

## SEANCE MENSUELLE DU 21 MARS 1933

*Présidence de M. V. VAN STRAELEN, président.*

Le procès-verbal de la séance de février est lu et approuvé.  
M. Stevens se fait excuser.

Le Président proclame membre effectif :

M. DELMELLE, A., ingénieur à la Société Minière de Kindu, à Kindu (Congo belge), présenté par MM. V. Van Straelen et E. Asselberghs.

### **Dons et envois reçus :**

De la part des auteurs :

- 8613 ... Geological Map of Hungary and the adjacent territories, compiled by the Royal Geological Survey of Hungary (in four sheets). — Sheet SE. Echelle : 1/500.000°. (Sans date) (1933 ?).
- 8614 *Battaglia, R.* Note su alcune industrie paleolitiche della cerchia alpina e delle Alpi apuane. Selci Umbro, 1932, 15 pages et 1 planche.
- 8615 *Callegari, P.* Su alcuni Echinidi miocenici di S. Severino Marche. Padova, 1930, 24 pages et 1 planche.
- 8616 *Callegari, P.* Ricerche sull'idrografia dell'Alta Anaunia. Selci Umbro, 1932, 24 pages, 1 planche et 4 figures.
- 8617 *Castiglioni, B.* Il Gruppo della Civetta (Alpi dolomitiche). Padova, 1931, 83 pages, 3 planches et 1 carte.
- 8618 *Cozzaglio, A.* Le formazioni glaciali del lago di Garda. Toscolano, 1932, 14 pages.
- 8619 *Dal Piaz, Giam.* Studi geologici nel l'Alto Adige. Berne, 1931, 4 pages.
- 8620 *Dal Piaz, Giam.* Sull'andamento delle linee di dislocazione che accompagnano i massicci intrusivi di M. Croce, Ivigna, Bressanone nell'Alto adige. Roma, 1931, 3 pages.

- 8621 *Dal Piaz, Giam.* Contributi alla Paleontologia piemontese. I. Sull'età geologica dell' *Elephas primigenius* e dell' *Elephas trogontherii* dell' Astigiana (Piemonte) con cenni sulla filogenesi dei *Mammouths* s. s. Turin, 1932, 8 pages.
- 8622 *Dal Piaz, Giam.* Contributi alla Paleontologia piemontese. II. Notizie sui resti di *Brachyodus* rinvenuti nel conglomerato oligocenico di Ceva in Piemonte. Turin, 1932, 8 pages et 1 figure.
- 8623 *Leonardi, P.* Risultati di uno studio monografico sul Trias inferiore delle Venezie. Bolzano-Trento, 1930, 6 pages.
- 8624 *Leonardi, P.* Su una recente monografia di L. Van Houten sul territorio del Pelmo. Firenze, 1932, 15 pages.
- 8625 *Leonardi, P.* Nuove forme del Trias inferiore delle Venezie. Nota preliminare. Trento, 1932, 7 pages et 1 planche.
- 8626 *Lugeon, M.* Le glissement des hameaux de Montagnon et Produit, commune de Leytron (Valais). Saint-Maurice, 1932, 14 pages et 1 carte.
- 8627 *Lugeon, M.* et *Schlumberger, C.* Application des méthodes de prospection électrique à l'étude des fondations de hauts barrages et des ouvrages annexes. Paris, 1932, 12 pages et 6 figures.
- 8628 *Nafiz, H.* et *Malik, A.* Vertébrés fossiles de Küçükçekmece. Istanbul, 1933, 119 pages et 16 planches.
- 8629 *Merla, G.* Osservazioni morfologiche e tettoniche sugli altipiani ampezzani (Fosses-Sennes-Fanes). Pisa, 1931, 45 pages, 2 planches et 13 figures.
- 8630 *Passau, M.-G.* La région volcanique du Sud-Ouest du lac Kivu. Bruxelles, 1932, 11 pages.
- 8631 *Riggs, E. S.* The geological history and evolution of the Horse. Chicago, 1932, 53 pages et 29 planches.
- 8632 *Trevisan, L.* Aggiunte alla fauna anisica del Viventino. Selci Umbro, 1932, 3 pages.
-

## Communications des membres :

### Quelques faits nouveaux à propos du Graben central africain,

par J. DE LA VALLEE POUSSIN.

Au cours d'une récente mission dont m'avait chargé le Comité national du Kivu, j'ai pu, à la frontière de l'Uganda, au Sud du lac Édouard, lever en détail les couches déposées par le lac Édouard et connues sous le nom de couches du Kaiso.

La plaine où ces couches sont déposées se trouve à une altitude variant de 1,200 mètres à sa limite, au Sud près du poste de Rutshuru, à 900 mètres au Nord près du lac Édouard. La pente est assez régulière vers le Nord, mais les couches se courbent en un anticlinal faiblement marqué, dont l'axe est sensiblement parallèle à celui du graben et dont les pendages vers l'Est ou vers l'Ouest sont voisins de 10 degrés.

Ces couches, qui comprennent des alternances de graviers, souvent cimentés par de l'hématite, des sables avec concrétions calcaires, des grès parfois ferrugineux, etc., ont été étudiées et décrites dans le bassin du lac Albert et dans la région du lac Katwe, au Nord du lac Édouard, en Uganda (1). Elles reposent sur un complexe plus ancien auquel on a donné le nom de couches de Kisegi, réservant pour les plus récentes celui de couches du Kaiso, seules couches que nous ayons eu l'occasion d'observer dans cette région.

Près du lac Édouard, comme sur le flanc occidental du graben, en face de Rutshuru, l'extension de ces couches est limitée par un escarpement très brusque, dominant de près de 1,000 mètres la plaine distante de moins de 5 kilomètres.

La frontière de l'Uganda, du côté oriental, suit bien aussi une première ligne de hauteurs dont l'altitude est voisine de 2,000 mètres, mais il s'y marque une transition entre la plaine

---

(1) Voir E. J. WAYLAND, *Petroleum in Uganda (Geological Survey of Uganda. Memoir n° 1 Second Edition, 1926, pp. 14-16, §§ 33-46)*. — IDEM, *The Geology and Palaeontology of the Kaiso Bone Beds (Uganda protectorate Geological Survey Department. Occasional Paper n° 2, 1926, p. 8)*. — A. SALÉE, *Contribution géologique du Ruanda oriental. (Mém. de l'Inst. géol. de l'Univ. de Louvain, t. V, fasc. 2, p. 131.)*

et le plateau : c'est en franchissant quatre paliers de 1,225, 1,300, 1,400 et 1,450 mètres d'altitude que nous arrivons sur ces hauteurs.

Le développement de ces paliers, recouverts par les couches du Kaiso, atteint, en face du poste de Rutshuru, plus de 5 kilo-

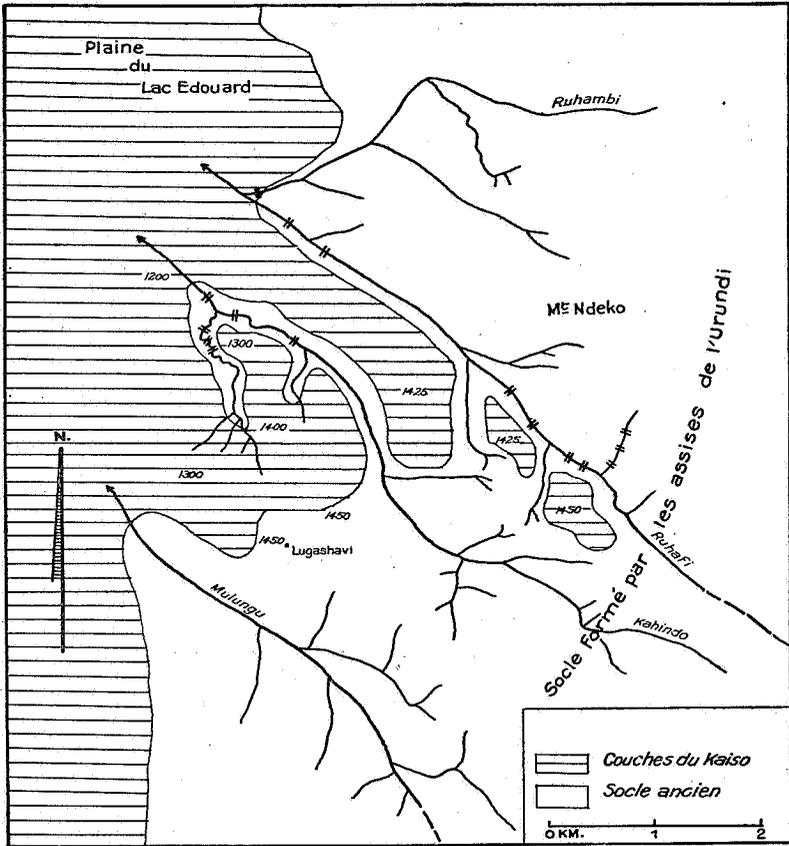


FIG. 1.

mètres. Limités vers le Sud par les laves du graben latéral du Mufumbiro, ils se terminent en coin vers le Nord, pour disparaître à la frontière de l'Uganda, dans la vallée de l'Ishasha; à partir de là, la plaine avec ses alluvions est bordée par l'escarpement habituel du graben.

L'aspect de ces paliers, vus dans la région de Rutshuru, est celui des terrasses; ils ont été recoupés par quelques rivières qui nous ont permis de les étudier.

Nous avons essayé, dans ces vallées, de nous rendre compte de l'épaisseur et du genre de sédiments recoupés. Dans les paliers de 1,225 et de 1,300 mètres nous n'avons pu voir la base des couches lacustres : les trous que nous avons fait creuser dans le fond des vallées ont rencontré les couches du Kaiso comme bedrock. L'épaisseur totale des sédiments lacustres est au moins d'une centaine de mètres. Pour le troisième palier, celui de 1,400 mètres, et l'un des mieux développés, nous avons pu estimer l'épaisseur des couches du Kaiso : elles ont au moins une cinquantaine de mètres et nous y remarquons surtout des conglomérats à ciment d'hématite très dur. La stratification, le plus souvent horizontale mais parfois entre-croisée, est parfaitement marquée, localement le conglomérat passant à des grès ferrugineux, ailleurs à des sables ou à de minces lits de schiste. L'épaisseur des dépôts paraît diminuer vers l'Est, quand on se rapproche de la montagne. Le dernier et le plus élevé des paliers est à 1,450 mètres d'altitude : les dépôts identiques à ceux du troisième palier y ont une vingtaine de mètres de puissance, la stratification y est nette; fait remarquable : les graviers qui constituent les conglomérats sont surtout formés de quartz hyalin et leur aspect diffère totalement de celui qu'ont les galets que l'on rencontre actuellement dans les alluvions des rivières voisines, ou même dans les graviers et conglomérats des paliers les plus inférieurs.

Le passage de ces paliers de l'un à l'autre se fait par ressauts brusques, mais l'examen du sous-sol qu'il nous a été possible d'étudier dans deux cas, et qui est constitué par les roches plissées du système de l'Urundi, nous permet d'éliminer l'hypothèse d'une faille : il semble qu'il s'agisse du creusement de dépôts anciens lacustres, dû à un relèvement qui serait venu déplacer quatre fois les lignes de rivage.

La disposition même des paliers élimine d'ailleurs l'hypothèse de dépôts contemporains de cette époque de creusement, et dus à des moments d'arrêt, comme c'est le cas pour la formation de terrasses fluviales. Toutes les vallées des rivières venant de l'Est ont recoupé ces dépôts; certaines coulent actuellement en cañon à plus de 200 mètres sous les dépôts des paliers supérieurs. Deux réseaux hydrographiques, celui de la Mulungu-Ruhafi (dont carte) et celui de l'Évi, ont recoupé ainsi d'anciens estuaires qui s'étaient creusé de larges embouchures au moment où le niveau de 1,450 mètres pour l'un et de 1,300 mètres pour l'autre étaient d'étiage.

Ces estuaires semblent avoir été érodés par des cours d'eau beaucoup plus importants que ne le sont actuellement l'Évi ou la Ruhafi. Nous pouvons d'ailleurs remarquer que dans le cas de l'Évi les sources partent d'une région marécageuse et que de cette même région un écoulement se fait en sens inverse; tous les traits de géographie physique indiquent un phénomène de capture progressive remontant la vallée vers l'Ouest et limitant de plus en plus le cours de l'Évi. Dans le cas de la Ruhafi nous remarquons le surcreusement par une série de petites rivières d'un vaste estuaire dont l'aspect est tout à fait caractéristique pour ceux qui ont eu l'occasion d'y passer. Notons aussi que le troisième palier n'existe qu'à la limite occidentale de cet estuaire et non tout le long des cours d'eau, comme il le devrait dans le cas de terrasses. Un dernier élément reste encore à remarquer : c'est le fait des cascades et des rapides marquant le passage entre deux paliers dans le cours même des rivières.

Ces paliers sont donc dus à un rajeunissement du graben. Ce rajeunissement est lié à un jeu récent de la faille qui limite le flanc oriental du graben en face de Rutshuru. Cette faille, dans son jeu récent, a recoupé des couches lacustres déposées sur le fond du lac et les a entraînées dans un mouvement relatif qui s'est arrêté à quatre époques suffisamment longues pour permettre l'action littorale du lac, action dont nous voyons l'effet aujourd'hui sous la forme de ces paliers. Ce mouvement relatif a marqué ses effets non seulement sur les lèvres du fossé, mais encore sur le plateau lui-même <sup>(1)</sup>.

