaissance de la géographie et de la géologie de la région des sources de la Lukenie et la Tshuapa supérieures.* (Texte ci-après.)

E. CLAEYS. — *Première étude des Sables du Kalahari du Congo occidental.* (Texte ci-après.)

Présentation d'une carte géologique d'ensemble du Congo belge (*),

par L. CAHEN et J. LEPERSONNE.

La carte que vous avez devant les yeux a déjà été présentée en septembre au Congrès du Centenaire de l'A.I.Lg. Il paraît inutile de répéter ici ce qui a été dit là-bas, et nous nous bornerons à quelques remarques pouvant intéresser les géologues belges.

(*) Manuscrit remis au Secrétariat en séance.

Depuis l'édition de 1930 de la carte géologique du Congo belge par P. Fourmarier, aucune carte géologique d'ensemble n'a été dressée (hormis une petite esquisse au 5.000.000^e, due à la Commission de Géologie du Ministère des Colonies), bien qu'un grand nombre de levés dans toutes les régions de la Colonie aient été exécutés depuis cette date.

Au lendemain de la guerre, qui avait amené de nombreux contacts entre géologues des diverses régions du Congo, une telle réalisation devenait souhaitable et en grande partie réalisable.

L'existence d'une carte topographique raisonnablement correcte au 1,000,000^e était une facilité et c'est à cette échelle que la minute a été dessinée; pour la publication, la Commission de Géologie du Ministère des Colonies envisage une réduction légèrement simplifiée au 2.000.000^e.

*
* *

Si l'on excepte les terrains de l'étroite zone côtière, les formations géologiques du Congo belge peuvent être réparties en formations de couverture, subhorizontales, datant du Carbonifère supérieur ou permien jusqu'au Quaternaire, et formations du soubassement, ondulées ou plissées, et plus anciennes.

Les premières s'étendent à l'ensemble du territoire congolais et leur chronologie peut être fixée paléontologiquement. Leur représentation cartographique ne pose donc pas de problème spécial.

Les secondes, au contraire, qui affleurent dans de nombreuses régions, principalement au pourtour de notre territoire africain, n'ont jamais jusqu'ici livré de fossiles utilisables stratigraphiquement et n'ont pu que rarement être connectées les unes aux autres géographiquement. De nombreuses discussions se sont élevées au sujet des corrélations entre différentes régions du Congo, et le problème qui se posait à nous était de permettre de ces questions une vision aussi objective que possible.

Choisir une teinte différente pour chaque formation régionale eût été créer une mosaïque sans signification et il nous a fallu faire un choix entre les différentes hypothèses qui ont été avancées; assez naturellement nous nous sommes arrêtés à celle que nous avons nous-mêmes défendue, soit seuls, soit avec des collègues et notamment devant cette Société de Géologie; toutefois, la teinte seule ne caractérise pas entièrement

la position du terrain représenté; dans la succession stratigraphique, elle est accompagnée d'un signe constitué par un groupe de lettres et de chiffres caractéristique de chacune des six grandes régions que l'on distingue habituellement dans l'étude géologique du Congo.

La subdivision des terrains anciens du Congo reste donc encore régionale; toutefois, la carte indique aussi l'hypothèse de corrélation qui a la faveur de la plupart des géologues congolais.

En ne teintant que les régions pour lesquelles existent des documents, de valeur d'ailleurs très inégale, nous avons limité la part de l'hypothèse et montré en une certaine mesure l'avancement des travaux; notre carte permet de se rendre compte que si le Sud du Bassin du Congo est relativement bien connu, le Nord et l'Est sont en général à un stade d'études moins avancé, et la cuvette centrale n'est connue que par les travaux de F. Delhaye et G. Borgniez, dont vous avez la primeur aujourd'hui même.

Avant de terminer, nous ajouterons que les noms qui figurent parmi les collaborateurs de notre carte sont ceux de géologues qui ont bien voulu nous aider en nous confiant des levés originaux ou des tracés synthétiques inédits. Nous n'aurions pu citer tous ceux dont les documents publiés sont à la base des tracés que nous avons adoptés; aussi sied-il de leur adresser ici nos remerciements.

Enfin nous exprimons le souhait que dans quelques années, grâce aux travaux de leurs successeurs, notre carte, qui actuellement représente sensiblement l'état des connaissances géologiques au Congo belge, ne soit plus qu'un des jalons marquant le progrès de ces connaissances.

Tervuren, décembre 1947
Section de Géologie, Minéralogie et Paléontologie.
Musée du Congo belge.

**Contribution à la connaissance
de la géographie et de la géologie de la région de la Lukenie
et de la Tshuapa supérieures ⁽¹⁾,**

par F. DELHAYE et G. BORGNIEZ.

(Notice préliminaire.)

INTRODUCTION.

En 1927, notre regretté confrère Fernand Delhaye entreprit, en même temps que l'exploration minière, l'étude géologique des environs de Loto. En 1928, j'eus la bonne fortune de collaborer avec lui à l'exécution des recherches dans le bassin de la Lukenie, en aval de Kole, et de profiter des enseignements de sa longue et savante expérience. En 1929 et 1930, j'ai poursuivi les études dans la région de la Lukenie et de la Tshuapa supérieures.

A diverses reprises, l'un et l'autre de nous avons exposé ou publié, de façon synthétique, des observations fragmentaires. A ce jour aucun travail détaillé d'ensemble n'a été publié. Je me suis fait un devoir de combler cette lacune.

Évoluant dans le cadre d'un programme bien défini, à objectifs pratiques immédiats, le géologue-prospecteur, disposant de moyens et de temps réduits, doit, bien souvent, se limiter à percevoir des problèmes et à les poser sans pouvoir les résoudre. F. Delhaye et moi-même avons partagé ce sort. S'il m'arrive d'exprimer des conclusions et d'émettre des hypothèses, c'est sur la base d'observations dont l'interprétation peut, cependant, laisser à désirer. Aussi me suis-je astreint à établir une séparation nette entre les faits relevés et les déductions tirées. Dût le texte en souffrir par des longueurs et des répétitions, je me suis attaché à mettre en évidence soit le fil conducteur qui m'a guidé, soit les lacunes qui peuvent favoriser les errements.

(1) Exposé présenté par M. G. Borgniez et résumant un mémoire destiné à être publié, sous le même titre, dans les *Annales du Musée du Congo belge*; manuscrit remis au Secrétariat le 10 janvier 1948.

Les territoires parcourus, compris entre le premier et le quatrième degré de latitude Sud, de part et d'autre du 23° méridien, chevauchent sur les provinces de l'Équateur et du Sankuru. La littérature géologique ne fait état que d'un passage rapide de Ball et Shaler. Des confins de ces régions, cependant, on connaît les observations de maints explorateurs. Qu'il me soit permis de faire une mention particulière du récent travail du R. P. Leclercq. Ce dernier, à l'occasion de l'exercice de son sacerdoce, a noté des faits à l'Est de Coquilhatville et a ainsi apporté une large contribution à la connaissance de pays si délaissés.

Depuis vingt ans, la géologie et la morphologie congolaises ont enregistré d'énormes progrès, ce qui m'a entraîné, parfois, à réviser des opinions anciennement émises.

En l'absence presque totale d'affleurements, les investigations géologiques ont été réalisées par de petits sondages disposés sur des versants raides. Les levés ont été effectués à la boussole, à la chaîne et au baromètre; le tachéomètre est intervenu pour des levés nécessitant quelque précision. Aucun point géodésique ou astronomique n'a été relevé, qui aurait pu servir de base, et les tracés sont, de ce fait, frappés d'imprécision.

I. — ESQUISSE GÉOGRAPHIQUE.

Dans l'étendue des régions parcourues, les rivières principales coulent à des altitudes supérieures à 450 m, alors que les points culminants sont situés au delà de 700 m.

Entre les méridiens de Kole et de Lodja, la forêt équatoriale étend encore son domaine jusqu'à la crête Lukenie-Sankuru et la déborde même largement pour atteindre Lusambo; de part et d'autre de ces deux méridiens elle reflue vers le Nord. La forêt équatoriale, envisagée dans son ensemble, présente une remarquable uniformité de constitution sur de vastes espaces. Mais chaque unité morphologique possède sa flore propre et la forêt des plateaux secs est différente de celle des versants ou des plaines humides. Les indigènes connaissent parfaitement leur forêt, dont ils tirent des bois, des résines, des fruits, des condiments, des graisses, des médicaments, des poisons, du vin. Ils contribuent involontairement à sa disparition en ouvrant, pour leur installation, des clairières qui favorisent l'avancée de la savane.

En maints endroits des crêtes de partage, le voyageur qui traverse le pays se trouve sur des reliquats d'un plateau de cote inférieure à 650 m; il est porté à y voir les prolongements du plateau du Kasai, qui aurait été découpé par les vallées.

Si ce voyageur s'écarte des crêtes en direction de l'un ou l'autre fond de grande vallée, il éprouve la nette impression de



FIG. 1. — Forêt normale de plaine alluviale.

passer de l'un à l'autre d'une succession de gradins étagés, plus ou moins bien conservés; la notion d'évolution fluviale se fait jour. Les indigènes, les firmes commerciales, l'administration territoriale ont tiré parti de cette disposition pour établir leurs villages, leurs installations, leurs postes sur des replats.

Dans cet ensemble ainsi schématisé, les rivières ont découpé, dans un manteau sableux épais, un relief assez prononcé vers le Sud et s'atténuant vers le Nord.

Le maintien de tel relief en terrain meuble est assez inattendu.

Sous le couvert de la forêt, une surface établie se conserve dans un remarquable état de fraîcheur si elle n'est en butte qu'aux seules actions de ruissellement.

Les talus déterminés par les ruisseaux récents se maintiennent sous des pentes s'approchant parfois de 40°.

La forêt est souvent invoquée dans la lutte contre l'érosion, mais son rôle ne paraît pas toujours bien défini.



FIG. 2. — Le plateau entre les bassins du Sankuru et de la Lukenie, près de Shenga Oswé.

Au centre, une termitière.

A l'arrière-plan, avancées de forêt en savane.

Près de la Lukenie on passe à loisir de la forêt à la savane, établies toutes deux sur des terrains identiques et soumises à des précipitations analogues. Les graminées de la savane, par leur densité, présentent souvent aux eaux pluviales un obstacle bien plus important que les arbres de la forêt; ceux-ci laissent sans protection de larges étendues de terrain. A chaque pluie, contrairement à ce qui se passe dans la forêt, la savane est le siège d'un ruissellement érosif d'intensité variable. Elle est incapable, comme le fait la forêt, de maintenir le sol sableux

dans un état d'humidité constante qui facilite l'absorption immédiate des eaux de précipitation. La savane défend moins bien son territoire et permet, à l'occasion, le développement de ravines en entonnoir. D'une façon générale, ses reliefs sont plus émoussés, les formes initiales sont moins bien conservées et les talus n'atteignent guère que la moitié des pentes observées en forêt.

On n'enregistre, dans les régions parcourues, qu'une légère atténuation, vers le Sud, du climat équatorial. Celui-ci se caractérise par une constance de la température avec des écarts diurnes faibles et uniformes et une pluviosité assez continue. La forêt entretient une humidité débilitante.

Le réseau hydrographique présente quelques particularités frappantes.

Le bassin de la Lukenie s'étale, en direction Est-Ouest, en un ruban long de 650 km et large de 80 à 100 km. Lodja est situé à un nœud hydrographique remarquable où convergent des artères de directions diverses. Une situation assez analogue se représente en divers points de la rive droite et notamment près de Kole.

Le Sankuru inférieur, prolongé par la Lubefu et le Kasai inférieurs, coule suivant la même direction; mais, tandis que le flanc Nord du bassin complexe abritant ces trois artères se réduit à quelques dizaines de kilomètres, le flanc Sud s'étale sur plusieurs centaines de kilomètres et est découpé par de multiples tributaires au cours Nord-Sud.

La Tshuapa décrit un coude en aval de Moma, coude qui ressemble à celui du Sankuru en amont de Bena-Dibele. Elle recueille les eaux de divers tributaires coulant suivant une direction S.-E.—N.-W.

Ces observations superficielles éveillent l'idée d'influences tectoniques intervenant dans la distribution du réseau hydrographique.

Celui-ci a entaillé des sables sans cohérence qui constituent un réservoir aquifère idéal et contribuent au fonctionnement ininterrompu des rivières.

Sous le couvert de la forêt, l'infiltration étant favorisée, le façonnement des fonds de vallées par les eaux courantes est bien plus prononcé que celui des versants par les eaux ruisse-lantes. En pays de savane, cette propriété est quelque peu atténuée.

La densité des rivières n'est guère que de 1 à 1 ½ km par kilomètre carré en forêt et est moitié moindre en savane. Dans les régions forestières équatoriales à sous-sol dur et à relief accentué, cette densité peut dépasser 10 km.

Les fonds de vallées constituent une des caractéristiques de ces contrées. Ils dégagent l'impression d'avoir acquis spontanément un état d'équilibre avec une pente longitudinale atteignant jusqu'à 5 pour mille, une plaine alluviale large et un bief torrentiel très réduit. En direction du Nord les profils en long sont plus affaissés et les plaines alluviales plus étendues, ce qui développe l'importance des marais. Mais les versants gardent toujours une certaine raideur; à Bosamonene, le versant droit de la Tshupa, haut d'une trentaine de mètres, accuse une pente de 20 à 25°.

II. — ÉTUDE GÉOLOGIQUE.

1. Étude stratigraphique.

L'étude stratigraphique a été réalisée par des coupes réduites relevées en 400 points environ et réparties sur un territoire de 40.000 km². Il serait téméraire, dans ces conditions, de parler d'étude géologique si la structure ne présentait une grande uniformité.

Les renseignements de prospection ont été mis à contribution et ont complété les informations par sondages.

Les investigations ont pu suivre, en profondeur, une assise d'argilites ou de schistes, d'extension généralisée. Tantôt le sommet, tantôt un point quelconque, rarement la base, ont été atteints et jamais n'ont été relevées ni la puissance, estimée à une cinquantaine de mètres, ni la composition de détail, qui paraît présenter une alternance d'assises différemment argileuses.

Ces argilites reposent sur un complexe gréseux, rarement atteint, et recoupé sur une épaisseur maximum de 40 m. Sur ces argilites se développe un ensemble de grès argileux. Tantôt cet ensemble se présente en une succession calme à strates plus ou moins gréseuses et, avec une épaisseur de 35 m, passe, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un niveau graveleux, à l'assise gréseuse qui le recouvre. Tantôt des graviers sporadiques s'insinuent dans les formations. Tantôt ces graviers prennent une place prépondérante et révèlent, par leurs stratifications, un complexe fluvio-littoral. Tantôt, enfin, la sédi-

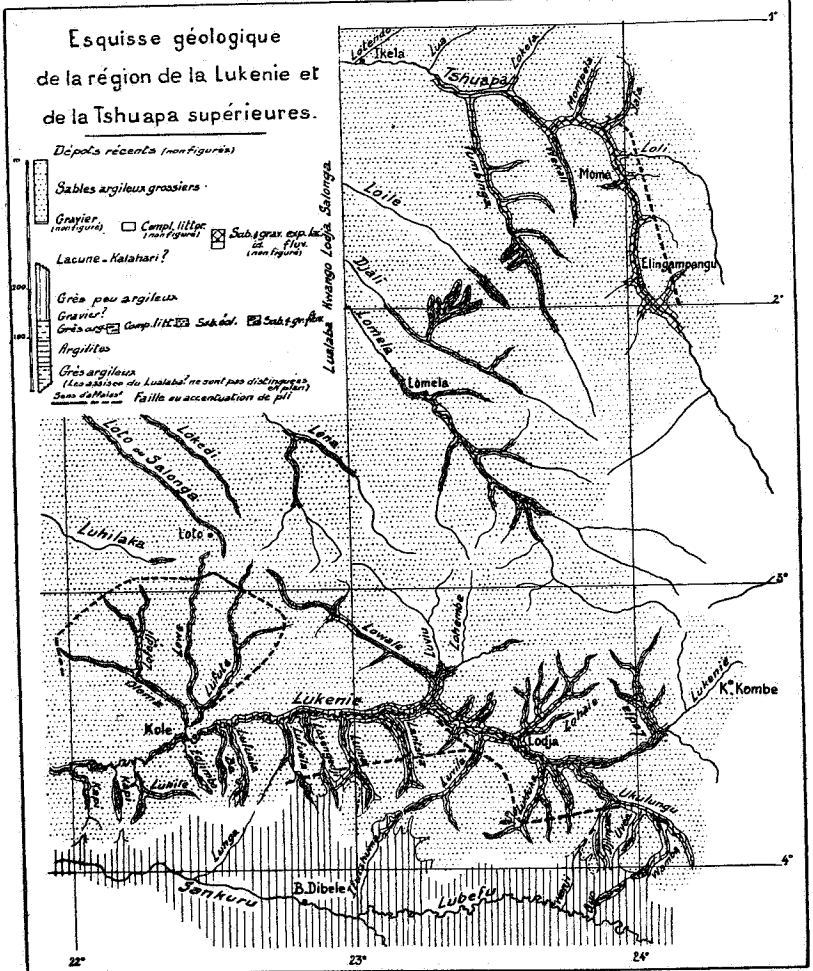
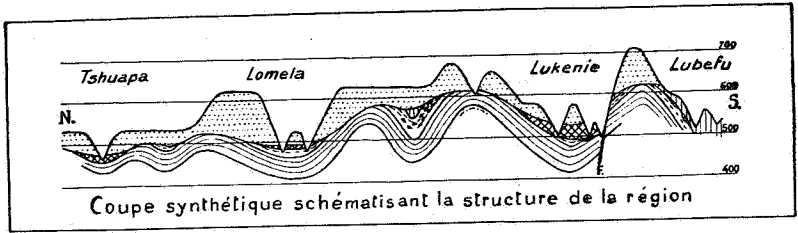


FIG. 3.

mentation a été complètement interrompue et a fait place à un régime purement terrestre avec sédiments fluviaux et éoliens.

L'assise de grès surincombante fait donc suite à la précédente, ou directement, ou avec la coupure graveleuse plus ou moins marquée, ou, encore, s'étend en transgression sur l'un ou l'autre des horizons inférieurs.

Ainsi est mise en évidence une tendance à l'émergence qui s'est réalisée, notamment, dans le bassin de la Lubefu. On peut prévoir qu'elle a pu avoir lieu sur de grands espaces et entraîner le démantèlement plus ou moins profond du soubassement. Ailleurs, au contraire, on pourra ne relever aucune interruption de sédimentation.

Sur la base de cette émergence partielle, deux étages ont été distingués. La ligne littorale n'a pu être déterminée.

L'étage supérieur, comprenant au moins une partie des grès du Sankuru, près de Bena-Dibele, correspondrait à celui « *du Kwango* ». Bien représenté vers le Sud, il ne subsiste plus guère sur le versant septentrional du bassin de la Lukenie et n'a pas été retrouvé vers le Nord. L'étage inférieur serait l'équivalent de celui « *du Lualaba* » ?

Dans ce complexe graveleux fluvio-littoral, la présence de blocs d'argilite dans des couches sableuses a été relevée en deux endroits. Bien façonnés, disposés de façon quelconque dans des sables à grain fin et régulier dénotant une sédimentation calme, ces blocs d'argilite stratifiée, d'un volume atteignant jusqu'à 100 dm³, auraient été apportés par flottaison.

La phase de sédimentation du Kwango a été interrompue pour faire place à un complexe de phénomènes. Des blocs de grès et conglomérats silicifiés pourraient constituer des témoins de l'extension du Kalahari moyen. Ces phénomènes ont abouti à l'établissement d'un réseau fluvial.

Dans la région de Kole, les dépôts fluviaux ont été reconnus en divers endroits, dans des fonds de vallées actuelles.

Près de Lodja ils n'ont pu être séparés de sables et graviers ayant une certaine extension latérale attribuée à des expansions lacustres et rangés sous la dénomination d'étage « *de Lodja* ». Une réserve a dû être formulée quant à la confusion qui pouvait naître du fait de la ressemblance avec des assises du Kwango.

Aux environs de Lomela, ces formations ont été reconnues de façon très localisée.

Dans le bassin de la Tshuapa, des sables, ordinairement peu cohérents, avec graviers, paraissant avoir une certaine extension, ont été rapportés à cet étage.

Ce régime fluvial a dû établir une pénéplaine imparfaite et a été suivi d'une immersion, avec dépôts locaux d'un complexe fluvio-littoral et dépôt généralisé de sable grossier avec base graveleuse. Celui-ci, avant de s'étendre sur tout le pays, combla

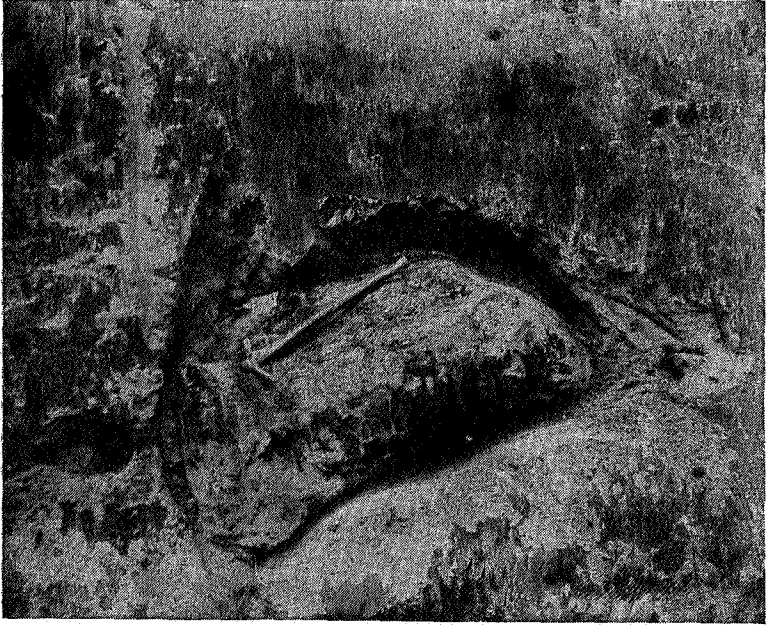


FIG. 4. — Bloc d'argilite dans des sables fins, peu argileux.

d'abord les anciennes dépressions, qui paraissent cependant avoir été quelque peu nivelées. La puissance maximum des dépôts de bassin, dénommés « *de la Salonga* », s'établit aux environs de 120 m. Leur âge peut être rapporté, avec un certain doute, au début du Pléistocène.

Des mouvements épirogéniques entraînèrent l'émersion, au moins partielle, et déterminèrent l'évolution subséquente qui est mise en évidence par l'étude morphologique.

A la suite de cette évolution, les couches de la Salonga apparaissent comme un manteau d'extension généralisée au Nord

de la crête Sankuru-Lukenie. L'épaisseur de ce manteau peut avoir été réduite, en certaines zones, à presque rien. Les rivières l'ont entamé ou traversé. Vers le Sud, les sables de la Salonga ont dû avoir une certaine extension que l'érosion a réduite et qui n'a pu être définie.

2. Étude tectonique.

En quelques-uns des rares points d'affleurement, les formations inférieures montrent une stratification variée et une légère pente, atteignant cependant jusqu'à 5°. Les directions relevées sont N.-W.—S.-E. et N.-E.—S.-W. Dans l'ensemble, ces formations paraissent affecter une allure en ondulations avec des inclinaisons de l'ordre de 1°.

La base graveleuse de l'étage de la Salonga est ondulée, avec des pentes d'une fraction de degré. Les ondulations présentent quatre directions qui peuvent être rangées en deux doubles systèmes de plis conjugués. Dans chaque système on peut distinguer des plis principaux dont les flancs sont affectés par des plis secondaires.

Les ondulations tectoniques déterminent l'allure des branches maîtresses du réseau hydrographique actuel. Ce réseau se superposant à des reliquats fluviaux anciens, on peut donc conclure à l'origine structurale et à la permanence des vallées principales, tout au moins de certaines d'entre elles.

L'un des systèmes, avec directions N.-W.—S.-E. et N.-E.—S.-W., la première étant dominante, paraît bien représenté vers le centre de la cuvette, tandis que le second serait développé à la périphérie avec des plis de directions voisines de Nord-Sud et Est-Ouest.

Dans le bassin de la Lukenie on observe parfois la superposition des quatre directions; le même phénomène, bien qu'assez atténué, se présente aussi dans le bassin de la Tshuapa.

Les plis d'un système ne sont pas toujours strictement parallèles, mais, au contraire, par leur convergence, peuvent développer un aspect festonné.

En différents points est apparue une dénivellation anormale de la base graveleuse de la Salonga. En quelques endroits la cause a pu en être attribuée à des failles normales de quelques dizaines de mètres de rejet. Ailleurs, le problème n'a pas été tranché et il peut s'agir d'une simple amplification de l'allure déprimée.

La question de l'âge relatif des mouvements n'a pu être réglée de façon satisfaisante; l'étude morphologique fournira quelques arguments complémentaires. Il apparaît cependant qu'il faut distinguer plusieurs phases de mouvements. Si l'on ne peut écarter le jeu des ondulations Nord-Sud et Est-Ouest au cours des premières phases, il semblerait que ces plis aient dû jouer tardivement pour, notamment, individualiser les bassins de la Lukenie et du Sankuru, et imprimer à l'ensemble du réseau fluvial son allure actuelle.

3. Étude criblométrique des formations.

Cette étude, effectuée il y a une quinzaine d'années, avec des moyens réduits et sur la base des données de l'époque, ne répond pas aux progrès réalisés par cette science.

Sur la planche consacrée à la criblométrie, les histogrammes traduisent les résultats d'un certain nombre d'analyses. Pour chacune des catégories sableuses un liséré plus ou moins foncé indique, de façon qualitative, le degré d'usure atteint par les grains.

La question de l'origine des sables de la Salonga fut l'objet de soucis. Par leur nature grossière et l'absence de stratification, ces sables ne peuvent être catalogués avec certitude. Ils évoquent plutôt l'idée de produits de remaniement.

Ils présentent des caractéristiques criblométriques et morphoscopiques uniformes suivant une coupe verticale, mais variant progressivement suivant l'extension horizontale, pour converger vers des normes dans la région Lomela-Djali. Ces sables grossiers comportent habituellement des grains fins peu nombreux et des grains moyens présentant une gamme de degrés d'usure, et des gros grains d'aspect anguleux.

Les grains arrondis jusqu'à la sphéricité, un certain nombre montrent la superposition d'une surface polie par l'eau et d'une surface picotée par le vent. Ces grains ont été, soit apportés par le vent dans l'eau qui les aura triturés, soit repris à des formations sous-jacentes.

Dans la région de Lomela-Djali-Tumbinga, les plus gros grains sont bien arrondis et la composition criblométrique est assez constante. Ces caractéristiques se développent progressivement à l'approche de cette zone, que l'on vienne du Sud, de l'Est ou de l'Ouest.

Les sables de la Salonga présentent généralement une criblométrie plus grossière que celle des niveaux connus dans leur soubassement, sauf les assises graveleuses ou conglomératiques. Celles-ci ont pu alimenter les sables de la Salonga en gros grains, qui n'apparaissent bien arrondis que dans la zone Lomela-Djali-Tumbinga.

L'ensemble des caractéristiques relevées sur le terrain et fournies par l'étude criblométrique tend à affecter à ces sables une origine lacustre, peut-être avec intervention de phénomènes accessoires réalisant une situation complexe. L'analogie de l'aspect des sables de la Salonga et de celui des dépôts du Tchad est frappante.

Les sables de l'étage de Lodja et les grès de celui du Kwango présentent des caractères analogues à ceux des sables de la Salonga, mais les grès du Kwango ont une criblométrie plus fine. Les uns comme les autres possèdent une certaine quantité de grains dont le modelé par l'eau efface le facies éolien primitif.

Cette dernière remarque est également applicable aux grès argileux surmontant les argilites et rapportés comme elles — avec doute — au Lualaba. Mais ces grès présentent une extrême variation de composition. Leur dépôt a été alimenté, de façons diverses, par des apports éoliens tantôt de grains moyens, tantôt de grains divers, tandis que, par épisodes, les apports furent nuls. Cette caractéristique s'applique également à des intercalations gréseuses dans les argilites sous-jacentes.

Les sables éoliens présentent, selon les termes de M. André Cailleux, qui confirme la dénomination admise autrefois par feu Lucien Cayeux, l'empreinte remarquable de leur processus de façonnement.

De forme sphérique ou sphéroïdale, ils se rangent dans des limites criblométriques très étroites, pour leur presque totalité entre 0,40 et 0,55 mm. Débarrassés de leur enduit, les grains révèlent leur nature quartzreuse. Leur surface est finement chagrinée, parfois striée et présente rarement une petite figure de percussion.

L'aspect et la composition des sables fluviaux sont considérablement influencés par les sables éoliens du voisinage.

Les grès inférieurs aux argilites offrent une diversité de composition granulométrique et d'aspect morphoscopique. Mais, tandis que pour les niveaux sus-jacents l'usure par l'eau affecte parfois des surfaces chagrinées par le vent, ce ne paraît pas être le cas ici. Le façonnement, jusqu'à la sphéricité, de certains grains devrait être attribué à l'action de l'eau.

Des examens qui ont fourni la matière à cette digression on peut tirer les conclusions suivantes :

1. Des formations telles que celles de la Salonga ont mis à contribution des assises du soubassement et des apports plus ou moins lointains, peut-être par des agents de transport variés. Leur étude lithologique ne peut être dissociée de celle des roches de leur soubassement, de leur voisinage, et, d'une façon générale, de toutes les formations détritiques. Le vœu qu'on peut formuler à cet égard rencontre l'idée émise par M. André Cailleux, qui a bien voulu s'intéresser à ces problèmes : étendre l'étude lithologique aux diverses formations détritiques du Congo.

2. Les catégories sableuses inférieures à 0,3 mm ne portent que rarement l'empreinte d'un façonnement caractéristique. Elles ne peuvent cependant être négligées à l'examen que moyennant une certaine prudence.

3. Des sables de composition granulométrique analogue présentent parfois des différences morphoscopiques sensibles. Il serait souhaitable de mener et de figurer conjointement la criblométrie, l'étude morphoscopique et l'examen des minéraux divers.

4. Les variations de composition et d'aspect sont souvent graduelles. On peut tenter de les localiser et de repérer l'intervention de nouvelles sources d'apport en multipliant le nombre de catégories.

5. On a déjà beaucoup discuté la question de figuration en diagrammes. Ceux-ci, devant traduire des résultats de phénomènes naturels, devraient tenter de faire intervenir des mesures en relation avec ces phénomènes : la vitesse de lévigation, par exemple.

Etude criblométrique

Sables Salonga

Loto

%

+217



Tumbinga

+182



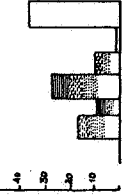
Tshuapa

+172

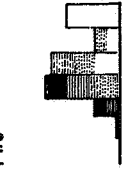


Lufute

+216

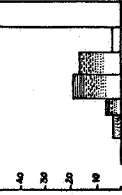


+176



Lowale

+231



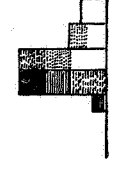
Djali

+203



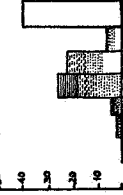
Lomela

+120



Lukenie

+237

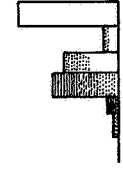


Sables Lodja

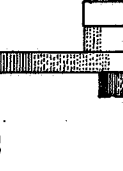
+110



+237



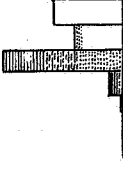
+32



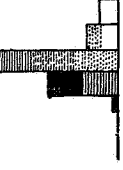
Grès et conglomérats Kwango

Kwango suite

+36



+49



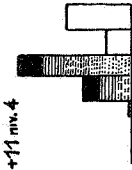
+49



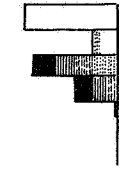
Sables et graviers fluviaux

Lualaba?

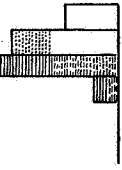
Grès supérieurs aux argilites +11 niv.4



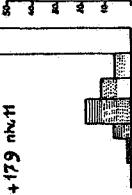
niv.3



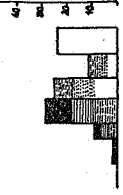
niv.2



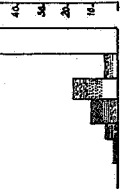
Grès inférieurs aux argilites +179 niv.11



niv.9



niv.8



niv.7



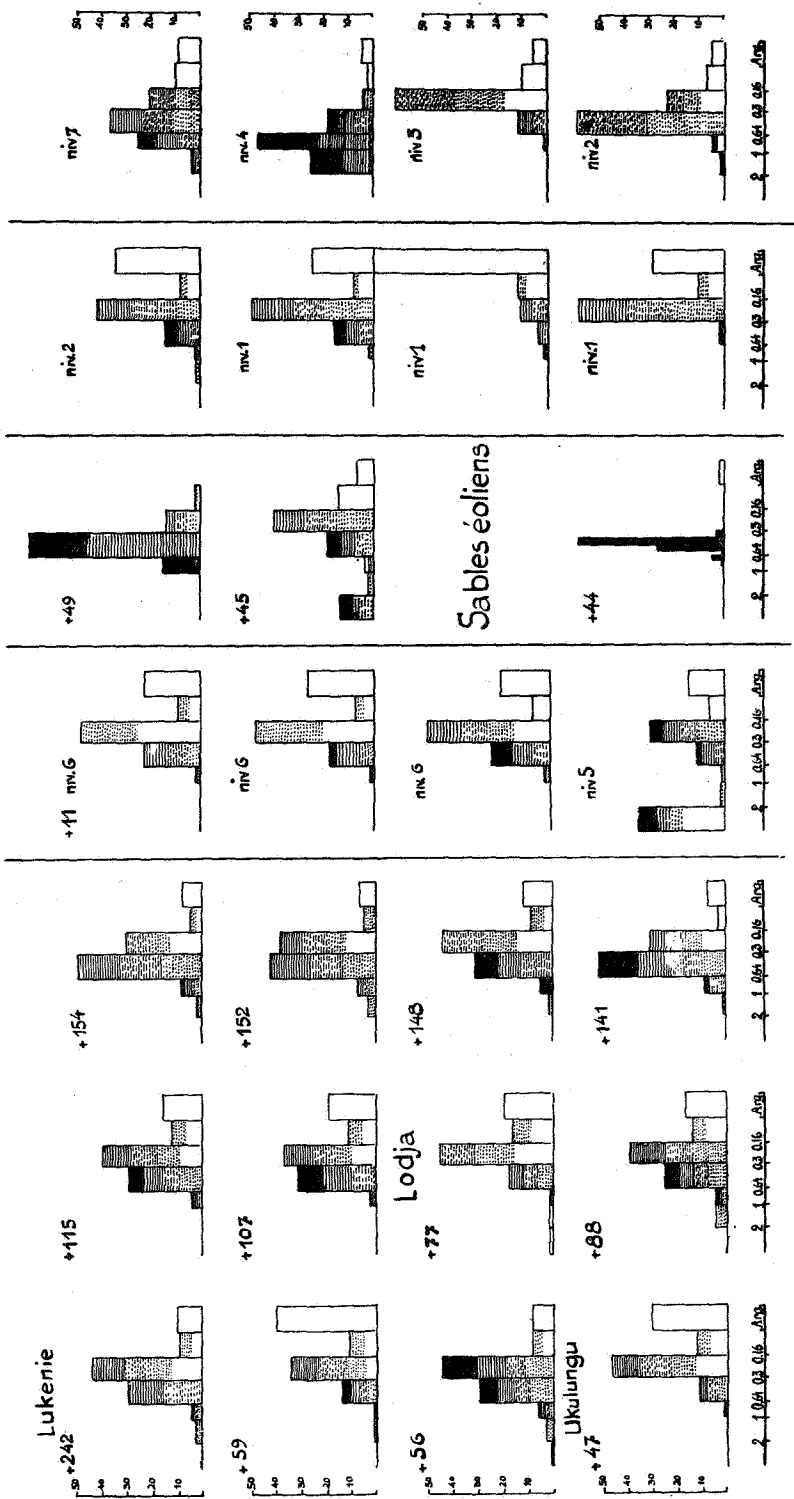


FIG. 5. — Histogrammes.