L'existence de ces paliers les plus élevés pourrait être mise en corrélation avec la découverte par nous de lignes de rivage, marquées par des dépôts calcaires avec organismes, des falaises, des couches littorales stratifiées existant au Sud du poste de Rutshuru à une altitude voisine de 1,600 mètres. Ces témoins apparaissent dans des fenêtres laissées par les laves sur la même lèvre du graben que celle où nous venons d'étudier ces paliers. Ils marquent évidemment un temps où le lac Édouard avait une forme très différente de celle que nous lui voyons maintenant, mais ils nous permettent aussi de montrer de façon tout à fait pertinente que des mouvements relatifs intéressant également les flancs du graben ont eu lieu.

---

(1) Nous nous proposons de publier sous peu une description de ces phénomènes.

La ligne de faite Ituri-Nil, que nous avons eu l'occasion de lever au cours de notre dernier voyage, ne dépasse pas dans la région de Beni 1,300 mètres d'altitude; en face du Ruwenzori, en aucun point au-dessus de 1,200 mètres nous n'avons trouvé trace d'un dépôt lacustre quelconque. Les cols entre les vallées de la Semliki et de l'Ituri, sur la lèvre occidentale du graben, n'atteignent pas tous 1,200 mètres; 1,600 mètres étant l'altitude des témoins littoraux, il semble bien difficile de ne pas admettre une surélévation.

Sur le bord occidental, en face de Rutshuru, existe aussi une formation littorale calcaire, déjà notée sur la carte du Ruanda-Urundi de MM. Delhayé et Salée, et où les caractères sont identiques à ceux que nous venons de remarquer. M. Delhayé y a déterminé quatre étages de « terrasses » et l'altitude que nous avons observée pour la plus supérieure est de 1,650 mètres. Ici encore ces témoins disparaissent sous les laves, mais dans la découverte que nous avons faite, sur ce même bord du graben, au-dessus de Bovandana, à la même altitude, de formations littorales calcaires, en tout identiques aux premières, nous pouvons trouver un nouvel argument de valeur en faveur de la réunion, à une époque de leur histoire, des lacs qui occupaient les emplacements des lacs Kivu et Édouard. Les lacs Mokotos, au Sud-Ouest de Rutshuru, avec leurs paysages splendides, ne sont que de petites vallées barrées par des laves qui se sont surtout répandues dans une ancienne et importante vallée affluente de ce grand lac ancien : la Mweso. Ayant parcouru toute cette vallée, l'une des plus sauvages de l'Afrique centrale, nous avons pu nous rendre compte de la capture de cette rivière par un affluent de la Luhoho, à la suite de son barrage par les laves.

Nous pouvons donc ajouter que c'est très vraisemblablement à l'émission de ces laves de l'Ouest du graben, et plus particulièrement à l'existence du volcan Nyamlagira, encore en activité, qu'est due la scission de ce grand bassin en deux bassins tributaires de deux fleuves différents.

Quoi que l'on pense de ces hypothèses, il reste cependant que l'on ne peut manquer d'être frappé par le fait de l'existence de mouvements relatifs importants et qu'en conséquence tout raisonnement basé sur l'existence de ce que l'on appelle des « terrasses » lacustres devra être étayé par l'étude de l'influence de ces mouvements sur les conclusions que l'on veut en tirer.

Il reste encore que l'histoire des lacs va nous apparaître beaucoup plus complexe au fur et à mesure des progrès de son étude et que de bien nombreuses observations seront encore nécessaires pour la connaître.

---

### Découverte de nouveaux gisements de laves au Kivu,

par J. DE LA VALLÉE POUSSIN.

A la dernière séance de la Société, M. Boutakoff, apportant une nouvelle contribution à l'étude de M. Passau <sup>(1)</sup> sur l'extension des laves dans la région du lac Kivu, a montré que des appareils volcaniques importants s'étaient érigés au Sud-Ouest du lac et qu'il fallait y voir l'origine d'une partie des basaltes qui ont envahi toute cette région.

\*  
\*\*

J'ai pu, au cours de l'étude géologique que nous fîmes pour le compte du Comité national du Kivu, sous les ordres du très regretté chanoine Salée, trouver des laves également au Nord-Ouest du lac, à l'Ouest du poste de Pinga, où elles avaient déjà été signalées par M. Passau.

Il existe à 35 kilomètres à l'Ouest de ce poste de Pinga, dans la vallée de l'Oso, un ancien volcan dont la situation est tout à fait remarquable. On l'observe au confluent de l'Oso avec l'un de ses affluents de gauche, l'Ubilike, rivière large d'une douzaine de mètres. Ce volcan est situé dans le lit même du cours d'eau et barre complètement l'Ubilike; les eaux en amont du barrage s'infiltrèrent par les crevasses et les fissures existantes dans la lave des flancs du volcan, tandis que s'accumulent les débris flottés. L'eau reparait en aval dans ce qui était la cheminée de l'appareil et y monte en bouillonnant, inondant toute la cavité centrale jusqu'au niveau de l'égueulement de l'ancien cratère, égueulement par lequel elle se déverse en cascade dans l'Oso <sup>(2)</sup>.

---

(1) Voir PASSAU, Région volcanique du Sud-Ouest du lac Kivu. (*Bull. de l'Institut Royal Colonial Belge*, t. III, 1932, 2, pp. 414 et seq.)

(2) Nous estimons à 25 mètres environ le diamètre de la cavité centrale.

Ce volcan, assez récent semble-t-il, n'a donné que des coulées très réduites, qui se sont surtout épanchées dans le lit même de l'Oso.

Il semble aussi que l'on puisse rattacher cette activité volcanique à celle qui a donné les laves de Pinga et la grande coulée de lave qui s'est répandue dans toute la haute vallée de la Mweso, où nous avons rencontré des laves jusqu'à quelques kilomètres en amont de son confluent avec la Luhoho.

\*  
\*\*

Au Sud du lac Kivu, à l'Est de la partie la plus septentrionale du lac Tanganyika, au kilomètre 27 ou 28, je crois, de la route automobile qui va d'Usumbura à Astrida, on observe un témoin basaltique de quelques centaines de mètres carrés, témoin d'une coulée qui s'est épanchée sur le plateau de l'Urundi. Une partie de cette coulée, suivant une vallée tribulaire du lac Tanganyika, est cependant recoupée par la route quelques centaines de mètres plus bas que ce témoin, sur le versant du lac Tanganyika. Nous croyons intéressant de signaler ce fait, car c'est la première mention qui soit faite, croyons-nous, de basaltes sur le plateau de l'Urundi, dans cette région.

---

**Les sources thermo-minérales du Kivu,  
leurs relations avec les grandes fractures radiales  
et leur utilisation au point de vue tectonique,**

par N. BOUTAKOFF.

Il existe au Kivu des sources thermales nombreuses, en relation avec les fractures radiales dont tous ces territoires sont hachés.

Il n'est peut-être pas inutile d'insister sur ces phénomènes hydrothermaux dont nous entrevoyons des possibilités d'application nombreuses et des plus diverses.

Il est un fait remarquable qui a été d'abord constaté par feu le chanoine Salée : la grande majorité de ces sources chaudes, pour peu qu'elles aient un débit suffisant et ne subissent, de par la lenteur locale de leur émission, une notable déperdition de chaleur, ont une température très constante de 60°. Et cela au Kivu comme en bordure du Ruanda.

Beaucoup de ces sources dégagent abondamment du gaz carbonique. Citons tout particulièrement l'ensemble des sources chaudes qui, du volcan Kahusi à Walikale, sont en relation avec le système des fractures du Luhoho.

La grande majorité de ces eaux minérales sont très riches en carbonate de chaux, qu'elles déposent abondamment à leur sortie, parfois en d'énormes accumulations de travertins très fossilifères. Ce carbonate, comme l'a déjà fait observer le regretté Prof<sup>r</sup> Salée (1), est d'une importance économique primordiale dans un pays pour ainsi dire complètement dépourvu de calcaire. Sans doute, ce carbonate de chaux provient-il de la dissolution en profondeur des feldspaths calcosodiques des roches grenues. Les sources de Katana (Kakondo), qui jaillissent sur les bords du lac Kivu, sont surtout remarquables par l'abondance de leur dépôt de tufs calcaires accumulés sur de grandes épaisseurs. Les eaux du lac Kivu, alimentées sans cesse par ces sources thermales d'allure quasi torrentielle et sans doute par de nombreuses autres situées dans le lac même, sont elles-mêmes alcalines et déposent sur les rochers riverains une pellicule de chaux.

D'autres sources, parmi lesquelles il faut citer celles de la région de Walikale, où affleurent de très nombreux filons basiques riches en pyrite de fer, déposent à leur sortie, à côté de carbonate peu abondant, une profusion d'hydroxyde de fer floconneux.

\*  
\*\*

L'intérêt principal de ces sources thermales réside dans leurs propriétés thérapeutiques, que nous sommes, croyons-nous, le premier à signaler. Pourtant les indigènes connaissent bien ces propriétés. Non loin du pied du volcan Kahusi existe, au fond de la gorge étroite de la haute Luka, une remarquable station thermale indigène dont l'existence n'est certainement connue d'aucun Européen, car les indigènes gardent jalousement son secret. C'est par un pur hasard que nous l'avons découverte au cours de l'étude très détaillée du massif volcanique voisin. Ces thermes indigènes sont situés sur le territoire de la peuplade Balongelonge. Ils sont fréquentés par des indigènes malades venant de tous les pays environnants et de distances parfois très

---

(1) A. SALÉE, Constitution géologique du Ruanda oriental. (*Mém. de l'Inst. géol. de l'Univ. de Louvain*, t. V, fasc. 2.)

considérables, leur renommée s'étendant au loin. Une vaste baignoire y a été aménagée par un barrage artificiel et l'écoulement du trop-plein est assuré par un canal construit en pierres et cimenté de carbonate de chaux par les eaux elles-mêmes. Deux fois par jour, avant le lever et après le coucher du soleil, car dans la journée la chaleur de l'eau est intolérable (60°), on peut y voir le spectacle lamentable d'une foule d'infirmes atteints de plaies, s'immerger dans ces eaux salutaires.

Ces bains provoquent la cicatrisation (et, dit-on, la guérison) des plaies purulentes réputées inguérissables par les moyens ordinaires dont disposent les indigènes. A deux pas de là, sur un rocher de syénite, s'élève, dans la buée des marécages chauds, un hameau occupé uniquement par les malades durant leur cure.

Une autre station du même genre existe chez les Banianga, dans la chefferie de Mafulukwo, sur la Loba.

Nous avons rapporté, aux fins d'analyse, des échantillons de ces eaux curatives.

Plus à l'Ouest, dans la cuvette congolaise, au sein de la forêt équatoriale, on voit par places s'écarter brusquement la végétation luxuriante, et au milieu de la clairière ainsi formée on découvre un vaste marécage chaud, alimenté par quelques sources abondantes dégageant du gaz carbonique.

Des nuées d'oiseaux et de papillons s'élèvent à l'approche de l'homme. De toutes parts, de larges pistes d'éléphants, de buffles et d'animaux divers convergent vers ce point, où tous ces animaux viennent s'abreuver avidement de cette eau minérale. Le fait est bien connu des indigènes, pour qui ces lieux sont des terrains de chasse fructueuse. Des pièges nombreux sont disposés tout autour. Cet étrange attrait de l'eau minérale sur les animaux pourrait peut-être provenir de la nature très laxative de l'eau. Ce n'est cependant qu'une hypothèse et les faits rapportés ci-dessus mériteraient une investigation approfondie de la part des zoologistes et des médecins.

Dans tout l'Urega ainsi que chez les Bakumu et chez les Wanianga, ces sources thermales portent le nom d'*Idambo* ou *Irambo* et, par abréviation *Dambo* ou *Rambo*. Leurs déversoirs eux-mêmes se nomment ainsi. De sorte que, quand on rencontre un ruisseau ainsi dénommé, et ils sont nombreux, on peut être certain que, soit à sa source, soit le long de son cours, existe (ou existait, car parfois ces sources sont soit taries, soit intermittentes, et l'on ne trouve alors que leurs dépôts) une venue d'eau thermo-minérale.

\*  
\*\*

La répartition géographique de ces eaux thermales mérite, elle, de retenir toute l'attention des géologues. Si l'on jette un coup d'œil sur la figure annexée à notre note intitulée : *Le coude du système des fractures du graben central africain au lac Kivu* <sup>(1)</sup>, on peut constater l'étroite relation que ces pointements présentent avec les grandes fractures de l'écorce terrestre. On remarquera en particulier la disposition en chapelet de ces points d'émergence que nous nous sommes astreint à relever avec soin durant toute notre mission, en nous adressant aux indigènes. Rien de plus simple, en effet : chaque chef possède un certain nombre d'idambos repérés, qui, pour lui, ont une valeur économique primordiale, étant le rendez-vous habituel des éléphants. Cette disposition en chapelet fait immédiatement songer, là où elle existe, à une fracture importante. Et de fait on peut constater en général qu'une faille passe dans la région, faille qui se manifeste d'ailleurs par un broyage intense des couches, leur mylonitisation vigoureuse et, fait général au Kivu, le long de ces accidents, la rencontre orthogonale ou suborthogonale des plis, de part et d'autre de la cassure radiale.

C'est ici que se place le rôle des idambos. Quand après avoir reconnu sur le terrain une fracture importante, on doit la figurer, les sources thermales en chapelet constituent autant de jalons très précis qui permettent de situer exactement l'accident tectonique envisagé, et même elles fournissent, sur le terrain, des indications sur les lieux où l'on doit s'attendre à le recouper durant le levé.

Faisons cependant certaines réserves en ce qui concerne la généralisation trop absolue de ces renseignements fournis par les eaux thermales.