4. Les systèmes du Kalahari et de la Busira.

Il n'a guère été fait allusion au premier de ces systèmes et le second n'a pas été mentionné dans ce qui précède.

Certaines analogies entre les sables de la Salonga et ceux du Kalahari supérieur militeraient en faveur de leur corrélation. D'autres arguments se dressent à l'encontre de cette hypothèse.

Sous la dénomination de « Busira » on a groupé diverses formations lacustres ou fluviales. Dans cet ensemble rentrent des sables jaunâtres que le R. P. Leclercq voit s'étendre en puissance, en direction d'Ikali, lieu voisin de ceux où les sables de la Salonga ont été définis. Il y a là plus qu'une ressemblance en faveur d'une concordance.

III. — ÉTUDE MORPHOLOGIQUE.

Les plateaux visés au début de l'exposé ne constituent pas les points culminants du pays. S'étendant à des altitudes voisines de 625 m, ils sont occasionnellement dominés par des reliefs plus élevés, atteignant et dépassant 700 m, qui acquièrent eux-mêmes vers le Sud-Est une allure de plateau. C'est ce dernier qui se rattache au bas-plateau du Kasai déterminé par la pénélaine fin tertiaire. C'est là un des arguments qui poussent à attribuer aux dépôts de la Salonga un âge pléistocène inférieur.

Aux environs de Kole, des reliquats de ce plateau, disposés en trois quarts d'arc de cercle, déterminent, dans le bassin de la Lukenie supérieure, trois zones ayant évolué différemment et qui seront présentées plus loin.

La signification du plateau de 700 m a échappé à nos investigations.

Le plateau de 625 m est bien représenté près de Loto et au Nord de Lodja. Il s'étend dans la région de Lomela et jusqu'à la Tshuapa. L'absence de renseignements certains au Nord de Katako-Kombe ne permet pas de déterminer si cette région est occupée par la plate-forme 625 ou par le plateau supérieur.

En direction du Nord, faisant suite au niveau 625 par l'intermédiaire d'un abrupt relatif, on trouve, vers l'altitude 530 m, un nouveau replat paraissant s'étendre largement vers le Nord,

l'Ouest et l'Est. Ce niveau surplombe légèrement les terrasses alluviales bordant la Tshuapa en une série complète.

Au Sud de Katako-Kombe, la crête Lukenie-Lomami est percée d'un large col de cote 575, abritant des marais. Il faut voir là la trace laissée par un ancien cours d'eau venant du Sud-Est et s'écoulant vers le Nord-Ouest en déterminant un certain aplanissement. Sur la base des lectures barométriques et de levés insuffisants, le niveau 575 a été individualisé. Son rattachement au niveau 530 n'est pas impossible. Le niveau 575 surplombe les terrasses alluviales de la Lukenie.

En bordure de ce niveau, des replats de cote 600 indiquent un ancien niveau d'aplanissement presque entièrement disparu.

Aux environs de ses sources actuelles, la vallée de la Lukenie est largement ouverte et porte l'empreinte d'une évolution poussée. Cette évolution s'est réalisée suivant des axes S.-E.—N.-W. et S.-W.—N.-E.

La situation est différente entre Lodja et Kole, alors que la Lukenie coule de l'Est vers l'Ouest.

En aval de Kole on retrouve, avec une vallée plus étalée, des traces de niveaux d'aplanissement aux altitudes 600, 560 et 530. Les deux premiers se sont développés suivant un axe N.-E.—S.-W.; le dernier surplombe la série complète des terrasses alluviales.

Une coupe, complétant l'esquisse géomorphologique, présente l'aspect sculptural de la région en relation avec son allure structurale définie par la base graveleuse de la Salonga.

La signification du niveau 700 reste dans l'ombre; il couronne des épaisseurs, de l'ordre de 100 m., de sables de la Salonga et se situe sur des dômes tectoniques.

Les niveaux 625, 600, 575 et 530 laissent subsister des épaisseurs variables des formations supérieures; ils sont dus à l'aplanissement.

Le niveau 625 surmonte occasionnellement de fortes épaisseurs de sables. Cette situation est en relation avec des ondulations N.-W.—S.-E. L'établissement du niveau 700 aurait été suivi de mouvements provoquant ou amplifiant les ondulations de ce système; on ne peut cependant écarter la possibilité du

jeu des plis du second système, mais leur action éventuelle fut très faible.

L'établissement du niveau 530 paraît avoir été précédé de nouveaux mouvements. Un certain doute plane au sujet de cette hypothèse, que d'autres arguments viennent appuyer.

La division du bassin supérieur de la Lukenie en trois zones tend à montrer l'établissement relativement récent du tronçon de rivière entre Kole et Lodja. Ce tronçon est logé dans un synclinal qui serait ainsi d'âge récent et aurait provoqué la capture de la Lukenie supérieure.

Suivant un parallèle passant au Sud de Loto, la base graveleuse des formations de la Salonga, en relation avec une ondulation Est-Ouest, atteint des altitudes de 650 m., cote qui n'est relevée nulle part ailleurs.

On est ainsi ramené devant l'éventualité de plis tardifs d'orientation Est-Ouest ayant individualisé le groupe de bassins Sankuru-Lukenie.

En aval de Kole, le gauchissement des niveaux 560 et 600 constitue un argument de plus en faveur de cette hypothèse.

A Elingampangu, la vallée de la Tshuapa est profondément encaissée dans le plateau 625. Elle est autrement étalée en amont, comme d'ailleurs en aval. La Tshuapa supérieure a dû appartenir à un autre bassin et être capturée à une époque relativement récente. Quant à la Tshuapa aval, elle doit l'élargissement de sa vallée à l'intervention d'un affluent oriental, récemment décapité.

Si l'on s'écarte de la Lukenie, des réflexions du même ordre sont inspirées à l'observation de la Lubefu et du Sankuru, dont les axes Nord-Sud ou Est-Ouest sont occupés par des vallées encaissées.

En conclusion, une accumulation d'éléments montre que la région de la Lukenie supérieure a été le siège d'une évolution complexe dont les axes étaient orientés N.-W.—S.-E. et N.-E.—S.-W.; elle tend à montrer que des mouvements déterminant des ondulations Est-Ouest et Nord-Sud ont agi tardivement pour imprimer au réseau hydrographique son allure actuelle, notamment par voie de captures. Elle tend également à faire partager cette évolution par les régions du voisinage.

Aucune mention n'a été faite de la nature fluviale ou lacustre des niveaux 530 et 625. Le doute ne pourrait être levé que moyennant un complément d'investigations, mais il semble que

ce soit en faveur de l'aplanissement lacustre. Aux plages lacustres se rattacheraient des digitations fluviales et les niveaux 600 et 575 appartiendraient à ces dernières.

L'évolution morphologique a été complétée par le façonnement de terrasses et de plaines alluviales bordant, en un ensemble continu, les biefs navigables du réseau hydrographique.

Les environs de Kole ont été l'objet des premières investigations en terrasses. L'échelle initiale y a été dressée avec niveaux

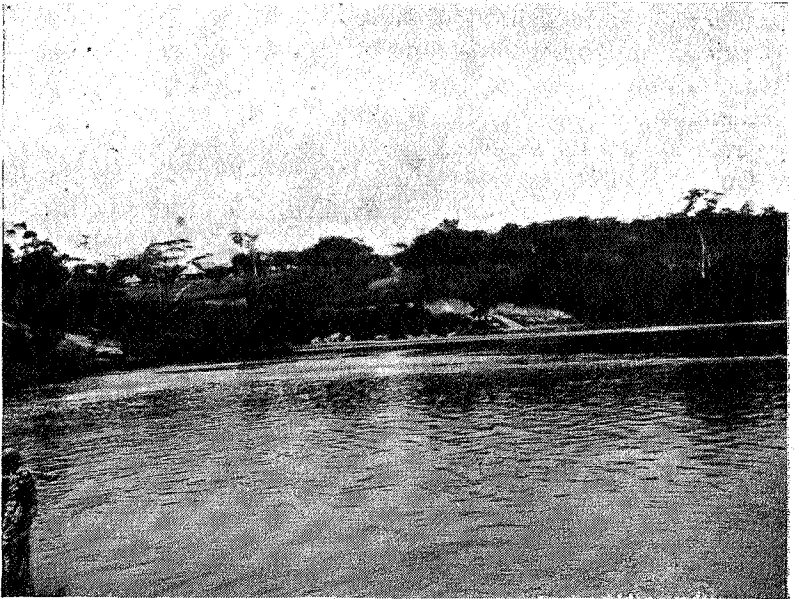


FIG. 7. — La terrasse de 30 m de la Lukenie (rive gauche) à Kole.

moyens à 7 m, 13 m, 21 m, 30 m, 40 m; elle fut complétée, dans la suite, par l'adjonction d'un 6^e palier à 60 m. Parmi les basses terrasses relevées aux niveaux moyens de 1^m50, 2^m80 et 3^m80, seule la dernière paraît jouer un certain rôle.

L'échelle des terrasses étant établie pour la Lukenie, on éprouve parfois quelque difficulté à y rattacher l'un ou l'autre niveau observé suivant un affluent. Cette difficulté est d'autant plus grande que le niveau est plus élevé.

Au km 7 de la route de Kodi vers Inkuta on se trouve près de la jonction des terrasses de niveau 6 appartenant à l'une et à l'autre des rivières. Tandis que sur le méridien de ce point,

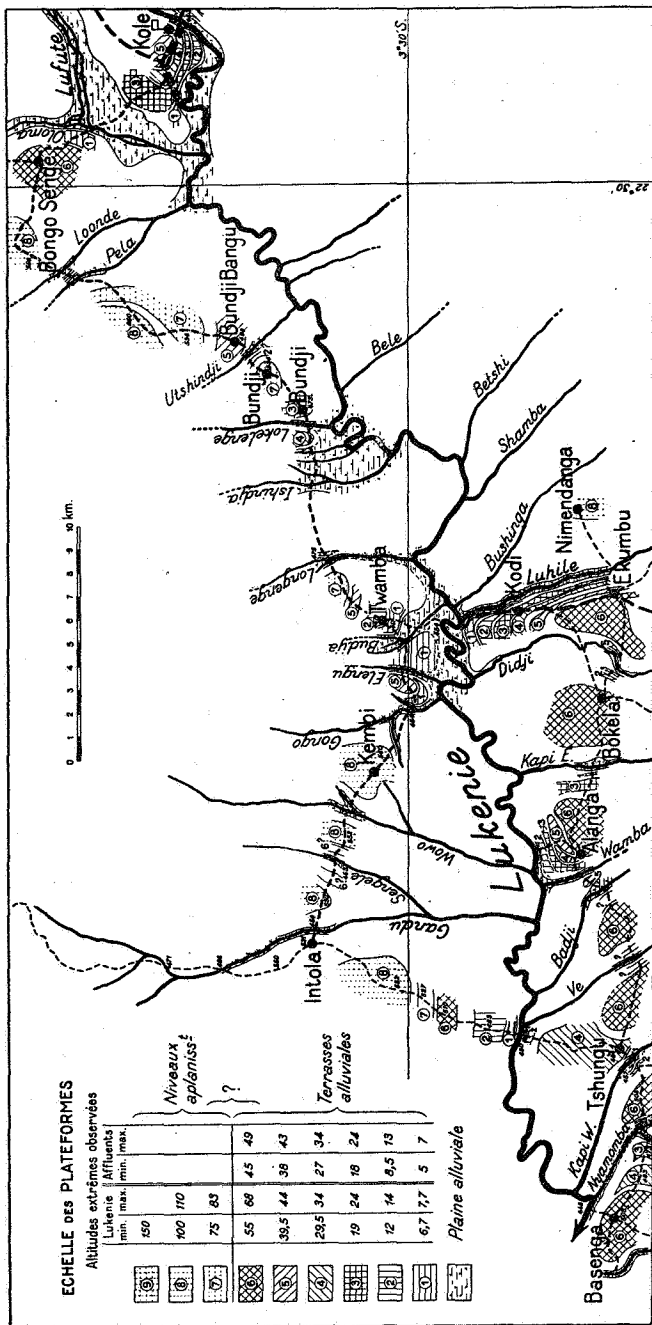


FIG. 8. — Les dépôts alluviaux du bassin de la Lukenie en aval de Kole.

la Lukenie dispose de 58 m pour étager ses 6 terrasses, sur le parallèle du même point, la Luhile ne dispose que de 49 m pour étaler la même succession. Les rajeunissements successifs ont eu, entre autres conséquences, celle de rétrécir constamment la largeur des nappes alluviales de la Lukenie, comme, d'ailleurs, de toutes les rivières. La Luhile a dû, périodiquement, allonger ses dépôts vers l'aval, sous une certaine pente. Cette pente et l'importance du recul déterminent l'amplitude des variations des niveaux de terrasses équivalents.

Les levés effectués le long de la Lowe font ressortir la disposition parallèle des 6 niveaux de terrasses, laquelle met en évidence l'absence de perturbations d'ordre tectonique. Ce fait ressort d'ailleurs de l'extension généralisée de ces niveaux.

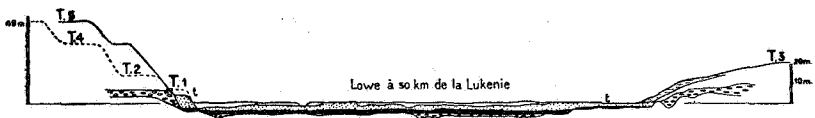


FIG. 9. — Coupe à travers la vallée de la Lowe.
(Echelle des longueurs 1 : 15.000.)

Les rivières sont bordées d'une plaine alluviale souvent très large qui ne réserve au bief torrentiel qu'un espace restreint. On a l'impression qu'elles ont atteint spontanément un état de maturité dans lequel elles restent figées.

La question du façonnement de ces plaines alluviales, 10 à 50 fois plus larges que leur rivière, intrigue le prospecteur, qui ne voit pas souvent la possibilité d'appliquer la théorie des méandres, mais qui a l'occasion d'acquérir la conviction que ce façonnement est souvent réalisé, en ordre essentiel, par de multiples tributaires momentanés.

L'examen des versants montre la multiplication croissante des tributaires du réseau hydrographique venant compenser, par leur nombre, un pouvoir érosif décroissant se localisant à des fonds de vallée de largeur de plus en plus réduite.

IV. — CONCLUSIONS.

La complexité de l'évolution de la Cuvette centrale est mise en évidence, mais bien des points, qui intéressent non seulement celle-ci, mais aussi sa périphérie, restent obscurs.

Deux hypothèses sont en présence quant à l'époque où le Centre congolais a commencé à acquérir l'allure déprimée que nous lui connaissons.

Si, suivant la thèse de Veatch, cette époque est relativement récente, le recouvrement d'assises du Karroo serait peu important et n'offrirait guère d'obstacle à la pénétration du soubassement, dont les richesses minérales peuvent être considérables.

Si, au contraire, il faut remonter loin dans les étapes géologiques, le Centre congolais peut céler des ressources insoupçonnées en combustibles et en carburants.

Les recherches effectuées ne permettent pas d'incliner vers l'une plutôt que vers l'autre de ces hypothèses. Cette question ne peut être tranchée de façon satisfaisante que par l'exécution d'au moins un sondage profond.

L'évolution entrevue, et qui a dû se répercuter à l'extérieur, se heurte à une alternative : modelé fluvial ou modelé lacustre.

Bien que les arguments réunis paraissent favorables à ce dernier type d'action, l'imprécision ne peut être levée que moyennant un complément d'investigations géologiques et topographiques.

DISCUSSION.

M. R. Cambier remarque que les recherches dont M. G. Bogniez vient d'exposer les résultats généraux sont les premières qui apportent quelques lumières sur une partie de la Cuvette congolaise où rien n'était connu jusqu'ici. La région explorée est très à l'écart des voies fréquentées. MM. F. Delhaye et G. Bogniez, successivement, ont passé près de trois années à l'explorer, dans des conditions rendues très pénibles par l'inexistence des moyens de communication, l'insalubrité de la grande forêt et le caractère peu rassurant des indigènes. Il convient de les féliciter, tant pour la qualité de leur travail que pour le courage qu'ils ont montré à l'accomplir.

Première étude de sables du Kalahari du Congo occidental (*),

par EUG. CLAEYS,
Ingénieur-géologue (Mons).

RÉSUMÉ. — Cette étude a pour but de chercher une solution au problème non encore complètement élucidé de l'origine des dépôts sableux du Kalahari du Congo occidental et de déterminer les variations éventuelles dans le temps et dans l'espace des caractéristiques granulométriques et morphoscopiques de ces sédiments. Mais le petit nombre d'échantillons soumis à l'examen ne permet d'énoncer que des conclusions provisoires et donne à ce travail un caractère préliminaire.

INTRODUCTION.

Les formations du Kalahari couvrent au Congo belge de vastes étendues. Relativement bien connues dans les régions du Congo occidental, du Kasai et du Katanga, elles le sont beaucoup moins dans les autres parties de la Colonie.

Elles se divisent en trois étages, qui sont, de haut en bas (1) :

ÉTAGE SUPÉRIEUR.

Limons de teinte ocre (limons anciens des plateaux). A la base, cuirasse limonitique; localement gravier.

ÉTAGE MOYEN.

« Grès polymorphes » (calcaires et grès silicifiés); grès tendres. *Cypris farnhami*, *Cypris lerichei*, *Physa parmentieri*, *Pyrgophysa cayeni*, *Planorbis fontainasi*, *Chara salei*, *Chara rauwi*.

A la base fréquemment conglomérat, parfois avec cailloux éolisés.

ÉTAGE INFÉRIEUR.

Grès tendres clairs, cailloutis et sables graveleux rouge vineux.

Les sables qui font l'objet de cette étude appartiennent à l'étage supérieur. Ils constituent très généralement le sommet

(*) Manuscrit remis au Secrétariat en séance.

(1) Voir légende générale élaborée par la Commission de Géologie du Ministère des Colonies.

des plateaux et, pour cette raison, portent souvent le nom de « sables ou limons des plateaux ».

A l'initiative de M. A. Jamotte et de MM. J. Lepersonne et L. Cahen, de la Section de Géologie du Musée du Congo belge, nous avons entrepris l'étude de quelques échantillons de ces « sables des plateaux », dans le but 1° de rechercher les caractères différentiels qui pouvaient apparaître grâce aux propriétés granulométriques et morphoscopiques; 2° de trouver une solution au problème toujours posé de l'origine de ces sables.

MÉTHODES D'ÉTUDE.

a) Analyse granulométrique.

Environ 60 gr de sable sont pesés, puis lavés à l'acide chlorhydrique dilué à 20 % et chauffé. Ainsi a lieu l'élimination des sels de fer. Ensuite, par lavages successifs à l'eau distillée et décantations, nous séparons la partie sableuse proprement dite des « impalpables »; chaque lavage est suivi d'un dépôt de 20 secondes et ce traitement est appliqué jusqu'au moment où le dépôt laisse l'eau parfaitement claire. Après séchage à température modérée, le résidu sableux est pesé et la teneur en impalpables calculée.

La composition granulométrique se détermine par tamisage, à l'aide d'une machine à secousses et à chocs de la « Tonindustrie » et avec des tamis à mailles carrées dont les côtés mesurent

0,60; 0,42; 0,30; 0,20; 0,15; 0,10; 0,075 mm.

La durée de chaque tamisage atteint 15 minutes.

Toutes les pesées ont été faites à 0,01 de gramme près.

L'interprétation des résultats est facilitée par la mise en diagrammes de ces derniers sous forme d'histogrammes en escaliers.

b) Analyse morphoscopique.

Pour l'étude de la forme et de l'éclat des grains, nous avons exactement suivi la méthode exposée par M. A. Cailleux dans son travail fondamental sur « Les actions éoliennes périglaciales en Europe » (*Mém. Soc. Géol. Fr.*, 1943, n° 46).

Deux types de préparations sont examinés. Les unes sont constituées de grains prélevés sur la fraction ne passant pas au tamis de 0,3 mm d'ouverture; leur examen séparé se justifie par le fait que les grains dont la taille est comprise entre 0,3 et 1 mm sont les plus favorables à ce genre d'étude. Les autres, formées de grains de toutes tailles, nous permettent d'avoir une idée de la variation du type et de la fréquence de chaque type en fonction de la taille.

ECHANTILLONS EXAMINÉS.

Vingt-trois échantillons appartenant à la Section de Géologie du Musée du Congo belge, prélevés par M. J. Leperonne dans les régions de Léopoldville et du Kwango, nous ont été obligeamment prêtés et soumis à examen.

Voici la liste détaillée de ces échantillons ⁽²⁾ :

a) Plateau de Manyanga, à 18 km à l'Ouest de Léopoldville — Limon Kalahari reposant sur du schisto-gréseux.

Échantillons prélevés de haut en bas, le long d'un versant et appartenant au Kalahari supérieur remanié :

E 1790 : Sommet, cote 400;

E 1791 : Versant, cote 375;

E 1792 : Pied versant, cote 350.

b) A 4 km du carrefour de la route de Kalamba (Kwango) — Limon sableux ocre d'un versant appartenant au Kalahari supérieur remanié :

E 2425 : Cote 1.238.

c) Coupe de la tête de la rivière Pungu (Kwango) — Limon Kalahari supérieur en place :

E 2428 : A 4 m de profondeur;

E 2429 : A 20 m de profondeur;

E 2430 : A 40 m de profondeur.

E 2431 : Sable à la base du limon.

(2) Les renseignements suivants nous ont été fournis par M. J. Leperonne et, en son absence, par M. L. Cahen. Nous les donnons en utilisant les termes mêmes de ces auteurs, que nous remercions des conseils qu'ils ont bien voulu nous donner lors de la mise au point de ce travail.

d) Itinéraire de Kasindji à Mokata, région de Kasongo-Yungu :

E 2438 : Limon sableux rougeâtre, Kalahari supérieur d'un fond de vallée;

E 2439 : Limon sableux rougeâtre, Kalahari supérieur en place, à 4 m de profondeur.

e) Vallée de la Wamba :

E 2434 : Limon supérieur en place.

f) Rive droite de la Bakali, à 10 km de celle-ci, vers Mokata et Mbao :

E 2453 : Limon qui recouvre un affleurement de bloc de calcédoine, Kalahari supérieur en place.

g) Région de Feshi, de Feshi vers Kitari :

E 2474 : Kalahari supérieur en place.

h) Tête rivière Bisusa, plateau du Kwango — Kalahari supérieur remanié :

E 2488 : A flanc de coteau.

i) Coupe des falaises de Mombo, plateau du Kwango — Couches en place :

E 2489 : Limon au sommet (Kalahari supérieur);

E 2490 : Grès altéré du Kalahari moyen;

E 2491 : Grès altéré du Kalahari moyen;

E 2492 : Sable jaune, grossier, du Kalahari moyen;

E 2493 : Sable rouge orangé, du Kalahari moyen.

k) Coupe des falaises de Maluku, rive française du chenal — Couches en place :

E 2022 : Base du Kalahari supérieur;

E 2014 : Niveau avec gravier au centre de la coupe;

E 2027 : Sommet de la coupe.

l) Tête ruisseau Lubudi, plaine de Lemba, Léopoldville :

E 2144 : Limon Kalahari supérieur remanié, à flanc de coteau.

EXPOSÉ DES RÉSULTATS.

A. — Teneurs en impalpables et compositions granulométriques.

Ces caractères, déterminés par les méthodes décrites ci-dessus, sont consignés dans les tableaux suivants :

Numéros des échantillons

Ouvertures des tamis
(mm)

	E 1790	E 2022	E 2024	E 1792	E 2144	E 2027	E 1791	E 2425
0,83-0,60	1,58	1,30	0,84	—	2,05	—	0,30	—
0,60-0,42	4,59	7,10	4,04	—	0,95	—	2,60	1,10
0,42-0,30	1,58	3,55	1,07	0,85	0,75	0,60	1,73	5,85
0,30-0,20	43,57	34,50	39,35	17,48	17,18	19,30	41,50	33,30
0,20-0,15	13,18	14,80	16,85	21,78	19,63	21,20	13,93	16,15
0,15-0,10	19,22	21,30	21,95	34,46	33,58	30,65	22,60	21,25
0,10-0,075	4,57	4,85	4,74	12,30	10,76	9,45	4,54	11,85
Au-dessous de 0,075 .	11,65	12,60	11,16	13,13	15,10	18,80	12,80	10,50
Teneur en impalpables (%).	8,85	8,32	8,18	18,45	15,50	19,00	7,67	8,64

Numéros des échantillons

Ouvertures des tamis
(mm)

	E 2429	E 2428	E 2430	E 2431	E 2438	E 2439	E 2443	E 2453
0,83-0,60	—	—	—	—	—	—	—	—
0,60-0,42	1,61	2,80	3,16	0,29	0,35	0,26	0,72	—
0,42-0,30	1,64	3,65	2,56	0,53	1,55	1,46	3,40	0,90
0,30-0,20	29,32	30,95	48,36	15,95	26,70	16,75	23,80	20,00
0,20-0,15	15,07	15,00	11,18	8,60	23,60	16,63	16,75	14,00
0,15-0,10	18,49	17,34	9,66	24,91	33,87	37,50	31,50	31,20
0,10-0,075	10,87	13,73	9,50	25,91	10,45	18,90	15,55	18,50
Au-dessous de 0,075 .	23,00	16,53	15,58	23,51	3,48	8,50	8,28	15,40
Teneur en impalpables (%).	7,65	6,33	9,27	2,59	5,61	17,80	24,60	19,40

Ouvertures des tamis (mm)	Numéros des échantillons						
	E 2474	E 2488	E 2489	E 2490	E 2491	E 2492	E 2493
0,83-0,60	—	0,75	0,30	—	—	—	1,28
0,60-0,42	0,54	6,20	2,60	—	1,35	—	7,40
0,42-0,30	2,08	8,40	1,73	0,94	4,32	1,20	4,97
0,30-0,20	23,95	40,85	41,50	29,50	28,24	28,35	60,83
0,20-0,15	15,95	<i>17,30</i>	13,93	<i>29,60</i>	59,40	35,15	<i>16,77</i>
0,15-0,10	29,90	15,90	<i>22,60</i>	32,78	4,20	<i>29,85</i>	5,20
0,10-0,075	15,95	4,15	4,54	2,33	1,98	1,15	0,39
Au-dessous de 0,075.	11,63	6,30	12,80	4,66	0,51	4,30	4,20
Teneur en impal- pables (%)	19,80	4,71	11,75	26,08	4,28	2,75	3,75

L'analyse de ces résultats conduit aux *conclusions* suivantes :

a) Teneurs en impalpables :

Celles-ci varient dans des limites assez larges (2,59 à 26,08 %). De plus, des échantillons provenant d'une même coupe peuvent avoir des teneurs en impalpables très semblables (E 1790, 1791, 1792), alors que dans une autre coupe, ces teneurs sont très différentes (E 2489 à E 2493).

b) Compositions granulométriques :

1° Tous ces sables sont à classer dans la catégorie des sables fins.

2° On peut distinguer trois types d'histogrammes en escaliers :

a) Un premier type est fourni par les sables bien classés; il est caractérisé par l'existence d'un maximum plus ou moins net; à ce type appartiennent les échantillons E 2430, E 2488, E 2491, E 2493.

b) Le second type caractérise les sables mal classés; la majorité des grains se répartissent plus ou moins également sur deux ou trois tamis successifs; tels sont les échantillons E 2022, E 2024, E 2027, E 2431, E 2439, E 2490, E 2492.

c) Enfin, au troisième type appartiennent les douze échantillons restants, qui ont la propriété de posséder deux maxima, dont l'un plus accentué que l'autre.

3° Les sables du Kalahari supérieur à flanc de coteau ou remanié donnent très généralement des histogrammes du troisième type (exemples : E 1790, 1791, 1792; E 2425; E 2489); ceux du Kalahari supérieur en place ou du Kalahari moyen ont des compositions granulométriques variables.

Signalons que, selon A. Rivière, les sables éoliens désertiques présentent souvent des histogrammes à deux maxima (A. RIVIÈRE, *C. R. Ac. Sc.*, 1937, t. 204, pp. 703-705, ou *Ann. Inst. Océan.*, 1937, t. XVII, pp. 213-240).

4° Des sables prélevés sur une même coupe sont tantôt très différents (E 2489 à E 2493), tantôt très semblables (E 1790, 1791, 1792) du point de vue granulométrique.

B. — Analyse morphoscopique.

L'étude morphoscopique des grains ne passant pas au tamis de 0,3 mm d'ouverture a donné les résultats suivants :

Numéros des échantillons	N.U.	E.L.	R.M.	Numéros des échantillons	N.U.	E.L.	R.M.
E 1790	—	16	84	E 2438	—	4	96
E 1791	—	22	78	E 2439	—	11	89
E 1792	—	22	78	E 2443	—	33	67
E 2022	—	24	76	E 2453	—	22	78
E 2024	18	15	67	E 2474	—	24	76
E 2027	—	23	77	E 2488	—	26	74
E 2144	—	34	66	E 2489	—	22	78
E 2425	—	42	58	E 2490	—	31	69
E 2428	—	15	85	E 2491	—	24	76
E 2429	—	42	58	E 2492	—	14	86
E 2430	—	7	93	E 2493	—	34	66
E 2431	—	8	92				

Abbréviations : N.U. non usés; E.L. émoussés-luisants; R.M. ronds-mats.

Ces chiffres montrent :

1° La nette prédominance des grains du type ronds-mats;

2° L'absence presque absolue de grains du type non usés. Remarquons de plus que l'échantillon E 2024, qui se distingue par la présence d'un certain nombre de N.U., a été prélevé à un niveau avec gravier.

D'autre part, on peut constater qu'aux petites tailles, au-dessous de 0,3 mm, les E.L. deviennent relativement plus nombreux.

Il faut cependant noter que les chiffres donnés ci-avant ne doivent pas toujours faire croire à une précision illusoire. En réalité, il existe des cas (E 2489, E 2430, par exemple) où ni les E.L., ni les R.M. ne sont typiques. Tout ce qu'on peut en dire alors, c'est que les actions du vent et de l'eau y ont fortement marqué leurs effets. Mais ces cas ne constituent pas la généralité; dans tous les autres, les R.M. sont typiques, tout au moins parmi les grains examinés (supérieurs à 0,3 mm), et les actions éoliennes manifestes.

On peut tout au plus discuter de l'antériorité de l'action du vent ou de l'action de l'eau. Nous croyons la première postérieure à la seconde pour les raisons suivantes :

1° La présence de R.M. typiques, surtout parmi les grains de plus grande taille; or, « on peut se demander si, lors des remaniements, le dernier agent d'usure — vent ou eau — n'imprime pas sa marque distinctive sur les gros grains plus fortement que sur les petits; d'où possibilité de reconnaître le mode de dépôt final. J'ai constaté qu'il en est bien ainsi;... » (A. CALLEUX, *Les actions éoliennes périglaciaires en Europe*, p. 39).

2° Ces R.M. typiques ont une surface mate bien caractéristique; or, on conçoit qu'un sable usé par l'eau et repris par le vent porte les traces nettes de l'action éolienne (arêtes très émoussées, absence de luisant, picotement); mais que des grains éoliens, donc arrondis et mats, puissent devenir, grâce à l'action de l'eau, des grains émoussés-luisants, ne semble pas possible; tout au plus, deviendraient-ils ronds-luisants.

Aussi, nous ne croyons pas pouvoir mettre en doute l'origine éolienne de ces sédiments.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Le très petit nombre d'échantillons étudiés ne permet pas de conclure d'une manière nette. Il apparaît, certes, certains caractères différentiels d'ordre granulométrique, mais ils ne peuvent assurément pas être synthétisés dans l'état actuel des connaissances.

Cependant, la question de l'origine des sédiments examinés nous semble résolue : ce sont des sables primitivement déposés par l'eau, puis repris par le vent. Celui-ci serait donc le dernier agent de transport.

ANNEXE.

Accessoirement, trois échantillons de sable, dont deux de la plaine côtière, susceptibles d'être rattachés aux sables du Kalahari, ont été étudiés.

Ce sont les échantillons :

C 1556 et C 1569 :

Sables jaunes, prélevés sur la surface d'un plateau à 150-200 m, couvrant la plus grande partie de la région côtière et parallèle à une pénélaine mi-tertiaire.

C 1720 :

Sable reposant sur du quartzite ancien, prélevé à 720 m d'altitude, sur une pénélaine mi-tertiaire surplombant la vallée du haut Shiloango.

Leur examen nous a donné les résultats suivants :

A. — Teneurs en impalpables et compositions granulométriques.

Ouvertures des tamis (mm)	Numéros des échantillons		
	C 1556	C 1569	C 1720
0,83-0,60	—	1,20	3,50
0,60-0,42	1,50	2,13	5,30
0,42-0,30	6,75	5,22	14,75
0,30-0,20	13,20	32,00	27,60
0,20-0,15	16,00	20,40	15,20
0,15-0,10	40,60	22,60	19,80
0,10-0,075	8,25	11,25	8,48
Au-dessous de 0,075	13,60	6,20	5,37
Teneurs en impalpables (%).	31,80	50,50	54,50

B. — Analyse morphoscopique.

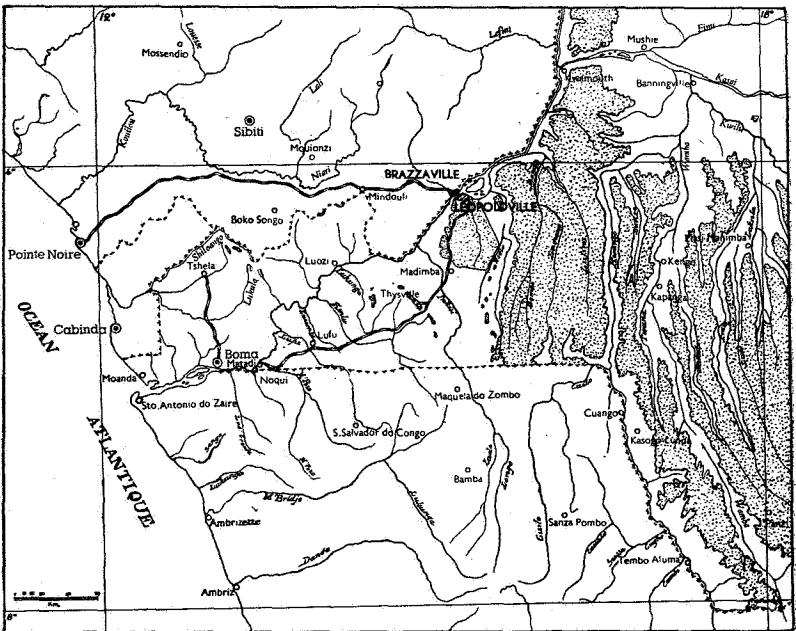
Numéros des échantillons	Types de grains		
	N.U.	E.L.	R.M.
C 1556	53	30	17
C 1569	88	12	—
C 1720	19	22	59

Ces résultats montrent que ces échantillons se différencient des sables du Kalahari proprement dits :

- 1° Par leur forte teneur en impalpables; les noms de « sables limoneux » ou de « limons sableux » leur conviendraient également;
- 2° Par leur teneur élevée en grains du type non usé.

Seul l'échantillon 1720 pourrait supporter la comparaison, ce qui est d'ailleurs conforme à sa situation morphologique.

Mais, une fois de plus, le nombre d'examen est infime, les conditions de récolte peu favorables, et des conclusions relatives à quelque raccord stratigraphique sont prématurées.



Extension du Kalahari au Congo occidental.

DISCUSSION.

M. Cahen signale que l'étude de M. Claeys est la première des études pétrographiques, paléontologiques, etc. entreprises à l'initiative de la Section de Géologie du Musée du Congo belge à Tervueren, qui soit publiée.

On a beaucoup parlé et écrit sur les sables (ou limons) du Kalahari au Congo belge et il était temps de préciser un peu la question; on sait maintenant, grâce à l'étude de M. Claeys, qu'il s'agit de sables fins et qu'ils constituent un dépôt éolien.

Prudemment, M. Claeys n'a pas voulu pousser trop loin les déductions et, dans sa note, a volontairement laissé dans l'ombre certaines constatations qui peuvent faire espérer de distinguer les sables du Kalahari en place des mêmes sables remaniés. Cette distinction serait très utile à la géologie congolaise.

M. Cahen espère que M. Claeys voudra bien, plus tard, reprendre cette étude sur un matériel plus abondant et plus systématiquement récolté.

Les gisements de cone-in-cone de France et de Grande-Bretagne (*).

par MARCEL-E. DENAEYER.

DEUXIEME PARTIE (**).

GISEMENTS BRITANNIQUES.

RÉSUMÉ. — *La Grande-Bretagne est la terre classique des structures cone-in-cone. On les a reconnues dans les terrains primaires et secondaires; elles se développent avec des fréquences maxima dans le Silurien et, surtout, dans les Coal Measures et le Lias. Nombreux sont les gisements observables in situ qui permettent d'étudier les relations des nodules ou des lits de cone-in-cone avec les terrains encaissants.*

Le Silurien et le gisement carbonifère de la côte du Fifeshire exceptés, les formations géologiques où l'on rencontre ces accidents pétrographiques font partie de régions à tectonique calme, affectées de plis à grand rayon de courbure. Les cone-in-cone y sont généralement localisés dans

(*) Communication présentée à la séance du 18 février 1947.

(**) La première partie (*Introduction et gisements français*) a paru dans le fascicule 1-2 de 1947, pp. 21-46. Manuscrit de la deuxième partie remis au Secrétariat le 13 janvier 1948.

les zones anticlinales. Pour certaines de ces régions (Fifeshire, Yorkshire) il est possible de montrer que les plis ont dû se dessiner au cours même du dépôt des couches à cone-in-cone. En tout état de cause, ces couches portent habituellement des caractères indiquant des ruptures d'équilibre au cours de la sédimentation, et la plupart, correspondent à des sédiments vaseux formés en eau peu profonde, dans des conditions lacustres, marécageuses, estuariennes, deltaïques ou lagunaires.

Des nodules microquartziteux à structure cone-in-cone sur les deux faces se rencontrent dans le Gothlandien (Valentien supérieur) de la côte ouest du Pays de Galles, entre Borth et Aberystwyth, intercalés dans des « mudstones » qui alternent avec des grès grossiers. Nodules et couches encaissantes sont affectés de microdéformations en relation avec les déformations tectoniques majeures.

Dans toutes les autres formations géologiques, les cone-in-cone sont carbonatés; ils sont généralement formés de calcaire plus ou moins ferrugineux dans les gisements carbonifères et de calcite dans les gisements secondaires.

Trois manières d'être distinctes se rencontrent dans les cone-in-cone des gisements-carbonifères.

La première s'observe, notamment, dans le Limestone Coal Group de l'Ouest de l'Écosse et les Coal Measures du bassin d'Ingleton et du Northumberland: les cone-in-cone forment, là, des lits discontinus dont tous les cônes sont orientés dans le même sens, la pointe dirigée vers le bas. Ces lits sont généralement compris entre une bande de fossiles lacustres au-dessus et un lit de sidérose ou de charbon au-dessous.

La deuxième manière d'être consiste en énormes nodules ellipsoïdaux dont les deux calottes polaires présentent la structure cone-in-cone, tous les cônes étant pointés vers l'intérieur des nodules. Ceux-ci se trouvent dans les mêmes formations et les mêmes régions que ci-dessus.

Enfin, une troisième manière d'être semble être réalisée par des bancs crinoïdiques du Limestone Coal Group de la côte du Fifeshire, dans l'Est de l'Écosse. Ces bancs sont garnis de cone-in-cone sur les deux faces et apparaissent comme des épisodes marins de courte durée dans des couches à végétaux de caractère deltaïque.

Les gisements du Lias inférieur (Glamorgan, Dorset) présentent des caractères très particuliers. Les cone-in-cone se développent dans des lits de calcite fibreuse, désignés sous le nom de « beef », intercalés dans des couches d'estuaire ou des dépôts lagunaires. Le « beef » à structure cone-in-cone enveloppe souvent des nodules de marno-calcaire ou des septaria. De plus, il remplit des diaclases verticales, ce qui est un cas tout à fait exceptionnel, mais dont la théorie devra tenir compte.

Dans les couches du Lias supérieur de la côte du Yorkshire, au S.-E. de Whitby, des lentilles et bancs à structure cone-in-cone se développent à la limite des zones à Harpoceras falciferum et à Hildoceras bifrons, dans une formation qui porte les marques d'une activité orogénique contemporaine de la sédimentation et d'un régime deltaïque. Il existe là

un remarquable banc calcaire formé uniquement de Bélemnites, enveloppé sur ses deux faces d'une couche de cone-in-cone.

Enfin, les couches wealdiennes de l'anticlinal de l'île de Wight contiennent un banc régulier, bourré de fossiles d'eau douce (calcaire à Cyrènes), également enveloppé d'une couche de cone-in-cone sur ses deux faces, semblable en cela au banc à Encrines du Fifeshire et au banc à Bélemnites du Yorkshire.

GISEMENTS BRITANNIQUES.

La Grande-Bretagne est la terre classique des structures cone-in-cone. On les connaît, principalement, dans le Cambrien et le Silurien du Pays de Galles, du Cumberland et du Shropshire; le Calcaire carbonifère (Mountain Limestone) d'Écosse; les Coal Measures du Yorkshire, du Leicestershire, du Staffordshire, du Derbyshire, du Northumberland, du Nottinghamshire, du Durham, d'Écosse, etc.; les brèches réputées permienes du Leicestershire; le Rhétien du Glamorgan; le Lias du Dorset et du Yorkshire; le Dogger (Kellaways Beds) du Bedfordshire; enfin, dans le Wealdien de l'île de Wight.

La littérature scientifique se rapportant à ce sujet est assez abondante, mais très fragmentaire. Elle est citée en grande partie par W. A. TARR, dans le *Traité de TWENHOFFEL* [9]. Il me paraît superflu de la reproduire ici en entier. Je me bornerai, en règle générale, à citer les travaux qui concernent les gisements que j'ai visités effectivement et qui sont parmi les principaux.

Dans la mesure où la matière s'y prête, j'observerai l'ordre d'exposition adopté dans la *Première Partie* : j'esquisserai d'abord le cadre géologique et ensuite les particularités des gisements examinés. Bon nombre de ces gisements étant exposés dans des falaises battues par les flots, j'ai eu recours à l'obligeance de M. Ch. CHARLIER, chef du Service de Séismologie et de Gravimétrie de l'Observatoire royal de Belgique, pour le calcul des heures de basse mer. Je lui exprime, ici, mes vifs remerciements.

1. Gisements siluriens de la côte du Cardiganshire (Pays de Galles).

Les falaises qui s'étendent entre Borth et Aberystwyth sont taillées dans les formations fortement plissées des « Aberystwyth Grit Series » du Llandovery supérieur (= Upper Valentin, Ystwyth Stage). Ces formations sont constituées par des couches alternantes de roches quartzophylladeuses (« mud-

stones ») et de quartzites (« grits »). Les mudstones dominent dans le secteur de Borth et les grits dans la région d'Aberystwyth.

A l'extrémité sud de la baie de Borth, des couches épaisses de mudstones forment des plis déversés à flanc normal faiblement incliné vers l'Est, et à flanc inverse plongeant vers la mer de 10 à 25 degrés au delà de la verticale. Ces plis se décomposent en petits plis secondaires aigus, compliqués de failles inverses. Plus au Sud, la stratification des mudstones est soulignée par l'existence de minces lits de couleur plus claire ou plus foncée que la roche normale. Cet ensemble se termine par un synclinal cisailé par une faille de charriage à pendage Est. Elle met en contact des mudstones massifs à fines veinules siliceuses avec des mudstones sombres plus récents, à intercalations de grits de 1 à 3 pouces, annonçant la série typique d'Aberystwyth [3].

Dans une étude très documentée, le Prof^r H. P. LEWIS [7] a décrit plusieurs sortes de microdéformations très fréquentes dans ces roches et en relation avec les glissements différentiels des couches suivant les plans de stratification. Son but était de distinguer celles de ces microdéformations qui sont dues au simple enfouissement et au tassement des sédiments dans une zone de subsidence, de celles qui ont une origine tectonique. Il conclut de ses observations à l'évidence de la nature tectonique de ce genre de déformations. Il s'agit, en l'occurrence, de stries de glissement, de veines chiffonnées (veines claires ou sombres mentionnées plus haut), de la segmentation de ces mêmes veines ou de filonnets quartzeux ou de failles traversant les bancs et du déplacement en relais de leurs tronçons; de la formation d'un clivage schisteux dans les mudstones compris entre les bancs rigides de grits; enfin, de la production de copeaux de grits sous l'action de microfailles à grand rayon de courbure, les bords de ces copeaux pénétrant en sifflet dans les mudstones tendres qui sont parfois soulevés avec leur soubassement, à la façon des horsts, entre deux failles radiales (déboîtement en coin).

Ces microdéformations se produisent au voisinage d'accidents majeurs, tels que failles de charriage. Elles sont particulièrement bien observables dans les falaises, en contre-bas du lieu dit Craig-yr-Wylfa. En ce point, « the beds... appear to form the lower limb of a syncline, over which the vertical or overturned bed of the upper limb have been driven forward by

an eastward dipping thrust », et les « nodules and bands of cone-in-cone material are common » [7, p. 158, note 1].

Les observations que j'ai pu faire sur ces objets complètent curieusement celles du Prof^r LEWIS et corroborent ses conclusions.

Lits et nodules à structure cone-in-cone sont presque tous microquartziteux et leur composition ne semble pas qualitativement très différente de celle des mudstones. Un des nodules ramassés au pied des falaises paraît faire exception : d'aspect schisteux, il doit être aussi plus riche en phyllites que les autres.

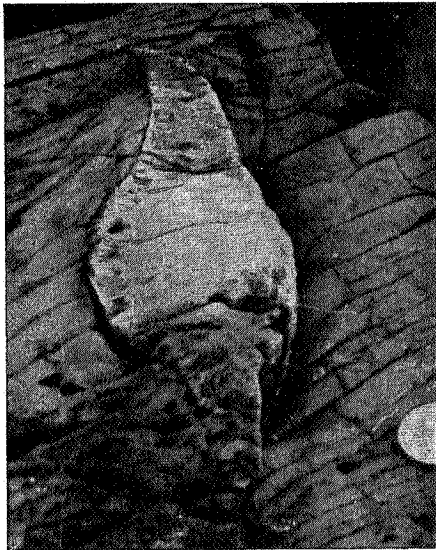
Les lits sont toujours très minces et courent dans des mudstones à stratification entrecroisée. Un de ces lits présentait des étranglements régulièrement espacés et n'était affecté de la structure conique que d'un seul côté, avec la pointe des cônes tournée vers le bas. Il reposait sur une bande très mince de grit. Il s'agit très probablement, ici, d'un cordon de galettes très aplaties.

La structure conique des nodules n'est bien marquée qu'à leur périphérie. Toute la zone équatoriale semble être faite de microquartzite indifférencié. Celui-ci est parfois zonaire et peut englober des noyaux de pyrite. En règle générale, les nodules sont localisés dans les mudstones et sont couchés dans le plan de stratification. Leur section équatoriale, parfois réniforme, est le plus souvent circulaire. Leurs dimensions ne sont guère supérieures à 20 ou 30 cm de diamètre. J'ai cependant vu, au Geological Survey, à Londres (où de D^r SABINE l'avait extrait pour moi des caisses qui venaient d'être rapatriées d'Écosse), un magnifique nodule à section ellipsoïdale de 20 × 35 cm, représenté par une de ses calottes polaires. La surface interne de cette calotte se divise en trois zones. La zone centrale est la plus étendue. Elle est hérissée de petits cônes dressés verticalement. La zone externe montre, au contraire, des cônes très aplatés, lamellaires et couchés dans le plan équatorial. Entre ces deux zones il en existe une troisième, d'aspect chiffonné, due à l'imbrication d'une série de lames à gradins qui forment le passage progressif de la zone interne à la zone externe. Ce beau spécimen provient des environs de Walog, à mi-chemin entre Borth et Aberystwyth.

L'intérêt du gisement de la baie de Borth réside surtout dans les déformations secondaires qui affectent les nodules et les lits de cone-in-cone. Ces déformations sont de la même nature que



2



1



3

Falaises de la baie de Borth.

Les cone-in-cone se présentent dans les « mudstones » des Aberystwyth Grits Series (Llandovery supérieur).

FIG. 1. — Nodule déformé à courbure sigmoïde en rapport avec le développement du clivage schisteux produit par le glissement différentiel des couches de mudstone et de grit. L'échelle est donnée par une pièce d'un penny.

FIG. 2. — Deux nodules à structure cone-in-cone périphérique. La stratification est soulignée par un mince lit de couleur plus foncée surmontant les nodules et par un banc de grit visible à la partie inférieure de la figure. Les mudstones sont traversés obliquement par le clivage schisteux. L'échelle est donnée par une pièce d'une demi-couronne posée sur le banc de grit.

FIG. 3. — Lit à structure cone-in-cone fortement contourné, participant aux microplissements des mudstones englobants.

(Clichés M.-E. DENAEYER.)

celles qui ont fait l'objet des observations du Prof^r LEWIS. En voici quelques exemples : 1) Nodule sectionné par une petite faille oblique avec déplacement égal à l'épaisseur du nodule; la fracture était colmatée par du quartz secondaire. 2) Nodule à profil très renflé dans la partie médiane et à bords très amincis, ayant subi une torsion très nette en rapport avec le développement du clivage schisteux qui lui est perpendiculaire; dans son ensemble, le nodule a pris une courbure sigmoïde (fig. 1). L'indépendance du clivage schisteux et des nodules développés dans le plan de stratification est bien mise en évidence par la figure 2; on y voit deux nodules non déformés, sous une veine noire traversant des mudstones, qui reposent eux-mêmes sur un banc de grit. 3) Lit de cone-in-cone d'au moins 50 cm de longueur visible, extraordinairement ondulé ou plissé (fig. 3).

Tout ceci plaide évidemment en faveur de l'antériorité des nodules et lits de cone-in-cone par rapport aux déformations tectoniques majeures, puisqu'ils ont enregistré des microdéformations du même ordre que celles des terrains encaissants.

2. Gisements carbonifères.

Les gisements que j'ai visités se distribuent dans (1) le *Limestone Coal Group* (Viséen *pro parte*) et (2) les *Coal Measures*.

Les gisements de l'Ouest de l'Écosse, que j'ai parcourus sous la conduite du D^r J. E. RICHEY, ont fait, en 1885, l'objet d'une intéressante étude de John YOUNG [12 et 13]. Mais les hypothèses avancées par cet auteur suscitérent des controverses qui se déroulèrent au cours de l'année 1892 [14].

Il avait observé, en plusieurs points, un lit de cone-in-cone calcaire reposant sur un banc de sidérose (« clay band ironstone ») et surmonté d'un lit de schistes charbonneux. De plus, il avait constaté que si le lit de cone-in-cone venait à disparaître, il était relayé par un dépôt schisteux bourré de débris d'Entomostracés lacustres, alors que ces organismes étaient presque totalement absents là où se développait la structure conique. Il en concluait que les cone-in-cone avaient été édiflés aux dépens d'un lit fossilifère. De cette conclusion paradoxale, il donnait l'explication suivante : le dégagement de l'acide carbonique et des « autres gaz » provenant de la décomposition des cadavres d'Entomostracés avait provoqué la dissolution du carbonate de chaux de leurs tests; ce carbonate reprécipité et en

mélange intime avec le sédiment argileux avait formé un milieu vaseux et plastique traversé de bas en haut par les gaz qui continuaient à se dégager. Ce « bouillonnement » des gaz avait provoqué alors la formation d'espèces d'entonnoirs emboîtés et séparés les uns des autres par une mince couche d'argile sédimentée; la formation des gradins à la surface interne des cônes était due à l'écoulement des couches successives de carbonate de chaux vaseux sous l'influence de la pesanteur; ces gradins avaient été aussitôt colmatés par l'argile et le processus s'était renouvelé jusqu'à épuisement des gaz.

La discussion de cette curieuse hypothèse n'offre guère d'intérêt ici, mais il semble cependant nécessaire d'indiquer qu'elle reposait sur une observation toute locale et sur la conviction qu'il ne pouvait y avoir d'autres cônes que ceux qui se présentaient, comme en Écosse, avec les sommets dirigés vers le bas. J. YOUNG se refusait à admettre l'existence de nodules ou de lits garnis, sur les deux faces, de cônes dont les sommets étaient pointés vers l'intérieur de ces objets, c'est-à-dire ceux de la face supérieure vers le bas et ceux de la face inférieure vers le haut : « I am inclined to think that such a description is due to faulty observation » [12, p. 9].

La réalité et la fréquence d'une telle disposition rendent caduque l'hypothèse de J. YOUNG, mais, s'il y avait en elle quelque part de vérité, elle serait avantageusement complétée et remplacée par les hypothèses d'A. BONTE et de R. GAY, résumées plus haut (*Introduction*, pp. 24 et 26 à 28).

Ces réserves faites quant à l'hypothèse, les observations minutieuses de J. YOUNG conservent toute leur valeur et il y a vraiment peu de chose à y ajouter en ce qui concerne l'aspect extérieur et les conditions de gisement des cone-in-cone de l'Ouest de l'Écosse. J'ai eu la bonne fortune de pouvoir examiner tous les échantillons réunis par J. YOUNG et conservés au Musée du Département de Géologie de l'Université de Glasgow, grâce à l'amabilité du Prof^r TRUMAN et du D^r Lady E. CURRIE, conservateur du Musée.

(1) LIMESTONE COAL GROUP D'ÉCOSSE.

Je mentionnerai ici, à cause de son intérêt historique, le gisement d'*East Kilbride* (à 9 milles au S.-S.-E. de Glasgow), où il semble bien que la structure cone-in-cone, désignée par les mineurs sous le nom de « Maggy », ait été signalée pour la première fois, à Mauchelandhole et à Torrance, dans le

« Lower Limestone Coal Group », par le Rév. David URE, en 1793 [10]. Cet auteur en donna une figure et une brève description.

A trois quarts de mille au Sud-Ouest de *Lugton* (Ayrshire), le long de la voie ferrée de Lugton à Beith, au lieu-dit Waterland, s'étend une ancienne minière, ouverte dans le groupe de couches lacustres qui se situe vers la base du Limestone Coal Group de l'Ouest de l'Écosse. On y exploitait jadis des veines de sidérose, dont la principale est le « Dalry clayband ironstone ». Ce même niveau de sidérose a été encore exploité dans de nombreuses localités de l'Ayrshire, du Renfrewshire et du Nord-Ouest du Lanarkshire.

C'est à Waterland que J. YOUNG a fait ses principales observations que je résume ici [12, pp. 5-8], ainsi que dans des trous, près de Paisley. Dans la carrière de Waterland, les cone-in-cone forment un lit plus ou moins continu de 1 à 2 pouces d'épaisseur, entre le « clay-band ironstone » et le schiste carbonneux. Ce lit peut atteindre exceptionnellement 4 pouces. Les couches lacustres, régulièrement stratifiées, affleurent à la faveur d'une faille et plongent doucement vers le Sud-Est. J'ai mesuré une inclinaison de 3 à 5 degrés. Le lit de cone-in-cone accompagne l'ironstone assez irrégulièrement dans toute l'étendue de la contrée où le minerai a été exploité, c'est-à-dire sur un espace de plus de 12 milles.

Le lit de cone-in-cone se sépare facilement, aussi bien de l'ironstone que des schistes surincombants, circonstance qui m'a permis d'en récolter de beaux fragments sur les anciens déblais de carrière. Ainsi que je l'ai rappelé plus haut, quand le lit de cone-in-cone se réduit ou disparaît, le schiste renferme de nombreux débris calcaires d'Entomostracés appartenant à des formes lacustres des genres *Carbonia*, *Leperditia*, et *Beyrichia*, ainsi que quelques coprolites et des écailles et dents de Poissons ganoïdes.

Sur les cassures fraîches, les cônes sont noirs et vigoureusement marqués, mais ils n'atteignent apparemment jamais la base du lit. La naissance des cônes se maintient à environ 1/4 à 1/2 pouce au-dessus de celle-ci. Je dois rappeler que J. YOUNG a eu recours à des examens en lames minces. Je ferai état de ses observations dans le Mémoire que je consacrerai à la micrographie des cone-in-cone britanniques.

A environ un mille au Nord de *Kilbirnie* (Ayrshire), dans la tranchée du chemin de fer, au niveau du rail, j'ai vu l'affleurement d'un lit probablement lenticulaire de cone-in-cone. Ses relations avec les calcaires encaissants sont difficiles à préciser. Il se situe vers le milieu du Limestone Coal Group, sous le « Lowest worked Coal », au voisinage du niveau du « Newfaulds Coal » de 9 pouces. Les couches dessinent à cet endroit une faible voûte anticlinale. Le lit de cone-in-cone se situe sur le flanc méridional de cette voûte.

Je dois encore signaler ici — bien que je n'aie pas pu le visiter — le gisement du *synclinal de Craigduff*, sur la côte du Fifeshire, à environ 3 milles à l'Est de St. Andrews. Dans cette région, les formations sédimentaires, percées de cheminées volcaniques et de dykes associés, représentent les « Calciferous Sandstones Series ». Elles sont fortement plissées, disloquées par de nombreuses petites failles et se groupent autour d'un magnifique dôme circulaire, — le dôme de Craigduff, — avec des pendages de 20 à 30 degrés dans tous les sens. A l'Est de ce dôme, les couches se relèvent en formant le synclinal de Craigduff. D'après S. R. KIRK [4], dans toute la région, les sédiments portent des marques multiples de formations d'eaux peu profondes, affectées de mouvements tectoniques pénécotemporains de leur dépôt. Ce sont, notamment, des structures d'érosion (surfaces de dénudation, brèches intraformationnelles, etc.). Autre témoignage : les couches schisto-calcaires du flanc est du synclinal de Craigduff passent à des grès sur le flanc ouest; vers la base, ces grès ont un aspect bréchoïde dû à l'inclusion de nombreux petits fragments d'un calcaire rouge, identique à celui qui est associé aux schistes sous-jacents et adjacents.

Ces formations renferment des végétaux fossiles (*Stigmaria*, *Lepidodendron*, *Sphenopteris*, etc.) et des débris charbonneux. Quatre horizons sont cependant franchement marins, mais très réduits. Les deux inférieurs encadrent les schisto-calcaires et les grès homotaxiques du synclinal de Craigduff. Le deuxième, bien exposé sur le flanc est du synclinal, est l'« Encrinite Bed ». C'est un calcaire compact contenant une faune abondante et variée où dominent les Crinoïdes.

Ce lit, d'environ 6 pouces d'épaisseur, court au milieu de schisto-calcaires, eux-mêmes remplis de fossiles marins et garnis de nodules de sidérose et de galettes calcaires. Il montre

« a characteristic development of « cone-in-cone » structure above and below » [4, p. 368].

A l'Ouest du dôme de Craigduff, l'« Encrinite Bed » présente les mêmes caractères généraux.

Ainsi donc, la formation de la structure cone-in-cone est, dans ce gisement, clairement contemporaine de ruptures d'équilibre et se manifeste dans un épisode marin de courte durée.

(2) COAL MEASURES.

A. — Écosse.

A *Kilmarnock* (Ayshire), les « Productives Coal Measures » comprennent un horizon, le « Wee Coal of the Kilmarnock Sequence », qui renferme d'énormes et épaisses lentilles ellipsoïdales d'un calcaire ferrugineux atteignant 1 à 2 m de diamètre. La structure cone-in-cone s'y développe plus ou moins profondément, à la périphérie des deux calottes polaires, mais sans jamais atteindre, apparemment, le plan équatorial. Au niveau de ce plan pullulent des tests de Mollusques (« Mussel Band »). Ces lentilles sont facilement accessibles et très abondantes dans le lit de la rivière Crauforland water, à environ 1/2 mille au Nord-Est de Kilmarnock.

A *Stevenston* (Ayrshire) et au même niveau stratigraphique que ci-dessus (Wee Coal of the Kilmarnock Sequence), les archives du Geological Survey of Scotland signalent l'existence d'un gros nodule de sidérose (« clayband ironstone ») emballé dans des schistes. La structure cone-in-cone se développe à la partie inférieure de ce nodule et la face supérieure correspond à un lit de Mollusques (« Mussel Band »). Ce nodule reposerait, par l'intermédiaire d'un lit de schistes, sur un sill de dolérite.

Lors de mon passage à cet endroit, la carrière où l'on voyait l'affleurement avait été remblayée. J'ai l'impression que le document du Geological Survey ne concerne qu'un demi-nodule dont la calotte supérieure a vraisemblablement été enlevée à l'époque de l'exploitation. Si l'on restituait cette calotte au nodule, celui-ci deviendrait peut-être identique à ceux de la rivière de Kilmarnock.

J. YOUNG [12, pp. 17-21] cite encore, entre autres gisements, ceux de *Provanhall* et de *Gilbertfield*, à l'Est de Glasgow, et celui de *Larkhall*, dans le Lanarkshire. Dans ces trois gisements, les cone-in-cone reposent sur un lit d'*Anthracosia* (Upper Coal Measures).

B. — *Northumberland.*

A environ trois mille et demi au Nord de l'embouchure de la Tyne, les falaises qui bordent *Hartley Steps Bay*, entre Crag Point et Curry's Point, sont découpées dans les formations schisto-gréseuses des Middle Coal Measures, avec lits de sidérose, « Mussel Bands » et veines de charbon interstratifiés. Cet ensemble forme le flanc nord-ouest, faiblement incliné (3 à 5 degrés) d'une large voûte anticlinale très faillée [1].



FIG. 4. — Falaises de Hartley Steps Bay.

Banc lenticulaire de sidérose à structure cone-in-cone situé à peu près à la hauteur de la pointe du marteau. Il se termine sur le bord gauche de la photo. Au-dessus, schistes à *Carbonicola* et grès. Au-dessous, schistes charbonneux. (Middle Coal Measures, Table Rock Sandstone.)

(Cliché M.-E. DENAEYER.)

Une des « Mussel Bands » affleure entre Hartley Steps Bay et Crag Point. Elle est interstratifiée dans les schistes et renferme les genres *Carbonicola* et *Spirorbis*. Immédiatement sous cette bande fossilifère se trouve un lit de sidérose de 10 à 12 cm, dans lequel se développe la structure cone-in-cone en grandes lentilles plates atteignant 3 m d'extension (fig. 4). Ces deux formations reposent sur un lit charbonneux et l'ensemble est compris entre les veines « Bensham », au sommet, et « Five Quarter », à la base.

Je reconstitue d'après un travail de R. G. ABSALOM et du D^r Wm. HOPKINS, qui ont levé tout le secteur côtier [1, pp. 6-7

pl. I], la coupe suivante se rapportant à la partie comprise entre Crag Point et Curry's Point :

Crag Point Sandstone (au sommet).

Schistes.

Veine de charbon de 5' (« *Bensham* »).

Table Rock Sandstone.

Schistes et grès à lits de sidérose.

Schistes ferrugineux et kaolineux à *Carbonicola* et *Spirorbis* (1").

Calcaire sidéritique passant à la *structure cone-in-cone* (5").

Schiste charbonneux (9").

Grès, schistes et argiles réfractaires.

Veine de charbon de 4' 4" (« *Five Quarter* »).

Grès.

Veine « *Six Inch* ».

Grès et schistes.

« *Low Main Musselband* ».

Veine de 3" (« *Low Main* »).

Beaumont Sandstone (à la base).

Un demi-mille au Sud de Hartley Steps Bay, *entre Curry's Point et St. Mary Island*, la mer découvre à marée basse le *Beaumont Sandstone*. L'estran offre, là, un spectacle réellement exceptionnel : il est jonché à perte de vue d'une multitude extraordinaire de grosses miches noires à *structure cone-in-cone*, d'environ 1 mètre de diamètre (fig. 5).

On ne leur connaît pas de gisement *in situ*, mais il n'est pas interdit de penser que ces miches offrent peut-être des relations analogues à celles que l'on rencontre si fréquemment dans l'Ouest de l'Écosse et que nous venons encore de vérifier à Hartley Steps Bay, c'est-à-dire un rapport de voisinage avec un lit de sidérose et un lit fossilifère. Ce dernier pourrait fort bien être, ici, la « *Low Mussel Band* » qui, d'après les données de R. G. ABSALOM et Wm. HOPKINS, affleure à Curry's Point et repose sur la veine de 3 pouces.

Le degré d'usure des miches est assez variable. On y reconnaît tous les aspects décrits par A. BONTE d'après les « *gâteaux* » de la Montagne Noire (*Première Partie*, 2, pp. 455-458, fig. 1 et 2) : miches à bourrelet équatorial, miches à sillon équatorial et miches à calottes polaires tronconiques.

C. -- *Yorkshire.*

A peu de distance au Sud-Ouest d'*Ingleton*, la rivière Greta traverse, d'Est en Ouest, un massif de Coal Measures à structure largement synclinale, recoupé au N.-E. par une faille majeure.

On peut observer dans la rivière des nodules ellipsoïdaux de cone-in-cone de grande taille : les uns sont visibles *in situ* dans une falaise difficilement accessible; les autres gisent tout dégagés dans le lit du cours d'eau. L'un d'eux mesurait au moins 1^m50 de diamètre et présentait un sillon équatorial très marqué. La structure conique semble affecter toute l'épaisseur des nodules.



FIG. 5. — Estran entre Curry's Point et St. Mary Island.

Miches à structure cone-in-cone reposant sur le « Beaumont Sandstone » (Middle Coal Measures). On distingue des miches à bourrelet équatorial, des miches à sillon équatorial et des miches à calottes polaires tronconiques.

(Cliché M.-E. DENAEYER.)

Au voisinage immédiat de ce gisement, la roche est un grès fin (silt) en couches subhorizontales dans lequel se développent d'énormes concrétions calcaires à surface assez irrégulière et allongées suivant la stratification. Le fantôme de celle-ci se poursuit au travers de ces concrétions, qui seraient donc d'origine métagénétique.

Dans le lit d'un petit affluent de la Greta, l'*Aspland Beck*, un affleurement de Coal Measures est visible à l'amont d'une voûte qui enjambe le ruisseau. Cet affleurement montre des schistes bitumeux dessinant un petit anticlinal secondaire dont

le plan axial coïncide avec l'entrée de la voûte et dont le flanc s'enfonce sous le niveau du ruisseau. Le pendage maximum de la partie visible du flanc de cet anticlinal est de 20 degrés N.-W.

La stratification des schistes est nettement marquée grâce à l'existence d'un petit lit de houille. Sur ce lit de houille et au voisinage du sommet de l'anticlinal, repose une couche de sidérose à structure cone-in-cone d'une dizaine de centimètres de puissance. Il s'agit d'une couche lenticulaire très plate qui se termine en biseau à flanc d'anticlinal, alors que la couche de charbon sous-jacente se poursuit vers le bas. L'extension de la lentille ne peut être évaluée, car elle vient buter contre la pile de la voûte.

3. Gisements liasiques.

Les cone-in-cone abondent dans (1) le *Lias inférieur* du Glamorgan et du Dorset ainsi que dans (2) le *Lias supérieur* du Yorkshire.

(1) LIAS INFÉRIEUR.

A. — Glamorgan (South Wales).

D'après un mémoire d'A. STRAHAM et T. C. CANTRILL [8], les couches rhétiennes à faune d'estuaire qui affleurent au bas des falaises *entre Penarth et Lavernock*, au Sud de Cardiff, sont garnies de lits subcontinus de 2 à 3 1/2 pouces d'épaisseur, formés d'une calcite fibreuse affectée de la structure cone-in-cone que les géologues anglais désignent sous le nom de « beef ». Ce facies, assez spécial aux formations du Lias inférieur de la Grande-Bretagne, n'est pas sans analogie avec le « nagelkalk » lorrain (cf. p. 44). Il est merveilleusement exposé dans le Lias inférieur du Dorset, dont il est question ci-après.

B. — Dorset.

Le Dr W. D. LANG a donné le nom de « shales-with-beef » aux formations du Lias inférieur exposées le long de la côte du Dorset, *entre Lyme Regis et Charmouth*, et comprises entre l'horizon « Table Ledge » à la base et l'horizon « Birchi-Tabular » au sommet. La puissance de ces formations est d'environ 70 pieds. Elles consistent en schistes papyracés (« paper shales »), marnes, bancs de marno-calcaires et lits de nodules calcaires. Une multitude stupéfiante de veines interstratifiées, plus ou moins continues, de « beef » parcourt cet ensemble (fig. 6).

Lithologiquement, on peut le diviser en deux groupes : un groupe supérieur de 30 pieds dans lequel dominant les « paper shales » et les veines de « beef », et un groupe inférieur d'environ 40 pieds où dominant des « blue conchoïdal marls ». La limite entre les deux groupes est constituée par un calcaire formé d'un grand nombre de lits de « beef » superposés et de films marneux : le « Little Ledge ».

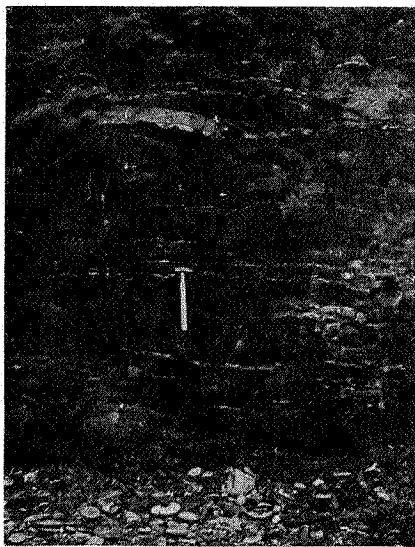


FIG. 6. — Falaises de Charmouth.

Nombreuses veines de « beef » à structure cone-in-cone interstratifiées dans les « paper shales » du Lias inférieur (Sinémurien). Vers le haut de la photo, on voit une lentille à enveloppe de cone-in-cone se prolongeant, à droite, par une veine double de « beef ». Cette lentille correspond au niveau 74 de l'échelle du Dr LANG.

(Cliché M.-E. DENAEYER.)

Paléontologiquement, ce même ensemble comporte trois horizons principaux, de haut en bas : horizon à *Microderoceras*, horizon à *Arietites*, *Sulciferites* et *Arnioceras* et horizon à *Arnioceras* et *Agassiceras*. Il appartient au Sinémurien.

Tectoniquement, les « shales-with-beef » sont très faiblement inclinés vers l'Est et affectés de quelques failles à faible rejet. Ils montrent, en outre, quelques ondulations secondaires visibles sur les photographies publiées par le Dr LANG [6, pl. III]. Toutefois, il s'agit là de mouvements récents dus à la progres-

sion des couches marneuses, sous l'action de la pesanteur, vers la vallée qui débouche sur la plage de Charmouth.

Nous devons au D^r LANG et à ses collaborateurs, L. F. SPATH pour la partie paléontologique, et W. A. RICHARDSON pour la partie pétrographique [6], la connaissance vraiment achevée des « shales-with-beef » exposés dans les *falaises de la plage de Charmouth*, où j'ai eu le privilège de les étudier sous la conduite du D^r LANG. Ce savant a établi, en particulier, une échelle stratigraphique très fine comportant plus de cent divisions, où presque toutes les veines de « beef » sont repérées et caractérisées [6, pp. 57-65, et fig. 2, p. 56].

Ces veines se présentent dans des conditions variées que j'ai pu, presque toutes, examiner sur place. Le D^r LANG en donne la description suivante [6, pp. 52-54] :

« Beef. — Fibrous calcium carbonate, always showing cone-in-cone structure, even if only on a microscopic scale. Seams of all thickness occur, from about 1/16 inch to some 4 inches. Generally speaking, the thicker the seam, the more obvious is the cone-in-cone structure; but it is possible to note conspicuous cone-in-cone structure in a very thin seam. Seams exceeding 2 inches in thickness, however, always show cone-in-cone structure clearly. All seams are double, and the cones of each layer interpenetrate at the junction. Naturally, such layers do not readily separate. Sometimes, however, one layer is very thin and, apparently, may temporarily thin out altogether. Further, such two-layered seams from about 1/2 inch thick, and thicker, are themselves often double, each half being separated by a thin line of marl, and the cones of each half do not appreciably interpenetrate. Such fourfold seams readily separate at the middle, and white, crushed, and powdery remains of small ammonites often occur between the halves. The thin intervening film of marl may locally thicken into a lenticle of indurated and highly calcified marl, or even into a nodule of impure limestone, in which case, the beef-seam appears in section to split and enwrap the nodule, which thus has an upper and a lower jacket of beef » ... « In some cases » ... « the lower layer of beef fails to enwrap the nodule, thinning out altogether on its sides. Sometimes, as in 74a (Little Ledge), the large upper and lower beef, instead of enwrapping lenticles of calcified marl, enclose layer upon layer of beef with occasional filmy marl partings. Sometimes beef more than

1/4 inch thick is seen to have replaced a small ammonite shell. The ornament of the shell is then seen to appear on both the upper and the lower surfaces of the beef, showing that the beef takes up much more vertical room than the substance which it has replaced.