Un cas concret que nous avons pu observer pourra mieux faire comprendre la chose : la faille de Manjakito se détache vers le Nord du fossé du haut Luhoho, son extrémité septentrionale est le siège d'abondantes venues d'eau thermominérale. Par une heureuse fortune, tout l'affleurement rocheux y est largement décapé et se présente comme dans la figure ci-après (fig. 1). On voit ainsi, sur un espace d'environ 10 m<sup>2</sup>, la faille elle-même, tracée en plan sur le terrain, et l'on peut directement examiner le contact mécanique des roches

---

(1) Voir ci-après, p. 82.

(quartzites et schistes métamorphiques du système de l'Urundi). Notre schéma, pris sur le terrain, indique en plan les points d'émergence de l'eau chaude (qui dégage abondamment du gaz

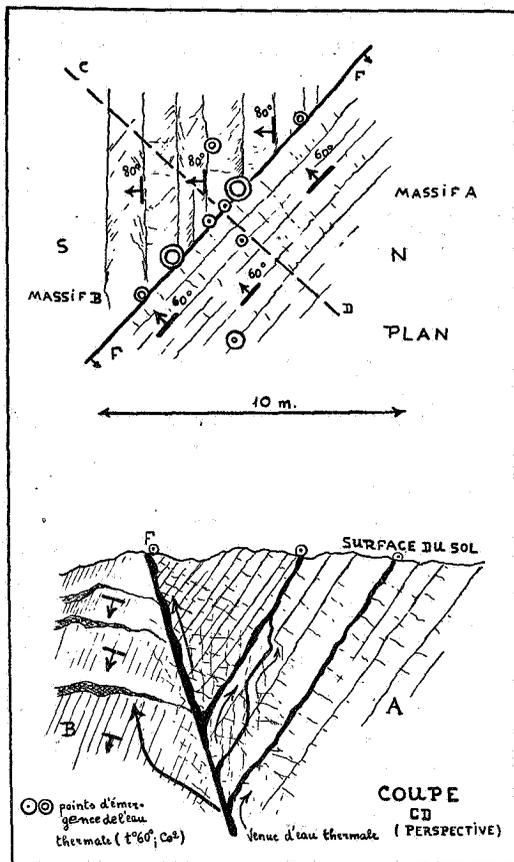


FIG. 1. — La faille de Manjakito.

carbonique) ainsi que le fonctionnement de ce système hydro-thermal, en coupe.

On comprend aisément que ce même mécanisme peut avoir lieu sur des échelles plus vastes et l'on s'explique ainsi les cas particuliers des sources thermales isolées, assez éloignées sur le terrain du passage de la faille (parfois quelques kilomètres) et qui sont néanmoins en relation directe avec la fracture en question. Ces eaux ont suivi latéralement soit un joint de strati-

fication (cas de Manjakito), soit des diaclases, surtout nombreuses dans ces zones broyées.

On voit tout le parti que l'on peut tirer, à condition de procéder prudemment, de la répartition des sources thermales soigneusement repérées, dans les cas où une indécision planerait sur le tracé exact à donner à une faille radiale.

---

### **Le coude du système des fractures du graben central africain au lac Kivu et sa ramification dans la cuvette congolaise,**

par N. BOUTAKOFF.

On sait que le graben central africain est orienté suivant un système de deux directions conjuguées principales, l'une Sud-Est-Nord-Ouest, dans la portion qui comporte les lacs Rikwa (Léopold) et Tanganyka, et l'autre Sud-Ouest-Nord-Est, suivant laquelle s'alignent les lacs Édouard et Albert (fig. 1).

L'ensemble du graben, tel du moins qu'on l'a figuré jusqu'ici, se présente donc comme un faisceau, coudé vers son milieu, de fractures plus ou moins parallèles entre elles. C'est au lac Kivu que siège ce coude et que s'effectue le passage d'une direction à l'autre. C'est également suivant la direction Sud-Ouest-Nord-Est qu'est orienté le fossé de l'Upemba.

M. P. Fourmarier a montré que ce système de deux directions conjuguées principales est l'un des traits directeurs autour desquels a évolué toute l'histoire géologique du continent africain <sup>(1)</sup>.

\*  
\*\*

Pendant ces dernières années, au cours de la mission géologique du Comité national du Kivu, nous avons eu l'heureuse fortune de pouvoir étudier, aux côtés de feu le Professeur A. Salée, le territoire où s'opère cette importante déviation. Chargé du levé des territoires compris entre le lac Kivu à l'Est et le confluent Oso-Loba à l'Ouest, entre la Luka au Sud et la Loba au

---

<sup>(1)</sup> P. FOURMARIER, Les traits directeurs de l'Évolution géologique du continent africain. (*C. R. du XIV<sup>e</sup> Congrès géologique international*. Madrid, 1928.)

Nord, nous nous sommes tout particulièrement attaché à suivre sur le terrain un important réseau de fractures radiales dont l'existence, de prime abord, s'est impérieusement imposée à notre attention.

Dans une récente communication <sup>(1)</sup>, nous avons mentionné les plus importantes des fractures qui bordent le lac Kivu. Notamment, nous avons montré que la faille orientale du Tanganyika (fig. 1, OR.) croisait à l'Est du lac la grande fracture du « mur » et se prolongeait loin vers l'Ouest dans la région de Lubutu. C'est sur le prolongement occidental de cette faille (de direction S.-E.-N.-O.) et les fractures parallèles qui lui font cortège à l'Ouest de la ligne de faite que nous croyons utile d'attirer maintenant l'attention.

\*  
\*\*

Après avoir croisé la faille du « mur » au volcan Kahusi, cette fracture suit approximativement la Tchinganda, l'une des sources du Luhoho, détermine sur près de 100 kilomètres le cours quasi rectiligne si remarquable de ce dernier, passe ensuite au Nord de Walikale, franchit l'Oso non loin du confluent de la Mesa et, sortant ainsi des territoires dont l'étude nous fut confiée, se prolonge sans doute assez loin dans la cuvette congolaise. Nous avons donné le nom de *faille du Luhoho* à cette importante fracture radiale de direction Sud-Est-Nord-Ouest, que nous avons reconnue sur une distance de plus de 200 kilomètres.

Sur tout ce long espace, la faille du Luhoho est jalonnée par un chapelet continu de sources thermales. Dans la partie supérieure du cours du Luhoho, une série de failles parallèles ou obliques se greffe sur cette fracture principale et entre ces cassures une esquille s'est affaissée formant ce que nous désignerons par fossé du haut Luhoho. Large d'une dizaine de kilomètres, long de 80, ce fossé tectonique de direction générale Sud-Est-Nord-Ouest est un petit graben comparable à celui du Mufumbiro. Partout, le long de ses bords, jaillissent des sources thermo-minérales qui dégagent en abondance du gaz carbonique.

---

(1) N. BOUTAKOFF, Sur la découverte de deux massifs de volcans éteints au Sud-Ouest du lac Kivu. (*Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol.*, t. XLIII, pp. 42-49.)



Dans une précédente note <sup>(1)</sup> nous avons indiqué les traits généraux de l'évolution subséquente de ce fossé tectonique ainsi que les raisons qui militent en faveur de l'attribution d'un âge antélukugien à sa formation première.

La faille du Luhoho n'est pas isolée. Parallèlement à elle courent deux autres fractures radiales non moins importantes : la faille de la Loba au Nord (fig. 1, LO.) et la faille du Bikungu au Sud (fig. 1, Bi.). Comme elle, ces deux cassures sont jalonnées chacune par un chapelet de sources chaudes, formant autant de lignes des thermes typiques.

Enfin, un certain nombre de fractures obliques, mais de même orientation générale, tendent à anastomoser ces trois failles fondamentales et à créer ainsi un véritable champ de fractures. Ces failles secondaires sont aussi accompagnées de sources thermales ou simplement minérales, parfois tièdes. Tout le long de ces cassures importantes on peut souvent observer que les couches butent à angle droit, de part et d'autre de leurs lèvres. Le broyage des roches y est intense. Enfin des dykes diabasiques les accompagnent souvent, ainsi que des filons importants de quartz.

Ainsi se précise, à l'Ouest du lac Kivu, un important faisceau de fractures radiales parallèles, long au moins de 200 kilomètres, car nous n'en connaissons pas la terminaison occidentale, et d'une largeur de 60 kilomètres.

*Ces fractures sont le prolongement en direction et la terminaison même de celles qui, du Nyassa au Tanganyka et au Kivu, en passant par le graben du Rikwa, constituent la portion Sud-Est-Nord-Ouest du grand graben central africain.*

\*  
\*\*

Nous avons montré <sup>(2)</sup> que la formation première de ces cassures date certainement, comme pour le fossé du haut Luhoho, d'un âge antélukugien, mais qu'à une époque beaucoup plus récente, ces fractures ont rejoué d'une manière très sensible, comme le démontrent les flexures sans rupture observées dans les couches du système de Walikale.

Elles rejouent encore actuellement : ayant établi en janvier

---

<sup>(1)</sup> N. BOUTAKOFF, Sur la découverte, au Kivu, d'un complexe fossilifère lacustre et fluvio-glaciaire. (*Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol.*, t. XLIII, pp. 57-64.)

<sup>(2)</sup> IDEM, *ibid.*

1931 notre camp sur la faille même du Bikungu, nous avons essuyé un violent séisme. Le phénomène fut assez curieux et l'observation suffisamment précise pour mériter d'être rapporté ici : le séisme débuta par un bruit de roulement intense qui, venant du Sud-Est, se rapprochait à une grande vitesse de notre camp. Puis, un mouvement de vague nous souleva renversant divers objets. A cet instant le bruit nous dépassa et s'éloigna dans la direction du Nord-Ouest. La comparaison avec un très lourd convoi invisible, dont le bruit intense et l'ébranlement seraient seuls perceptibles et qui se déplacerait rapidement en suivant une ligne droite s'est nettement imposée alors à notre esprit.

Le séisme se propageait donc suivant la faille du Bikungu, qu'il suivait par conséquent d'Est en Ouest, venant du graben central et allant vers la cuvette congolaise.

Quelques semaines plus tard, nous fûmes à nouveau témoin d'un phénomène en tous points identique, sur la faille du bas Luhoho, à Mubiri près de Walikale. Les tremblements de terre sont d'ailleurs l'un des traits caractéristiques du Kivu.

\*  
\*\*

Dans une récente communication (1), M. G. Passau a exprimé l'opinion qu'une bande affaissée, vraisemblablement un fossé tectonique, prolonge également au Sud-Ouest du lac Kivu la portion Nord-Est—Sud-Ouest du grand graben central, celle qui comprend les lacs Albert et Édouard. Nous ferons remarquer ici qu'au moins deux fractures importantes que nous avons suivies sur le terrain : la faille de Fendula (fig. 1, F.) et la faille de Kacheche (fig. 1, K.), du système Nord-Est—Sud-Ouest, se poursuivent certainement vers le Sud-Ouest au delà de Ngwese et de Fendula. Il ne peut y avoir aucun doute que ce soient là deux des failles qui limitent vers l'Ouest le fossé décrit par M. Passau. Nous sommes tout particulièrement heureux de voir se raccorder ainsi nos propres levés aux tracés de M. Passau.

Ainsi donc, s'étant recoupés dans la région du lac Kivu, les deux trains de fractures conjuguées se prolongent symétriquement vers l'Ouest par rapport à la bissectrice de leur angle de rencontre. Ce phénomène très naturel est néanmoins fort remarquable. Il a lieu également dans le graben oriental au lac

---

(1) PASSAU, *Bull. de l'Institut Royal Colonial Belge*, t. III, n° 2, 1932.

Rudolphe, où s'opère la jonction du segment abyssin Nord-Est-Sud-Ouest avec le segment équatorial Nord-Sud : le premier pousse une pointe jusqu'au volcan Elgon et le second meurt au Nord de l'extrémité septentrionale du lac Rudolphe.

Au point de rencontre de deux systèmes conjugués de fractures radiales il doit fatalement se produire toute une série de horst et de fossés secondaires inégalement affaissés les uns par rapport aux autres.

Nous insisterons tout particulièrement sur un tel palier resté en relief dans le graben central : nous voulons parler du horst que recoupe la Ruzizi dans la partie supérieure de son cours.

Limité par les failles orientale du Tanganyka (OR.), occidentale du Tanganyka (OC.), du Nyidunga (N.) et par la faille orientale du lac Kivu, ce palier en forme de losange (2) est resté en relief, tout comme son voisin le horst du Nyidunga (1) a simplement chaviré vers l'Ouest, tandis qu'à côté s'affaissait la dépression de Ngwese (3), amorce du fossé décrit par M. Passau, et qu'au Nord s'effondrait, par tassement de ses diverses esquilles, la fosse en escalier du Kivu décrite dans une note précédente (1).

Toute l'orogénie des rives du Kivu, sur laquelle nous reviendrons, s'explique par le jeu mutuel de ces divers compartiments, de ces copeaux de la lithosphère, tassés au fond du graben et inégalement affaissés.

Enfin, dernièrement nous avons montré que ce nœud, où s'opère la rencontre de toutes les fractures des deux systèmes conjugués, fut le siège d'importantes éruptions volcaniques (2).

---

(1) *Op. cit.*

(2) La figure qui accompagne la présente note a été dressée d'après la *Carte géologique et minière de l'Afrique Sud-équatoriale* (Proc. of the first Meeting of African Geological Surveys held at Kigoma, July 1931 : Inst. géol. Univ. de Louvain, 1932); d'après la *Carte géologique du Congo belge* de P. FOURMARIER (2<sup>e</sup> édition, Liège, 1930); d'après la *Carte géologique du Ruanda-Urundi* de F. DELHAYE et A. SALÉE (Paterson, éditeur, Uccle-Bruxelles, 1928); d'après les diverses publications du *Geological Survey Department, Uganda Protectorate* (1926-1933) et pour les territoires du Kivu, d'après les levés de l'auteur (1929-1932).