» Short-rock. — An intimate mixture of coarse cone-in-cone beef and friable marl. »

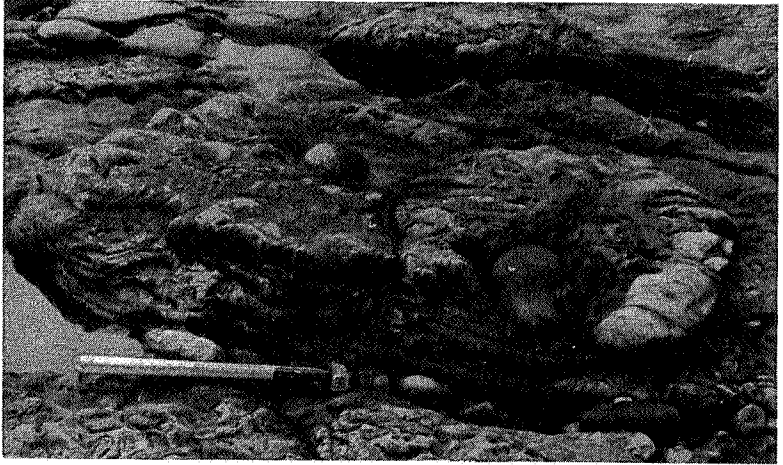


FIG. 7. — Récif de la plage de Charmouth.

Veines multiples de «beef» englobant des nodules calcaires indifférenciés. Partie supérieure des « blue conchoïdal Marls », niveau 73.

(Cliché M.-E. DENAEYER.)

En plus de ces aspects, le D^r LANG m'a montré des veines doubles dont les fibres ont une courbure sigmoïde et une veine simple recouvrant une coquille d'Inocérame. Celle-ci provient des « Green Ammonites Beds », zone à *Androgynoceras maculatum* (horizon n° 122 de l'échelle stratigraphique du D^r LANG). Nous avons également noté la présence de nodules indifférenciés englobés dans une épaisse couche de « beef » (horizon n° 73) (fig. 7).

D'autre part, le D^r LANG m'a encore signalé l'existence de doubles veines de « beef » constituant le remplissage de diaclases verticales dans les « Turner Clays », au-dessus des « shales-with-beef » (n° 76 de son échelle stratigraphique). C'est

là un cas jusqu'à présent *unique*, à ma connaissance ⁽¹⁾. Les veines en question ne sont visibles que de loin en loin, au niveau de l'estran, à l'Est de l'embouchure de la rivière de Charmouth. Lors de ma visite, elles étaient recouvertes de sédiments. Le D^r LANG, ayant envoyé tous les échantillons qu'il avait pu prélever au Département de Minéralogie du British Museum (Natural History), c'est là que j'ai pu les examiner. Le Conservateur du Département, le D^r W. Campbell SMITH, a eu la grande amabilité de m'en confier une partie pour en faire l'étude, et le D^r LANG m'a envoyé, postérieurement, de nombreux échantillons d'une nouvelle récolte. Ces veines doubles ont leurs fibres implantées normalement aux parois des diaclases. Les deux lits dont elles se composent sont jointifs ou séparés par une mince pellicule marneuse, mais, en certains points, les deux lits se séparent, laissant entre eux des boutonnières béantes.

Il est à peine nécessaire de souligner l'*importance de cette découverte au point de vue théorique*.

En ce qui concerne les veines portant sur les deux faces l'empreinte d'une Ammonite, je pense qu'il s'agit là d'un exemple analogue à ceux, déjà cités (p. 24), des « gâteaux » de la Montagne Noire et de Langlade, à empreintes de Trilobites.

Dans une publication assez récente [5], le D^r LANG a décrit un nouvel aspect du « beef », parfois en relation avec des lentilles de lignite, et se situant vers la base des « blue conchoïdal Marls », niveau 64. La succession des facies est, schématiquement, la suivante, de haut en bas :

« Beef » grossier à cone-in-cone ayant une ouverture angulaire supérieure à la normale.

« Beef » à fibres fines.

Marne à veines de « Beef » contenant des *Piarorhynchia* écrasés.

Dans cette marne se développent, soit des lentilles calcaires auréolées de marne durcie, soit des lits lenticulaires de marne et de lignite.

Piarorhynchia bien conservés, parfois en amas, sous le lignite.

« Beef » grossier.

(1) Un *deuxième* cas du même genre m'a été soumis récemment par M. Lucas (Paris), qui l'a observé dans l'Albien de l'Algérie. (Note ajoutée pendant l'impression.)

A l'extrémité ouest de la plage de Charmouth, j'ai pu relever, avec le D^r LANG, une coupe analogue, située au même niveau, dans laquelle lentille calcaire et lignite se trouvent associés (fig. 8) :

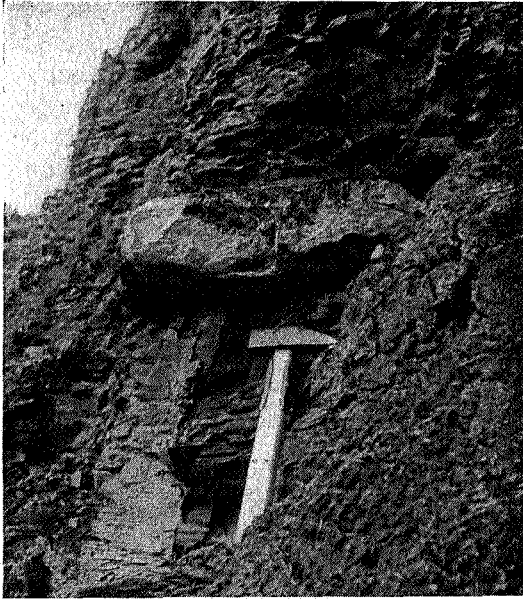


FIG. 8. — Falaises de Charmouth.

Lentille de lignite incrustée dans une grosse lentille calcaire. Au-dessus : « beef » grossier et marnes; au-dessous : marnes à veines de « beef ». Deux de ces veines sont visibles, l'une un peu sous le manche, l'autre aux deux tiers de la hauteur du marteau et à gauche. Niveau 64 des « blue conchoïdal Marls ».

(Cliché M.-E. DENAEYER.)

« Beef » grossier.

Lentille de lignite à surface inférieure irrégulière, pénétrant dans une lentille calcaire fossilifère. Celle-ci repose sur un lit de « beef ».

Marne à veines de « beef ».

Les autres accidents pétrographiques qui accompagnent les « shales-with-beef » sont des lentilles ou des masses sphéroïdales de calcaire marneux traversées par la stratification. Elles passent progressivement à la marne encaissante, mais, dans les « paper shales », elles s'enveloppent généralement d'une couche de « beef » et la séparation est nette.

Les accidents visés ci-dessus sont donc des concrétions ayant même origine que les marnes indurées qui passent, par tous les stades de la lapidification, à des bancs calcaires, par enrichissement en carbonate de chaux. Certains nodules, parcourus par un réseau de fissures béantes, sont des septaria.

Si l'on ajoute à tout ceci la présence fréquente de lignite et de pyrite dans le Lias inférieur, on conclura, une fois de plus, avec L. F. SPATH [6, pp. 84-86], que les couches du Dorset représentent des dépôts lagunaires ou de mer très peu profonde, affectés de périodes d'émergence et constituant un milieu analogue à celui de la mer Noire.

Les singularités des formations du Lias inférieur de la côte du Dorset ont suggéré à W. A. RICHARDSON [6, pp. 89-95] des théories qui méritent qu'on s'y arrête un instant.

Étudiant la distribution des niveaux nodulifères sur toute la hauteur et l'étendue du Lias, il établit une courbe de fréquence qui l'amène à la conclusion d'une précipitation rythmique des concrétions calcaires qu'il compare au phénomène de Liesegang (comparaison n'est pas raison)!

Son point de départ consiste à affirmer que les dépôts liasiques ont subi une contraction sous l'influence d'une dessiccation générale et que les plans de rupture parallèles au litage, ainsi créés, ont été à l'origine de la cristallisation fibreuse de la calcite du « beef », et cela, de part et d'autre de ces plans (veines doubles). Mais cette cristallisation était postérieure au concrétionnement des nodules calcaires, puisque, dit-il, les veines doubles se divisent pour envelopper ces nodules. Ces processus sont, en tous cas, antérieurs au plissement et au faillage du Lias, ceux-ci affectant aussi les veines de « beef » et les cordons de nodules.

Quant à l'apparition de la structure cone-in-cone dans le « beef », W. A. RICHARDSON y voit le résultat de l'action combinée d'une pression verticale, égale au poids des sédiments surincombants, et des pressions horizontales engendrées par la résistance à la croissance latérale des fibres élémentaires de calcite. La résultante serait une force de cisaillement (shearing-stress) produisant des surfaces de séparation coniques. Il appuie cette théorie sur trois propositions : a) la structure cone-in-cone se limite aux formes fibreuses de la calcite; b) la complexité de la structure s'accroît avec l'épaisseur de la couche de

« beef »; c) les surfaces coniques intéressent toute l'épaisseur d'une veine sans égard à sa structure interne.

Cette théorie a été vivement combattue par W. A. TARR [9, pp. 725-737]. Je me bornerai à faire observer : 1° qu'elle pêche par la base, en attribuant la structure cone-in-cone exclusivement à la calcite fibreuse; 2° qu'elle n'esquisse pas la moindre explication des structures en gradins, qui, pour être mal marquées ou exceptionnelles dans le « beef », n'en existent pas moins, ici et ailleurs.

D'autre part, W. A. RICHARDSON fait observer que « there is nothing to indicate that exceptionnaly complex structures are associated with richness of organic remains ».

(2) LIAS SUPÉRIEUR DE LA CÔTE DU YORKSHIRE.

Les schistes, grès et roches ferrugineuses du Lias sont exposés d'une façon presque ininterrompue dans les falaises du Yorkshire, entre Redcar au N.-W. et Blea Wyke Point au S.-E. Des gisements riches en nodules à structure cone-in-cone existent dans les couches du Lias supérieur, vers la limite des zones à *Hildoceras bifrons* et à *Harpoceras falciferum*, à Peak (ou Ravenscar) et à Saltwick, au Sud de Whitby. En ces deux points, les couches qui les contiennent s'abaissent au niveau de la mer, grâce à de faibles ondulations (Saltwick) ou à des failles (Peak).

Ce n'est qu'entre Blea Wyke et la faille de Peak que le Lias supérieur de la côte du Yorkshire (Whitbian + Yeovilian = Toarcien) est complètement développé. Partout ailleurs, au Nord et à l'Ouest de la Faille de Peak, le sommet du Lias est plus ou moins profondément érodé; un « Dogger » à caractère ravinant (2) et parfois même les « Estuarine Series » (formations à caractères deltaïques) qui lui succèdent sont alors en contact avec divers niveaux du Whitbian.

Les subdivisions et la composition lithologique du Lias supérieur de la côte du Yorkshire sont les suivantes, du sommet à la base, d'après les publications du D^r J. E. HEMINGWAY [11,

(2) Ce « Dogger », au sens que lui donnent les géologues anglais, est une série compréhensive, avec remaniements intraformationnels correspondant en partie au Yeovilian (= zone à *Lytoceras jurense* p. p.) et en partie à l'Aalénien. Elle forme le passage du Lias supérieur aux « Estuarine Series », c'est-à-dire à l'Oolithe inférieure.

pp. 250-260], qui m'a fait bénéficier de sa profonde connaissance du terrain :

DOGGER :

Grès ferrugineux et kaolineux, grès verts à oolithes de chamosite, contenant parfois des lits coquilliers et souvent, vers la base, des « cementstone pebbles ».

YEOVILIAN :

Zone à *Lytoceras jurense*.

3. BLEA WYKE BEDS :

- | | |
|--------------------|--|
| b) Yellow Beds | } Grès grossier vert.
Grès micacé tendre, ferrugineux, à concrétions calcaires. |
| a) Grey Beds | |

2. *Striatulum* SHALES : Schistes micacés avec lits d'« ironstone ».

WHIBIAN :

1. PEAK SHALES : Schistes foncés.

Zone à *Hildoceras bifrons*.

ALUM SHALE SERIES :

- c) Schistes alunifères.
- b) Schistes gris tendres micacés.
- a) Double lit de nodules pyriteux, lit de « siderite mudstone » à structure *cone-in-cone* et bancs de calcaire à Bélemnites (zone locale à *Pseudoliotoceras pseudovatum*).

Zone à *Harpoceras falciferum*.

JET ROCK SERIES :

- b) Banc de calcaire argileux de 4 à 6 pouces, dit « Top jet Dogger », couronné par des concrétions discoïdales de 15 pieds de diamètre.
- a) Schistes noirs bitumineux renfermant des masses lenticulaires de jayet et des cordons de nodules pyriteux fossilifères. Vers le sommet de ces schistes, à environ 4 à 7 pieds sous le « Top Jet Dogger », se situe un niveau très constant de grandes concrétions à structure *cone-in-cone*.

Zone à *Dactylioceras tenuicostatum*.

GREY SHALES : Schistes sableux tendres renfermant des cordons de nodules calcaires durs et de nombreuses Bélemnites dont les phragmocônes sont souvent inclus dans de petits nodules.

Voici comment le D^r HEMINGWAY décrit [11, p. 258] l'évolution du bassin du Yorkshire à la fin du Lias :

« The black shales of the Jet Rock Series were laid down under conditions similar to those of the Black Sea to-day, except in depth. The anomaly that those sediments, laid down in the quietest and, presumably, the deepest waters, are coarsest in grain can only be explained by their sedimentation being accompanied by slight orogenic activity of the surround-

ing landmasses. The carrying powers of the rivers flowing into the basin would be increased to a small but marked degree, with the result that slightly coarser material would be carried into the basin...

» From Jet Rock times onwards to the end of the Whitbian, the basin is pictured as a sea being gradually filled up by sediment of rivers which were progressively decreasing in their carrying power. Subsidence of the floor of the basin was

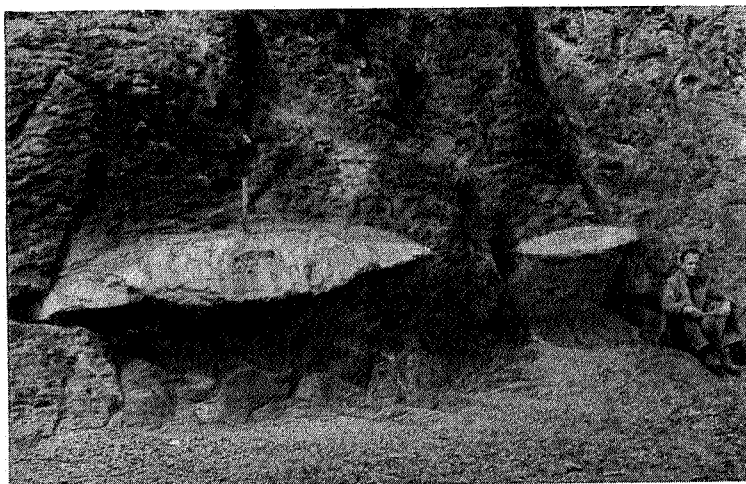


FIG. 9. — Falaise à Peak.

Lentilles à noyau de septaria et enveloppe de cone-in-cone dans les schistes bitumineux du « Jet Rock » (Lias supérieur, z. à *Harpoceras falciferum*). On voit le litage contourner les lentilles. La plus grande (à gauche) mesure 2^m17 de long pour 0^m51 d'épaisseur.

(Cliché M.-E. DENAEYER.)

probably taking place, but at a slower rate than deposition. As a result, the sea floor was built up until at the end of the Whitbian the whole of the Yorkshire basin was an area of comparatively shallow, aerated water, fed by rivers of extreme sluggishness. »

Quand on se dirige de la faille de *Peak* vers le Sud-Est, on suit le flanc de l'anticlinal qui s'abaisse vers Blea Wyke et l'on voit affleurer dans les falaises les « Jet Rock Series » (zone à *Harpoceras falciferum*). On peut y observer une série de gisements de cone-in-cone dont les deux derniers sont remarquables.

Le premier se trouve près d'une pompe refoulant l'eau de mer vers un établissement hydrothérapique perché au sommet de la falaise. Les nodules y sont dégagés et mélangés à des amas de concrétions indifférenciées.

Le second gisement est exposé, *in situ*, à flanc de falaise, à environ un mètre au-dessus du niveau de la plage. Il consiste en énormes lentilles atteignant 2 mètres de diamètre ou plus, interstratifiées dans les schistes bitumineux (fig. 9). Le litage

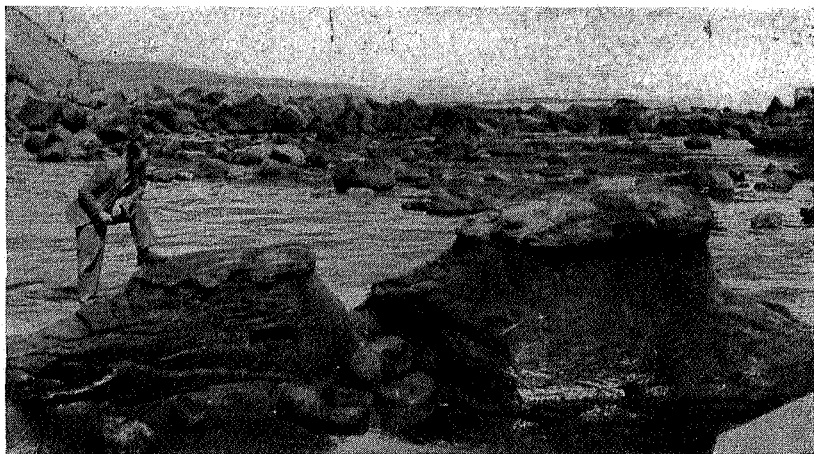


FIG. 10. — Estran de Peak.

Lentilles à structure cone-in-cone coiffant des pyramides de schistes bitumineux du « Jet Rock ».

(Cliché M.-E. DENAEYER.)

épouse le contour des lentilles, et le Dr HEMINGWAY voit là une preuve de leur formation pénécotemporaine du dépôt des schistes. Le noyau des lentilles est souvent un septaria et leur enveloppe est à structure cone-in-cone. Entre ces deux zones il ne paraît pas y avoir de structure différenciée ni de restes organiques.

A une centaine de mètres plus au Sud-Est, l'érosion marine a dégagé des lentilles qui offrent en ce point un spectacle vraiment curieux. Les unes affleurent au niveau même de l'estran, en relief sur les schistes, et ressemblent à d'énormes verrues; les autres coiffent bizarrement un socle schisteux qu'elles protègent de l'érosion pendant un certain temps (fig. 10).

A environ un mille au Sud-Est de Whitby se dresse le promontoire de *Saltwick Nab*. Il correspond à un anticlinal dont les flancs s'abaissent doucement (2 à 3 degrés de pente), amenant au niveau de l'estran la série des schistes alunifères de la zone à *Hildoceras bifrons*. La base de cette zone est bien marquée par des cordons de nodules.

Dans la zone axiale de l'anticlinal, à une hauteur de 10 à 15 mètres, on peut observer un banc lenticulaire et une couche lenticulaire à structure cone-in-cone, surmontant le « Top Jet Dogger » (fig. 11).



FIG. 11. — Promontoire de *Saltwick Nab*.

Zone axiale de l'anticlinal de « *Saltwick Nab* ». On voit, à mi-hauteur de la photo, un banc lenticulaire et des nodules à structure cone-in-cone, à la base de la zone à *Hildoceras bifrons*.

(Cliché M.-E. DENAEYER.)

Au Nord-Ouest de l'anticlinal, sur la *plage de Saltwick*, affleurent, à la surface de l'estran, quelques petits nodules ellipsoïdaux. L'un d'eux était cisailé par une faille radiale à rejet horizontal d'une dizaine de centimètres.

Au Sud-Est de l'anticlinal de *Saltwick* s'ouvre *Saltwick Bay*, qui correspond à un synclinal auquel succède l'anticlinal du promontoire de *Black Nab*.

La baie de *Saltwick* est riche en nodules et concrétions. Les nodules à structure cone-in-cone semblent localisés sur le flanc de l'anticlinal de *Saltwick Nab*. Outre des septaria et d'énormes nodules à structure cone-in-cone, façonnés par le flot, j'ai vu le banc de calcaire à *Bélemnites* enveloppé par une couche de cone-in-cone, au-dessus et au-dessous. L'érosion peut avoir

enlevé la partie supérieure de l'enveloppe, mettant à nu les rostres qui se comptent par milliers et découvrant des nodules indifférenciés et parfois gémellés, engagés dans l'épaisseur du banc. Enfin, en un point de la falaise, j'ai pu observer un véritable nid de petits nodules qui paraissent bien avoir été remaniés et rassemblés sur place. Ces nodules semblent ainsi fournir un nouvel argument très probant en faveur de la rapidité du concrétionnement au cours même de la sédimentation.

4. Gisements wealdiens de l'île Wight.

Le vaste anticlinal crétacé qui traverse l'île de Wight, d'Est en Ouest, fait affleurer les couches wealdiennes à cone-in-cone dans les falaises de la baie de Sandown. La branche sud du synclinal qui lui fait suite vers le Sud-Sud-Ouest fait à nouveau affleurer ces mêmes couches à Atherfield Point.

En longeant les falaises depuis Sandown jusqu'aux Culver Cliffs, on recoupe le flanc nord de l'anticlinal, dont les couches pendent à environ 28 degrés N.-E., et l'on suit leur succession régulière, comprenant les marnes, puis les schistes wealdiens, le Lower Greensand (= Barrémien + Aptien), le Gault (= Albien), l'Upper Greensand (= Cénomaniens) et, enfin, la Craie blanche qui ferme la baie du Nord.

A environ un quart de mille au Nord-Est de la plage de Sandown, près de *Yaverland*, les schistes wealdiens gisent sur l'estran en énormes paquets détachés de la falaise. Les vagues qui emportent ces schistes ont abandonné à la limite des marées de haute mer un long cordon de parties dures. Celles-ci consistent en dalles de calcaire à Cyrènes provenant de la dislocation d'un banc continu qui présente la structure cone-in-cone sur les deux faces.

A la demande du D^r Campbell SMITH, le D^r T. EASTMAN, Assistant-Directeur du Geological Survey, a eu la courtoisie de me communiquer, entre autres documents, la coupe de détail suivante, relevée en ce point, dans la partie supérieure du Wealdien, à une époque où les dégradations de la falaise étaient moins prononcées :

Lower Greensand.

Perna Bed : grès ferrugineux et argile sableuse
verte 5'

Wealdien.

Schistes	12'
Banc de calcaire à Cyrènes avec cone-in-cone (« Beef-Bed »).	5"
Schistes avec lits d'« ironstone »	22'
Banc à huîtres	5"

J'ai pu reconnaître le banc de calcaire à Cyrènes avec ses connexions au milieu d'un paquet de schistes glissé (fig. 12),

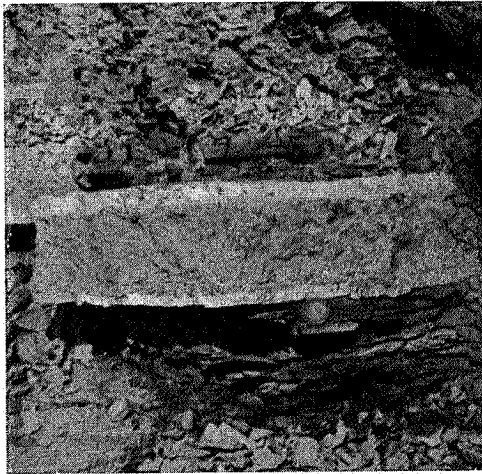


FIG. 12. — **Falaise éboulée de Yaverland (Sandown Bay).**

Banc de calcaire à Cyrènes de 5 pouces, à enveloppe de cone-in-cone, dans les schistes wealdiens. L'échelle est donnée par la pièce d'une demi-couronne placée sous le banc.

(Cliché M.-E. DENAEYER.)

ainsi que des débris du banc à huîtres. L'enveloppe du banc à Cyrènes est formée de beaux cônes d'environ un demi-pouce d'épaisseur. Le centre est pétri de fossiles et constitue un beau calcaire coquillier. Les dalles, dégagées et lavées par les flots, montrent d'admirables surfaces mamelonnées d'un très grand intérêt. On y observe, en effet, des régions circulaires étendues, en relief sur la surface générale, et agrémentées de bourrelets rappelant les laves cordées. Cet aspect évoque, une fois de plus, d'une façon irrésistible, une matière plastique en mouvement.

A *Atherfield Point*, le « Beef Bed » n'a que 2 pouces et affleure dans un récif. Voici la coupe en ce point, d'après les données du D^r EASTMAN :

Perna Bed	5'
Schistes bleus à Cérithes abondants	15'
« Beef Bed »	2"
Schistes	15'
« Ironstone » bleu pâle	2-3"

Jadis, T. G. BONNEY a publié une note [2] où il étudie les cone-in-cone de la baie de Sandown. Il y constate que les sommets des cônes s'appuient sur les faces convexes des valves de Cyrènes et il attribue la structure à des phénomènes de cristallisation du même ordre que ceux qui donnent naissance aux sphérolites dans les verres. Il voit dans les gradins une cassure en spirale due à la contraction des fibres au cours de la cristallisation.

Nous retiendrons ici que les couches wealdiennes sont des formations d'origine deltaïque et que les roches qui accompagnent les lits de cone-in-cone offrent des analogies avec celles des gisements carbonifères et liasiques. D'autre part, le calcaire à Cyrènes semble présenter une disposition semblable à celle du banc à *Encrines* de la côte du Fife-shire et du banc à *Bélemnites* de la côte du Yorkshire, à cela près que le premier est pétri de fossiles d'eau douce et les seconds de fossiles marins.

TRAVAUX CITÉS DANS LA DEUXIÈME PARTIE.

1. R. G. ABSALOM and WM. HOPKINS, The Geological relations of the coast sections between Tynemouth and Seaton Sluice (*Proceedings of the University of Durham Philosophical Society*, Vol. VIII, Part 3, 17 p., 1 plate).
2. T. G. BONNEY, A note on cone-in-cone structure (*The Mineralogical Magazine*, London, Vol. XI, 1895, pp. 24-27).
3. O. T. JONES in O. T. JONES and W. J. PUGH, Report of the Aberystwyth-Machynlleth Summer Field-Meeting (*Proceedings of the Geologists Association*, London, Vol. XLVI, Part 4, 1935, p. 414).
4. S. R. KIRK, The Geology of the Coast between Kinkell Ness and Kingask, Fife-shire (*Transactions of the Edinburgh Geological Society*, Vol. XI, sessions 1915-1924, published 1925, pp. 366-382, plate XLVIII).
5. W. D. LANG, A Brachiopod Horizon in the Lower Lias of Dorset (*The Proceedings of the Dorset Natural History and Archeological Society*, Vol. 65, 1944, pp. 150-153).

6. W. D. LANG, L. F. SPATH and W. A. RICHARDSON, « Shales-with-Beef », a Sequence in the Lower Lias of the Dorset Coast (*The Quarterly Journal of the Geological Society of London*, Vol. 79, 1923, pp. 47-99, pl. III and IV).
7. H. P. LEWIS, Bedding-faults and Related Minor Structures in the Upper Valentinian Rocks near Aberystwyth (*Geological Magazine*, London, Vol. LXXXIII, 1946, pp. 153-161, 5 textfig.).
8. A. STRAHAM and T. C. CANTRILL, The Geology of the South Wales Coalfield. Part III : The Country around Cardiff, 2d. ed. (*Memoirs of the Geological Survey England and Wales*, Explanation of the sheet 263, London, 1912, pp. 54-60).
9. W. A. TARR, Cone-in-cone (*in* W. H. TWENHOFFEL, *Treatise on Sedimentation*, London, 1932, pp. 716-733, textfig. 101-107).
10. Rev. D. URE, History of Rutherglen and East Kilbride, Scotland, 1793, p. 253, pl. XX, fig. 8.
11. V. WILSON, J. E. HEMINGWAY and M. BLACK, A Synopsis of the Jurassic Rocks of Yorkshire (*Proceedings of the Geologists Association*, London, Vol. XLV, Part 3, 1934, pp. 247-306).
12. J. YOUNG, Notes on « Cone-in-cone » Structure (*Transactions of the Geological Society of Glasgow*, Vol. VIII, Part 1, 1883-1884, 1884-1885, published 1886, pp. 1-27, pl. I and II).
13. — On « Cone-in-cone » Structure (*The Geological Magazine*, London, New Series, Decade III, Vol. II, 1885, pp. 283-285).
14. Cf. : Correspondance, et les articles de A. C. C. CAMERON et de A. J. SACHS (*in The Geological Magazine*, London, New Series, Decade III, Vol. IX, 1892).

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
PREMIÈRE PARTIE.	
RÉSUMÉ	21
I. — INTRODUCTION	22
Théories anciennes et théories actuelles de la structure cone-in-cone	22
Théorie de la traction	23
Théorie organo-chimique	24
Insuffisance de ces théories	25
Remerciements	29
II. — GISEMENTS FRANÇAIS	30
1. Gisements siluriens de la Montagne Noire	30
2. Gisements triasiques et jurassiques de Lorraine	36
Travaux cités dans la première partie	46
DEUXIÈME PARTIE.	
RÉSUMÉ	382
GISEMENTS BRITANNIQUES	384
1. Gisements siluriens de la côte du Cardiganshire (Pays de Galles)	384
2. Gisements carbonifères	388
(1) Limestone Coal Group d'Écosse	389
(2) Coal Measures	392
A. — Écosse	392
B. — Northumberland	393
C. — Yorkshire	395
3. Gisements liasiques	396
(1) Lias inférieur	396
A. — Glamorgan	396
B. — Dorset	396
(2) Lias supérieur de la côte du Yorkshire	403
4. Gisements wealdiens de l'île de Wight	408
Travaux cités dans la deuxième partie	410

Souvenirs et réflexions d'un géologue retour du Congo,

par M. SLUYS.

**Compte rendu de la causerie donnée à la séance mensuelle
du 17 juin 1947.**

M. M. SLUYS a fait, le 17 juin, une très vivante causerie à la tribune de notre Société. Nous rappellerons qu'il partit au début 1940, avec M. G. STAQUET, à l'effet d'accomplir une mission minière et géologique dans l'Ituri, pour le compte du Gouvernement. Cette mission fut interrompue fin 1941 par le rappel de M. SLUYS à Léopoldville, où le Gouverneur général le nomma son conseiller technique minier. Les très graves événements mondiaux amenèrent l'entrée active en guerre du Congo. Le dirigisme minier fut instauré et, fin 1942, M. SLUYS en prit la tête comme Directeur de la Production minière de Guerre du Congo et du Ruanda-Urundi (D.P.M.G.). A partir de janvier 1943, le Service géologique de la Colonie releva de la D.P.M.G.

Durant plus de six ans et demi, de 1940 à fin 1946, M. SLUYS n'a cessé de parcourir les régions minières congolaises en tous sens. Il a rapporté de ses voyages une copieuse documentation géologique dont les résultats commencent à être connus grâce aux publications qui voient le jour depuis la libération du pays. M. SLUYS, à maintes reprises, a fait l'éloge de ses plus jeunes confrères qui exécutèrent des travaux géologiques de terrain pendant la guerre. « Je les ai vus au travail, » a-t-il écrit, « et je rends un vif hommage à ces collègues qui ont souvent travaillé dans des conditions très ingrates. »

Les lignes qui suivent ont été écrites en se référant à des extraits de notes qui nous ont été communiqués par l'auteur.

M. M. SLUYS s'est tout d'abord réjoui de constater le grand intérêt que portent les membres de la Société aux exposés de géologie congolaise. Il n'entend pas, cependant, commenter un Mémoire ou une Note de technique géologique, considérant que de tels documents, pour être pleinement appréciés, doivent être lus dans le calme du home ou du cabinet. « Je n'exposerai pas

non plus, dit l'orateur, mes opinions et critiques concernant les essais de corrélations entre les terrains anciens des diverses régions congolaises. C'est là un sujet brûlant et assez explosif. » Le tableau de synchronisation en grand des formations du Katanga, du Congo occidental, du Kasai, de l'Ituri, présenté récemment, à la même tribune, par MM. CAHEN, JAMOTTE, LEPERSONNE et MORTELMANS, constitue cependant, à son avis, l'hypothèse de travail actuellement la plus satisfaisante. Cette synthèse comporte, comme tout essai de ce genre, des réserves qui ne pourront être levées qu'à la suite de travaux de terrain et de laboratoire, à poursuivre assidûment. M. SLUYS déclare qu'à son sens il est plus urgent et plus intéressant de réunir des faits nouveaux de terrain que de se livrer à des anticipations de chronologie qui, au stade actuel, sont toutes sujettes à caution. Il s'étonne cependant que la synthèse présentée par ses jeunes collègues ait pu provoquer des discussions quelque peu passionnées. Elle heurte des conceptions que d'autres collègues, plus âgés, ont longtemps soutenues avec force. Il lit, pour inciter ces derniers à la sérénité, quelques lignes de l'illustre astronome A. EDDINGTON, qui, montrant que le progrès scientifique a quelque chose de cruel, écrivait : « Si nous voyons plus loin que nos prédécesseurs, c'est parce que nous sommes montés sur leurs épaules — et il n'est pas étonnant qu'ils aient reçu quelques coups de pied quand nous y grimpons. Mais une nouvelle génération est déjà en train de grimper sur les épaules de notre génération et ne nous épargne pas non plus quelques horions..., et il en sera toujours ainsi ».

Une fois de plus, dit M. SLUYS, je m'insurge contre l'habitude prise par certains géologues d'appliquer le vocabulaire stratigraphique du Katanga à des régions congolaises qui en sont considérablement éloignées. On a ainsi semé le trouble et la confusion. Par exemple, pourquoi avoir englobé dans le « Kundelungu » les puissantes séries calcaires du Bas-Congo et de l'Ituri, alors qu'il n'était nullement établi qu'une telle assimilation était correcte ?

Après cette digression, l'orateur entraîne l'auditoire à faire avec lui un beau voyage d'un bord à l'autre de la Cuvette congolaise, du Bas-Congo à la région des Grands Lacs. Il rappelle, chemin faisant, les caractéristiques de géographie physique et de géologie des régions traversées. Les documents qu'il cite ou qu'il présente sont ceux à l'élaboration desquels il a personnellement collaboré : esquisse géologique du Congo occidental

au 200,000° (1); carte des formations sédimentaires de l'Ituri au 500,000°; carte géologique de la région de Mambasa, Irumu, Kilo et du lac Albert au 200,000°; esquisse des dépôts du Karroo couvrant le Maniema et l'Ituri, au 1,000,000° (2).

Au cours de son exposé, M. SLUYS paie un tribut à la mémoire de géologues de l'Afrique centrale. Il fait également l'éloge de notre collègue le général J. HENRY, chevalier de la Lindi, sur les traces de qui il a cheminé au cours des années qu'il vient de passer au Congo oriental.

Voici, en résumé, l'hommage rendu à F. DELHAYE par son plus intime collaborateur, qui le caractérisa comme le prototype du savant d'une désarmante distraction : « au cours de nos déplacements en brousse, dit-il, il était indispensable de faire suivre la caravane de DELHAYE par quelques indigènes de confiance, dont l'unique travail consistait à ramasser et à récupérer tous les *impedimenta* qu'il semait en route ! »

(1) F. DELHAYE et M. SLUYS, Esquisse géologique du Congo occidental. Etude du système schisto-calcaire (avec carte géologique en 6 couleurs, en 2 feuilles, au 200.000°) (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, public. relatives au Congo belge, annexe, t. XLVII, 1924). M. M. ROBERT, dans sa belle biographie consacrée à F. DELHAYE, présentée à la séance du 17 décembre 1946 de notre Société, a écrit que cette carte du Bas- et du Moyen-Congo, « restera désormais classique ». Je le remercie de cette appréciation élogieuse. De son côté, M. J. LEPERSONNE, qui s'est consacré avec MM. L. CAHEN et A. DE MONTPELLIER à une étude nouvelle des formations du Bas-Congo, a signalé, à plusieurs reprises, que la stratigraphie et la cartographie du schisto-calcaire du Congo occidental, que nous avons mises sur pied en 1914 et en 1919, étaient des documents précis et que très peu devait en être retouché à la lueur des nombreuses observations faites sur le terrain durant la guerre. Je suis très touché de cet hommage rendu à des travaux que j'ai effectués en collaboration intime avec mon regretté ami F. DELHAYE, il y a quelque trente ans. M. SLUYS.

(2) On trouvera des reproductions simplifiées et à échelles réduites de ces documents, ainsi que des descriptions et des commentaires relatifs aux régions qu'ils couvrent, dans les articles suivants :

M. SLUYS, La géologie de l'Ituri. Le groupe de la Lindi (*Bull. Service géol. du Congo belge*, n° 1, Léopoldville, 1945, pp. 95-184).

— Résumé de quelques travaux géologiques se rapportant au Congo oriental, exécutés de 1940 à 1946 (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. LXX, Bull. n° 5, pp. 187-209, février 1947).

— Les niveaux conglomératiques du Congo oriental (*Ibid.*, t. LXX, Bull. n° 5, février 1947).

— Les lambeaux sédimentaires apparaissant dans l'Ituri oriental et sur les plateaux encadrant le lac Albert (*Bull. Service géol. du Congo belge*, n° 2, 1946, Léopoldville).

Plus qu'aucun d'entre nous, DELHAYE a parcouru d'innombrables itinéraires géologiques en Afrique centrale. Ses missions s'étalent sur plus de trente années. Il aborda la Cuvette congolaise par toute sa périphérie, arpentant et étudiant successivement le Katanga, le Congo occidental, le Sankuru, l'Ubangi français, le Ruanda-Urundi, le Maniema, les abords des fossés tectoniques des Grands Lacs...

De chacune de ses explorations il rapporta une moisson de faits nouveaux et des documents de cartographie géologique d'une valeur si éprouvée, qu'après un quart de siècle ils font encore autorité.

Il fut grand récolteur d'échantillons, mais il n'attachait cependant que peu de poids à l'échantillon en soi, c'est-à-dire qu'il n'avait pas l'âme du collectionneur. Ce qui l'intéressait avait une portée plus haute : il s'attela à composer des collections systématiques et compréhensives qui représentaient des séries-types de groupes et de systèmes.

Géologue de terrain de grande classe, il put, grâce à une endurance physique exceptionnelle, lever de nombreuses coupes et débrouiller maintes stratigraphies.

« La stratigraphie coloniale », disait-il volontiers, « ne se résout que par de bons jarrets ». Il les possédait certainement et, dans la brousse, finissait par écœurer même ses porteurs... Au Congo occidental, les indigènes, surpris de voir un Blanc infatigable, escaladant toutes les collines, l'avaient baptisé : « Tadjia Mongo », le « compteur de montagnes » !

Mais il possédait aussi ce coup d'œil, cette méthode, cet esprit critique qui en firent un excellent tectonicien. L'œuvre écrite de DELHAYE est relativement peu touffue. Ce qui parut de lui de plus copieux sont des mémoires écrits en collaboration : si sa part des observations et des conceptions relatées est essentielle, il laissa cependant à ses adjoints le soin de la rédaction. Car DELHAYE appartenait à cette catégorie de savants qui hésitent et reculent dès qu'il faut livrer au public le fruit de leurs travaux. Ils estiment toujours n'avoir pas creusé assez à fond le sujet et repensent sans cesse leur œuvre.

Que de fois l'ai-je vu déchirer des notes prêtes à être livrées à l'impression, puis les récrire, pour les redéchirer encore !... Le monde des géologues a certainement beaucoup perdu du fait de cette recherche d'une perfection toujours fuyante.

C'est à un tel scrupule que les notes qu'écrivit DELHAYE doivent une concision, un tour dépouillé, qui les rend parfois quelque peu énigmatiques.

Mais chaque mot a été pesé, chaque phrase a été limée, et, à seconde lecture, le texte révèle tout le suc d'une pensée profonde. Son œuvre, quoique circonscrite, est solide et durable, car elle n'est faite que de science et de conscience. Tels quels, les travaux publiés sous la signature de DELHAYE constituent une pierre angulaire de la géologie de l'Afrique centrale.

Je ne ferai pas, aujourd'hui, une analyse critique de l'œuvre de DELHAYE.

Cependant, je signalerai qu'à travers toute sa carrière coloniale il poursuivit quelques idées maîtresses.

L'apparement de ses conceptions avec celles d'ÉMILE HAUG revient fréquemment dans son œuvre et montre que les travaux minutieux de terrain ne lui avaient pas rétréci l'horizon. En fait DELHAYE aborda les spéculations tectoniques de grand style. Voici une citation caractéristique :

« Les recherches que je poursuis depuis vingt ans au sujet des relations pouvant exister entre les mouvements orogéniques et épirogéniques, en partant de déformations dues à l'action de forces tangentielles, puis en les suivant à travers différentes phases de déformations successives où n'interviennent que des forces radiales, m'ont amené à considérer les mouvements épirogéniques comme une simple répercussion, dans les couches superficielles de l'écorce terrestre, des plissements qui s'effectuent encore en profondeur.

» Dans les deux cas, la cause essentielle reste la même : c'est l'action des forces tangentielles. »

Cette conception n'est pas essentiellement différente de celle à laquelle est arrivé ARGAND par des déductions tirées d'une vaste synthèse; elle permet d'étendre le synchronisme des périodes épirogéniques généralisées aux périodes orogéniques, et vice versa, ces deux catégories de mouvements n'étant, en fin d'analyse, que des modalités d'un même phénomène.

C'est dans le cadre de cette conception que DELHAYE considérait les derniers mouvements généralisés de l'Afrique centrale, appartenant à une phase épirogénique, comme une simple répercussion des mouvements alpins.

Une autre idée maîtresse, sur laquelle DELHAYE mit l'accent avec insistance, est l'origine structurale des tributaires fluviaux de la Cuvette congolaise.

Déjà en 1916, nous écrivions ensemble un texte sur la vallée d'érosion du Congo et ses antécédents tectoniques, qu'accueillirent les « Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris » (3).

Nous suggérions que le Congo inférieur entre Léopoldville et Matadi, en pleine jeunesse érosive, n'est que le résultat d'une capture, par un ancien fleuve côtier, d'un tributaire d'un lac intérieur dont le cours fut inversé. Caractéristique remarquable : ce tributaire coulait dans une vallée synclinale dont l'axe était incliné vers l'intérieur de la Cuvette congolaise.

DELHAYE poursuit ses investigations sur les influences tectoniques répercutées dans l'allure des réseaux fluviaux.

Il écrit notamment :

« Mes études me conduisent à considérer le réseau Sankuru-Kasaï, aussi bien que celui des tributaires de la Cuvette centrale dont le réseau conflue vers la Bushira, comme étant essentiellement d'origine structurale. Toutes ces vallées coulent dans des synclinaux inclinés dans le même sens que leurs thalwegs, les parties anticlinales des plis étant reportées vers les lignes de séparation des bassins. Si l'on tient compte que chaque système comporte son conjugué orthogonal, cette règle ne s'applique pas seulement aux rivières principales, mais également aux branches maîtresses de leurs affluents latéraux. »

Et il ajoute ces lignes très caractéristiques :

« Dans les limites précitées, la Cuvette est festonnée, les plis principaux ont la même disposition rayonnante que les rivières et se ramifient vers les parties périphériques. »

L'expression de Cuvette festonnée ramifiée vers les zones périphériques du bassin congolais est heureuse et imagée. C'est à un tel festonnage tectonique qu'il faut faire appel pour expliquer, notamment, la disposition paradoxale des affleurements du Karroo permien de l'Est congolais. Ceux-ci apparaissent au creux des vallées actuelles, en tapis horizontaux, et

(3) F. DELHAYE et M. SLUYS, La vallée d'érosion du Congo et ses antécédents tectoniques (C. R. Ac. Sc., t. 165, p. 1008, Paris, 1917).

viennent buter à des berges formées de terrains du socle, beaucoup plus anciens, qui les surplombent. Il en résulte que ces couches permienes se dessinent sur les cartes absolument comme le feraient des alluvions modernes. Une telle allure, a conclu avec raison DELHAYE, ne peut avoir qu'une cause tectonique.

M. SLUYS évoqua ensuite les accidents très graves survenus à F. DELHAYE et A. SALÉE au Ruanda-Urundi.

Ci-dessous nous reproduisons cette page émouvante :

Au cours de sa mission de 1920 à 1922 au Ruanda-Urundi, DELHAYE fut victime d'un grave attentat.

Un père missionnaire, qui fut de l'équipe de sauvetage à l'époque, m'a expliqué sur place, en 1943, comment se déroula le drame. Pour les indigènes, ce Blanc extravagant qui parcourait le pays sans s'inquiéter des chemins traditionnels, qui gravissait et dévalait les pentes sans but plausible, qui faisait creuser des trous apparemment inutiles, qui mettait en station, au haut des buttes, des instruments brillants autour desquels il se livrait à des mouvements mystérieux, ne pouvait être qu'un sorcier malveillant qui, tôt ou tard, jetterait un sort mauvais aux hommes et au bétail. Il y eut des conciliabules dans les cases... Les missionnaires prévinrent DELHAYE du danger qu'il y avait pour lui à trop s'écarter des sentiers reliant les postes européens. Ancien broussard habitué à la passivité de nos indigènes congolais, DELHAYE ne tint guère compte de l'avertissement.

Un jour de juin 1922, il s'éloigna exagérément de son camp et s'égara dans la brousse au soir tombant. Le ronronnement du tam-tam se faisait entendre au loin. Avec ses huit porteurs et son capita, DELHAYE marcha vers la colline d'où venait ce bruit cadencé et lancinant. Il déboucha, à l'improviste, sur une aire où une foule d'indigènes se livraient à une fête bachique. Bientôt il fut entouré d'hommes ivres gesticulant... C'est en dansant, en chantant, en s'excitant mutuellement que, tout à coup, l'exaltation de ces indigènes se transforma en folie meurtrière.

DELHAYE reçut deux coups de poignard sous les aisselles. La lame glissa entre les côtes et lui perfora le poumon. Le capita, blessé d'un coup de lance à travers la cuisse, lui passa son revolver, dont DELHAYE — ce pacifique entre tous — usa en tirant à bout portant sur son agresseur, qui fut abattu net...

La foule impressionnée par le coup de feu se dispersa comme une volée de moineaux. DELHAYE fit quelques pas, titubant, puis tomba sur le sol. Le lendemain seulement des missionnaires alertés vinrent le relever. Son capita et ses huit porteurs avaient été assassinés.

DELHAYE fut en péril pendant quelques semaines, puis entra en convalescence. A peine remis il alla reprendre son tracé géologique à l'endroit exact où il l'avait abandonné... Le métier de géologue, en pays neuf, a de ces surprises tragiques. Il offre aussi, à des hommes du caractère de DELHAYE, l'occasion de donner de pareils exemples de magnifique dévouement à la science qu'ils servent avec tant de compétence et de ferveur.

Ce grave incident se déroula non loin de l'Akanyaru, grosse rivière qui trace la limite entre les territoires de l'Urundi et du Ruanda.

Par une coïncidence au moins curieuse, dix ans plus tard, notre confrère l'ABBÉ SALÉE, qui fut l'adjoint de DELHAYE de 1920 à 1922, traversant le pays en automobile, fit une fausse manœuvre et fut projeté dans un ravin, où on le retrouva l'épine dorsale brisée. Quelques jours plus tard, il mourait.

Cet accident, qui privait l'école géologique africaine d'un de ses meilleurs serviteurs, eut comme théâtre la même vallée de l'Akanyaru, où son chef de mission avait failli perdre la vie.

J'ai été m'arrêter sur les sites mêmes de ces deux drames, comme j'ai été me recueillir sur l'humble tombe de l'ABBÉ SALÉE.

Dans ce merveilleux haut-pays du Ruanda-Urundi que DELHAYE et SALÉE révélèrent au monde géologique, en traçant, avec maîtrise, la première approximation de l'architecture de son sous-sol (4), j'ai évoqué tous les souvenirs qui me rattachent à ces deux collègues, à ces deux amis, disparus...

Et je le fis avec un sentiment de fierté et d'admiration, car ce sont des hommes de cette trempe qui créent et qui sauvent le prestige de la science coloniale belge.

Après avoir exposé les grandes lignes de la géologie de l'Ituri, à laquelle M. SLUYS a consacré plusieurs mois d'études en 1940 et 1941, il salue J. HENRY DE LA LINDI, qui est présent dans l'auditoire. « Ce qui est surtout à noter à votre louange,

(4) Carte géologique du Ruanda-Urundi au 200.000^e, en 6 feuilles, campagne 1921-1922, publiée par la Banque de Bruxelles.

dit-il, s'adressant au général HENRY, c'est que vous n'avez laissé que des amis en terre d'Afrique. Les vieux indigènes se rappellent parfaitement le Bwana N'Deke (l'homme oiseau), et chaque fois que j'en parlai, c'est avec des exclamations de joie qu'ils me répondirent... »

Et M. SLUYS enchaîna dans les termes suivants :

Un grand coup de chapeau à ces combattants de la première heure qui repoussèrent les bandes commandées par les Arabes, défirent les troupes Batetela révoltées, écrasèrent les Mahdistes fanatiques et établirent définitivement l'ordre belge dans ces immenses régions de l'Est et du Nord-Est congolais. Et parmi ceux-ci je citerai avec une particulière dilection JOSUÉ HENRY, — l'actuel général, chevalier de la Lindi — qui fut non seulement un officier conquérant, puis un grand administrateur pacificateur, mais qui, autodidacte de la géologie et de la géographie physique, établit, à partir de 1896, les premières précisions scientifiques sur ces vastes territoires. Il eut l'honneur aussi, que d'aucuns, malavisés, ont voulu lui ravir, de trouver et de signaler, le premier, il y a plus de cinquante ans, des quartz aurifères dans la région de Kilo. Il est vraiment peu de carrières coloniales aussi denses d'action et aussi fertiles en résultats. HENRY a réalisé intégralement « le concept supérieur des grands coloniaux : conquérir, puis pacifier et, enfin, découvrir des sources de richesses » ⁽⁵⁾.

Il eut la ténacité méritoire, alors qu'il était déjà un officier glorieux, d'aller s'asseoir sur les bancs de l'École des Mines de Mons et d'acquérir, par de solides études, les méthodes de la géologie scientifique, sous la direction du maître JULES CORNET.

Après la guerre de 1914-1918, HENRY refit, cette fois en géologue professionnel, de nombreux itinéraires entre Stanleyville et la frontière orientale du Congo. Il totalisa ainsi le chiffre impressionnant de douze mille kilomètres, parcourus à la marche, et établit une première esquisse géologique, appuyée d'un volumineux mémoire, publié en 1923, portant sur des territoires de l'Ituri, égalant cinq fois la superficie de la Belgique ⁽⁶⁾.

(5) H. LÉONARD, Qui a le premier révélé l'existence de l'or à Kilo ? (Congo, revue générale de la colonie belge, décembre 1939, Bruxelles).

(6) J. HENRY, Étude géologique au Congo belge, dans la région comprise entre Basoko-Stanleyville à l'Ouest, le lac Albert et la Semliki à l'Est (Ann. Soc. géol. de Belgique, publ. relat. au Congo belge, annexe, t. XLVI, 1922-1923).

Le nombre d'observations consignées dans ce Mémoire est considérable et elles sont classées et décrites avec une précision et une clarté remarquables.

C'est là un document fondamental.

Le diagnostic géologique posé par un auteur a ceci de particulier que ses éléments restent gravés au sol et peuvent être réexaminés par les successeurs qui passent plus tard sur les mêmes affleurements. Pour avoir refait la plupart des itinéraires de HENRY, trente ans après lui, ayant son Mémoire à la main, je puis attester, de science personnelle, que ses notations ont été établies avec une conscience et une rigueur hors pair.

On trouvera toujours aisément des hommes de talent pour discourir éloquemment sur les problèmes qui se posent à la Colonie, même s'ils n'en possèdent les facteurs que de seconde main. Mais les meilleurs serviteurs de la cause coloniale resteront ceux-là qui, comme HENRY, réunissent, au prix des plus grands efforts, les faits essentiels sur le terrain, les étudient avec objectivité et publient, sans aucun esprit de parti pris, les conclusions auxquelles ils arrivent.

Si je cherchais à caractériser HENRY comme géologue, j'userais d'une comparaison.

Il en est en sciences naturelles comme en art.

A côté des chefs-d'œuvre essentiels et magistraux prennent place les travaux des « petits maîtres » qui traversent les âges dans le sillage des premiers, alors que toutes les médiocrités sont à jamais oubliées. Dans la galerie de la géologie africaine, HENRY fait figure de « petit maître ».

Ses travaux sont ceux d'un disciple de premier ordre. Ils sont faits de matériaux de bon aloi, solidement agencés, qui leur assurent la longévité, car nul naufrage n'est à craindre pour de telles nefs bien charpentées !

M. SLUYS tint également à dire un mot des amateurs en géologie qu'il a rencontrés au cours de ses voyages. Il en choisit comme type Mgr GRISON, qui, en 1940, finissait ses jours dans une calme retraite en la Mission de Saint-Gabriel, à Stanleyville. Au cours d'une visite que lui firent MM. SLUYS et STAQUET, Mgr GRISON leur dit tout son attachement aux sciences minérales et leur fit examiner ses collections de roches et de minéraux. C'est avec émotion qu'il leur montra notamment un échantillon de schiste vert dans les feuillets duquel s'étalait un grand fragment de poisson triasique. « Je l'ai

découvert en 1905 », dit Mgr GRISON, « à l'emplacement même des bâtiments de la Mission : c'est sans doute un des premiers fossiles trouvés au Congo. Le jour de sa découverte est, pour moi, marqué d'une pierre blanche... ».

En sortant de cet entretien, M. SLUYS écrivit sur son carnet de voyage :

Un plaisir de la sorte qualifie celui qui l'éprouve. Il l'apparente à cette aristocratie de l'intelligence qui n'a pas de frontière. Il n'y a pas de meilleur critérium humain que le choix du plaisir de chacun, que le choix de son violon d'Ingres. En observant cet octogénaire vénérable, frémissant encore à raconter une découverte paléontologique remontant à plus d'un tiers de siècle, j'ai songé à toutes ces timides existences : curés de campagne, humbles instituteurs, pharmaciens de province, qui ont trouvé leur emploi dans des études patientes de géologie, de préhistoire ou d'archéologie régionales... Il ne faut pas minimiser leur apport à la science, car souvent ce sont ces autodidactes qui ont patiemment réuni les matériaux et les observations que d'autres utilisèrent pour établir de brillantes synthèses.

C'est en tout cas dans le cabinet de Mgr GRISON que j'ai pu voir pour la première fois — et combien ce me fut utile ! — les différents types des roches de l'Ituri, dont j'allais entreprendre l'étude. Jamais je n'oublierai l'intérêt de cette visite, et j'entends encore Mgr GRISON s'exclamant : « Que j'aimerais, Messieurs, vous suivre dans vos explorations ! » Puis il ajouta — et c'était attendrissant : « Mais, hélas ! je n'ai plus mes jambes de soixante-dix ans ! »

Enfin, M. SLUYS nous donna lecture de quelques pages de ses carnets écrites du haut de belvédères naturels d'où se contemplent des panoramas sur des régions particulièrement intéressantes. Il nous décrivit ainsi la morphologie d'une large section de la pénélaine de l'Ituri moyen, gainée de la lourde forêt équatoriale, puis nous donna une vision sur le fossé tectonique albertin surplombé des hauts-reliefs du Ruwenzori. Et l'orateur termina par ces mots :

Lorsque revenu de longues randonnées dans la brousse, ayant frappé du marteau toutes les roches rencontrées, j'abordais de tels belvédères naturels me donnant des vues étendues

dont le pittoresque le dispute à la grandeur, j'évoquais les émois virgiliens et la passion des géologues et des géographes devant le spectacle de la nature. Et je me surprénais à cette pensée consolante, sur laquelle je veux terminer : « Les hommes n'épuiseront jamais les joies et l'intérêt que leur offrent la contemplation et l'étude de la Terre ».

La structure tectonique du bassin de Mons; ses enseignements et ses problèmes (*),

par CH. STEVENS.

INTRODUCTION.

J'appelle *Bassin de Mons* la partie de nos gisements houillers limitée à l'Est par le méridien de Mons et à l'Ouest par la frontière française. Cette région minière s'appelle encore *Couchant de Mons*.

Avant tout exposé, j'ai l'agréable devoir de remercier l'Association houillère du Couchant de Mons pour l'appui qu'elle a accordé à mes recherches. Une importante contribution a été apportée par M. Alph. Soille, ancien Directeur-Gérant des Charbonnages-Unis de l'Ouest de Mons qui, sur ma proposition, a fait exécuter le sondage du Jardiné; je remercie également M. Hector Urbain, l'actuel Directeur-Gérant des mêmes charbonnages, pour les encouragements qu'il m'a prodigués et pour la constante assistance que j'ai toujours rencontrée auprès de son personnel.

Un travail de ce genre ne peut être que le fruit d'une active collaboration. Seul je n'aurais rien pu faire d'utile. Je remercie les ingénieurs qui m'ont assisté et, aussi, ces excellents niveleurs qui, depuis de nombreuses années, ont enregistré et conservé tout ce qui concerne la vie tectonique de leurs charbonnages.

(*) Mémoire remis en séance du 21 octobre 1947 et publié avec l'appui de l'Association houillère du Couchant de Mons.

Je remercie très spécialement M. A. Delmer, qui, poursuivant une étude parallèle à la mienne, n'a jamais hésité à me documenter spontanément.

I.

La Géologie du Bassin de Mons a toujours suscité beaucoup d'intérêt; cet intérêt dépasse largement nos frontières et il atteint la Géologie générale. De grandes choses ont été réalisées; la structure du Bassin est connue, tout au moins dans ses grandes lignes.

Dès lors, fallait-il entreprendre des recherches nouvelles? Était-ce réellement utile? Si je l'ai fait, c'est qu'il m'a paru indispensable de mettre au point ce qui est définitivement acquis et de dégager ce qui reste hypothétique, de sortir du stade qualitatif et de pénétrer davantage dans le stade analytique. La présente étude sera donc surtout un répertoire des faits, parce que les faits dominent l'hypothèse et qu'aucune hypothèse, si séduisante qu'elle puisse paraître, ne peut s'autoriser à faire plier un ensemble de faits à ses conceptions; encore moins peut-elle laisser dans l'ombre les faits qui la gênent. Rester très objectif, telle est la règle d'airain que je me suis imposée; ne progresser que pas à pas, ne pas courir et, surtout, ne pas s'emballer. Je me suis interdit toute interpolation lorsqu'un espace trop considérable sépare les faits connus; de même, je me suis interdit toute extrapolation, sauf sous forme d'hypothèse et sous de formelles réserves.

II.

Les bases géologiques de cette étude doivent beaucoup aux travaux antérieurs. En premier lieu, je dois beaucoup à Jules Cornet, maître incontesté en prudence scientifique. En 1921-1923, il m'a appelé en collaboration pour l'établissement au 20.000^e de la carte du relief du socle paléozoïque de la vallée de la Haine. En 1944, M. Marlière et moi-même nous avons procédé, au 80.000^e, à une revision de cette carte.

En ce qui concerne la structure du Houiller et des terrains primaires, je dois beaucoup à X. Stainier et à M. A. Renier, dont les études sur « Les Gisements houillers de Belgique » sont d'une exceptionnelle richesse de documentation. Je dois beaucoup à M. F. Kaisin, dont les théories sur la tectonique d'entraînement rencontrent, dans le Bassin de Mons, un beau

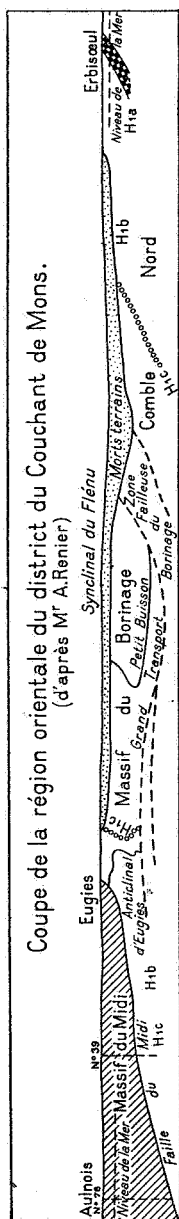


FIG. 1. — Coupe Sud-Nord dans le bassin houiller du Couchant de Mons passant par le puits n° 28 des Produits.

(A. RENIER.)

1. Faille du Midi. — 2. Grand-Transport. — 3. Faille du Borinage.
4. Faille du Placard.

champ d'application (1). Certes, il y a eu d'autres études, d'autres mémoires; ils sont même très nombreux; tous ont apporté d'importantes contributions à l'édifice; mais l'objet du présent exposé n'est pas de dresser un bilan historique; on peut d'ailleurs considérer ce travail comme fait; on peut toujours s'en rapporter, à ce sujet, aux études de M. A. Renier.

III.

A. — Le terrain houiller appartient au socle paléozoïque. La première chose à faire est donc :

1° D'établir une carte du relief de ce socle. C'est ce qui a été réalisé par J. Cornet, par M. René Marlière et par moi-même.

2° D'en dénombrer les éléments essentiels.

B. — Quant à la structure de ce socle, je me conformerai à une subdivision qui a fait ses preuves (fig. 1) :

1° Le *Massif du Midi*, limité inférieurement par la *Faille du Midi*.

2° Le *Massif du Borinage*, limité inférieurement par la *Faille du Borinage*, dénommée antérieurement *Faille Masse*, et scindé longitudinalement par le *Grand Transport*.

3° Le *Massif du Placard*, désigné souvent sous l'appellation de *zone failleuse du Borinage*, limité inférieurement par la *Faille du Placard*.

4° Le *Massif de Grisœil*.

5° Le *Comble Nord*.

J'y ajouterai :

6° des considérations sur l'influence de la *tectonique armoricaine*, d'où je passerai :

(1) Le présent mémoire a été déposé le 21 octobre 1947. Le 15 novembre suivant, la Société belge de Géologie publiait un important mémoire de M. FÉLIX KAISIN, intitulé : *Quelques analyses tectoniques intéressant la structure d'ensemble de l'Ardenne*. Dans les conceptions tectoniques des deux mémoires on rencontre souvent des concordances frappantes. Je tiens à dire que ces concordances ne sont pas fortuites. J'ai lu les travaux antérieurs de M. Kaisin; en outre, en m'exposant intimement sa manière de voir, il m'a souvent honoré de sa confiance. C'est donc très naturellement que j'ai été amené à appliquer ses conceptions. Je tiens à rendre au savant professeur de Louvain l'hommage qui lui est dû. (C. S.)

7° à l'étude du *Massif de Boussu*, limité inférieurement par la *Faille de Boussu*;

8° enfin, à l'étude de quelques *cas particuliers*.

Si l'on a bien compris l'objet de mes recherches, on voit que sa réalisation consiste dans la représentation aussi exacte que possible de la Faille du Midi, du Grand Transport, de la Faille du Borinage, de la Faille du Placard et de la Faille de Boussu. Une chose n'étant concevable que si elle est concrète et que si on peut la représenter dans les trois dimensions de l'espace, je recourrai chaque fois que ce sera possible à la représentation par courbes de niveau.

Ensuite, j'aborderai quelques particularités locales; mais je m'interdirai formellement tout raccord quantitatif avec le Bassin du Centre. A mon avis, entre les deux bassins, l'espace inexploré est encore trop peu connu pour qu'on puisse raccorder les failles autrement que par des hypothèses. Certes, des failles se retrouvent de part et d'autre avec des caractères comparables; mais on ne possède aucune donnée sérieuse sur leurs raccords d'un bassin à l'autre.

IV.

En 1921, Jules Cornet et moi-même avons dressé, pour le Bassin de Mons, la « *Carte du relief du socle paléozoïque* ». Après son achèvement, nous avons observé des coïncidences frappantes entre les détails de ce relief et les axes tectoniques que M. A. Renier avait déterminés deux ans auparavant.

Le *Synclinal de la Haine* s'observait au sommet du socle, jalonné, il est vrai, par une série de cuves qui sont, d'Est en Ouest : la *Cuve de Mons*, la *Cuve des Herbières*, la *Cuve de Pommerœul-Bernissart* et la *Cuve de Crespin*.

Ces coïncidences s'étendaient aux plis transversaux : à l'*Anticlinal des Produits*, au *Synclinal de Quaregnon*, à l'*Anticlinal de Wasmes*, à l'*Anticlinal de Baisieux*.

Mais, à cette série, il a fallu ajouter deux unités : l'*Anticlinal de Montrœul* et le *Synclinal d'Elouges* (fig. 2 et 3).

Plus tard, j'ai dénommé *surélévation du Haut-Borinage* la zone culminante où affleurent les terrains primaires. J'ajoute que la revision de 1944 a permis à M. Marlière de confirmer la scission de la Cuve de Mons en deux parties : il y a deux creux et deux surélévations correspondantes. De même, la Cuve de

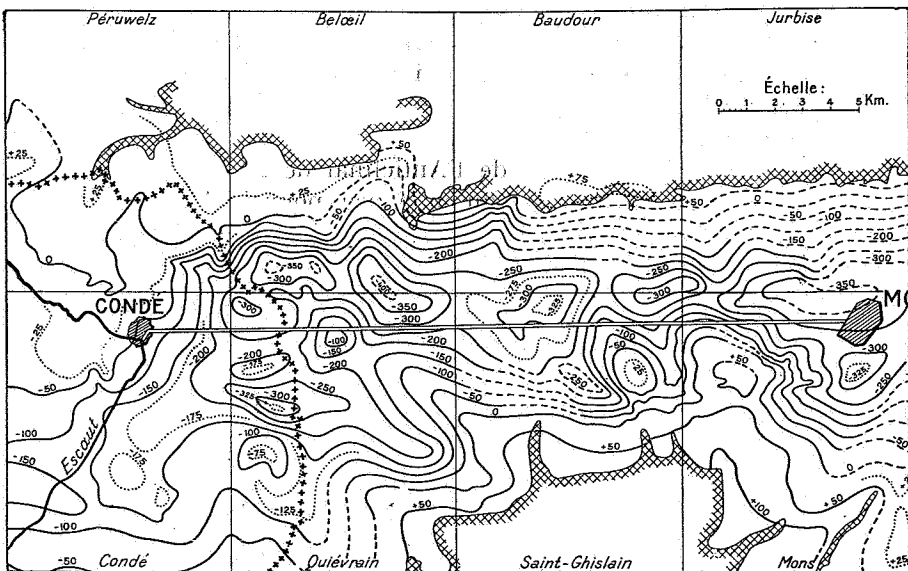


FIG. 2. -- Relief du socle paléozoïque du bassin de Mons.
(Revision CH. STEVENS et R. MARLIÈRE, 1944.)

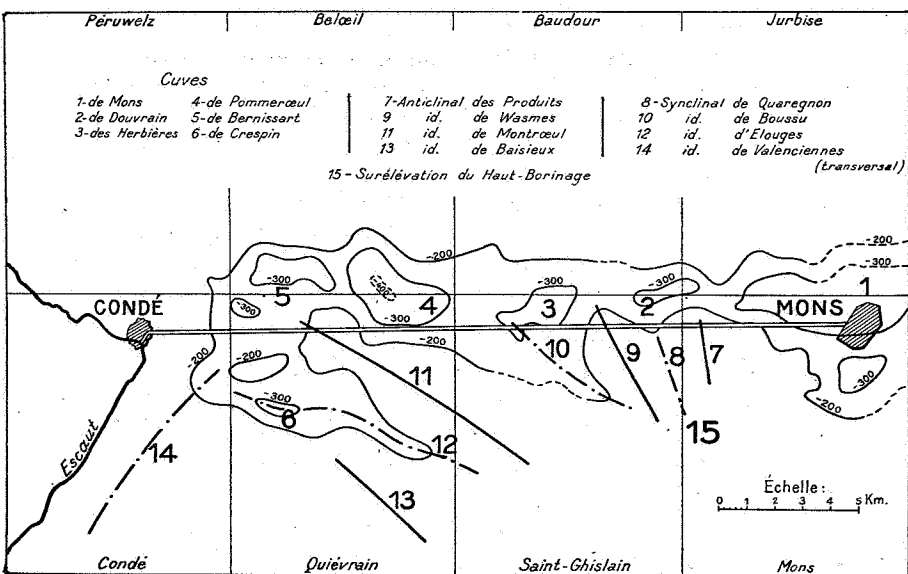


FIG. 3. — Axes tectoniques inscrits au sommet du socle paléozoïque.

Pommercœul-Bernissart se divise en *Cuve de Bernissart* et en *Cuve de Pommercœul* et, à mon avis, elles sont génétiquement différentes. Enfin, M. Marlière a introduit une cuve nouvelle, la *Cuve de Dourrain*, qui correspond sensiblement au Synclinal de Quaregnon.

J'insiste sur la présence de l'Anticlinal de Montrœul et du Synclinal d'Élouges, parce qu'on a cru pouvoir la nier. En réalité, ils sont nettement indiqués par la carte géologique, grâce aux allures du Crétacé (fig. 4). En outre, le Synclinal d'Élouges et l'Anticlinal de Montrœul s'inscrivent dans le

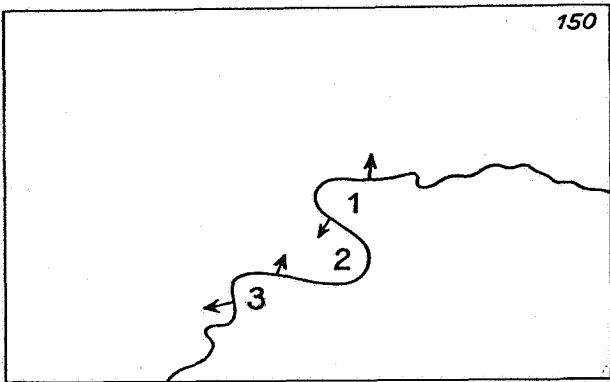


FIG. 4. — L'anticlinal de Montrœul et le synclinal d'Élouges.

D'après la carte géologique au 40.000^e, n° 150 (Quiévrain-Saint-Ghislain).

1. Anticlinal de Montrœul. — 2. Synclinal d'Élouges.
3. Anticlinal de Baisieux.

Houiller. Pour s'en convaincre, il suffit de consulter une coupe méridienne du gisement d'Hensies : on y voit le Massif du Borinage et le Massif du Placard remonter vers le Nord, sur le flanc méridional de l'Anticlinal de Montrœul.

D'ailleurs, on n'a jamais nié l'existence de l'Anticlinal de Baisieux et de l'Anticlinal de Wasmes. Si l'on devait se borner à ces deux unités tectoniques, peut-on se figurer l'ampleur anormale qu'il faudrait donner au Synclinal de Boussu ?

Dans le Bassin de Mons, le caractère le plus frappant est la dissymétrie du Synclinal de la Haine : le flanc nord (ou Comble nord) ne ressemble pas au flanc sud (ou Comble sud, ou Borinage). Le premier est relativement simple; le second se complique de nombreuses déformations, dont la principale est la surélévation du Haut-Borinage. En réalité, pendant toute la

durée des temps géologiques, le bord sud n'a jamais cessé d'être poussé vers l'avant et de chevaucher le bord nord.

Mais la surélévation du Haut-Borinage est très spéciale au Bassin de Mons et elle contribue à lui donner un caractère particulier. Zone de surélévation, le bord sud du Bassin de Mons, caractérisé par la surélévation du Haut-Borinage, s'oppose au bord sud du Bassin de Valenciennes, zone d'ennoyage caractérisée par le synclinal transversal de Valenciennes.