---

## Sur la présence du Bartonien et du Lédien à Westcappelle,

par F. HALET,

Géologue principal au Service géologique.

Un puits profond de 44 mètres a été foré en septembre 1932 par la « Maison Van Hille », de Saint-André-lez-Bruges, au Couvent des Sœurs de la Charité près du village de Westcappelle, à mi-distance entre Heyst et l'Écluse <sup>(1)</sup>. Ce forage a été exécuté à sec jusqu'à la profondeur de 28 mètres avec tubage descendant, puis à curage par courant d'eau jusqu'à la profondeur de 44 mètres.

D'après notre étude des échantillons recueillis par le sondeur, la coupe géologique de ce forage peut se résumer de la façon suivante :

COTE APPROXIMATIVE DU SOL : + 4.

|                                       | Base à<br>mètres. | Epaisseur<br>mètres. |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------|
|                                       | —                 | —                    |
|                                       | 2.30              | 2.30                 |
|                                       | 23.00             | 20.70                |
|                                       |                   |                      |
|                                       | 29.00             | 6.00                 |
|                                       | 30.00             | 1.00                 |
| Bartonien :<br>11 mètres.             | 41.00             | 11.00                |
|                                       |                   |                      |
| Bartonien<br>et Lédien :<br>3 mètres. | 44.00             | 3.00                 |

<sup>(1)</sup> Le repère exact de ce puits est 300 mètres à l'Ouest du clocher de Westcappelle.

Ce sondage présente un intérêt tout spécial, non pas à propos des formations de la plaine maritime, car il ne fournit aucun élément de subdivision stratigraphique des terrains holocène et pléistocène, à supposer que pareille subdivision existe (1). La base très nette des dépôts de la plaine maritime se situe vers la cote — 26 : les coquilles qui y ont été recueillies sont toutes des espèces qui, actuellement encore, habitent la mer du Nord. Quant à la valve dépareillée de *Corbicula fluminalis*, rencontrée à ce niveau, elle est plus ou moins roulée et si corrodée que nous l'estimons remaniée (2).

Mais le sondage de Westcappelle est le premier exécuté le long de la frontière hollandaise qui permette de décider de l'âge des formations tertiaires immédiatement sous-jacentes aux dépôts de la plaine maritime.

Le grand sondage profond de 455 mètres qui a été foré au Zoute (Knocke) en 1912, l'ayant été par un système rapide avec curage par courant d'eau, n'a fourni que des données incertaines au sujet des formations tertiaires qu'il a traversées.

Toutefois, l'étude de quelques mauvais échantillons de ce sondage nous a permis de reconnaître, dans les cinquante premiers mètres, l'existence de couches d'argile gris verdâtre, que nous considérons comme d'âge bartonien. Il ne nous a pas été possible de préciser l'épaisseur de ces couches en ce point.

Le sommet du Tertiaire se trouve à Westcappelle à la cote —26; il débute par une forte épaisseur d'argile grise plastique un peu verdâtre. Dans le sable gris sous-jacent à cette argile nous avons trouvé quelques rares spécimens de *Nummulites Orbigny* et des *Nummulites variolaris*. La présence de ces nummulites permet de conclure que l'argile plastique sus-jacente est vraisemblablement d'âge bartonien et représente l'argile asschienne (Asc) des géologues belges.

Nous n'avons obtenu qu'un seul échantillon du sable sous-jacent. En raison même du mode de forage cet échantillon con-

---

(1) F. HALET, Contribution à l'étude du Quaternaire de la plaine maritime belge. (*Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XLI, 1931, pp. 141-166.)

(2) Pendant l'impression de cette note, nous avons pu examiner les échantillons d'un autre puits de 45 mètres de profondeur, creusé par le même sondeur, dans une brasserie à Westcappelle. Ce puits est situé à 200 mètres à l'Est de celui du Couvent des Sœurs de la Charité. La coupe des terrains est en tous points semblable à celle de ce dernier puits. Nous avons également trouvé une valve dépareillée de *Corbicula fluminalis* dans un échantillon de sable gris, grossier, prélevé entre les profondeurs de 20 et 28 mètres.

tient en mélange les fossiles caractéristiques des sables bartoniens et des sables lédiens. La présence de *Nummulites variolaris* nous porte à admettre que le sondage a effectivement atteint le Lédien.

Bartonien et Lédien sont d'ailleurs connus à l'Est de la plaine maritime, au Nord d'une ligne reliant Gand à Bruges, suivant des bandes clairement figurées sur les cartes géologiques récentes.

La limite de l'extension vers le Sud-Ouest des dépôts bartoniens et lédiens dans la région de Westcappelle doit se trouver entre ce village et Zeebrugge, car en ce dernier point plusieurs sondages profonds ont montré que le pléistocène y repose directement sur des couches d'âge panisélien.

*Hydrologie.* — Une nappe d'eau a été rencontrée à Westcappelle dans les sables lédiens. D'après des indications que nous avons pu obtenir, les eaux de cette nappe sont assez alcalines et chlorurées, mais n'ont pas de goût désagréable.

Dans ces conditions, cette nappe constituerait une précieuse ressource en eau pour une partie du territoire de la planchette Westcappelle.

Le puits du Couvent des Sœurs de la Charité, d'un diamètre final de 116 millimètres, débiterait en effet 10 m<sup>3</sup> à l'heure sous un rabattement de 5 mètres.

---

### **Abaques relatifs au levé et au tracé des coupes géologiques,**

par FÉLIX KAISIN, Junior.

Tout géologue s'occupant de terrains plissés est amené, tant au cours de travaux sur le terrain, qu'au laboratoire, à résoudre certains problèmes numériques assez simples, mais qui se présentent si souvent que leur solution par un procédé rapide est intéressante. Il n'est peut-être pas inutile de publier des abaques qui nous ont rendu de grands services.

Lorsque des couches affleurent le long d'une coupe qui n'est pas perpendiculaire à leur direction, leur inclinaison apparente est souvent très différente de leur inclinaison réelle. Il n'est pas rare de voir des couches quasi verticales apparaître avec des pentes de 10° et même moins. Cette illusion fausse considérablement les aspects. Si l'on sait que la coupe est oblique à la direction des couches, on peut restituer aux joints de stratification leur allure réelle. Encore faut-il disposer d'un moyen rapide

de conversion des angles de pente. C'est le but que tend à réaliser notre abaque principal.

Nous donnerons aussi un moyen commode de tirer de la mesure d'une longueur d'affleurement la puissance d'un faisceau de couches inclinées, au moyen d'un abaque construit dans l'hypothèse où l'on dispose de l'inclinaison apparente et de la direction des couches, ou d'un abaque dressé en admettant que l'on possède l'inclinaison réelle par une mesure directe.

Enfin, dans un but de simplification des travaux sur des documents dressés au moyen de deux échelles différentes, nous décrirons un abaque de réduction des pentes des couches en fonction du rapport des échelles.

D'autres problèmes, plus ou moins voisins de ceux-ci, ont reçu, au cours de ces trente dernières années, des solutions assez élégantes. Mais elles ne présentent pour la géologie pure que très peu d'intérêt. Les graphiques proposés ont surtout pour but de faciliter des évaluations de gisements et sont destinés avant tout au travail en chambre, sur des documents cartographiques (1).

#### CONVERSION DES INCLINAISONS DANS LES COUPES OBLIQUES

Il sera généralement facile de se rendre compte de la direction moyenne des couches. Si l'on mesure alors leur inclinaison apparente et la direction de la surface de coupe ainsi que son azimut, on doit pouvoir déterminer l'inclinaison réelle des couches.

Le problème se pose comme suit :

Soit une surface (C) coupée par une autre surface (C'). Connaissant : 1° l'angle des traces horizontales des plans tangents respectivement à (C) et à (C') en un point de leur intersection; 2° l'inclinaison de la tangente à celle-ci en ce même point; 3° la ligne de plus grande pente d'un des plans tangents, on demande la ligne de plus grande pente de l'autre.

Ce problème est déterminé, mais sa solution pratique est inaccessible. En admettant que les surfaces (C) et (C') se confondent avec leur plan tangent dans le voisinage du point considéré, la solution devient possible. L'énoncé du problème devient :

On donne un plan de coupe défini par son azimut et par son

(1) Une bibliographie sommaire de ces travaux est annexée à la présente note.

inclinaison, un plan de couche défini par son azimut et son intersection avec le plan de coupe (inclinaison apparente); on demande l'inclinaison de la couche (1).

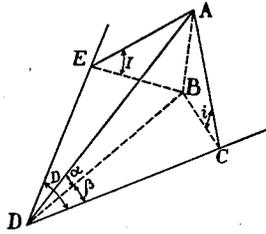


FIG. 1. — Problème général.

ADC représente le plan de coupe et ADE un joint de stratification.

Soient (fig. 1) : I, l'inclinaison cherchée;  
*i*, l'inclinaison du plan de coupe;  
 D, l'angle des directions de la coupe et des couches;  
 $\alpha$ , l'inclinaison apparente;  
 $\beta$ , l'angle auxiliaire (BDC).

On peut écrire les relations suivantes tirées de la considération des triangles rectangles :

$$DCB : \sin \beta = \frac{BC}{DB}, \quad (1)$$

$$DEB : \sin (D - \beta) = \frac{EB}{DB}, \quad (2)$$

$$ABC : \operatorname{tg} i = \frac{AB}{BC}, \quad (3)$$

$$ABE : \operatorname{tg} I = \frac{AB}{BE}. \quad (4)$$

De (1) et (2) on tire :

$$\frac{\sin \beta}{\sin (D - \beta)} = \frac{BC}{EB}.$$

De (3) et (4) on tire :

$$\frac{\operatorname{tg} I}{\operatorname{tg} i} = \frac{BC}{EB}.$$

(1) Nous entendons que les termes « plan de coupe » et « plan de couche » sont une fiction géométrique; nous prions le lecteur de se souvenir, dans tout notre exposé, de la signification de cette *approximation*.

D'où la relation :

$$\frac{\sin \beta}{\sin (D - \beta)} = \frac{\operatorname{tg} I}{\operatorname{tg} i},$$

qui peut prendre la forme :

$$\frac{\sin \beta}{\sin D \cdot \cos \beta - \sin \beta \cdot \cos D} = \frac{\operatorname{tg} I}{\operatorname{tg} i} \quad \text{ou} \quad \frac{\operatorname{tg} \beta}{\sin D - \operatorname{tg} \beta \cdot \cos D} = \frac{\operatorname{tg} I}{\operatorname{tg} i}. \quad (5)$$

D'autre part,

$$BC = \frac{AB}{\operatorname{tg} i} \quad \text{et} \quad DB = \frac{AB}{\operatorname{tg} \alpha};$$

d'où l'on tire, par (1),

$$\sin \beta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} i} \quad \text{ou} \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 i - \operatorname{tg}^2 \alpha}}. \quad (6)$$

En introduisant (6) dans (5), on obtient :

$$\frac{\operatorname{tg} I}{\operatorname{tg} i} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin D \cdot \sqrt{\operatorname{tg}^2 i - \operatorname{tg}^2 \alpha} - \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos D}.$$

Élevant au carré et simplifiant, il vient finalement :

$$\operatorname{tg}^2 I \cdot (\sin^2 D \cdot \operatorname{tg}^2 i - \operatorname{tg}^2 \alpha) - 2 \cdot \operatorname{tg} I \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \operatorname{tg} i \cdot \cos D - \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \operatorname{tg}^2 i = 0. \quad (7)$$

Cette équation lie  $I$  à  $\alpha$  moyennant les paramètres  $D$  et  $i$ ; elle permet de résoudre tous les problèmes qui se posent, quelle que soit l'inclinaison de la coupe. Malheureusement, elle ne se prête pas à la mise en abaque. Les nombreuses transformations que j'ai tentées m'ont conduit à une impasse.

Une nouvelle simplification s'impose donc. Supposons le plan de coupe vertical. Ce cas reste encore très général, car on pourra le plus souvent assimiler, fût-ce par un artifice, la surface de coupe à un plan vertical. Si cela n'est pas possible, on sera forcé de recourir soit à l'équation (7), soit à une épure. La simplification que nous adoptons ici est la dégénérescence de l'équation (7), sous sa forme (5), quand l'angle  $\beta$  tend vers zéro degré.

On obtient l'équation bien connue :

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} I \cdot \sin D. \quad (8)$$

Il serait fastidieux de s'étendre sur les innombrables formes d'abaques auxquelles se prête cette équation <sup>(1)</sup>. Nous décrirons simplement la forme très simple que l'on appelle, en nomographie, l'abaque à alignements et à échelles rectilignes.

La transformée logarithmique de l'équation (8) est :

$$\log \operatorname{tg} \alpha = \log \operatorname{tg} I + \log \sin D. \quad (9)$$

Si l'on passe ensuite en coordonnées tangentielles par les formules de passage :

$$u_1 = l \cdot x$$

$$u_2 = m \cdot y$$

$$u_3 = n \cdot z$$

avec les conditions :

$$\frac{l}{m} = -\frac{v_1}{v_2} \quad \text{et} \quad n = \frac{l \cdot m}{l + m},$$

l'équation (9) étant de la forme :

$$z = x + y, \quad (10)$$

on obtient une forme extrêmement simple d'abaque.