Comme la zone de transition coïncide sensiblement avec la frontière politique et qu'au surplus elle est la moins bien reconnue, on conçoit qu'il ait toujours paru difficile d'établir des raccords certains entre les deux bassins. Vouloir interpréter la structure de l'un par la structure de l'autre est une méthode qui s'impose sans doute, mais qui doit être suivie avec beaucoup de prudence. Quant à la limite entre les deux bassins, elle semble bien se placer à l'Anticlinal de Baisieux, bordure orientale de l'importante zone de subsidence constituée par l'ennoyage de Roisin.

V.

Malgré son grand intérêt, je ne dirai pas grand'chose du Massif du Midi, parce qu'il sort du cadre de cette étude. Il appartient en effet au Bassin de Dinant. Mais comme, par le charriage du Condroz, le Bassin de Dinant a chevauché le Bassin de Namur et comme le Bassin de Mons est une dépendance de ce dernier bassin, il est bon de rappeler quelques traits essentiels :

1° Le bord nord du Bassin de Dinant est composé surtout des roches résistantes du Dévonien inférieur, où dominent les grès et même les quartzites.

2° Dans le Borinage, le charriage du Condroz s'appelle *Faille du Midi* et cette faille est inclinée au Sud. Si la faille a cisailé les roches relativement tendres du Houiller, elle a cisailé aussi les roches résistantes du Dévonien surplombant.

3° En 1919, et pour la première fois, M. A. Renier a tenté une représentation de la Faille du Midi par courbes de niveau. On doit toujours se rapporter à ce travail. Le levé de M. Renier montre que la faille a été affectée par des déformations transversales, notamment par l'Anticlinal des Produits.

En 1924, quelques données nouvelles ont été apportées par X. Stainier, qui, à Elouges, a suivi les travaux de l'avaleresse

du siège n° 1 de Ferrand. Le Massif du Midi y a été recoupé entre les profondeurs de 36^m40 et de 75 m, soit sur une épaisseur de 38^m60.

4° Sur le Massif du Borinage, sous-jacent, l'influence du charriage a été considérable : le bord sud du Bassin de Mons a été redressé et partiellement renversé. Dans le Borinage, on reconnaît, en roches tendres, tous les caractères d'une tectonique d'entraînement : nombreuses alternances de dressants renversés, de courtes plateures, de plis aigus, etc.

Si, dans le détail, la tectonique du Borinage est affectée par des phénomènes d'entraînement, il est évident qu'en profondeur les terrains sont d'autant moins dérangés qu'ils s'éloignent de la faille. Or, personne ne peut dire aujourd'hui jusqu'où, tout en s'élevant, le Massif du Midi a cheminé vers le Nord. Ce que nous en voyons n'est plus que le vestige délaissé par de nombreux cycles d'érosion.

Quoi qu'il en soit, dans le Massif du Borinage; quand on chemine vers le Nord, on voit disparaître les plis d'entraînement et ils font place à de grandes et belles plateures, régulièrement inclinées vers le Nord.

Plus au Nord, le Comble nord se trouvait plus bas encore, sous le prolongement idéal du Massif du Midi. Nous ignorons évidemment s'il s'est étendu jusque-là; mais, si le Comble nord a été affecté par des plis et des dérangements, ils ne sont pas comparables à ceux du Borinage.

D'ailleurs, quand on reconstitue ce que l'érosion a enlevé, on voit qu'entre le Massif du Borinage et le Comble nord s'est interposé un massif dont l'influence tectonique sera très importante : c'est celui qui s'étend verticalement de la Faille du Placard à la Faille du Borinage. C'est le *Massif du Placard* (sens large) qui passe localement à la zone failleuse du Borinage.

Dans le bois de Colfontaine, à la faveur de l'érosion d'un ruisseau, on voit une lamelle de calcaire, très mylonitisée, insérée entre le Massif du Midi et le Massif du Borinage. Cela n'a rien d'étonnant : la lèvre nord de la Faille du Midi est formée par les assises du Namurien. On se trouve sur le flanc nord d'un important anticlinal : l'*Anticlinal d'Eugies*; on se trouve aussi dans la zone culminante de la surélévation du Haut-Borinage. Il est donc normal qu'en cet endroit, l'Anti-

clinal d'Eugies se soit épanoui et que, sous le Massif du Midi, il ait donné lieu à un affleurement de calcaire carbonifère.

Ce calcaire n'est donc pas très éloigné. Il est probable que des fragments ont été entraînés par le charriage.

VI.

Le *Massif du Borinage* repose sur la Faille du Borinage. Nous avons vu que la Faille du Midi l'avait influencé et qu'elle l'avait affecté de phénomènes d'entraînement. Au point de vue tectonique, il se divise donc en deux régions distinctes :

a) La région du Sud, où, sur de courts espaces, alternent les dressants renversés et les plateures;

b) La région du Nord, où règnent de grandes plateures, régulièrement inclinées au Nord et qui, au Nord, sont cisailées par la Faille du Borinage.

Le Massif du Borinage est scindé longitudinalement par une faille de charriage : le *Grand-Transport*. Par rapport au massif inférieur, le massif supérieur a cheminé vers le Nord; mais le rejet reste relativement faible et ne dépasse qu'exceptionnellement 200 m. Rien qu'à ce point de vue, le Grand-Transport se distingue des grandes failles de charriage du Bassin de Mons.

VII.

Le *Grand-Transport* (ou *Plate Faille*) a été reconnu en de nombreux endroits. C'est la faille la mieux connue du Bassin. Aussi, en procédant à un examen méticuleux, de cent en cent mètres, de toutes les coupes méridiennes disponibles, ai-je pu la représenter par courbes de niveau, tout au moins dans une zone assez étendue. Grâce à l'abondance des points reconnus, j'ai pu dresser une carte à l'échelle du 10.000^e et à l'équidistance de 10 m. Cette échelle étant beaucoup trop grande pour être adoptée par une société scientifique, j'ai dû, à mon grand regret, la réduire au 80.000^e et ramener l'équidistance à 50 m (fig. 5).

Mais quelle est la nature exacte du Grand-Transport? Pour bien la comprendre, on doit l'examiner :

a) dans la région du Nord (région des grandes plateures);

b) dans la région du Sud (région des plis d'entraînement).

a) Quand on veut étudier la genèse d'une faille importante, il paraît logique d'examiner d'abord son comportement dans la partie la moins dérangée des gisements. C'est pourquoi, bien que le Grand-Transport ait une origine méridionale, il convient de l'étudier d'abord dans les grandes plateaux du Borinage septentrional. Or, quel que soit l'endroit où on l'examine, on lui reconnaît trois caractères constants :

1° C'est une faille d'un faible pendage; venant du Sud et de la profondeur; elle remonte la série houillère sous un angle aigu d'environ 15 à 20°;

2° Sa direction est sensiblement la même que celle des couches de charbon;

3° Pour une faille de charriage, son rejet est faible.

Ces caractères font penser qu'il faut ranger le Grand-Transport parmi les plats-craîns, tels que M. P. Fourmarier les a décrits. On sait que M. P. Fourmarier considère les plats-craîns comme des failles formées à l'aube des déformations hercyniennes. Antérieures aux grandes phases orogéniques, elles ont été reprises par les plissements. En ce qui concerne le Grand-Transport, il convient donc de vérifier si cette faille a été affectée par les plissements du Sud.

b) Cette vérification se fait aisément quand on étudie les coupes méridiennes. Par rapport au beffroi de Mons, je signale les coupes suivantes : 3.000 m Ouest, 3.700 m Ouest, 3.900 m Ouest, 4.000 m Ouest, 10.170 m Ouest, 10.250 m Ouest, 10.400 m Ouest, 10.550 m Ouest.

Mais il est une autre propriété des plats-craîns qu'il convient de vérifier. Si le Grand-Transport a été repris par les dislocations de l'orogénie hercynienne, il a été repris également par toutes les déformations orogéniques ou épirogéniques ultérieures. Or, pour cela et pour l'étude, le Bassin de Mons constitue un domaine exceptionnellement favorable, parce qu'il est peu de régions au monde où les déformations postorogéniques aient été mieux précisées. C'est en quoi la figure 5 conduit à d'intéressantes conclusions.

Pourtant, ce document exige certaines réserves. L'idée première consistait à n'adopter que les points où le Grand-Transport avait été réellement touché. Mais, à l'application, cette règle s'est révélée trop rigoureuse, parce que ces points sont trop rares et qu'ainsi la méthode n'aurait abouti à rien.

Comme, lors de sa formation, le Grand-Transport a broyé le terrain sur une certaine épaisseur, on conçoit que les travaux miniers aient été arrêtés dès que cette zone broyée a été atteinte. Pour chaque méridien, il a donc fallu dessiner un tracé idéal, imposé d'ailleurs par l'étude des plans miniers. Le long de ce tracé, j'ai choisi un certain nombre de points. Je n'ai choisi que ceux pour lesquels l'arrêt des travaux supérieurs

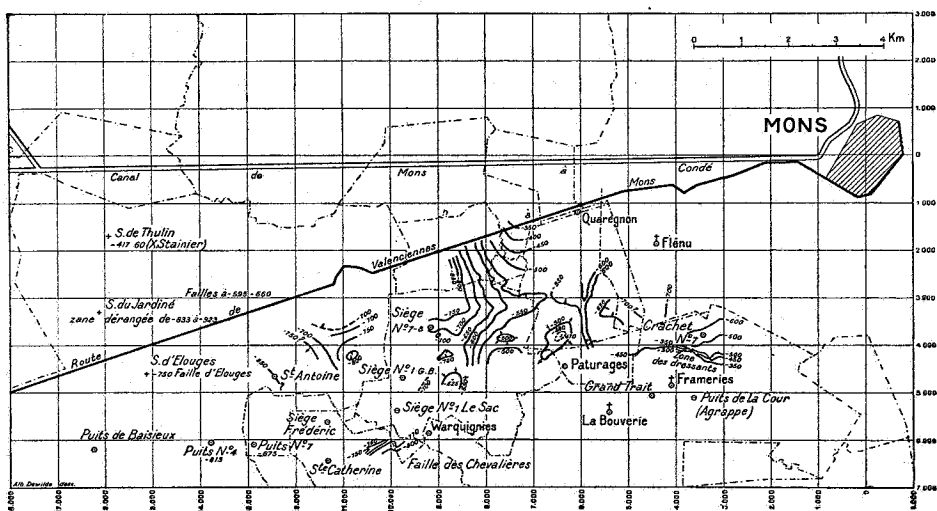


FIG. 5. — Le Grand-Transport.

était suffisamment proche des travaux inférieurs. De cette façon, je ne pense pas que l'erreur puisse dépasser une vingtaine de mètres.

La carte du Grand-Transport serait donc d'une précision moindre que celle du relief du socle paléozoïque; mais cet inconvénient est largement compensé par le nombre considérable de points sur lesquels je me suis basé.

Cette difficulté n'a pas été la seule. A cause de la résistance du massif sous-jacent, le Grand-Transport a formé, au-dessous de lui, quelques failles d'entraînement ou quelques lambeaux de poussée. C'est ce qui a fait croire, en certains endroits, qu'il existait deux Grands-Transports. Mais le redoublement ne se rencontre pas partout. L'écart entre la faille principale et la faille secondaire peut varier de quelques décimètres à une centaine de mètres, rarement davantage. En exploitation minière,

cela peut causer des incertitudes, car on peut hésiter parfois quant à la nature de la faille rencontrée et se demander s'il s'agit du Grand-Transport proprement dit ou d'une faille-annexe. La solution ne sera pas toujours aisée; mais on retiendra que le Grand-Transport proprement dit possède le rejet le plus grand.

Parfois, on rencontre une autre particularité. Dans les emplacements les plus inattendus, on se trouve tout à coup en présence d'une bosse ou d'un creux. Souvent aussi, les courbes de niveau se resserrent autour de cette bosse ou de ce creux; l'hypothèse de petites failles locales n'est même pas à rejeter. Ces anomalies relèvent de la résistance des matériaux. Si, au cours de sa formation, la faille a rencontré des noyaux plus résistants, elle est passée au-dessus ou au-dessous. Ainsi, rencontre-t-on en petit ce qu'on rencontre en grand dans une application tectonique plus développée.

Ceci dit, dans la recoupe des plateaux du Nord, le Grand-Transport possède des propriétés remarquables :

1° La surélévation du Haut-Borinage y est largement inscrite. Le point culminant se trouve vers la cote (— 470), dans le gisement du Rieu-du-Cœur. Or, contrairement à ce que l'affleurement laissait supposer, cette surélévation est dissymétrique. La zone axiale s'oriente vers le N.-N.-E. C'est l'orientation des surélévations transversales de la tectonique armoricaine; nous en avons trouvé d'autres exemples en Belgique.

2° Partout où l'exploration du Grand-Transport a été suffisamment poussée, on rencontre les grandes unités tectoniques du Borinage : le Synclinal de Quaregnon, l'Anticlinale de Wasmes, la bosse du Grand-Hornu, le Synclinal de Boussu, l'Anticlinale de Montrœul; enfin, on voit s'ouvrir le Synclinal d'Élouges.

3° Dans l'étendue représentée par la figure 5, la bosse du Grand-Hornu (— 380) semble s'élever plus haut que la surélévation du Haut-Borinage (— 470), au Rieu-du-Cœur. En réalité, au Sud, le Grand-Transport, repris par les plis d'entraînement, ne peut plus rien indiquer de précis.

4° L'Anticlinale de Wasmes, qui comprend la bosse du Grand-Hornu, est moins accusé que l'Anticlinale des Produits, situé plus à l'Est. Or, à l'Est du Grand-Hornu, on perd la trace du Grand-Transport. Peut-être, aux abords immédiats du Grand-Hornu, ai-je été insuffisamment documenté; mais, dans la

région de Quaregnon, il est probable que le Grand-Transport n'existe plus, soit qu'il ait atteint le sommet du socle paléozoïque, soit qu'il ait été rejoint par la Faille du Borinage et que, dès lors, leurs tracés se confondent.

5° J'ai dit combien je me méfiais des interpolations et des extrapolations trop hasardeuses. La carte du Grand-Transport montre à quel point cette méfiance est justifiée. Si du Rieu-du-Cœur on chemine vers l'Ouest, on tombe, après un cheminement de 200 m, aux altitudes de (— 700) m, soit une descente de 230 m. Si, grâce aux nombreux points d'Hornu-et-Wasmes, je n'avais pu établir la continuité du Grand-Transport, on pourrait croire qu'il s'agit d'une autre faille. Une situation comparable se présente vers l'Est, où, au bout de 530 m, on est descendu de 130 m.

6° Un pli longitudinal semble affecter le Grand-Transport. C'est un synclinal très évasé, de direction Ouest-Est, qui chemine du Charbonnage du Rieu-du-Cœur vers les Charbonnages Belges.

7° Certaines particularités du Bassin deviennent explicables. C'est ainsi qu'au Charbonnage des Chevalières, le Grand-Transport n'a pas été rencontré, parce qu'au Nord du gisement exploité, il chemine dans les dressants. Tout au plus, cette faille pourrait-elle se trouver dans les confins nord de la concession.

On peut se demander ce que devient le Grand-Transport au dehors des zones où, par continuité, il a été reconnu avec une certitude rigoureuse. Mais, dès lors, on formule des hypothèses et ces hypothèses ne peuvent plus être admises qu'avec réserve.

1° Vers le Nord, le Grand-Transport n'a pas été reconnu dans le Comble nord, et il ne peut qu'en être ainsi, parce qu'il est difficilement concevable que cette faille ait traversé le Massif du Placard. Dès lors, deux hypothèses restent possibles :

a) Le Grand-Transport touche le sommet du socle paléozoïque avant d'atteindre l'axe du Bassin;

b) Le Grand-Transport est rejoint par la Faille du Borinage et s'incorpore au sommet du Massif du Placard.

Ces deux hypothèses ne peuvent s'appliquer simultanément, mais elles ne s'excluent pas, parce que tout dépend des conditions locales. Il est possible que la première hypothèse s'appli-

que en certains endroits, tandis que la seconde s'applique en d'autres. Cependant, quand on étudie les coupes méridiennes, on voit que la Faille du Borinage chemine souvent très près du Grand-Transport. Comme elle s'est formée plus tard et qu'elle est, en outre, d'un rejet considérable, on conçoit qu'une telle situation n'ait pu subsister longtemps et qu'à un moment donné, la Faille du Borinage ait pénétré dans la zone faiblement résistante créée par le Grand-Transport. La seconde hypothèse est donc, de loin, la plus vraisemblable.

2° Je ne dirai rien de l'extension du Grand-Transport vers l'Est, parce que les données certaines manquent, bien que cette extension soit probable.

3° Vers l'Ouest, le Grand-Transport ouvre le synclinal d'Élouges. Au puits Saint-Antoine, le passage du Grand-Transport est très probable à la cote (— 850). Au sondage d'Élouges, on a reconnu le passage d'une faille vers la cote (— 750). Peut-être est-ce le Grand-Transport, mais rien n'est moins certain. X. Stainier l'a dénommée *Faille d'Élouges*. C'était une dénomination prudente et justifiée, parce qu'il est bon de donner provisoirement des noms locaux à des failles dont le sort n'est pas connu.

Je doute sérieusement que le Grand-Transport ait été reconnu au puits n° 4, à (— 710 m) et surtout au puits n° 7 (— 875 m) des Charbonnages-Unis de l'Ouest de Mons. Le passage d'une faille en ces endroits n'est pas douteux, mais il peut être attribué à autre chose.

VIII.

La *Faille du Borinage* se trouve à la limite commune du *Massif du Borinage* et du *Massif du Placard*. J'aurais voulu représenter cette faille comme je l'ai fait pour le Grand-Transport. Mais, si l'on ne peut douter de son existence, les points où on l'a certainement reconnue sont à la fois trop peu nombreux et trop disséminés pour qu'on puisse dresser une carte aussi précise que celle du Grand-Transport.

La figure 6 ne peut donc être considérée d'aucune façon comme un document rigoureux. Elle répond pourtant à l'objet de la présente étude : nous arrivons à la limite du connu et de l'inconnu et je tiens moins à délimiter les problèmes résolus que les problèmes à résoudre.

Une chose peut être considérée comme acquise : la Faille du Borinage est peut-être la plus importante du Bassin. Le Massif du Borinage a cheminé vers le Nord et l'importance de ce cheminement, d'ailleurs inconnue, a certainement été très grande. Rappelons en effet que la Faille du Midi a cisailé aussi bien les roches résistantes du Dévonien inférieur que les roches tendres du Houiller. En cheminant vers le Nord, le Massif du

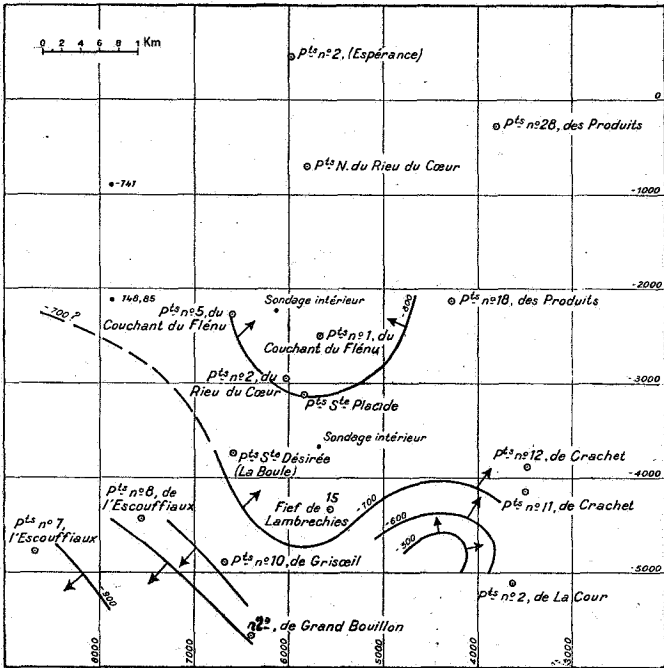


FIG. 6. — Représentation approximative de la Faille du Borinage dans la zone où elle a été le mieux reconnue.

Midi a rencontré des résistances plus grandes que le Massif du Borinage. Cette considération ne suffit évidemment pas, même approximativement, pour déterminer l'importance d'un charriage, mais elle rejoint une observation courante, c'est qu'en plein Houiller la Faille du Borinage met en contact deux mondes très différents. Aussi bien, est-ce la variation brutale des teneurs en matières volatiles qui indique presque toujours au mineur qu'il a traversé la Faille du Borinage.

Cette faille a profondément ébranlé les terrains du dessus et

du dessous. Dans la zone ébranlée, il devient impossible de déterminer les points précis du passage de la Faille. Mais cet ébranlement ne se borne pas à cela, il faut s'attendre à rencontrer des failles-annexes moins importantes. Si c'est en descendant qu'on procède à la reconnaissance des gisements, il est possible qu'on rencontre d'abord une de ces failles-annexes qui aurait déchiré la base du Massif du Borinage, mais qui annonce aussi la proximité de la Faille du Borinage (fig. 7).

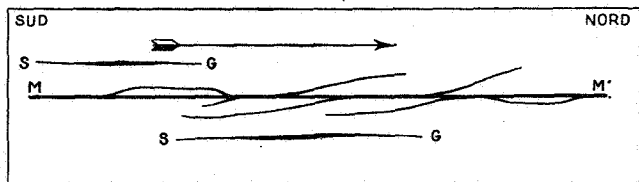


FIG. 7. — Représentation schématique d'une faille de charriage et de son cortège de failles-annexes au sein de schistes houillers.

C'est ainsi qu'au siège de La Cour, des Charbonnages Belges, on rencontre successivement de haut en bas :

- 1° Le Grand-Transport;
- 2° Une faille;
- 3° Une autre faille.

La Faille du Borinage (ancienne Faille Masse) est-elle la 2° ou la 3° faille ?

Malheureusement, ici, les circonstances locales sont telles que les écarts en M.V., qui, ailleurs, sont un excellent critère, ne peuvent rien indiquer de précis, parce que, de haut en bas, ces écarts sont trop faibles. En l'absence de toute étude stratigraphique apte à indiquer un rejet, on peut recourir à l'argument tectonique : si nous considérons la 2° faille comme étant la Faille du Borinage, on lui attribue une surélévation peu normale. En outre, sous la 2° faille, le style tectonique est comparable à celui du Borinage. Par prudence et provisoirement, appelons la 2° faille *Faille de Frameries*, et *Massif de La Cour*, le massif compris entre la 2° et la 3° faille. Depuis longtemps, le massif inférieur, sous la 3° faille, a été dénommé par M. Renier *Massif de Grisœil*. Ainsi compris, le Massif de La Cour n'a qu'une extension latérale très limitée : 700 à 800 m tout au plus dans le sens Est-Ouest.

La Faille du Borinage est donc probablement la faille inférieure. Quant à la Faille de Frameries, il s'agit probablement d'un déchirement à la base du Massif du Borinage. Dans ces conditions, le Massif de Grisœil ne correspondrait pas au Comble nord et s'incorporerait à la partie supérieure du Massif du Placard. Les recherches projetées démontreront prochainement s'il en est bien ainsi.

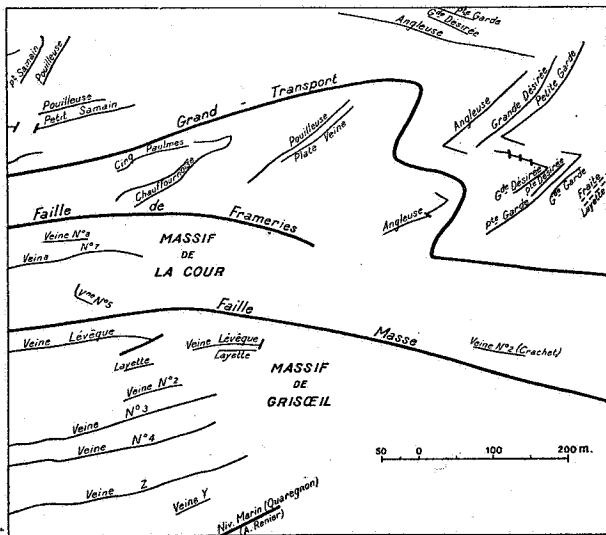


FIG. 8. — Les failles du siège de La Cour.

Ceci dit, retournons à la figure 6. Bien que le croquis n'affecte qu'une étendue plus restreinte que le champ d'étude du Grand-Transport, nous observons une certaine harmonie entre les deux failles; c'est ainsi que, comme le Grand-Transport, la Faille du Borinage semble avoir été affectée par le Synclinal de Quaregnon.

IX.

Procédons à l'égard de la *Faille du Placard* comme nous avons procédé à l'égard du Grand-Transport et de la Faille du Borinage. Seulement, comme cette faille est à la fois plus profonde et d'un rejet notablement plus faible que celui de la Faille du Borinage, sa représentation est encore plus restreinte. D'autres circonstances, dont nous parlerons plus loin, rendent

d'ailleurs sa détermination plus délicate. Considérons cependant la figure 9, établie aux endroits où la faille a été déterminée avec les moindres chances d'erreur.

Tout limité qu'il est, ce croquis montre deux choses intéressantes :

1° La faille est encore affectée par le Synclinal de Quaregnon, mais beaucoup plus faiblement.

2° En combinant la figure 7 et la figure 9, on découvre un fait très important : la pente moyenne de la Faille du Placard est beaucoup plus accentuée que celle de la Faille du Borinage.

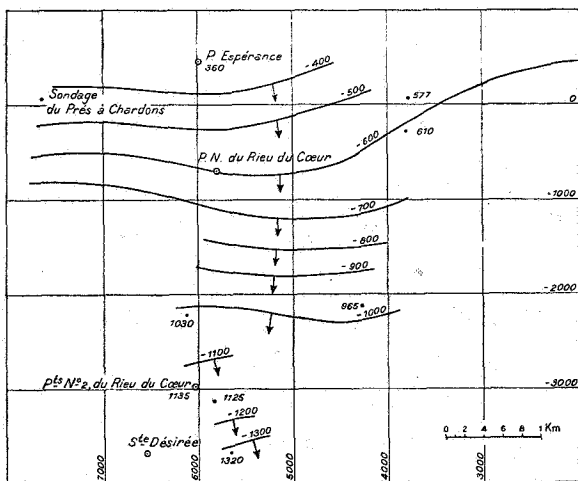


FIG. 9. — Représentation limitée de la Faille du Placard.

Vers le Nord, ces deux failles se resserrent étroitement. Les points d'observation qui offrent le plus grand intérêt sont évidemment ceux où les deux failles ont été recoupées. Suivons une direction méridienne et cheminons du Nord au Sud :

Dans un sondage situé au Nord du puits n° 2 du Rieu-du-Cœur, l'écart vertical entre les deux failles est de 160 m.

Au puits n° 2, il s'élève à 303 m.

Au puits Sainte-Placide, il s'élève à 325 m.

Dans un sondage intérieur, situé plus au Sud, il s'élève à 550 m. Ces points d'observation s'échelonnent sur une longueur de 1.500 m et, sur cette faible distance, l'écart vertical entre les deux failles a diminué, du Sud au Nord, de 390 m.

Cette variation rapide est due à deux causes :

1° A l'incurvation graduelle des failles vers le Sud. A cause de cela, une verticale recoupe les failles de plus en plus obliquement. L'écart vertical est donc plus grand que l'écart réel et la différence entre les deux croît à mesure qu'on chemine vers le Sud.

2° Mais il n'en est pas moins vrai que l'écart réel croît sérieusement vers le Sud, et c'est un élément sur lequel nous allons revenir dans un instant.

Toutefois, les choses ne se passent pas d'une façon aussi simple. Il y a des compressions locales dont les causes sont difficiles à déceler. C'est ainsi que, sous le synclinal longitudinal décelé dans le Grand-Transport, on voit se déceler le même synclinal dans la Faille du Borinage et dans la Faille du Placard. Bien qu'il soit très évasé, il correspond à un resserrement du massif; mais, au Sud du puits n° 2, il s'épanouit rapidement.

X.

Dans le Bassin de Mons, le *Massif du Placard* est compris entre la *Faille du Borinage* et la *Faille du Placard*.

Faille Masse, désignation ancienne de la Faille du Borinage, et Faille du Placard sont des noms empruntés au Bassin du Centre, où ces failles jouent des rôles comparables à ceux qu'elles jouent dans le Bassin de Mons. Mais, entre ces deux bassins il y a un intervalle de plusieurs kilomètres et il est à peine reconnu. Il y a donc une aire importante où la continuité de ces failles n'est par rigoureusement établie.

Mais l'objet très positif de la présente étude me contraint de ne pas trop m'écarter des faits connus. Or, que savons-nous ? A l'Est du méridien de Mons il y a le mont Panisel et le détour de la Haine vers le Nord, ce qui correspond probablement à une importante zone de surélévation transversale; cette zone s'amorce d'ailleurs dans la représentation du socle paléozoïque; elle semble bien fermer la bordure orientale de la Cuve de Mons; elle s'amorce enfin dans les travaux profonds du siège de l'Héribus. Au delà, plus à l'Est encore, il y a des roches antéhouillères gisant vers Saint-Symphorien. S'agit-il d'un lambeau de poussée, d'un anticlinal couché comme celui de Boussu, ou bien s'agit-il d'un gisement relativement en place, soudé à la base du Massif du Borinage, comme M. A. Renier

nous en a indiqué l'intéressante possibilité? A ces questions, il est encore impossible de répondre. L'avenir seul nous apportera une solution.

Néanmoins, si, entre les deux bassins, on ne peut opérer aucun tracé certain, les comparaisons s'imposent et le comportement tectonique de l'un est peut-être le comportement tectonique de l'autre. Dans le Bassin de Charleroi, on observe, du haut vers le bas, la succession suivante : le Massif de Masse, la Faille Masse, le Massif du Carabinier, la Faille du Carabinier, le Massif du Centre, la Faille du Centre, le Massif du Placard, la Faille du Placard, le Massif en place (?).

Il existe, il est vrai, une Faille de Saint-Quentin; mais ce n'est visiblement qu'une faille d'entraînement rattachée à la Faille du Carabinier, tandis qu'à Ressaix on la rattache à la Faille Masse. On peut donc comparer le Massif de Masse au Massif du Borinage et le Massif en place (?) au Comble nord.

Dans le Bassin de Mons, le Massif du Placard, tel que nous l'avons défini, est-il un massif compréhensif de tous les massifs du Bassin de Charleroi, ou bien se limite-t-il à quelques-uns d'entre eux, ou bien encore se réduit-il au massif inférieur, compris entre la Faille du Centre et la Faille du Placard?

La réponse à ces questions semble bien nous être donnée aux Charbonnages de Ressaix, qui correspondent à une importante zone d'envoyage, bordée à l'Ouest par une surélévation correspondante. Cette dernière surélévation aboutit au Charbonnage de Maurage.

Or, à l'Ouest des exploitations de Ressaix, on voit la Faille Masse chevaucher rapidement et brutalement tous les massifs sous-jacents. A Maurage, elle ne laisse plus subsister qu'une partie du Massif du Placard, et ce massif, très écrasé, passe à une zone failleuse. La comparaison avec ce qui se passe dans le Bassin de Mons est donc frappante : la surélévation de Bray-Maurage se comporte comme la surélévation du Haut-Borinage. Nous aurons à tenir compte de ce fait lorsque, du Haut-Borinage, nous passerons au Bassin de Valenciennes, autre zone d'envoyage.

Procédons maintenant à une petite expérience : Supposons que nous ayons acheté un jeu de cartes et qu'après avoir ouvert le paquet nous placions le jeu sur la table, les cartes restant empilées, de façon qu'aucune d'entre elles ne dépasse l'autre. Désignons la table sous le nom de Comble nord et la carte

supérieure sous le nom de Massif du Borinage. Désignons encore tout le paquet sous le nom de Massif du Placard.

Exerçons alors une très légère pression et une très légère poussée sur la carte supérieure : cette carte glissera sur la carte inférieure par l'intermédiaire de ce que nous appellerons la Faille du Borinage.

Augmentons la pression et la poussée : le cheminement augmentera aussi, mais la carte supérieure entraînera avec elle un certain nombre de cartes, tout en laissant la base intacte. Nous dirons que, sous la Faille du Borinage, nous avons créé une zone failleuse.

En augmentant encore la pression et la poussée, nous entraînerons de plus en plus de cartes, placées de plus en plus profondément, de sorte que, pour finir, nous ébranlerons tout le paquet et la surface de contact avec la table deviendra la Faille du Placard. De cette façon, le *Massif du Placard* tout entier aura été changé en zone failleuse.

Mais cette comparaison n'est pas rigoureuse, parce que le Bassin de Valenciennes et le Bassin du Centre montrent, par la multiplicité des failles et des massifs charriés, que la zone failleuse devait trouver, pour sa formation, un champ tout préparé. En outre, des failles secondaires se sont certainement multipliées dans les zones très comprimées. Néanmoins, toute imparfaite qu'elle est, cette comparaison explique certaines choses qu'on peut aisément vérifier sur place :

1° La zone failleuse n'est qu'un facies tectonique local et particulier du Massif du Placard. Elle a sa plus grande signification dans les zones très comprimées, comme devant l'Anticlinal des Produits.

2° Elle est plus liée à la Faille du Borinage qu'à la Faille du Placard. D'une manière générale, tout se passe comme dans le jeu de cartes. L'Anticlinal de Wasmes est moins accentué que l'Anticlinal des Produits; aussi, au Grand-Hornu, la partie supérieure du Massif du Placard est-elle seule très faillée.

3° La Faille du Placard est moins nette que la Faille du Borinage et, par conséquent, plus délicate à déceler.

4° Les compressions qui ont causé la formation de la zone failleuse ayant un caractère local, le massif s'épanouit à mesure qu'on s'éloigne de cette zone et tend à reprendre son caractère normal. X. Stainier a pensé que les massifs s'épanouissaient vers le Bassin de Valenciennes et le Bassin du Centre; mais il peut en être de même dans la partie méridionale du Borinage.

Ainsi s'explique qu'au Rieu-du-Cœur et vers le Sud nous ayons vu la Faille du Borinage et la Faille du Placard s'écarter l'une de l'autre; ainsi s'explique encore que le Massif du Grisœil, rangé au sommet du Massif du Placard, soit relativement peu dérangé.

5° Enfin, la désignation de zone failleuse ne doit pas être prise dans un sens absolu. Même dans les endroits les plus faillés, des couches de charbon ont été assez continues pour être exploitées. Le cas s'est présenté au Charbonnage du Nord du Rieu-du-Cœur, à Quaregnon, où, de part et d'autre de la Faille de Saint-Quentin, on a déhouillé en plein Massif du Placard.

De ce qui précède, on peut tirer une conclusion d'ordre pratique : Si, du Borinage, on creuse un bouveau vers le Nord, on peut aisément déceler le passage de la Faille du Borinage, mais la prudence s'impose si l'on veut déceler le passage de la Faille du Placard. La situation inverse n'est pas tout à fait exacte quand, du Comble nord, on chemine vers le Sud : d'abord, la Faille du Placard, étant plus faible, est plus délicate à déceler; ensuite, en certains endroits, d'autres éléments interviendront, dont je parlerai plus loin.

Vers l'Ouest du Bassin de Mons, le massif est moins connu. Au Charbonnage d'Hensies il est sérieusement affecté par l'Anticlinal de Montrœul, où il constitue la partie supérieure du gisement exploité. Enfin, au Charbonnage de Bernissart, la Faille du Placard semble avoir été atteinte dans le gisement d'Harchies, dans un bouveau dirigé vers le Sud-Est, à 530 m de profondeur.

XI.

Le *Comble nord* est solidement assis sur les roches résistantes du Namurien et du Calcaire carbonifère. D'un pendage sud, assez régulier, on le range à la fois dans les formations du bord nord du Synclinal de la Haine et du flanc sud du Massif du Brabant. Par opposition au Massif du Placard et au Massif du Borinage, les mineurs le considèrent souvent comme étant le *Massif en place*.

Plus éloigné d'ailleurs de la Faille du Midi et de la Faille du Borinage, grâce aussi à son substratum résistant, le Comble nord est relativement peu dérangé. Mais ce qui est remarquable, c'est son indépendance presque absolue d'avec les grands plis transversaux du Borinage.