Rappelons brièvement les résultats de la transformation en coordonnées tangentielles. L'équation (10) représente, dans un

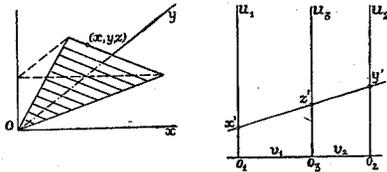


FIG. 2. — Passage des coordonnées cartésiennes rectangulaires aux coordonnées tangentielles.

ystème cartésien, un plan passant par l'origine. Toute courbe de niveau de ce plan est une droite et toute solution de l'équation (10) est un point de coordonnées  $(x, y, z)$  (fig. 2). Si l'on passe en coordonnées tangentielles, moyennant les formules ci-dessus, les axes deviennent trois droites parallèles  $u_1, u_2, u_3$ ,

(1) F. E. WRIGHT, Graphical Methods in microscopical Petrography. (*Amer. Journ. Sc.*, vol. 36, New Haven [Conn.], 1913, pp. 509-539, pl. II à IX.) — IDEM, A new dip chart. (*Journ. Washington Acad. Sc.*, vol. 4, septembre 1914, pp. 440-444.) — D. F. HEWETT, *Econ. Geol.*, vol. 7, 1912, p. 190, et H. BANCROFT, *Bull. Amer. Mg. Eng.*, July 1914, p. 1769, in F. E. WRIGHT.

dont les origines sont en ligne droite et les distances  $v_1$  et  $v_2$  imposées par la première condition de la transformation. Les coordonnées cartésiennes  $x$ ,  $y$  et  $z$  deviennent  $x'$ ,  $y'$  et  $z'$  dans le nouveau système, tandis que la figure correspondant au point  $(x, y, z)$  devient une droite. Il suffit donc, connaissant deux des nombres  $x$ ,  $y$  et  $z$ , de joindre les points correspondants

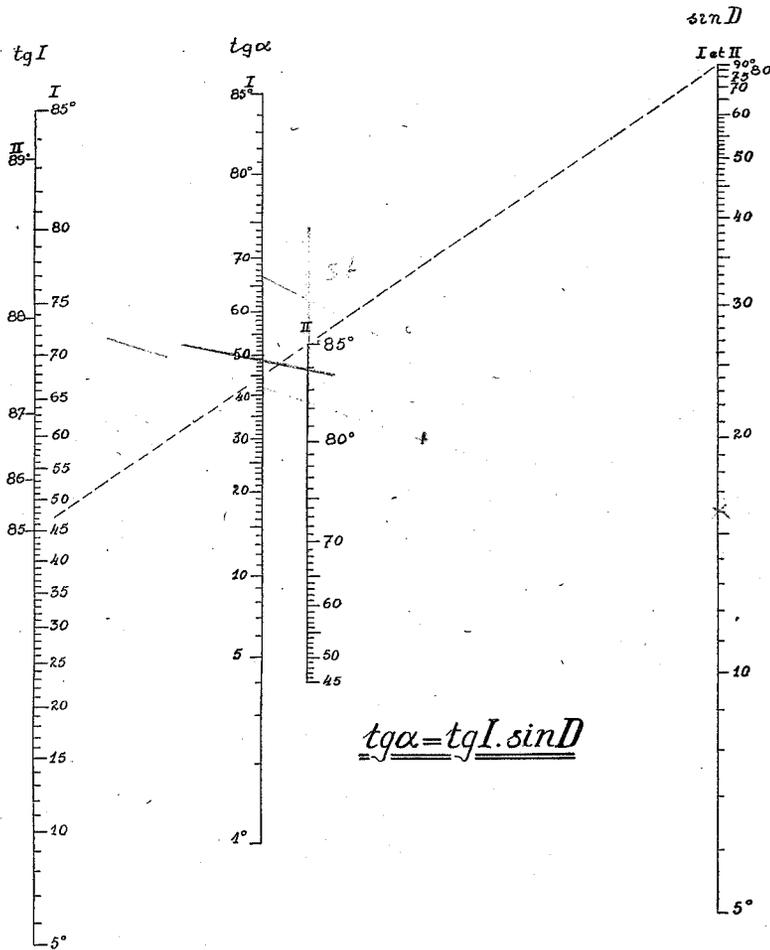


FIG. 3. — Abaque de la relation  $tg\alpha = tg I \cdot \sin D$ .

*Usage* : Deux des valeurs  $\alpha$ ,  $I$  et  $D$  étant données, poser une règle sur l'abaque, l'amener aux points de graduations convenables; lire sur la troisième échelle la valeur de l'inconnue.

Il y a deux systèmes d'échelles : I et II. On aura soin de prendre toujours les graduations d'un même système sur les trois échelles.

des axes par une droite dont l'intersection avec le troisième axe donne le troisième nombre cherché.

Les variations de  $I$ ,  $D$  et  $\alpha$  permettent, après quelques tâtonnements, d'établir les limites suivantes, en dehors desquelles il n'y a pas intérêt à faire de calculs :

|                    | D   | I   | $\alpha$ | log sin D | log tg I | log tg $\alpha$ |
|--------------------|-----|-----|----------|-----------|----------|-----------------|
| Limite inférieure. | 5°  | 5°  | 5°       | -1,058    | -1,059   | -1,059          |
|                    |     | 85° |          |           |          |                 |
| Limite supérieure. | 90° | 89° | 85°      | 0         | +1,758   | +1,758          |

Il y aura donc deux échelles des  $I$  : l'une pour les valeurs  $5^\circ < I < 85^\circ$  et l'autre pour les valeurs  $85^\circ < I < 89^\circ$ .

Pour que l'abaque soit contenu dans un rectangle d'environ 300 mm.  $\times$  250 mm., il convient de prendre les échelles suivantes :

pour le champ des  $I < 85^\circ$  (fig. 3, I)

$$l = 150 \text{ mm.}, \quad m = 300 \text{ mm.}, \quad n = 100 \text{ mm.}$$

$$v_1 = 85 \text{ mm.}, \quad v_2 = -170 \text{ mm.}$$

pour le champ des  $I > 85^\circ$  (fig. 3, II)

$$l = 200 \text{ mm.}, \quad m = 300 \text{ mm.}, \quad n = 120 \text{ mm.}$$

$$v_1 = 102 \text{ mm.}, \quad v_2 = -153 \text{ mm.}$$

La figure 3 est une réduction de cet abaque. En faisant passer une règle par les points figuratifs d'un couple quelconque des trois valeurs  $I$ ,  $D$  et  $\alpha$ , on lit la troisième sur l'échelle correspondante. La génération de l'abaque est fort simple : on trace une droite, puis, à des distances  $v_1$  et  $-v_2$ , on trace des parallèles à cette droite. On porte ensuite sur la droite médiane les valeurs  $n \cdot \log \text{tg } \alpha$ , sur la droite distante de  $v_1$ , les  $l \cdot \log \text{tg } I$  et sur la droite à  $-v_2$ , les  $m \cdot \log \sin D$ ; la seule condition à observer est que les origines soient alignées.

#### MESURE DE L'ÉPAISSEUR DES COUCHES INCLINÉES

Si la coupe est perpendiculaire à la direction moyenne des couches, on a, pour une inclinaison moyenne sensiblement constante  $I$ , sur une longueur d'affleurement  $L$ , une épaisseur  $E$

$$E = L \cdot \sin I.$$

Le facteur de réduction  $\sin I$  étant mis en tables, un abaque n'a pas de raison d'être. Il n'en est pas de même si la coupe est oblique sur la direction moyenne des couches.

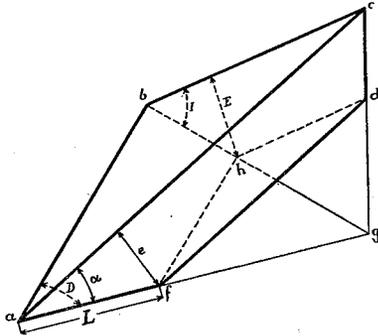


FIG. 4. — **Épaisseur des couches.**

Les plans  $abc$  et  $dgh$  limitent le faisceau à mesurer. Le plan  $agc$  représente la surface de coupe.

Soient (fig. 4) :  $D$ , l'angle de la coupe avec la direction moyenne des couches;

$I$ , l'inclinaison des couches;

$\alpha$ , leur inclinaison apparente;

$E$ , l'épaisseur réelle du faisceau de direction et d'inclinaison sensiblement constantes;

$e$ , l'épaisseur apparente de ce faisceau en affleurement;

$L$ , la longueur d'affleurement approximativement rectiligne du faisceau.

On a les relations suivantes qui se tirent aisément de l'examen de la figure 4 :

$$\frac{e}{E} = \frac{\cos \alpha}{\cos I}, \quad e = L \cdot \sin \alpha \quad \text{et} \quad (8) \quad \text{tg } \alpha = \text{tg } I \cdot \sin D.$$

Éliminons  $I$  et  $e$  entre ces trois équations :

$$\frac{L}{E} = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \sqrt{1 + \frac{\text{tg}^2 \alpha}{\sin^2 D}}$$

ou encore :

$$\frac{L}{E} = \sqrt{\cot^2 \alpha + \text{cosec}^2 D} \quad (11)$$

$\frac{L}{E}$  est le rapport de réduction de la longueur d'affleurement des couches à leur épaisseur.

Posons :

$$\frac{L}{E} = a$$

et élevons l'équation (11) au carré :

$$a^2 = \cot^2 \alpha + \operatorname{cosec}^2 D. \quad (12)$$

On reconnaît l'équation de circonférences de rayon variable  $a$  et de coordonnées courantes ( $\cot \alpha$ ,  $\operatorname{cosec} D$ ).

L'abaque de l'équation sera donc obtenu en portant sur des axes coordonnés :

$$x = l \text{ mm. } \cot \alpha, \quad y = l \text{ mm. } \operatorname{cosec} D$$

et en traçant, de l'origine comme centre, des cercles de rayons  $1 \cdot l \text{ mm.}$ ,  $2 \cdot l \text{ mm.}$ , ...,  $n \cdot l \text{ mm.}$  D'autre part, en posant :

$$a^2 = z, \quad \cot^2 \alpha = x, \quad \operatorname{cosec}^2 D = y,$$

on retrouve l'équation  $z = x + y$  et l'on peut construire l'abaque à alignement du type décrit ci-dessus.

La figure 5 est une réduction de cet abaque.

Deux domaines ont été représentés. Les variations de  $x$  et de  $y$  sont telles que l'on a choisi, après de nombreux essais,

I) pour  $I < 35^\circ$  et  $D > 55^\circ$ , les échelles (fig. 5, I)

$$\begin{aligned} l &= 2,5 \text{ mm.}, & m &= 2,5 \text{ mm.}, & n &= 1,25 \text{ mm.} \\ v_1 &= 125 \text{ mm.}, & v_2 &= -125 \text{ mm.}; \end{aligned}$$

II) pour  $I > 24^\circ$  et  $D < 65^\circ$ , les échelles (fig. 5, II)

$$\begin{aligned} l &= 65 \text{ mm.}, & m &= 75 \text{ mm.}, & n &= 34,8 \text{ mm.} \\ v_1 &= 116 \text{ mm.}, & v_2 &= -134 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Dans le cas où l'on aurait à combiner des valeurs de  $I > 35^\circ$  et de  $D > 65^\circ$ , ou des valeurs de  $I < 24^\circ$  et de  $D < 55^\circ$ , on remarquera que, les deux termes intervenant par la racine de la somme de leurs carrés, le plus petit des deux peut être négligé devant le plus grand. Exemple :

$$\sqrt{\cot^2 15^\circ + \operatorname{cosec}^2 20^\circ} = 3,89 \text{ contre } 3,74 \text{ si l'on néglige } \operatorname{cosec} 20^\circ.$$

En divisant L par le nombre  $a$  tiré de l'abaque, on trouve l'épaisseur réelle du faisceau de couches étudié.

Le tracé s'obtient en portant, aux échelles convenables, les valeurs  $\cot^2 \alpha$ ,  $\coséc^2 D$  et  $a^2$ , mais en les marquant des nombres  $\alpha$ , D et  $a$  correspondants.

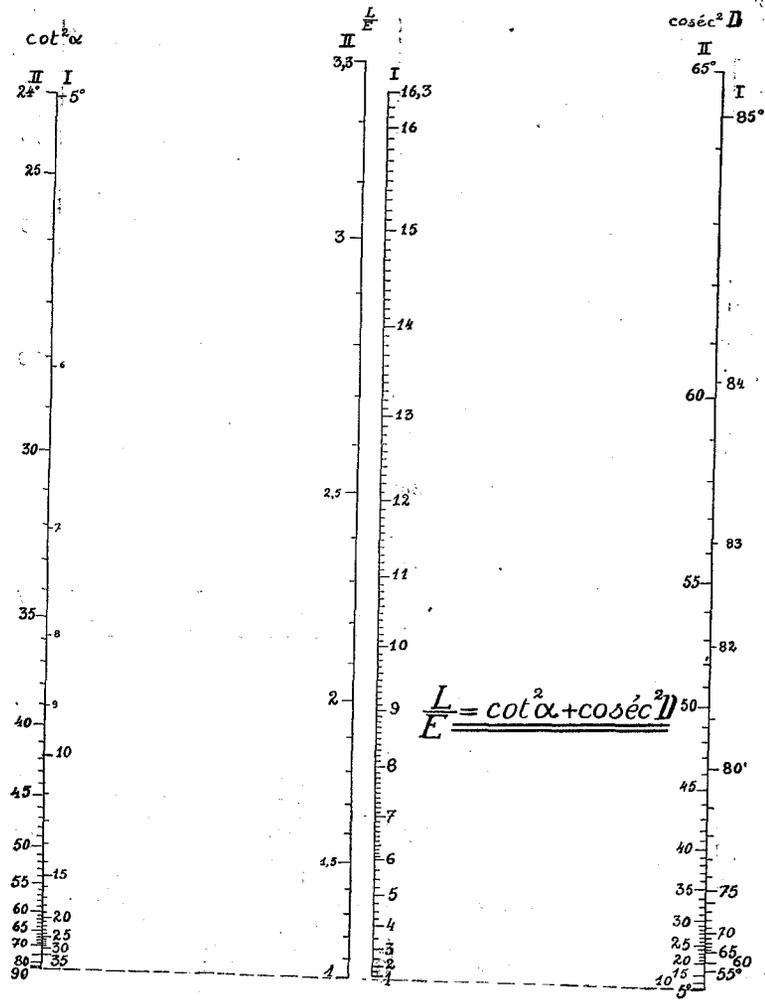


FIG. 5. — Abaque de la relation  $a^2 = \cot^2 \alpha + \cos^2 D$ .

Usage : Poser une règle sur les graduations figurant les deux valeurs connues; lire sur le troisième axe la valeur de l'inconnue.

On aura soin de prendre toujours l'un des deux systèmes I ou II; si l'on ne trouve pas les valeurs connues figurées toutes deux dans le même système, c'est que la plus petite peut être négligée devant l'autre.

Reprenons les données de la figure 4, afin d'exprimer le rapport  $\frac{L}{E}$  en fonction, non plus de  $\alpha$  et D, mais bien de I et D.

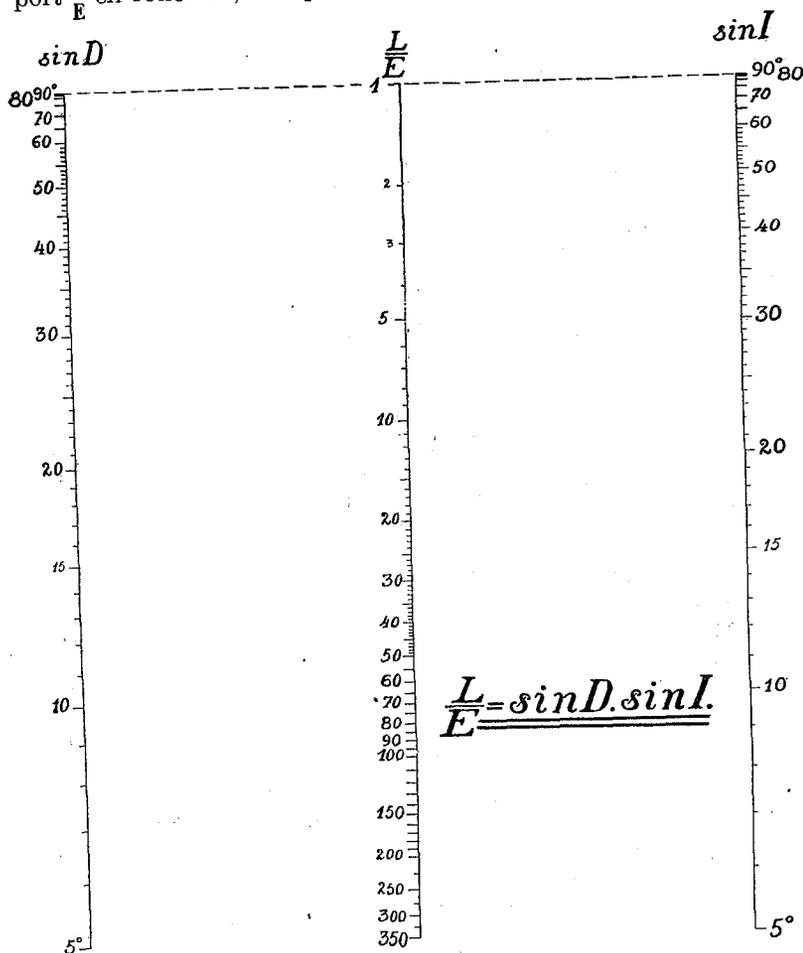


FIG. 6. — **Abaque de la relation**  $\frac{L}{E} = \sin D \cdot \sin I$  (1).

*Usage* : Poser une règle sur les graduations représentant les deux valeurs connues et lire sur la troisième échelle la valeur de l'inconnue.

On a (fig. 5) :

$$E = bh \cdot \sin I \quad \text{et} \quad bh = L \cdot \sin D ;$$

(1) Une erreur de dessin nous a fait écrire  $\frac{L}{E} = \sin D \cdot \sin I$  ; il faut lire  $\frac{L}{E} : \sin D = \sin I$ .

d'où :

$$\frac{E}{L} = \sin D \cdot \sin I, \quad (13)$$

ou, ce qui revient au même, en posant :

$$\frac{L}{E} = a,$$

$$\frac{1}{a} = \sin D \cdot \sin I$$

dont la forme logarithmique est  $z = x + y$ , à condition de poser

$$z = \frac{1}{a}, \quad x = \sin D \quad \text{et} \quad y = \sin I;$$

d'où l'abaque simple représenté en réduction à la figure 6.

Ses caractéristiques sont :

$$l = 300 \text{ mm.}, \quad m = 300 \text{ mm.}, \quad n = 150 \text{ mm.}$$

$$v_1 = 125 \text{ mm.}, \quad v_2 = -125 \text{ mm.}$$

Aux points de graduation des  $z$ , on inscrit les nombres  $a$ .

Les abaques définis jusqu'ici sont d'un usage commode sur le terrain, car ils donnent, réduits au format du carnet de notes, une approximation très suffisante en campagne. Au laboratoire, un format plus grand peut être établi, qui servira, d'une part, à préciser les estimations faites sur le terrain, d'autre part, à toutes les opérations de mesure et de réduction auxquelles on est astreint dans le tracé de coupes quelque peu précises.

Notre dernier abaque est uniquement destiné au travail en chambre.

#### INCLINAISON DES COUCHES DANS LES TRACÉS DE COUPES DONT LES HAUTEURS SONT EXAGÉRÉES

La lecture des inclinaisons sur des tracés dont les échelles des longueurs et des hauteurs sont différentes, ainsi que la réalisation de tels tracés sont facilitées par l'abaque de l'équation qui lie les inclinaisons réelles  $I$  et apparentes  $A$ , pour une exagération  $h$  des hauteurs :

$$\text{tg } A = h \cdot \text{tg } I. \quad (14)$$

La transformée logarithmique de cette équation, comme celle de l'équation (8), est de la forme  $z = x + y$  et se prête à la génération d'abaques analogues à ceux que nous avons tracés de l'équation (8). La figure 7 représente la réduction de l'abaque

à alignement et à échelles rectilignes de la relation (14). Ses caractéristiques sont :

$$l = 150 \text{ mm.}, \quad m = 150 \text{ mm.}, \quad n = 75 \text{ mm.}$$

$$v_1 = 125 \text{ mm.}, \quad v_2 = -125 \text{ mm.}$$

et ses relations de construction :

$$z = n \cdot \text{tg } A, \quad x = l \cdot \text{tg } I \quad \text{et} \quad y = m \cdot h.$$

Cet abaque se complète par l'abaque elliptique de C. K. Wentworth, qui, étant donnée l'inclinaison des couches, permet de

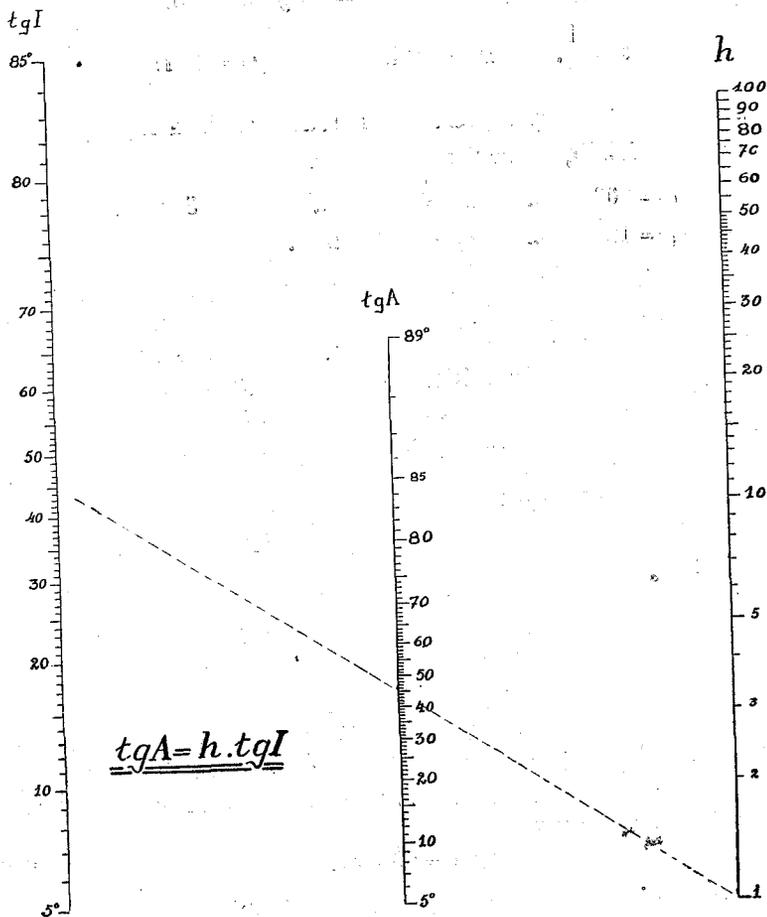


FIG. 7. — ABAQUE DE LA RELATION  $\text{tg } A = h \cdot \text{tg } I$ .

Usage : Poser une règle sur les graduations représentant les deux valeurs connues et lire sur la troisième échelle la valeur de l'inconnue.

mesurer leur puissance réelle, à partir de leur épaisseur sur le tracé à hauteurs exagérées <sup>(1)</sup>. Il faut toutefois un abaque pour chaque valeur de  $h$ .

Les réductions des abaques annexées à la présente note conservent rigoureusement les angles égaux et les longueurs proportionnelles. Leur utilisation, sous cette forme réduite, est donc possible et donne une approximation sensiblement égale à celle de la règle à calcul ordinaire. Quel que soit l'usage auquel le géologue les emploiera, il en obtiendra une précision supérieure à celle de ses instruments de mesure.

Louvain, Musée Houllier.

#### BIBLIOGRAPHIE

- DALTON, W. H., Geological Problems. (*Geolog. Mag.*, vol. 10, Londres, 1873, pp. 332-333.)
- HEWETT, D. F., *Econ. Geol.*, vol. 7, p. 190, 1912.
- BANCROFT, H., *Bul. Amer. Mg. Eng.*, July 1914, p. 1769.
- WRIGHT, F. E., Graphical Methods in microscopical Petrography. (*Amer. Journ. Sci.*, vol. 36, 1913, pp. 509-539 pl. II à IX.)
- A New dip chart. (*Journ. Washington Acad. Sc.*, vol. 4, 1914, pp. 440-444.)
- LONGWELL, C. R. et WATERS, E. O., A practical Method for determining Dip and Strike. (*Econ. Geol.*, vol. 16, 1921, pp. 404-409.)
- ARMSTRONG PRICE, W., General Formulae for the Determination of Thickness and Depth of Strata. (*Ibid.*, vol. 17, 1922, pp. 370-381.)
- TANGIER SMITH, W. S., The Determination of Dip and Strike. (*Ibid.*, vol. 17, 1922, pp. 207-213.)
- HIGGINS, D. F., Determination of Dip and Strike. (*Ibid.*, vol. 18, 1923, pp. 26-52.)
- Mc KINSTRY, H. E., A Protractor for Plotting Dips on inclined Sections. (*Ibid.*, vol. 18, 1923, pp. 393-397.)
- WENTWORTH, C. K., The Plotting and Mesurement of exaggerated cross Sections. (*Ibid.*, vol. 25, 1930, pp. 826-831.)

---

(1) C. K. WENTWORTH, The Plotting and Mesurement of exaggerated cross Sections. (*Econ. Geol.*, vol. 25, New Haven [Conn.], décembre 1930, pp. 826-831.)

## Le Houiller inférieur au Charbonnage d'Aiseau-Preisle,

par X. STAINIER,

Professeur à l'Université de Gand.

En parcourant le travail que j'ai publié, l'an passé <sup>(1)</sup>, sur le Houiller inférieur du Hainaut, on s'aperçoit que de nombreux problèmes sont restés sans solution ou avec une solution douteuse, quand il s'est agi de raccorder, à travers le Hainaut, certains grands horizons directeurs, notamment celui qui sert à tracer la limite entre les assises de Châtelet et d'Andenne. C'est là, on le sait, que passe, ou doit passer, le Poudingue houiller. Le temps n'est plus où l'on pouvait croire que partout, à ce niveau, on retrouverait cette roche si caractéristique; c'eût été trop beau et trop facile. De ce fait le tracé de la limite entre le Westphalien et le Namurien n'échappe pas à la règle générale qui veut que le tracé d'une limite soit d'autant plus difficile que la limite est, elle-même, moins importante. Aussi, pour pouvoir contre-balancer les conséquences des variations latérales non seulement des niveaux lithologiques, mais aussi des niveaux paléontologiques, il importe de multiplier les observations et d'en combler le plus possible les lacunes. Les raccordements à longue distance sont en effet toujours aléatoires.

Des observations nouvelles, au charbonnage du Centre de Jumet <sup>(2)</sup>, m'ont déjà permis, même dans la région si fouillée du bord Nord du bassin, de préciser certains points dans l'histoire de la formation du Poudingue houiller. Cette fois ce sera le tour du bord Sud du bassin, où une lacune qui m'avait vivement contrarié pourra être comblée.