Le Comble nord est affecté de grands plis simples, orientés de W.-N.-W. vers l'E.-S.-E. De la frontière française vers l'Est, nous distinguons : le *Synclinal de Bernissart*, le *Synclinal de Pommerœul*, correspondant à la Cuve de Pommerœul, le *Synclinal de Tertre*, le *Synclinal de Baudour*.

Cette série se prolonge vers l'Ouest, en France, par le *Synclinal de Château-l'Abbaye*, dans lequel coule l'Escaut en aval de Condé.

Cette grande régularité dans l'orientation des axes tectoniques, cette parallélisation remarquable répond à l'interférence des plis armoricains dont je vais parler dans un instant.

XII.

On sait qu'en Europe occidentale, la chaîne hercynienne possède deux orientations tectoniques de premier ordre : celle des *axes armoricains* qui affectent le Sud de l'Angleterre, la Bretagne, le Nord de la France et aboutit au Massif central; celle des *axes varisques* qui divergent du Massif central, affectent le Morvan, les Vosges, l'Ardenne et, de là, se rendent en Allemagne.

En convergeant vers l'Auvergne, ces deux directions forment un angle aigu; mais si, vers le Nord, on suit la bissectrice de cet angle, on le voit s'ouvrir de plus en plus, si bien que, dans la région belge, on observe trois directions : la *direction armoricaine* (I), la *direction intermédiaire* ou des *plis de l'Entre-Sambre-et-Meuse* (II) et la *direction varisque* (III) (fig. 10).

La direction générale du Bassin de Mons étant Ouest-Est, elle relève incontestablement des plis intermédiaires. Ces plis se succèdent d'ailleurs vers le Nord; on les suit jusqu'aux collines de Renaix.

D'autre part, les plis armoricains sont bien développés en France; on les suit jusque dans le voisinage immédiat de la Belgique. Ils se reflètent dans la Basse-Seine, dans l'arête du Pays de Bray, dans la Somme, dans l'Authie, dans la Canche; enfin, ils forment la zone axiale du Weald-Boulonnais et du Bassin houiller du Pas-de-Calais.

Il fallait donc s'attendre à voir les plis intermédiaires et les plis armoricains interférer entre eux, surtout dans la partie occidentale du Bassin de Mons.

Retournons à l'examen des figures 2 et 3 : de la planchette de Saint-Ghislain vers l'E.-N.-E. part une crête allongée qui, à son extrémité, aboutit à la bosse d'Hensies. Cette crête, qui

traverse presque tout le Bassin de part en part, n'a rien de comparable aux plis transversaux du Borinage tels que l'Anticlinal de Wasmes, le Synclinal de Quaregnon et l'Anticlinal des Produits.

Il s'agit ici de l'Anticlinal de Montrœul et, comme je l'ai indiqué plus haut, son caractère anticlinal est démontré. Ne pouvant être rangé ni dans les plis longitudinaux de la Haine, ni dans ses déformations transversales, son origine doit être recherchée ailleurs. Or, elle répond entièrement à l'orientation des axes armoricains.

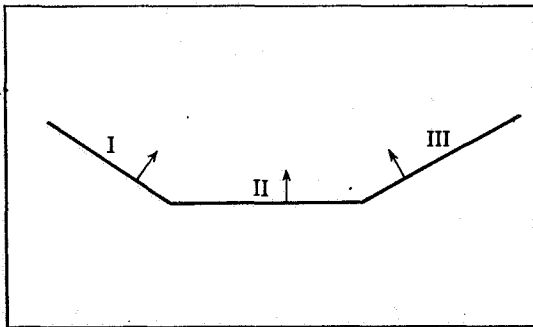


FIG. 10. — Orientation des axes tectoniques dans la région belge.

- I. Axes armoricains.
- II. Axes intermédiaires ou de l'Entre-Sambre-et-Meuse.
- III. Axes varisques.

S'il en est ainsi, ce pli ne peut être le seul de son espèce. Or, à ce point de vue, les faits abondent. Non seulement les plis longitudinaux se retrouvent, comme nous venons de le voir, dans tout le Comble nord, du Synclinal de Château-l'Abbaye au Synclinal de Baudour, mais, au Nord-Est de l'Anticlinal de Montrœul, se dessine la Cuve de Pommerœul, la plus profonde qui ait été reconnue aujourd'hui (— 400 m).

Au Sud, on rencontre le Synclinal d'Élouges et l'Anticlinal de Baisieux. Au Nord, le Synclinal de Boussu participe partiellement à la tectonique armoricaine.

A sa jonction avec la surélévation du Haut-Borinage, l'Anticlinal de Montrœul paraît avoir été assez puissant pour ébranler l'Anticlinal de Wasmes, qu'il a légèrement déjeté vers le Nord-Ouest.

Ces plis s'accompagnent de petites failles inverses. On en a rencontré aux Charbonnages-Unis de l'Ouest de Mons et au Grand-Hornu. Celles du Grand-Hornu sont assez intéressantes, parce que leurs rejets s'atténuent et ne se manifestent plus dans la concession d'Hornu-et-Wasmes, située plus au Sud.

Nous avons vu que les déformations transversales, d'origine armoricaine, avaient affecté la surélévation du Haut-Borinage. Enfin, aux yeux de la tectonique armoricaine, le Synclinal de Valenciennes prend, au sommet du socle paléozoïque, toutes les allures d'une importante déformation transversale.

L'interférence de la tectonique armoricaine aboutit naturellement à l'étude du Massif de Boussu ou, tout au moins, à l'histoire de ce massif. Nous allons l'aborder dans un instant.

XIII.

Comment caractériser le Massif de Boussu ?

En 1919, en France, à Quiévrechain, contre notre frontière, M. A. Renier a montré que le Massif du Borinage plongeait sous un massif de recouvrement qu'il rapportait au Massif de Denain.

Ce massif de recouvrement, lui-même, plongeait en partie sous le Massif du Midi. Pour éviter les périphrases, appelons-le provisoirement *Massif de Crespin*. De sorte qu'à proximité de notre frontière on doit rencontrer, de haut en bas, la succession suivante : le Massif du Midi, la Faille du Midi, le Massif de Crespin (nom provisoire), la Faille de Crespin (nom provisoire), le Massif du Borinage.

Cette succession s'observe au siège n° 2 de Quiévrechain. En cet endroit, le Massif de Crespin renferme des terrains renversés, puisque le Calcaire carbonifère y surmonte le Namurien.

A partir de Quiévrechain, le Massif de Crespin se sépare graduellement du Massif du Midi et, en cheminant vers la Belgique, se dirige vers le Nord-Est. C'est ainsi que, sur une faible partie du territoire français, on voit affleurer le Massif du Borinage. C'est dans ce petit espace que se sont installées les exploitations minières de Quiévrechain.

Le Massif de Crespin se continue en Belgique. En 1838, au sondage d'Arenberg, on a reconnu le Calcaire carbonifère, mais on ne l'a pas percé. Plus au Nord, le sondage H 12, d'Hensies, a pénétré dans le Namurien.

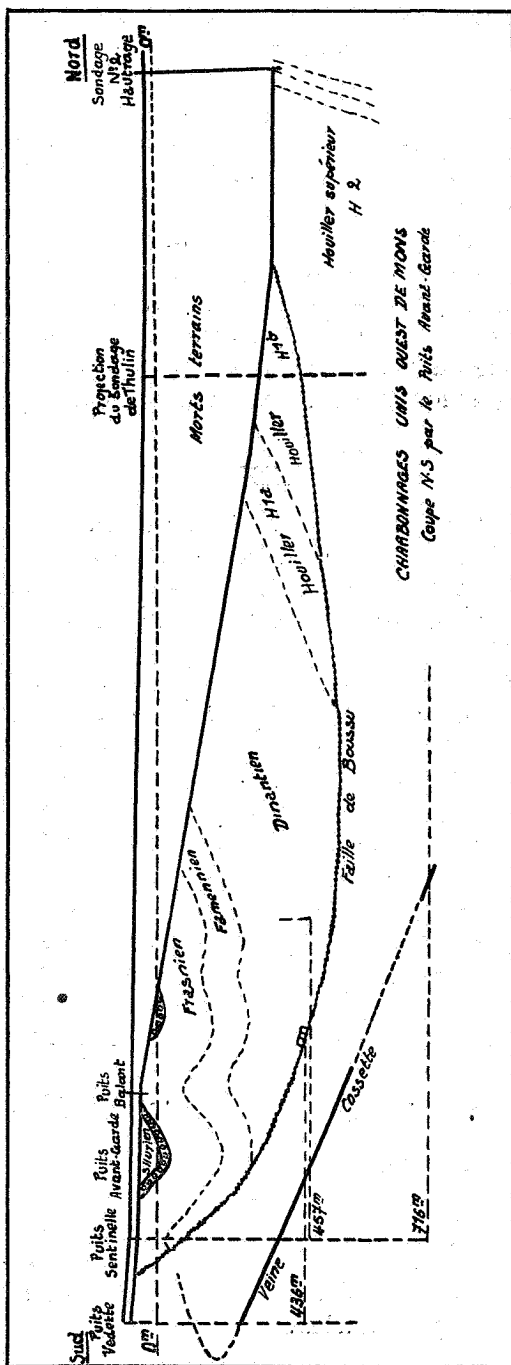


FIG. 11. — Coupe transversale dans le Massif de Boussu.
(X. STAINIER.)

Enfin, plus au Nord encore, au sondage H 14, M. A. Renier a reconnu que la partie supérieure du socle paléozoïque appartient au Namurien. Vers la cote (— 320) on a traversé une faille pour pénétrer dans le Westphalien proprement dit. Au Nord de Quiévreachain, les terrains se trouvent donc en position renversée.

Examinons maintenant ce qui se passe dans la région de Boussu. Je n'ai pas l'intention de répéter ici l'énumération de tous les points où le Massif de Boussu a été reconnu; cette énumération se trouve dans le tome IV de la « Géologie » de J. Cornet et elle a été répétée et complétée récemment par le Mémoire de M. Jacques Hugé. Retenons pourtant quelques points essentiels.

En 1844, au Sud-Est de Thulin, à l'avaleresse du Saint-Homme, au lieu de pénétrer dans le terrain houiller, on a foncé dans des schistes siluriens qui, au mois de juin de la même année, ont été reconnus comme tels par A. Dumont. On les a traversés sous l'énorme épaisseur de 78 m, puis on a entamé des calcaires frasniens; mais les venues d'eau devenant de plus en plus fortes, le fonçage a été arrêté.

Les recherches ultérieures ont montré que le Massif de Boussu consiste en réalité en un anticlinal couché et, même, partiellement renversé, au point de simuler un synclinal. Le bord nord du massif est mal connu; mais le bord sud indique qu'à partir du Silurien, les étages géologiques sont en disposition renversée. La meilleure illustration de ce fait a été donnée par une coupe de X. Stainier (fig. 11).

Terrains renversés dans le Massif de Crespin, terrains renversés dans le Massif de Boussu, les similitudes tectoniques entre les deux massifs sont sérieuses. Sans doute, la composition stratigraphique du Massif de Boussu est-elle notablement plus riche; mais les deux massifs renferment du Calcaire carbonifère et une bordure de Namurien. Depuis longtemps, notamment en France, on n'avait pas hésité à les joindre pour n'en former qu'un seul. C'est la solution que M. A. Renier a encore adoptée en 1919 (fig. 12).

La chose paraissait donc bien établie et personne n'aurait songé à la contester si, deux ans plus tard, en 1921, J. Cornet et moi-même nous n'avions publié un document qui remettait tout en question: il s'agissait de la carte du Relief du Socle paléozoïque de la vallée de la Haine.

En effet, cette carte indiquait des coïncidences frappantes entre ce relief et la structure du socle; ces coïncidences s'étendaient à tous les points, sauf au Massif de Boussu, tout au moins tel qu'il était représenté. Plus tard, J. Cornet ayant signalé que l'érosion n'était pas étrangère au modelé du socle, il devenait évident que le Massif de Boussu, avec sa forte charpente de roches résistantes, aurait dû apparaître sur notre carte.

Peut-être aurait-on pu faire remarquer que le nombre de points sur lesquels nous nous étions basés était insuffisant. Il est certain que cette remarque aurait eu sa valeur si elle avait été exprimée; pourtant notre carte indiquait la présence de deux unités tectoniques importantes : de l'*Anticlinal de Montrœul* et du *Synclinal d'Élouges*, dont l'existence n'a fait que se confirmer.

Dès lors, il devenait invraisemblable que le Massif de Boussu, composé, comme nous l'avons vu, de roches très résistantes, se soit livré, sans laisser de traces, au jeu de « montagnes russes » qui consistait à descendre presque perpendiculairement de l'Anticlinal de Montrœul, à traverser le Synclinal d'Élouges, à franchir l'Anticlinal de Baisieux pour redescendre enfin dans le Bassin de Valenciennes.

Quant à l'aspect géomorphologique de notre carte, il était loin d'être négligeable, ainsi que nous le verrons plus loin. Il fournissait même des indications très précieuses, mais elles étaient entièrement défavorables à la thèse de 1919.

Pourtant, il a fallu attendre sept ans pour qu'une réaction sérieuse se fit jour. Elle apparut en 1928 sous la plume de X. Stainier. Nous la trouvons dans les *Annales des Mines*, sous le titre suivant : « Matériaux pour l'étude du Bassin de Namur, 4^e partie, L'Extrémité Ouest du Bassin de Mons ». Entre autres choses, X. Stainier proclamait hautement l'impossibilité de raccorder tectoniquement Crespin, siège de dressants, à Boussu, anticlinal couché. Nous verrons plus loin ce qu'il faut en penser.

Je n'exposerai pas davantage les autres objections de Stainier, parce que leur ensemble est assez discutable et parce que je ne désire pas alourdir le présent mémoire. Mais, de tout ce que ce vieux routier du Houiller a exprimé, je retiendrai sa grande répugnance à unir Crespin à Boussu. Cette répugnance, je la partage au plus haut degré et elle est la raison majeure de toutes les recherches que j'ai entreprises.

Puisqu'on revient aujourd'hui sur ce point, je tiens à répéter : 1° que le dessin exécuté de cette façon trace, pour le Borinage, un axe tectonique invraisemblable; 2° serait-ce vrai, un axe de cette importance devrait s'accompagner d'événements parallèles. Or, aucun géologue expérimenté ne pourrait m'en indiquer un seul.

Si'il fallait vraiment revenir à la conception de 1919, je l'accepterais si, par une série d'observations très serrées, la jonction des deux massifs était rigoureusement démontrée. Alors seulement je m'inclinerais devant les faits; mais nous n'en sommes pas là. En attendant, je ne me lasserai pas de rechercher si le Massif de Boussu ne peut être attribué à d'autres causes. Je le ferai non seulement en géologue que les recherches tectoniques passionnent, mais surtout parce que l'industrie charbonnière est la première de notre pays. Il faut que, dans la mesure du possible, le Massif de Boussu cesse d'être un épouvantail pour nos mineurs. Tout au moins, puisque ce massif existe, convient-il d'en tracer les limites d'influence.

Il est un autre point que j'admets difficilement. Il résulte de la présence du Silurien au Saint-Homme. Si l'on range Crespin et Boussu dans une seule nappe, l'allure paroxysmale de la nappe est reléguée vers Boussu, c'est-à-dire vers l'endroit où la nappe ne s'observe plus. Cette relégation du Silurien au bout d'une impasse, longue et étroite, ne semble pas acceptable.

En 1935, je me suis rendu à Boussu, aux Charbonnages-Unis de l'Ouest de Mons. J'étais bien inspiré, parce que ces Charbonnages possèdent une documentation d'une exceptionnelle richesse. J'ai voulu recueillir tout ce que l'on connaissait au sujet du massif et, chose élémentaire, j'ai voulu représenter sa base, la Faille de Boussu.

Or, je suis arrivé à deux constatations assez décevantes :

- 1° Ce que l'on connaissait se réduisait à bien peu de chose;
- 2° Ce que l'on connaissait était singulièrement grave pour la théorie de 1919 : la Faille de Boussu était de sens Ouest-Est, légèrement incurvée vers le Sud et ouverte vers le Nord (fig. 13).

À l'Ouest du groupe du Saint-Homme, on ne connaissait plus rien. Si l'on désirait diriger la faille vers Crespin, on devrait lui faire subir une inflexion sérieuse vers le Sud-Ouest, précisément à partir du point où l'on ne connaissait plus rien. Ce n'était même plus de l'interpolation.

Cette constatation s'ajoutait donc aux reproches qu'on pouvait faire à la conception de 1919.

De tout cela, j'avais emporté la conviction que Crespin et Boussu étaient bien distincts et qu'en ce qui concernait l'origine de ce dernier massif, il fallait la chercher ailleurs.

D'autre part, comme j'avais observé que tous les points connus se localisaient sur l'Anticlinal de Montroëul, j'avais pensé qu'il pouvait exister une relation entre les deux unités tectoniques. Découvrant plus tard l'importante interférence des plis armoricains, j'ai pensé aussi que le Massif de Boussu pouvait dépendre d'une phase paroxysmale de la tectonique armoricaine.

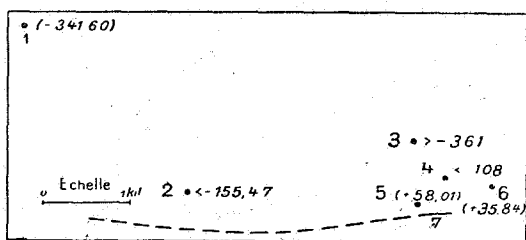


FIG. 13. — La Faille de Boussu.

(CH. STEVENS, 1935.)

Puis, le 19 septembre 1941, les Charbonnages-Unis de l'Ouest de Mons, dans un montage à l'extrémité d'un bouveau creusé à la Fosse Sentinelle, à la cote (— 666), rencontraient la base du massif, formée de calcaires compacts. De cette découverte deux choses importantes étaient à retenir :

1° Le massif était rencontré beaucoup plus bas qu'on ne le pensait;

2° La Faille de Boussu était, à cet endroit, très légèrement inclinée vers le Sud-Ouest.

On devait donc se trouver, sinon sur le flanc nord du Massif, tout au moins près de la naye (pour autant qu'on puisse parler de naye quand il s'agit d'un anticlinal couché).

Mais, en 1886, le Charbonnage du Grand-Hornu avait, lui aussi, rencontré la base du Massif. Partant de la veine Emma, il avait creusé un touret d'exploration dirigé vers le Sud-Ouest et s'élevant à 42°. A son extrémité, il avait touché le calcaire

à la cote : — 456,39. Les conditions étaient donc telles qu'on avait touché le flanc nord.

Dès lors, à l'extrémité orientale, on disposait d'un nombre suffisant de points pour tracer, avec une approximation suffisante, les courbes de niveau de la Faille de Boussu. On pouvait en déduire qu'à son extrémité orientale, la pente était très forte et que le massif avait été énergiquement implanté. Cette considération ne sera pas inutile lorsqu'il s'agira d'interpréter l'extrémité occidentale.

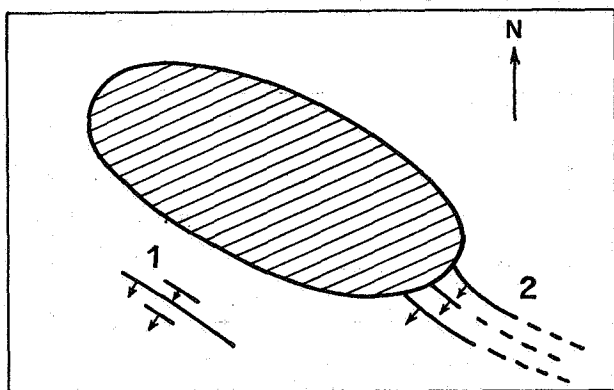


FIG. 14. — Hypothèse d'un Massif de Boussu considéré comme une nappe armoricaine.

Sa liaison avec les Failles de l'Ouest de Mons (1) et du Grand-Hornu (2).

En 1943, à l'Ouest du Saint-Homme, les Charbonnages-Unis de l'Ouest de Mons ont désiré s'éclairer sur l'allure de la faille; c'est pourquoi j'ai été amené à rédiger une hypothèse de travail. J'ai de nouveau procédé à un collationnement de tous les points connus. Comme une incertitude planait encore sur la présence du massif à l'ancienne fosse Magotte, j'ai fait procéder, avec l'aide de M. Gonze, ingénieur, à une prospection du vieux terri. Le résultat a été décisif : on a rencontré du calcaire en abondance.

Ce résultat étant acquis, je suis resté fidèle à la méthode que je m'impose toujours en pareil cas; j'ai tenté une représentation par courbes de niveau. Me basant sur la considération d'une nappe armoricaine (ce que tout m'autorisait à faire en ce moment), j'ai infléchi le massif vers le Nord-Ouest; mais il ne

s'agissait que d'un document provisoire, nullement démontré et nullement destiné à une publication quelconque.

C'est cette hypothèse qui a amené les Charbonnages à entreprendre le sondage du Jardiné, commencé le 10 juin 1943. On pourrait discuter longtemps sur le choix de son emplacement; on n'a pas hésité à adopter un choix assez audacieux et à le placer fort au Nord. Il fallait reconnaître si le massif était armoricain ou non; de plus, nous espérions rencontrer la bordure du massif, le meilleur moyen de le reconnaître étant encore de le traverser.

Mais au lieu de rencontrer un onglet, nous avons traversé le massif sur l'épaisseur de 209^m45, la Faille de Boussu se trouvant à la cote (— 368,10).

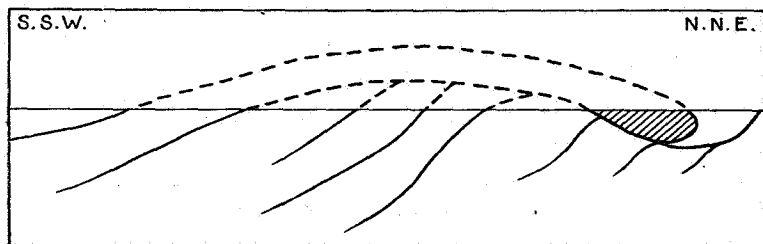


FIG. 15. — **Même hypothèse.**

Les failles étant considérées comme des failles d'entraînement.

Malgré cette déception, je n'avais pas complètement abandonné l'hypothèse d'une nappe armoricaine, parce que, tant au Grand-Hornu qu'à l'Ouest de Mons, j'avais découvert des failles qui relevaient de cette tectonique. De faibles rejets, on pouvait les considérer comme des failles d'entraînement dépendant de la Faille de Boussu. Les Failles du Grand-Hornu, avec leurs rejets décroissant vers le Sud-Est (fig. 13 et 14), étaient très suggestives à ce sujet.

En outre, dans le Bassin de Charleroi, le Massif de La Tombe est nettement dirigé conformément à l'orientation armoricaine, tout comme l'Anticlinal de Puagne. Mais je sais aujourd'hui que les Failles de l'Ouest de Mons et du Grand-Hornu peuvent être attribuées à autre chose. Devant l'évidence des faits, je n'hésite pas à déclarer que l'hypothèse que j'avais énoncée en 1935 a complètement sombré.

Je désirais poursuivre mes recherches dans d'autres voies quand s'est produit un événement nouveau : la rédaction du Mémoire de M. Jacques Hugé.

J'ai vivement conseillé à M. J. Hugé de publier ce Mémoire. Il représente de nombreuses recherches qui lui sont propres, et comme il conduit à des conclusions opposées à celles que je proposerai tantôt, il est bon que chacun puisse confronter les faits et les arguments pour en déduire des conclusions utiles. J'ajoute que, depuis plus d'un an, je suis en possession d'un exemplaire du Mémoire de M. Hugé; avant son départ pour l'Afrique, il me l'a fait remettre, et, en me le confiant, il n'ignorait pas que je le soumettrais à une critique sérieuse. J'ai été très sensible à ce témoignage de courtoisie et j'en remercie sincèrement l'auteur.

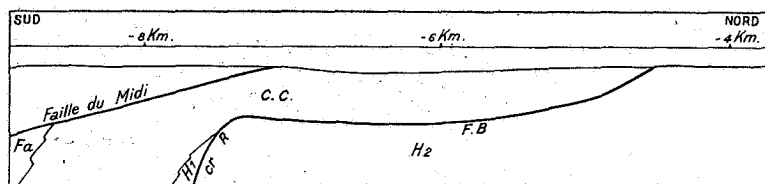


FIG. 16. — Une coupe transversale de M. J. Hugé.

Voici en résumé la thèse de M. Hugé : Les dressants de roches antéhouillères qu'on rencontre en France, à proximité de notre frontière, appartiennent au flanc nord d'un anticlinal que, pour lui donner un nom, j'appellerai *Anticlinal de Quiévrechain*. Vers l'Est, M. Hugé prolonge cet anticlinal sous le Massif du Midi. Je pense que tous les géologues qui ont étudié le Massif de Boussu en ont cherché les racines vers le Sud, quelque part sous le Massif du Midi, ce qui implique qu'au moment où le pli de Boussu s'est couché, ce massif n'avait pas encore chevauché le Borinage. En voyant dans l'anticlinal de Quiévrechain la racine commune des Massifs de Crespin et de Boussu, M. Hugé rejoint donc une notion assez ancienne, mais il a le grand mérite de l'avoir exprimée d'une façon plus précise et plus concrète (fig. 16).

Aux yeux de M. Hugé, il n'y aurait donc qu'un seul pli couché et qu'une seule racine; la thèse est donc très simple. C'est, au fond, le rappel de la thèse de 1919; mais l'originalité de cette étude réside dans l'abondance des coupes méridiennes, souvent hypothétiques, tendant à démontrer que la thèse est *possible*.

Cependant, en l'examinant de plus près, on rencontre déjà quelques difficultés; c'est que nous ne sommes pas tout à fait ignorants au sujet de ce qui se passe sous le Massif du Midi :

1° Au puits n° 1, de Ferrand, on a traversé le Massif du Midi sur une épaisseur de 38^m60. A l'étage de 446 m, soit à la cote (— 376), un bouveau a été poussé à 530 m vers le Sud, sans rencontrer l'Anticlinal de Quiévrechain.

2° Plus à l'Est, de nombreux sondages ont traversé le Massif du Midi pour reconnaître le Bassin houiller du Sud; ils n'ont pas davantage reconnu cet anticlinal. De sorte qu'à moins de se raccorder à l'Anticlinal d'Eugies, ce qui me semble très audacieux, il faut infléchir l'Anticlinal de Quiévrechain vers le Sud. Mais alors on fait naître, en sens inverse, les objections que j'ai formulées à l'égard de l'hypothèse de 1919, c'est-à-dire qu'on traverse obliquement les directions tectoniques.

Examinons maintenant comment, en plan, M. Hugé conçoit le Massif de Boussu et consultons la figure 17, reproduction directe de la planche annexée à son Mémoire.

Nous remarquons :

1° Que les tracés de M. Hugé impliquent toutes les objections opposées déjà à la théorie de 1919 :

a) ses tracés coupent indifféremment les axes tectoniques du Borinage occidental;

b) pour le bassin, ils dessinent un axe tectonique difficilement acceptable et, d'ailleurs, unique en son genre;

c) quand il chemine de Boussu vers l'Ouest, M. Hugé fait infléchir son massif vers le Sud, précisément à partir du point où il ne connaît plus rien. Il a même aggravé la disposition de 1919, puisque sa déviation atteint 60°.

Autre point :

Pour M. Hugé, le Massif de Boussu dépend du Massif de Denain. De Denain au Saint-Homme il y a environ 30 km. Dès lors, si nous tenons compte de la présence du Silurien au Saint-Homme, il semble relégué au bout d'un couloir long et étroit. Cette conception tectonique, je ne l'admettrai que lorsqu'elle sera rigoureusement démontrée.

Une chose remarquable, c'est qu'en traçant des courbes de niveau comme je l'avais déjà fait en 1943, M. Hugé a réellement

scindé son massif en deux unités : le Massif de Boussu et le Massif de Crespin. Il a donc été très près de se ranger à mon avis; mais il s'en écarte, car s'il réunit les deux massifs, c'est uniquement parce qu'il a désiré le dessiner ainsi. Rien dans l'exploration géologique ne l'a autorisé à le faire, sinon en hypothèse.

Passons à l'étude du Massif de Boussu, en ne le considérant qu'en lui-même. M. Hugé a tracé les courbes de niveau de la Faille de Boussu; mais, pour la bordure occidentale du massif, il n'obéit qu'à une conception qui lui est propre, parce qu'il néglige de considérer les indications qui lui sont fournies par la bordure orientale. Celle-ci montre un resserrement des courbes, tandis que M. Hugé les espace à l'Ouest. C'est incontestablement favorable à sa thèse, mais ce n'est pas démontré.

Pourtant, ce qui précède n'est pas bien grave si on le range dans le cadre d'une hypothèse; mais il y a deux cas où les faits ont été traités sans ménagement. Le premier réside précisément dans la jonction des deux massifs.

Si, de point en point, on suit l'axe des Massifs de Crespin et de Boussu, on voit que, selon M. Hugé, la jonction s'établit dans une région peu connue. Mais cet axe dessine une surélévation transversale précisément à l'endroit où se dessine le Synclinal d'Élouges (fig. 19) !...

Ceci n'a pas échappé à M. Hugé, qui signale — sans l'accepter formellement — une ancienne interprétation de X. Stainier, supposant que la dépression d'Élouges ne doit rien à la tectonique. Ce serait uniquement une vallée d'érosion. Malheureusement, le Synclinal d'Élouges existe !...

C'est un fait qu'on ne peut écarter. C'est le point le plus faible de l'étude de M. Hugé ⁽²⁾.

(2) Le sondage du Jardiné a démontré que le Massif de Boussu débordé sur le flanc nord du synclinal d'Élouges. Ce fait ne doit pas être considéré comme favorable à la thèse de M. Hugé, parce qu'il peut s'expliquer autrement. Le Massif de Boussu a été implanté au sein d'une structure déjà établie. Le fait qu'il s'implante dans le flanc nord du synclinal d'Élouges est donc indifférent à la structure du Bassin.

Pour M. Hugé, la base du Massif a été déformée et, en cela, il a raison. Mais, selon lui, la déformation principale serait un anticlinal transversal au sein d'un synclinal caractérisé. C'est cela que je ne puis admettre. Or, c'est précisément à partir de cet endroit que, sans preuve aucune, M. Hugé fait dévier le Massif de 60 degrés.

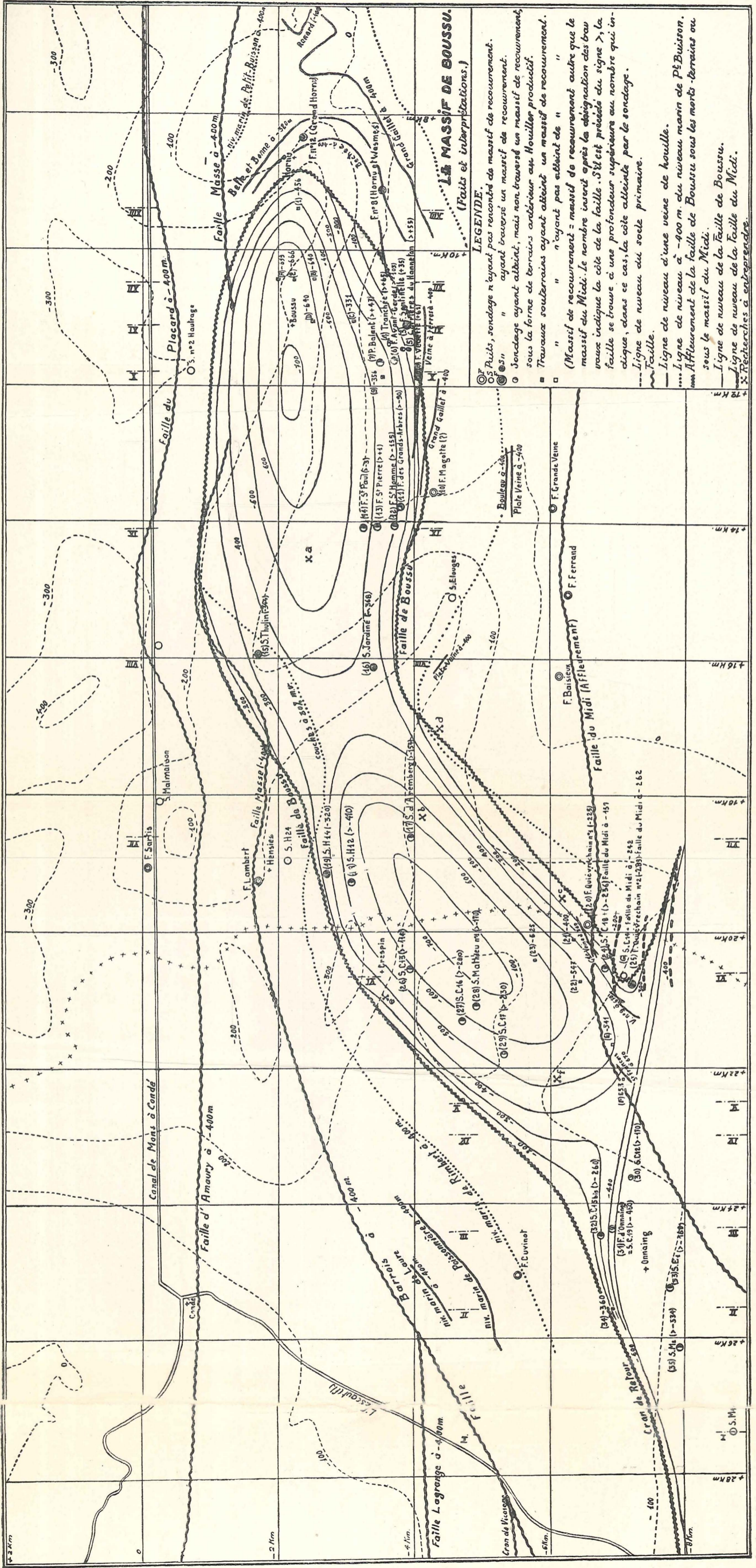


FIG. 17. — Le Massif de Boussu, (d'après M. JACQUES HUGÉ, 1947).

Le second cas réside dans le tracé que M. Hugé fait suivre, la cote (— 400), au niveau marin de Petit-Buisson.

Dans l'échelle stratigraphique de l'endroit, ce niveau se trouve en stampe à environ 200 m au-dessus de la couche Plate-Veine. Or, au siège de Baisieux, on a creusé deux bouveaux vers le Nord, l'un à 483 m, l'autre à 560 m. Mais, selon l'expression du regretté Evrard Cloquette, directeur des travaux, « ses bouveaux de Baisieux, partis en travers-banes, devenaient costresses ». Les couches recoupées s'infléchissaient, en effet, de plus en plus vers le Sud-Est, puis vers le Sud, au point qu'à l'extrémité du bouveau de 560 m, la couche Plate-Veine est presque orientée du Nord au Sud et non inclinée de 45° sur le méridien, comme l'indique la figure 16.

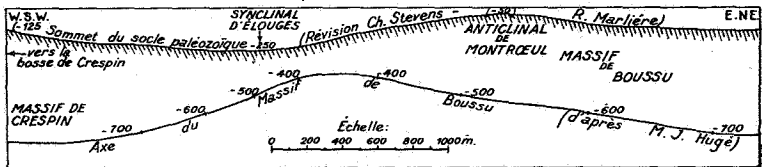


FIG. 18. — Relations de l'axe Crespin-Boussu, selon M. Hugé, avec le synclinal d'Élouges.

En réalité, le Synclinal d'Élouges, comme tous les synclinaux importants, est affecté de plis transversaux et, à son origine, il y a probablement une « cuvette d'Élouges ». Cette erreur, qui paraît faible, a entraîné M. Hugé à imprimer une direction fautive au niveau marin. Par ces seules données, il aurait dû être poussé beaucoup plus au Nord.

Postérieurement à la rédaction du Mémoire de M. Hugé, M. A. Delmer a découvert le niveau marin de Petit-Buisson, recoupé en trois endroits au sondage du Jardiné. Ainsi tombe l'argument que M. Hugé avait voulu tirer du tracé de ce niveau. Dans le méridien de Baisieux, rien ne l'autorisait d'ailleurs à faire dévier brusquement ce niveau à angle droit, vers le Sud-Ouest, puisqu'à l'Ouest de ce méridien, M. Hugé ne connaissait plus rien, sauf les données trop lointaines de Quièvrechain.