Dans mon travail précité je signalais en effet combien il était regrettable de ne pas avoir de renseignements sur la stratigraphie du charbonnage d'Aiseau-Preisle (cf. *op. cit.*, pl. 16), vu qu'il est placé entre deux charbonnages, ceux d'Oignies-Aiseau, à l'Est, et ceux du Carabinier-Pont-de-Loup, à l'Ouest, dont les

---

(1) *Stratigraphie des assises inférieures du bassin du Hainaut*. Jumet, 1932, P. Hosdain, impr., in-4°, 35 pages, 153 planches.

(2) Le Poudingue houiller au Centre de Jumet. (*Ann. de la Soc. scient. de Bruxelles*, t. LII, 1932, p. 199.)

stampes normales diffèrent sensiblement sur quelques points capitaux, alors que la stampe intermédiaire d'Aiseau-Prese pourrait faire saisir l'explication de ces différences.

Grâce à M. H. Verdinne, directeur des travaux du charbonnage, intelligemment secondé par M. Ad. Biot, son porion-marqueur, nous sommes maintenant en présence d'une des meilleures stampes normales de charbonnage que je connaisse. Très généreusement M. Verdinne m'a communiqué cette stampe en m'autorisant à l'utiliser pour mes travaux. Le présent travail a pour but de montrer les premières déductions que l'on peut tirer de ce travail important.

#### ASSISE DE CHATELET

Une comparaison de la stampe normale d'Aiseau-Prese avec celles que j'ai données dans mon travail précité montre les ressemblances suivantes. Nous étudierons plus loin les différences.

Disons d'abord que la stampe a été étudiée dans le massif situé entre les failles du Gouffre et du Carabinier, le mieux connu, de loin, du bord Sud. Toute la stampe de l'assise d'Andenne et de celle de Châtelet a été étudiée aux bouveaux Nord et Sud de l'étage de 560 mètres du puits Panama, sauf les 40 mètres du sommet de la dernière assise, qui proviennent des bouveaux au niveau de 203 mètres.

1° L'assise est riche en niveaux marins; il n'y en a pas moins de sept, et ces niveaux montent fort haut, car on en trouve un qui n'est qu'à 40 mètres du sommet de l'assise, à 40 mètres sous la veine Ahurie, base de l'assise de Charleroi ici bien reconnue et à synonymie incontestable. Ces deux faits ne s'observent que dans les massifs du bord Sud du bassin, bien étudiés.

2° Le caractère marin des strates va en s'atténuant au fur et à mesure que l'on s'élève dans la série houillère. L'assise d'Andenne, ici, n'a pas encore fourni le moindre reste de coquille d'eau douce, mais bien de nombreux niveaux marins : huit, avec faune variée. En entrant dans l'assise de Châtelet par le bas, on rencontre encore un niveau marin comparable à ceux de l'assise sous-jacente, par la présence du calcaire, de Brachiopodes articulés, de Crinoïdes, en plus des Céphalopodes, Lamellibranches et Lingules. Mais ensuite apparaissent des niveaux à coquilles d'eau douce : deux, suivis de niveaux marins, dont un encore riche, mais sans Brachiopodes articulés. Enfin, les trois niveaux marins les plus élevés ne montrent plus que des Lingules.

3° On retrouve aisément les principaux horizons de l'assise avec leurs caractères typiques : la veinette double inférieure, le veiniat de Léopold, Léopold lui-même inexploitable, représenté par deux veinettes écartées, la veine à clous (appelée ici Léopold) et surtout, fait capital, la base de l'assise montre les deux niveaux marins des deux veines Sainte-Barbe de Floriffoux et de Ransart séparées par les deux niveaux d'eau douce de Léopold.

4° Délimitée comme nous allons le montrer, l'assise possède 182 mètres de puissance, chiffre normal pour le massif.

C'est ici, précisément, que se pose le problème capital, car une différence marquée s'établit avec les stampes typiques. Malgré les recherches, on n'a pu trouver le banc typique de Poudingue houiller à aucun niveau sur les 225 mètres de stampe que le puits Panama a explorés sous le niveau marin de Sainte-Barbe de Ransart (niveau K du travail précité).

Ce fait n'est pas unique, malheureusement, sur le bord Sud du bassin surtout, mais il est très rare. Si le poudingue fait souvent défaut, sur ce bord, là où l'on s'attendrait à le voir, on en trouve plus bas, parfois même très bas. Si l'on examine les stampes de cette région, qui figurent dans mon travail, on voit tout de suite que j'ai résolu le problème du tracé de la limite inférieure de l'assise de façon très éclectique. Lorsque du poudingue type se trouvait à peu près au niveau normal, c'est-à-dire immédiatement au-dessous du niveau marin de Sainte-Barbe de Ransart, je l'ai naturellement pris comme limite des assises. Là où du poudingue se trouvait assez bien plus bas, je l'ai encore pris comme limite en me basant sur certains cas d'augmentation de puissance de stampes. Mais là où le poudingue se trouvait par trop bas, je n'ai pu supposer que c'était toujours le même horizon stratigraphique; c'eût été admettre des épais-sissements si forts et si subits que la chose devenait invraisemblable. Dans ce cas j'ai admis que ce poudingue correspondait non pas au poudingue supérieur ou vrai poudingue du bord Nord du bassin, mais au poudingue inférieur qui est visible en certaines régions de ce bord. Même avec ce correctif, certains poudingues, ceux de Floriffoux et de Pont-de-Loup, se trouvaient encore trop bas. Aussi ces solutions éclectiques ne me semblaient qu'un pis aller. Depuis lors, j'ai envisagé la question sur des bases beaucoup plus étendues. J'ai montré <sup>(1)</sup> que, dans

(1) Comparaison entre l'assise de Châtelet et les Lower coal measures des Midlands. (*Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XLII, 1932, p. 157.)

les bassins houillers du centre de l'Angleterre, on retrouve une assise à caractères identiques à ceux de notre assise de Châtelet. Et là, le poudingue, limite des assises, se trouve toujours, comme chez nous, dans les cas normaux, les plus fréquents, immédiatement au-dessous du niveau marin de la veine Sainte-Barbe de Ransart (niveau K). Ce poudingue est d'ailleurs très variable de caractères. En conséquence, en Belgique, les solutions éclectiques doivent disparaître pour faire place à une limite de principe. Il y a bien des épaisissements de stampes, mais ils sont systématiques, lents, et d'importance plutôt réduite. La limite inférieure de l'assise de Châtelet doit être remarquablement régulière. Cela résulte du fait que ce n'est pas alors que se sont produits les mouvements du sol intra-houillers, mais plus tôt, à la base de l'assise d'Andenne, comme nous l'avions déjà dit (*op. cit.*, p. 13). Cette solution du problème entraîne comme conséquence la nécessité d'admettre que les niveaux de poudingue ne sont pas parfaitement continus, qu'ils peuvent disparaître latéralement en se transformant en roches siliceuses ordinaires, conglomérats, quartzite ou grès. Nous avons, dans notre travail précité, donné assez d'exemples de ces transformations latérales pour ne faire aucune difficulté à admettre la possibilité et la réalité de pareilles modifications latérales. Le problème des synchronismes et du tracé des limites n'est pas, de ce fait, rendu impossible à résoudre, mais il devient évidemment plus difficile. C'est, par exemple, le cas pour la stampe d'Aiseau-Presle, où il n'y a aucun poudingue type, et nous allons montrer la solution qu'on peut y donner aux problèmes que nous venons d'énoncer.

#### A

Dans la stampe d'Aiseau-Presle, à 4 mètres sous le niveau marin de Sainte-Barbe de Ransart (K), commence un banc de grès épais de 11 mètres qui ne présente pas les caractères du niveau du Poudingue houiller, tant par l'absence du banc typique de base que par le caractère des autres roches siliceuses. Il renferme bien un banc de conglomérat épais de 2<sup>m</sup>50, mais c'est un conglomérat ordinaire, à cailloux de sidérose, et il n'est pas à la base, mais à 2<sup>m</sup>50 de celle-ci, où il y a des grès très ordinaires.

Mais c'est exactement la position du vrai Poudingue houiller dit supérieur du bord Nord du bassin. Si l'on admet que c'est une modification latérale de ce vrai poudingue, tout devient

régulier. L'assise a 182 mètres de puissance, ce qui correspond à l'augmentation systématique qu'elle peut avoir. En reportant la limite plus bas on devrait y intercaler, dans l'assise de Châtelet, un niveau encore plus marin que celui de Sainte-Barbe de Ransart, un niveau à faune variée de Brachiopodes articulés et de Goniatites abondantes dans l'assise d'Andenne, niveau situé à 15 mètres sous ce grès.

Ce niveau de grès avec conglomérat, que nous assimilons donc au vrai Poudingue houiller supérieur, avait déjà attiré notre attention. Nous l'avions observé d'abord dans un massif encore plus méridional, au charbonnage d'Ormont, et nous l'avions appelé, à cause de cela, conglomérat d'Ormont (1). Mais comme il existait plus bas un poudingue bien plus typique, nous n'avions pas soupçonné sa vraie signification stratigraphique. Nous l'avons fait intervenir dans la tentative que nous avons faite de synchroniser les strates inférieures du bassin de Huy avec celles du bassin de la Basse-Sambre (*op. cit.*, Huy, p. 203). Il y a, en effet, dans le bassin de Huy, à la base de l'assise de Châtelet, le même complexe de deux niveaux marins (les n<sup>os</sup> 8 et 15 du travail sur le bassin de Huy) séparés par un ou deux niveaux d'eau douce (n<sup>os</sup> 10 et 11 du même travail). Sous ce complexe vient un puissant niveau de conglomérat, le conglomérat de Java, bien au-dessous duquel vient du vrai poudingue houiller. J'ai alors comparé ce conglomérat à celui d'Ormont. De plus, frappé de l'épaisseur anormale que l'assise de Châtelet offre, dans le bassin de Huy, quand on adopte pour sa limite inférieure l'horizon de poudingue vrai cité ci-dessus, j'avais déjà émis l'hypothèse que le conglomérat de Java pourrait être un facies latéral du vrai poudingue houiller (2).

Les considérations que je viens d'émettre ici renforcent singulièrement la valeur de cette hypothèse.

## B

A 25 mètres plus bas que la base de ce conglomérat d'Ormont (= Poudingue houiller supérieur) commence, dans la stampe d'Aiseau-Prese, un niveau siliceux de 9 mètres de puissance. Nous donnons en annexe sa composition détaillée d'après une

(1) Structure et stratigraphie du bassin de Huy (*Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XXXII, 1922, p. 203); Relations génétiques entre les bassins houillers belges (*Ann. des Mines de Belgique*, t. IX, 1904, p. 435).

(2) La limite entre le Westphalien et le Namurien. (*Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XL, 1930, p. 53.)

belle série d'échantillons que m'a fournie M. Verdinne. Le banc typique de poudingue houiller y fait aussi défaut, à la base. Il y a bien un banc de conglomérat, mais il est à 1 mètre de la base. Mais les quartzites qui accompagnent ce conglomérat sont, dans certains bancs, identiques à certains quartzites extraordinairement vitreux qui sont très caractéristiques des bancs accompagnant le vrai poudingue. J'estime donc que nous avons là un représentant modifié latéralement, mais encore reconnaissable, du Poudingue houiller inférieur d'Amercœur. Sa base, à 34 mètres au-dessous de celle du conglomérat d'Ormont, est donc bien à sa place.

Nous ne pouvons pas l'appeler Poudingue houiller inférieur, puisqu'il ne renferme pas la roche type de ce niveau; nous l'appellerons donc conglomérat d'Aiseau-Presle, facies latéral du Poudingue houiller inférieur, comme nous appellerons conglomérat d'Ormont le facies latéral du Poudingue houiller supérieur.

### C

A 123 mètres sous la base du conglomérat d'Ormont commence, dans la stampe d'Aiseau-Presle, un niveau siliceux de 18 mètres de puissance. Nous donnons aussi, en annexe, sa constitution détaillée d'après les échantillons de M. Verdinne. Comme les deux précédents, il ne possède pas, à la base, le banc typique, mais il est divisé en deux par une intercalation, à 8<sup>m</sup>50 de la base, de psammite avec *Sphenopteris Hoeninghausi*. Ce qui vient au-dessous ressemble considérablement au conglomérat d'Aiseau-Presle par la présence de quartzites extrêmement vitreux et d'un banc de conglomérat à cailloux de sidérose, à 6 mètres de la base. Dans certains lits minces il y a même de petits grains de quartz porphyrique qui lui donnent, avec le vrai poudingue, une parenté encore plus marquée.

J'avais déjà observé ce niveau siliceux au charbonnage voisin du Carabinier, à l'Ouest, au puits n° 2 de Pont-de-Loup, où il a été recoupé à trois étages (voir *op. cit.*, stampe n° 161, pl. 63; stampe n° 162, pl. 75; stampe n° 163, pl. 146). Les descriptions que j'en donne montrent la grande ressemblance des caractères, surtout aux profondeurs identiques. Le niveau, marqué n° 6 dans les trois stampes, avec la notation P ? (Poudingue houiller inférieur d'Amercœur), est divisé en deux, aux étages supérieurs, comme à Aiseau-Presle. L'intercalation disparaît plus bas et en même temps l'épaisseur du niveau diminue et tombe à la moitié.

Reste à interpréter maintenant ces trois stamper de l'assise d'Andenne ainsi que la stampe n° 159 de la planchette 90 de l'assise de Châtelet, au même charbonnage et dans le même massif qui est aussi celui de la stampe d'Aiseau-Presle, à la lueur des idées émises dans cette note. Voici ce que l'on peut admettre pour remplacer les synchronismes proposés, avec doute, lors de la rédaction de ce travail :

Sur la stampe n° 159 je suppose que le banc de grès compris entre les n° 5 et 6 serait un représentant encore plus effacé du Poudingue houiller supérieur. Je n'ai d'ailleurs pas eu l'occasion de l'étudier.