Vis-à-vis du Mémoire de M. Hugé, mon rôle est assez délicat. Si, au nom de la Vérité que nous cherchons à établir, il m'appartient de relever les points faibles de ce Mémoire, je risque de me montrer assez injuste, car, à côté des points

faibles, il y a de belles choses qui, précisément parce qu'elles sont belles, échappent à la critique. Pourtant cette critique était nécessaire, parce que plus un mémoire a de valeur, plus il est nécessaire de l'analyser avec soin. Il ne faut pas que de belles choses, qu'une excellente présentation entraînent ce qui est plus discutabile. Il ne faut pas non plus que ces choses discutables glissent comme acquises dans la littérature géologique et y deviennent des schémas paralysants.

Dans la défense d'une thèse devenue bien difficile, M. Hugé a fait tout ce qu'il a pu et je doute qu'il eût pu faire davantage. A mon avis, c'est en quoi réside le plus grand mérite de son Mémoire : il constitue une excellente base de discussion. Quand le problème de Boussu sera définitivement résolu, j'ai la conviction que, dans l'histoire déjà longue de son étude, le Mémoire de M. Hugé prendra un rang des plus honorable.

Mais, en ce qui concerne l'étude du Massif de Boussu, je n'ai apporté jusqu'à présent que des arguments négatifs; ils seraient sans valeur si je ne pouvais établir une thèse constructive et cohérente. C'est ce que je vais m'efforcer de faire.

Sans abandonner complètement l'hypothèse de 1919, je pense que, dès maintenant, il est utile de faire table rase des interprétations anciennes, de remonter aux faits, de remettre le tout en chantier et de chercher une interprétation nouvelle. A persévérer dans la théorie de 1919, on risque encore davantage de bousculer les faits et de se créer des problèmes nouveaux, devenus insolubles parce que la base même de leurs données est devenue discutabile.

Que savons-nous ?

Nous connaissons l'existence de deux anticlinaux couchés, donc de deux nappes. A l'Ouest le Massif de Crespin devient la *nappe de Quiévrain*; à l'Est, le Massif de Boussu devient la *nappe de Boussu*.

Objectivement, nous ne possédons aucune preuve de l'union de ces deux nappes. Séparons-les donc; si plus tard nous devons les réunir, il sera toujours temps de leur donner un seul nom.

La nappe de Quiévrain est pauvre. Dans sa composition, nous ne connaissons que du Namurien et du Calcaire carbonifère; la nappe de Boussu est riche : elle contient du Namurien, du Calcaire carbonifère, du Famennien, du Frasnien et, même, un épais noyau de Silurien.

La Faille de Crespin, base de la nappe de Quiévrain, est très mal connue. En Belgique, on ne peut se permettre d'en tracer les courbes de niveau. Mais ce qu'on sait, et c'est une chose importante, c'est que cette nappe se rattache étroitement — et presque sous nos yeux — à ses racines, formées par l'Anticlinal de Quiévreachain. Ainsi tombe l'opposition formulée en 1928 par X. Stainier.

Dans la famille des nappes, la nappe de Quiévrain est une nappe minuscule, presque médiocre, au point que je serais

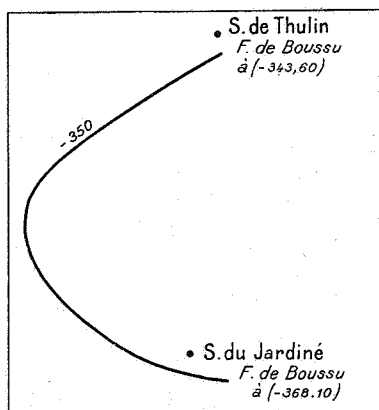


FIG. 19. — La courbe (— 350) au voisinage des sondages de Thulin et du Jardiné.

tenté de l'appeler « un napperon ». S'il y a eu empilement de nappes, elle ne peut se trouver qu'à l'extrême base de la série.

Au sujet de la nappe de Boussu, grâce aux recherches poursuivies par les Charbonnages-Unis de l'Ouest de Mons, nous avons réalisé depuis six ans d'immenses progrès.

En 1941, au bouveau de la Fosse Sentinelle, la découverte du Calcaire a permis de dessiner, avec une certitude presque complète, la fermeture orientale de la nappe.

Depuis lors, le sondage du Jardiné nous a apporté quatre points importants :

a) La direction des courbes et de la Faille de Boussu est toujours de sens Ouest-Est, comme je l'avais établi en 1935.

b) La cote à laquelle le sondage a atteint le socle paléozoïque (— 158,65) nous a contraints, M. Marlière et moi, de dessiner au sommet du socle un renflement anormal de l'Anticlinal de Montrœul.

c) La découverte en trois points, faite par M. A. Delmer, du niveau marin de Petit-Buisson indique que la nappe de Boussu déborde sur le flanc nord du Synclinal d'Élouges. C'est la raison majeure qui m'a fait abandonner l'hypothèse que j'avais formulée en 1935.

d) Enfin, au sondage de Thulin, la Faille de Boussu a été rencontrée à la cote (— 344). Si nous comparons ce chiffre à la cote reconnue au Jardiné (— 368), nous n'observons qu'une faible différence (24 m). Nous ne sommes donc pas très éloignés de l'axe de la nappe (ou, tout au moins, de la zone axiale de ses grandes profondeurs).

En outre, si nous tentons de tracer la courbe (— 350), nous voyons que nous nous trouvons à la bordure occidentale de la nappe. C'est un point très important sur lequel je reviendrai dans un instant (fig. 19).

En possession de tous ces éléments, nous pouvons établir une hypothèse nouvelle : la nappe de Boussu n'est pas armoricaine; elle ne rejoint pas non plus la nappe de Quiévrain; elle est orientée de l'Ouest vers l'Est, comme le Bassin de Mons lui-même.

Comme le montre sa bordure orientale, la nappe a été énergiquement implantée. L'endroit de plus grande implantation doit se trouver sensiblement au point où l'affleurement de la Faille de Boussu est perpendiculaire au méridien, c'est-à-dire entre les Fosses Magotte et Vedette.

Supposons alors que tout soit symétrique. Dans le voisinage de Thulin et du Jardiné, traçons la fermeture occidentale et donnons aux courbes de niveau le même écartement qu'à la fermeture orientale. Je l'ai fait et, après l'avoir fait, j'ai eu une surprise : la nappe de Boussu, ainsi tracée, s'inscrit, à peu de chose près, dans le renflement que M. Marlière et moi nous avons dû dessiner à la bordure sud de l'Anticlinal de Montrœul. J'estime que cette coïncidence n'est pas fortuite; mais elle exige une explication (fig. 20).

Le relief du socle paléozoïque est dû à deux choses : à la tectonique qui en a orienté les crêtes; à l'érosion qui en a sculpté le détail. Mais le sondage du Jardiné a démontré que la nappe déborde sur le flanc nord du Synclinal d'Élouges. Dès lors, le renflement n'est plus dû à la tectonique, mais à l'érosion. Il indique en profondeur la présence des roches résistantes de la nappe de Boussu.

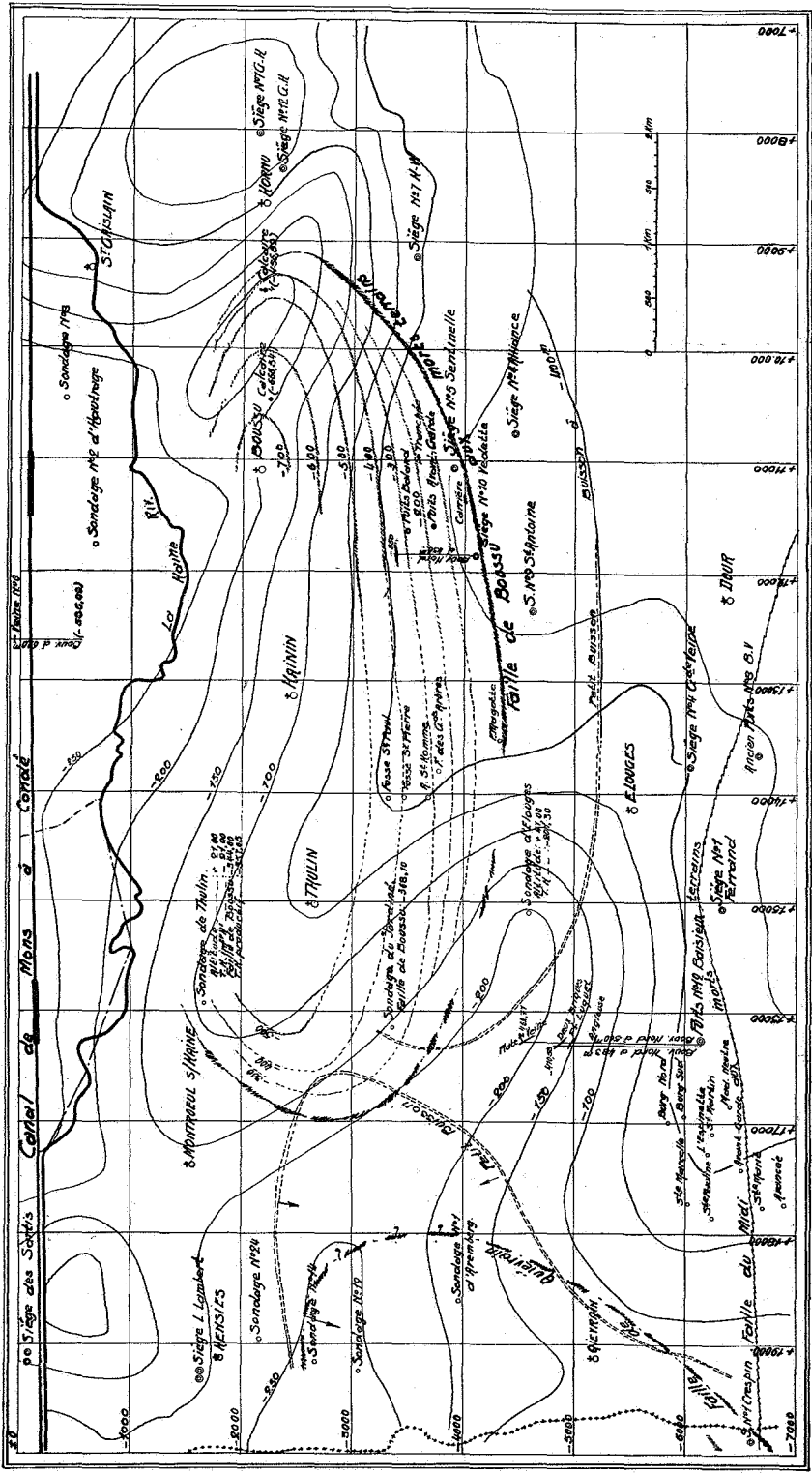


FIG. 20. — Les nappes de Quivrain et de Boussu.

Enfin, étant donné ce que l'on connaît à Quiévrechain, peut-on concevoir, pour la nappe de Boussu, des racines indépendantes? C'est très aisé et je le montrerai par deux sous-hypothèses :

Première sous-hypothèse. — L'Anticlinal de Quiévrechain est un anticlinal très puissant, avec un noyau de Silurien et une enveloppe périnclinale de Dinantien et de Namurien.

A proximité de la frontière, l'anticlinal détache une digitation vers le Nord-Est. Elle ne comprend que du Dinantien-Namurien et elle donne naissance à la nappe de Quiévrain (fig. 21).

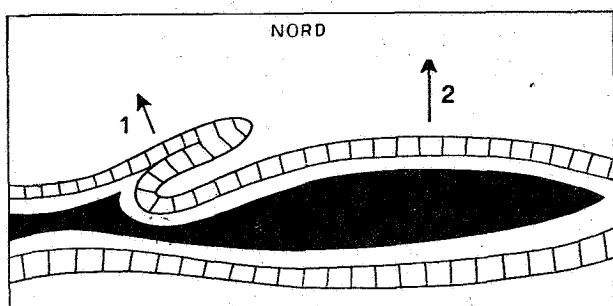


FIG. 21. — **Première sous-hypothèse : Racines distinctes dans un anticlinal unique.**

Après avoir franchi l'ennoyage de Roisin, l'anticlinal s'épanouit sous l'influence de la surélévation du Haut-Borinage et le noyau silurien s'élargit. En cet endroit nous trouverions les racines de la nappe de Boussu.

Dans ce cas les deux nappes sont distinctes; mais leurs racines dépendent du même anticlinal.

Deuxième sous-hypothèse. — La première sous-hypothèse ouvre la voie à la seconde (fig. 22) :

L'Anticlinal de Quiévrechain est un anticlinal faible, sans noyau silurien, il s'ennoe dans l'ennoyage général qui correspond à l'ennoyage de Roisin; mais il est relayé par un anticlinal beaucoup plus puissant; possédant, comme le premier, une enveloppe périnclinale de Namurien-Dinantien et dont le noyau silurien se développe au sein de la surélévation du Haut-Borinage. C'est dans cet anticlinal que se trouveraient les racines de la nappe de Boussu. Dans ce cas, les deux nappes auraient des racines distinctes dans des anticlinaux distincts.

Il n'est pas nécessaire de dire que j'estime la seconde sous-hypothèse plus vraisemblable que la première : elle s'éloigne des parties reconnues sous le Massif du Midi; elle est plus conforme à ce que nous savons des orientations tectoniques; elle est plus conforme aussi à la disposition en relais des plis de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

Ces deux sous-hypothèses peuvent se subdiviser à leur tour en un grand nombre de variantes. Par exemple, pour la seconde, il n'est nullement nécessaire de faire terminer l'Anticlinal de

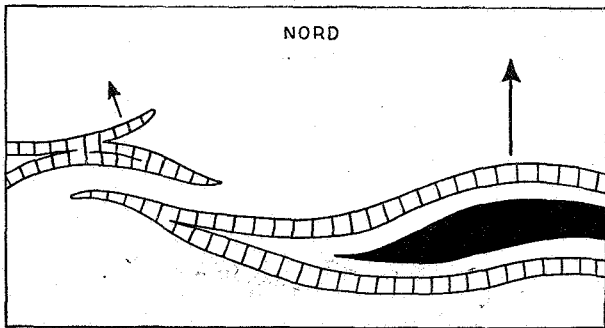


FIG. 22. — Deuxième sous-hypothèse : Racines distinctes dans des anticlinaux distincts.

Quiévrechain en « queue de poisson ». Un unique et modeste anticlinal de Namurien-Dinantien suffirait évidemment pour créer la modeste nappe de Quiévrain.

Ces anticlinaux hypothétiques gisant sous le Massif du Midi, je n'ai guère l'espoir de les voir découvrir un jour. Ce que j'ai voulu démontrer c'est qu'à Boussu, une nappe isolée est parfaitement compatible avec la géologie de Quiévrechain et qu'il n'est pas nécessaire pour cela de déconsidérer le Synclinal d'Élouges ⁽³⁾.

Retournons au Silurien du Saint-Homme et donnons-lui la place qui lui revient dans la nappe de Boussu, — tout au moins telle que je la conçois (fig. 23).

⁽³⁾ Le synclinal d'Élouges et l'anticlinal de Montrœul sont intimement liés l'un à l'autre. On ne peut concevoir l'un sans concevoir l'autre. Or, l'anticlinal de Montrœul ne se prolonge pas en France. Il faut en conclure qu'avant d'atteindre la frontière, le synclinal d'Élouges s'évanouit, tout au moins sur son flanc nord.

On reconnaîtra que cette place est moins gênante qu'autrefois; je dirai même qu'elle est plus confortable pour l'esprit. Je considère qu'au sein de son enveloppe résistante ce Silurien a été « flysché ». Sous la forte pression des roches encaissantes, il s'est probablement introduit dans toutes les fissures, dans tous les endroits faibles; c'est ce que j'ai voulu représenter. J'ai sans doute exagéré; qu'on veuille bien m'en excuser; j'ai voulu surtout me faire comprendre.

Pour ce qui concerne la nappe de Quiévrain, nous manquons de points de reconnaissance; mais ce que nous savons n'est pas

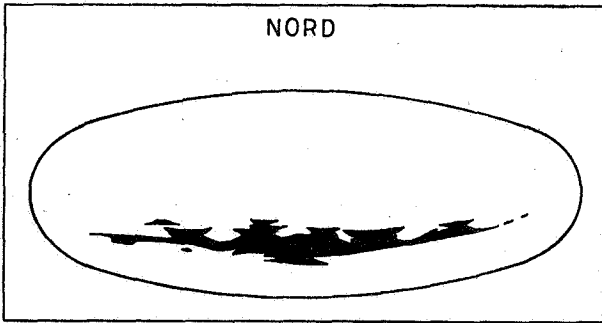


FIG. 23. — Le Silurien du Saint-Homme au sein de la nappe de Boussu.

décourageant. Il y a une « bosse » au sommet du socle paléozoïque qui provient évidemment du dégagement de roches résistantes par l'érosion. En outre, le flanc sud de la Cuve de Crespin est très escarpé, ce qui indique qu'elle n'a cessé de subir une compression venant du Sud.

Il me reste à répondre à deux questions :

1° Pourquoi la nappe de Quiévrain est-elle dirigée vers le Nord-Est, vers la nappe de Boussu ?

2° Tout en étant indépendante, la nappe de Quiévrain ne peut-elle rejoindre la nappe de Boussu, quitte à se laisser recouvrir par cette dernière ?

1° La nappe de Quiévrain est dirigée vers le Nord-Est, parce qu'à l'Est du Bassin de Valenciennes, les massifs se relèvent graduellement dans ce sens et qu'ils subissent en outre l'influence de l'Anticlinal de Baisieux. Telle est la raison pour laquelle, faute de mieux, j'appuie la nappe à cet anticlinal, limite des deux bassins. Cette conception n'a évidemment rien d'absolu.

2° Je doute que les deux nappes se rejoignent, parce que ce serait donner à la nappe de Quiévrain une importance qu'elle n'a pas à mes yeux.

XIV.

Les relations de la nappe de Boussu avec les massifs sous-jacents sont utiles à examiner.

Quand la Faille de Boussu ne s'écarte pas trop de la stratification du terrain houiller, ce terrain est peu dérangé; dès lors, on peut toucher la nappe sans en avoir soupçonné l'approche. C'est ce qui s'est produit en 1886 au Grand-Hornu et en 1941 au bouveau de la fosse Sentinelle.

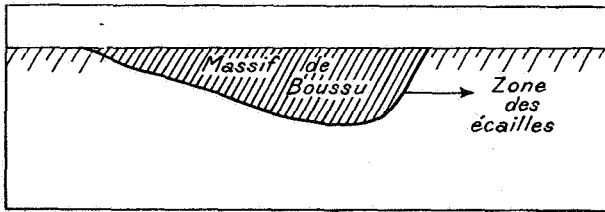


FIG. 24. — La nappe de Boussu et sa zone d'écaïlles.

Mais si la faille s'écarte de cette stratification, on voit renaître tous les phénomènes d'entraînement qu'on a observés sous le Massif du Midi. C'est ce qu'on voit au sondage du Jardiné.

Il y a un autre aspect de ces relations : En pénétrant au sein du Houiller, la nappe de Boussu a repoussé devant elle tous les fragments qu'elle a enlevés. Quelles que soient les conceptions qu'on puisse faire quant à l'origine de la nappe, elle est bordée au Nord par une zone d'écaïlles qui n'est pas négligeable (fig. 24).

Ces écaïlles reflètent donc la composition de ce qui a été enlevé. Comme le bord sud est formé presque toujours par l'assise de Flénu, on retrouvera souvent des fragments de cette assise reposant d'une manière anormale sur le Comble nord.

Mais les choses ne se passent pas toujours d'une façon aussi simple. Nous avons vu que la zone de plus grande implantation correspondait sensiblement aux méridiens de Magotte et de Vedette. En cet endroit, la nappe de Boussu a probablement entamé le Massif du Placard, et ce massif, déjà fragile, n'a pu remonter au sommet du socle paléozoïque que dans un état

lamentable. Ce n'est plus une zone failleuse, c'est devenu une zone surfaillée, si pas broyée, sans compter que le Comble nord lui-même a sans doute été très ébranlé.

Si, à partir de ce méridien, on chemine vers l'Ouest ou vers l'Est, les choses deviennent graduellement moins graves. A l'extrémité orientale de la nappe, le Grand-Hornu a exploité jadis une de ces écailles. Le rejet de la faille de base était faible, l'écaille était superficielle et elle semble bien avoir été exploitée sans inconvénient.

XV.

Pour des raisons un peu spéciales, je ne m'occuperai pas aujourd'hui de la *Faille* dite de *Saint-Symphorien*. J'en remettrai l'analyse à plus tard ainsi que celle d'une faille importante qui aurait été découverte jadis au Sud des exploitations du Charbonnage des Chevalières.

Mais il est d'autres failles qui doivent attirer l'attention.

Dans les travaux, on rencontre parfois des failles assez étranges qui, par leurs faibles inclinaisons, pourraient être confondues avec des failles de charriage. Pourtant, leurs rejets sont trop faibles et elles ont un curieux aspect : le massif supérieur semble avoir reculé vers le Sud. Il y a là une impossibilité manifeste : la poussée vers le Nord a été trop générale et trop énergique pour autoriser un tel recul.

Le plus bel exemple de ce genre a été reconnu aux Charbonnages Belges par la *Faille de Crachet*. C'est, en même temps, la faille axiale d'un crochon très aigu; elle est inclinée d'environ 17° vers le Sud. Son extension latérale est importante. A l'examen des plans miniers, j'ai pu la déceler depuis le méridien de 2.900 m Ouest du beffroi de Mons jusqu'au méridien de 6.017 m, soit sur une distance de 3.117 m. Dans les gisements elle est supérieure au Grand-Transport.

La première explication de la Faille de Crachet a été donnée par M. F. Kaisin : il s'agit uniquement d'un phénomène d'écrasement. En mouvement relatif, ce n'est pas le massif supérieur qui a reculé vers le Sud, c'est le massif inférieur qui, par écrasement, a cheminé vers le Nord.

Comme, en cet endroit, le Grand-Transport est subhorizontal et que, par conséquent, la Faille de Crachet forme avec lui un angle aigu, M. F. Kaisin compare à un coin le gisement compris entre les deux failles. Son écrasement progressif l'aurait fait cheminer vers le Nord.

Sur ce point, je puis apporter quelques précisions. Avant tout, on n'a jamais découvert le sommet de l'angle où la Faille de Crachet rejoint le Grand-Transport et je doute qu'on le découvre jamais. Examinons la Faille de Crachet telle qu'elle se présente le long de la coupe méridienne de 2.200 m Ouest : Le gisement supérieur semble bien avoir reculé par rapport au gisement inférieur; mais, vers le bas, les choses s'inversent et le gisement du dessus semble bien avoir progressé par rapport à celui du dessous. Sous la faille, la couche Angleuse a visiblement cédé à une poussée qui l'a incurvée vers le Sud.

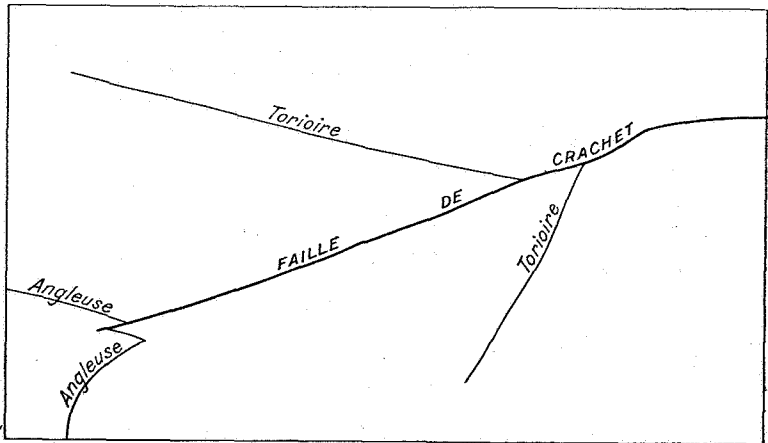


FIG. 25. — Un sous-glissement. — La Faille de Crachet.

De ce qui précède, il résulte qu'il existe un point de la faille où le rejet s'annule. Ce point, je l'ai rencontré dans la coupe méridienne de 3,300 m Ouest où, en 1881, les exploitations dans la couche Angleuse sont passées du dessus au dessous de la faille sans rejet apparent. J'appelle ce genre de failles un *sous-glissement* (fig. 25).

Au cours des travaux miniers, un sous-glissement peut donc se présenter sous deux aspects :

Dans le premier cas, le gisement inférieur a, par rapport au gisement supérieur, réellement cheminé vers le Nord. Dans ce cas, on sait qu'il s'agit d'un sous-glissement. On peut supposer qu'il s'agit d'une faille sans grand avenir.

Dans le second cas, le gisement inférieur a, par rapport au gisement supérieur, cheminé vers le Sud, la matière fuyant

dans le sens où elle rencontre les moindres résistances. Dans ce cas, on peut confondre le sous-glissement avec une faille de charriage de faible rejet et, au sujet de son vrai caractère, on peut hésiter longtemps. Je crois pourtant qu'on peut considérer certains critères comme la variation rapide du sens et de l'importance du rejet. A titre d'exemple, je citerai la *Faille des Chevalières*. Selon un méridien, son rejet est d'environ 100 m; mais, à 120 m à l'Ouest, au siège de Sainte-Catherine, il tend à s'annuler.

Les sous-glissements sont extrêmement nombreux. Parmi ceux qui relèvent du premier cas, je signale la *Faille de Ferrand* (Charbonnages-Unis de l'Ouest de Mons). J'en ai rencontré encore au Charbonnage du Rieu-du-Cœur et au Charbonnage du Levant du Flénu.

Parmi ceux qui relèvent du second cas, je signale, outre la *Faille des Chevalières*, une faille assez importante gisant sous Cuesmes et que j'appellerai *Faille de Cuesmes*. Elle paraît se raccorder au Grand-Transport; mais ce raccord n'est pas très satisfaisant; en outre, le rejet (20 m) est trop faible; enfin, le sens de ce rejet ne convient pas au Grand-Transport.

Les sous-glissements peuvent être assimilés à des déchirures au sein d'une masse semi-rigide en voie de déformation. Ils accompagnent souvent des failles plus importantes, dont elles sont annonciatrices. Il est donc possible que la Faille de Frameries, signalée plus haut (fig. 8), ne soit qu'une faille annonciatrice de la Faille du Borinage et que le Massif de La Cour se confonde avec la base du Massif du Borinage. Il en serait de même de la faille rencontrée jadis aux puits 4 et 7 des Charbonnages-Unis de l'Ouest de Mons.

Compris de cette façon, les sous-glissements s'apparentent à toutes les déchirures qui affectent le terrain houiller, quelles que soient leurs dimensions, qu'elles soient subhorizontales ou verticales.

Ils s'apparentent peut-être aussi à des décrochements plus ou moins ouverts comme le *Pierre Sault*, si bien reconnu au Charbonnage du Rieu-du-Cœur.

Ils doivent être abondants au sein des zones fortement comprimées et laminées, comme la zone failleuse du Borinage, et ils y sont générateurs de zones broyées. Ils abondent sans doute sous la nappe de Boussu et au front nord de cette nappe, où ils compliquent les choses et rendent plus délicate encore la détermination de la Faille du Placard.

Rencontrés en sondage, ils peuvent plonger le géologue dans de grandes incertitudes et le conduire dangereusement à des solutions hâtives.

Enfin, les failles armoricaines des Charbonnages-Unis de l'Ouest de Mons et du Grand-Hornu peuvent être attribuées, elles aussi, à des sous-glissements. Si les failles du Grand-Hornu voient leurs rejets diminuer vers le Sud-Est, c'est qu'elles approchent du môle résistant formé par la surélévation du Haut-Borinage.

XVI.

L'étude tectonique du bassin montre qu'il faut toujours s'en tenir aux grandes lignes de sa structure. Pour l'ensemble, il faut s'en tenir à l'orientation des axes de l'Entre-Sambre-et-Meuse, de sens Ouest-Est; pour la partie occidentale et pour le Comble nord, il faut tenir compte de l'interférence des plis armoricains; enfin, dans la région de Quiévrain, il faut considérer la bordure orientale du Bassin de Valenciennes.

Somme toute, le Bassin peut être considéré comme formé de deux massifs essentiels : le Comble nord et le Massif du Borinage qui n'a cessé de chevaucher le premier; c'est en quoi réside la grande importance de la Faille du Borinage. Entre ces deux unités, le Massif du Placard, relativement peu puissant, joue le rôle d'un matelas amortisseur et, dans les secteurs très comprimés, il passe à la zone failleuse.

Comble nord et Massif du Borinage possèdent leur tectonique propre. Le premier — tout au moins dans la partie reconnue — ne semble avoir été affecté que par des plis armoricains. Le second se complique d'importants plis en travers; ils se détachent de la surélévation du Haut-Borinage comme l'Anticlinal des Produits, le Synclinal de Quaregnon et l'Anticlinal de Wasmes. A l'Ouest de celui-ci, le Synclinal de Boussu marque le passage de l'Anticlinal de Wasmes à l'Anticlinal armoricain de Montrœul et il s'ouvre donc vers le Nord-Ouest.

Les couches de charbon et les failles ayant subi le même sort, la règle empirique qui consiste à rechercher l'orientation des unes par l'orientation des autres est donc une règle assez fondée; mais on ne doit pas oublier qu'elle n'est pas absolue. Excellente quand il s'agit du Grand-Transport, son application devient plus délicate quand il s'agit de la Faille du Borinage et plus délicate encore quand il s'agit de la Faille du Placard.

Cette règle succombe quand il s'agit de la Faille de Boussu, parce que la nappe de Boussu s'est surimposée à un avant-pays dont la structure était déjà établie.

Il faut se méfier sérieusement des interpolations et surtout des extrapolations aventureuses. Un anticlinal anormalement orienté n'entraîne pas nécessairement tout le bassin; car, s'il ne faut pas que les arbres empêchent de voir la forêt, encore moins faut-il confondre un arbre avec la forêt tout entière.

Dans le Bassin de Mons, l'analyse méthodique de la structure dégage une chronologie orogénique du plus haut intérêt. Entre le Massif du Brabant et l'Ardenne, l'immense bassin westphalien, qui se réduira un jour au Bassin de Mons, créait un champ tout préposé à l'écrasement et, même, localement, à une zone de « flysch ».

Sous l'influence des tensions croissantes, le bassin s'est rompu une première fois et le Grand-Transport s'est formé. La grande orientation tectonique est donc de l'Ouest vers l'Est, obéissant à une poussée venant du Sud. C'est le caractère essentiel du bassin.

Puis, très tôt, s'est exercée l'interférence armoricaine, marquant à grands traits le Comble nord; mais elle a largement influencé aussi le Massif du Borinage, où elle dessine le trait le plus frappant : l'Anticlinal de Montrœul.

Cependant, le Massif du Borinage n'a cessé de cheminer vers le Nord, et ce cheminement a abouti à un paroxysme orogénique. C'est, d'abord, la seconde rupture du bassin, avec formation de la Faille du Borinage et de la Faille du Placard. C'est, ensuite, l'écrasement du Massif du Placard; c'est, enfin, le déversement des plis sous forme de nappes.

Sans être complètement résolu, le problème de la nappe de Boussu entre dans la dernière phase des incertitudes. Quand cette nappe sera exactement délimitée, on découvrira sans doute que, jadis, le Borinage a été un « pays de nappes », même si, au regard des Alpes, ces nappes peuvent paraître dérisoires.

Et, cependant, ces nappes se trouvent bien à leur place. Soumis à la prodigieuse poussée venant du Sud, l'écrasement du terrain houiller s'est produit contre le Comble nord, représentant relativement rigide du Massif du Brabant. Mais la poussée devait rencontrer sa plus grande résistance à l'avancée de la surélévation du Haut-Borinage. Il n'y a donc rien d'étonnant de découvrir des plis couchés en cet endroit; le pli le plus important, la nappe de Boussu, se trouvant dans la zone axiale

de la plus grande poussée et se couchant dans l'ennoyage de la Haine; un pli plus modeste, la nappe de Quiévrain, se couchant dans l'ennoyage formé par l'épanouissement du Synclinal d'Élouges.

Pourtant, d'une manière rigoureusement objective, on ne peut oublier que ce n'est pas entièrement démontré. Entre les extrémités des boueux de Baisieux et le sondage du Jardiné, la Faille de Boussu peut toujours passer telle que M. A. Renier l'a dessinée, même si on lui en a singulièrement réduit le passage.

Le paroxysme orogénique s'est achevé par le chevauchement du Massif du Midi, volant définitivement les racines des nappes à nos yeux et compliquant à l'extrême les plis d'entraînement que le chevauchement de la nappe de Boussu avait incontestablement amorcés le premier.

Mais, est-ce tout ?

Vers le haut, les éléments de structure s'arrêtent net, coupés par l'érosion au sommet du socle paléozoïque. Le géologue voudrait bien les prolonger plus haut, dans l'espace; mais en le faisant il abandonne déjà les méthodes prudentes qu'il s'est imposées. Dans cet espace vide, il cherche instinctivement d'autres masses qui auraient écrasé les premières et qui, par leur écrasement, auraient contribué au déversement des nappes.

Entre la surface sculpturale, essentiellement concrète, et la surface structurale, tout idéale, se dessine confusément une chaîne élevée, aux contours mal définis. C'est une chaîne qui s'est usée grain par grain, qui s'est en partie dissoute, sans souci du temps et de la durée. Au loin, les minuscules débris se sont assemblés, se sont agglutinés et ont formé les éléments d'un monde nouveau. « Vivre et mourir pour renaître sans cesse », tel est le drame insoluble qui hantera toujours le géologue en étude d'orogénèse.

Sur les racines de cette chaîne usée à l'extrême se sont étendues les transgressions successives des mers postpaléozoïques. Mais, désormais, les éléments de structure, les massifs grands et petits sont définitivement agencés et leur influence s'exercera pendant toute la durée des temps postprimaires. Cette action très assourdie contribuera même à assurer la genèse du relief actuel.

Ce mémoire se termine par une conclusion optimiste : le Bassin de Mons est loin d'être épuisé, — très loin même ! Il possède encore d'immenses ressources, tant en profondeur qu'en surface.

En profondeur et au Sud du Borinage, le Comble nord n'a guère été reconnu; mais le succès récent des recherches entreprises par le Charbonnage du Rieu-du-Cœur doit en encourager d'autres.

En surface, de grandes étendues n'ont guère été touchées. Il y a non seulement les espaces vierges du Comble nord, il y a aussi l'important gisement de houilles grasses des environs de Quiévrain et qui s'étend depuis les plateaux du Sud d'Hensies jusqu'aux dressants des environs de Quiévrechain.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE.

- J. CORNET, Géologie. Géologie stratigraphique, Mons, Leich, 1923.
 — Leçons de Géologie, Bruxelles, Lamertin, 1927.
- P. FOURMARIER, Principes de Géologie, Liège, Vaillant-Carmanne, 1944.
 — Plats crains et failles cisailantes dans l'Ouest du bassin de Liège (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. LXVIII, 1945-1946, Bull., pp. 114-125).
- J. HUGÉ, Le Massif de Boussu (faits et interprétations) (*Publications de l'Assoc. des Ingénieurs de la Faculté polytechnique de Mons*, 1946-1947).
- A. RENIER, Les gisements houillers de Belgique (4^e suite). Chapitre X : Les études tectoniques; Chapitre XII : Relations internationales de tectonique (*Ann. des Mines, de Belgique*, t. 20 et 22, 1919-1921).
- X. STAINIER, Matériaux pour l'étude du Bassin de Namur. Quatrième partie : L'extrémité Ouest du Bassin de Mons (*Ibid.*, t. 29, 1928).
- CH. STEVENS, La tectonique du Borinage occidental et ses effets sur les déformations actuelles du sol (*Ann. Soc. scientif. de Bruxelles*, t. 55, 1935).
 — L'interférence des plis armoricains dans le bassin de Mons (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. LXVI, 1942-1943, pp. 127-131).
- J. CORNET et CH. STEVENS, Carte du Relief du Socle paléozoïque de la vallée de la Haine, 1921-1923).
- CH. STEVENS et R. MARLIÈRE, Revision de la carte du Relief du Socle paléozoïque de la vallée de la Haine (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 1944).
-