Le niveau indiqué sur cette stampe comme poudingue houiller et sur les trois autres stamper précitées comme niveau M ? (niveau du Poudingue supérieur) serait en réalité le niveau P ou du Poudingue inférieur d'Amersœur. Cela étant, le niveau siliceux que nous décrivons dans ce chapitre C serait à 130 mètres de la base du poudingue houiller supposé de la stampe n° 159 à Pont-de-Loup. A Aiseau-Presle nous avons dit que cette distance est de 122 mètres. A quoi correspondrait alors ce troisième horizon siliceux ? Ce que j'en dis dans l'explication de la stampe n° 161, planchette 63, montre combien j'ai été perplexe. Actuellement, je n'hésite pas à proposer de regarder ce troisième niveau comme le grès de Salzennes des stamper des charbonnages des environs de Namur. Dans cette région, où les stamper de ces niveaux ont leur maximum de puissance, la distance entre le grès de Salzennes et la base du Poudingue supérieur (M) est de 140 mètres (voir stampe n° 52, pl. 93). Cette distance est la même à Amersœur (stampe n° 104, pl. 15). Le tableau n° 8 (p. 21 du texte, *op. cit.*) montre que c'est un chiffre moyen pour cette distance. Cela concorde donc suffisamment. Au-dessous de ce grès de Salzennes, Aiseau-Presle a encore exploré 70 mètres de stampe, et le bouveau Sud de 871 mètres du puits n° 2 de Pont-de-Loup, 175 mètres, sans atteindre l'assise de Chokier. C'est le point le plus bas atteint, dans des travaux, dans le Sud du bassin de Charleroi. Sur le bord Nord du bassin le grès de Salzennes repose directement sur l'assise de Chokier. C'est là que la transgression houillère produit la forte lacune stratigraphique.

#### ASSISE D'ANDENNE

Délimitée et classée comme nous venons de le faire, l'assise, à Aiseau-Presle, permet de retrouver les principaux horizons. Entre les deux poudingues on voit le riche niveau marin signalé

plus haut à 15 mètres sous le conglomérat d'Ormont. C'est le niveau N. ou O. de mon travail cité. On retrouve aussi, bien à leur place, les niveaux Q. R. S. T. Sous le grès de Salzennes les 70 mètres de stampe explorée sont, comme à Namur, dépourvus de grès.

Si ce que je viens de dire de l'assise d'Andenne à Aiseau et à Pont-de-Loup est exact, on peut en tirer de précieuses indications pour rectifier plusieurs stampe normales douteuses de mon travail. Ainsi j'ai été embarrassé pour dresser la stampe normale de l'assise lors de sa recoupe dans l'avalleresse du puits Saint-Xavier d'Ormont, parce qu'elle était coupée par deux failles dont l'une devait être l'importante faille du Carabinier. La comparaison de la stampe de cette assise (stampe n° 110, pl. 45, *op. cit.*) montre que la faille du Carabinier doit être non pas la faille inférieure, mais la faille supérieure, sous la veinette n° 4. C'est grâce à son rejet important que l'on n'a pas traversé le grès de Salzennes dans l'avalleresse. La comparaison de la stampe, en question n° 110 avec la stampe n° 163, pl. 146, du Carabinier est péremptoire à cet égard.

Je n'insisterai pas ici sur les résultats que peuvent donner d'autres comparaisons de ce genre.

#### CONCLUSIONS

Il doit être bien entendu que les suggestions faites dans cette note ont un caractère essentiellement provisoire. Elles sont en effet basées, en bonne partie, sur des données de stratigraphie lithologique ou sur des idées théoriques. Parfois même ce sont de simples suppositions. Si je les ai émises c'est uniquement pour éclairer la route à suivre en indiquant ce qui peut devenir une bonne directive. En restant dans l'ordre d'idées il faudrait, par des observations plus nombreuses, combler les lacunes qui existent encore entre des points fort éloignés. Il y a un grand desideratum, notamment : c'est de pouvoir suivre, de proche en proche, de massif en massif, les deux assises dont nous sommes occupés, à travers le bassin, dans une région assez centrale, afin de voir comment on passe de la stratigraphie du bord Nord classique à celle du bord Sud. Les points où cette coupe transversale est possible ne sont pas nombreux.

Enfin, il faudra que les arguments d'ordre lithologique soient complétés par une étude paléontologique. Mais pour que celle-ci soit féconde et non pas un simple tissu d'affirmations, il faut qu'on fasse, au point de vue paléontologique, le même travail

que j'essaie de faire au point de vue stratigraphique. Il faut suivre les faunes et les flores, à travers les divers massifs, de proche en proche, afin de ne jamais quitter le terrain ferme des faits. Comme je l'ai déjà dit, nous sommes encore loin du but et la besogne est immense. A l'heure actuelle, il ne faut pas se le dissimuler, quand on veut résoudre un problème de paléontologie ou de stratigraphie sérieux il faut se résoudre à opérer ainsi de proche en proche. C'est ce qu'on a bien reconnu aussi dans l'étude de la tectonique, où depuis longtemps on ne peut plus procéder sans se baser sur des coupes tracées de 100 en 100 mètres. Nous devons imiter cette méthode d'aussi près que possible.

## ANNEXE

Niveau du conglomérat d'Aiseau-Presle, 55 mètres sous la veine Léopold. De haut en bas :

- a. Quartzite gris conchoïdal.
- b. Quartzite grenu, blanc-gris, extrêmement vitreux. Très petits points noirs.
- c. Quartzite plus foncé à grain plus fin.
- d. Grès psammitique noir à joints psammitiques.
- e. Conglomérat dans une pâte de quartzite fin.
- f. Quartzite comme en c. Rares petits cailloux de sidérose.

Grès de Salzennes ? à 153 mètres sous la veine Léopold. De haut en bas :

- a. Quartzite gris à grain fin, à éclat très gras, à la base : 7 mètres.
- b. Psammite noir à joints schisteux. *Sphenopteris Hoeninghausi*.
- c. Quartzite vitreux, grenu. Quelques grains de sidérose et de quartz.
- d. Lit de quartzite avec très petits cailloux de sidérose noire surmonté d'un banc de conglomérat à cailloux de sidérose.
- e. Quartzite gris vitreux. Par places petits grains de quartz porphyrique.
- f. Quartzite noir à grain fin.
- g. Quartzite gris à éclat gras. Nombreux petits points noirs.
- h. Quartzite gris avec cailloux et joints de charbon vitrain.

## Sur la présence de couches à *Corbicula fluminalis* Muller aux environs de Saint-Denis-Westrem,

par F. HALET.

1. Quelques puits artésiens ont, ces dernières années, été forés aux environs du village de Saint-Denis-Westrem, soit au Sud-Ouest de la ville de Gand.

Malheureusement, comme la plupart de ceux pratiqués dans cette région, ces forages ont été exécutés par le mode rapide que

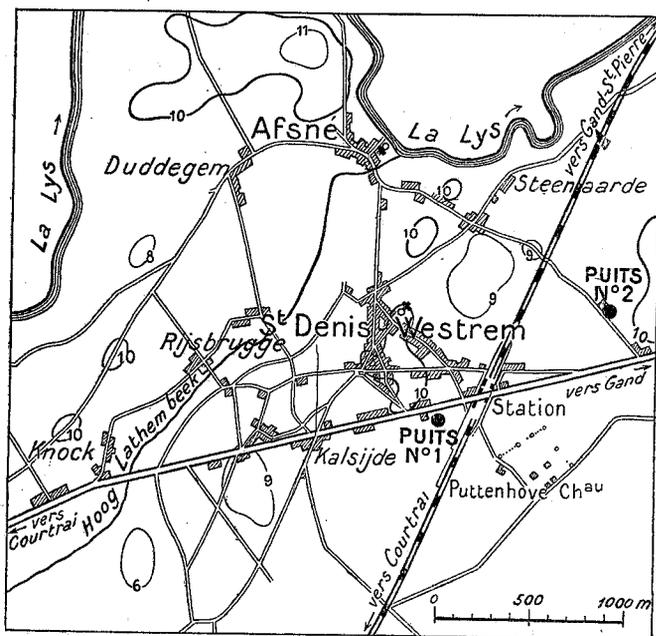


FIG. 1. — Croquis topographique indiquant l'emplacement des puits.

réalise le curage continu par injection d'eau, souvent alourdie d'argile. Or, on sait que, dans ces conditions, il est impossible d'établir une coupe géologique précise, même au moyen des échantillons recueillis au cours du sondage.

Néanmoins, parmi les puits dont nous avons eu connaissance, il en est deux qui, exécutés en 1932, dans le voisinage de la station de Saint-Denis-Westrem (ligne de Gand-Saint-Pierre à Courtrai), nous ont livré des indications intéressantes et nouvelles sur la nature et l'épaisseur probables des dépôts holocènes et pléistocènes.

Ces deux puits ont été forés avec injection d'eau claire par la firme Vanden Bosch, de Wetteren. Le premier est situé à l'avenue Soenens, un peu au Sud-Ouest de la gare de Saint-Denis; le deuxième sur la route d'Afsné, au Nord-Est de la gare (voir croquis, fig. 1).

La coupe de ces puits, déduite de l'examen des échantillons qui en ont été remis au Service géologique, se résume comme suit :

**Puits n° 1. — Cote de l'orifice : + 10.**

|   | Numéros des échantillons. |  | Base à mètres. | Épaisseur mètres. |
|---|---------------------------|--|----------------|-------------------|
|   | 1                         | Sable jaune, finement quartzeux . . . . .  | 2.00           | 1.40              |
|   | 2                         | Sable gris brunâtre, quartzeux . . . . .   | 4.00           | 2.00              |
| Holocène et Pléistocène :<br>26 mètres. | 3-5                       | Sable très quartzeux, gris, pointillé de noir . . . . .  | 19.50          | 15.50             |
|   | 6                         | Silex roulés et gros débris de grès gris roulés . . . . .  | 21.00          | 1.50              |
|   | 7                         | Argile grisâtre avec abondantes coquilles de <i>Corbicula cf. fluminalis</i> . . . . .   | 23.00          | 2.00              |
| Pléistocène.                            | 8-9                       | Sable argileux gris avec abondants <i>Corbicula fluminalis</i> , quelques <i>Bythinies</i> , une <i>Helix</i> et quelques <i>Nummulites planulatus</i> roulées . . . . . | 26.00          | 3.00              |
| Yprésien :<br>9 mètres.                 | 10-12                     | Sable très fin, gris verdâtre, avec parties argileuses . . . . .   | 35.00          | 9.00              |

**Puits n° 2. — Cote de l'orifice : + 9.**

|  |       |   |       |       |
|--|-------|---|-------|-------|
| Holocène et Pléistocène :<br>15 <sup>m</sup> 50. | 1-3   | Sable gris quartzeux . . . . .  | 10.50 | 10.50 |
|  | 4     | Amas de <i>Nummulites planulatus</i> roulées . . . . .                    | 13.75 | 3.25  |
|  | 5     | Débris de grès gris arrondis . . . . .                                    | 15.50 | 1.75  |
| Yprésien :<br>21 <sup>m</sup> 50.                | 6-8   | Sable fin, gris verdâtre, pétri de <i>Nummulites planulatus</i> . . . . . | 26.50 | 11.00 |
|  | 9     | Argile grise . . . . .  | 30.80 | 4.30  |
|  | 10    | Sable très fin, gris verdâtre . . . . .                                   | 32.75 | 1.95  |
|  | 11-12 | Argile grise, sableuse . . . . .  | 36.00 | 3.26  |

2. Le principal intérêt de ces coupes réside dans la rencontre, au puits n° 1, de dépôts argileux, d'âge pléistocène, contenant en abondance des coquilles d'une espèce de *Corbicula* que les auteurs belges ont coutume de considérer comme *Corbicula fluminalis* Muller.

Parmi les découvertes antérieures, il en est une qui a retenu tout spécialement notre attention. G. Vincent a rapporté, dans une note parue en 1883 <sup>(1)</sup>, que le lieutenant Couturiaux avait recueilli plusieurs valves de *Cyrena fluminalis* aux travaux de l'avant-port de Gand, à côté du pont du chemin de fer, près de Wondelghem, c'est-à-dire à environ 2,500 mètres au Nord de la ville. Comme nous allons le faire voir, cette indication ne peut être retenue faute de précisions suffisantes. Tout d'abord, G. Vincent ajoutait que la coupe des terrains à l'endroit de la découverte lui est inconnue; toutefois, comme, d'après les échantillons qui lui ont été remis, *Corbicula fluminalis* était associé à *Nummulites planulatus*, *Turritella edita* et *Cardita planicosta*, Vincent concluait de ce fait que la découverte en question devait avoir été faite à un niveau semblable à celui, visible vers la même époque, à 180 mètres plus au Nord et dont la coupe avait été levée et publiée par E. Delvaux <sup>(2)</sup>. Mais, second point, il résulte de l'examen que nous avons fait de cette publication que le niveau relevé par Delvaux se trouve entre les cotes —0.40 et —5.30 et que la présence de *Corbicula fluminalis* n'y est pas mentionnée. A notre avis, si l'association signalée de G. Vincent est réelle, il s'agit, non pas d'un gisement autochtone de *Corbicula fluminalis* à la cote —5, mais de fossiles remaniés au même titre que les formes éocènes associées à *Corbicula fluminalis*. Il se pourrait aussi que les Corbicules eussent été trouvées à une profondeur plus grande, dans les fouilles exécutées pour la fondation des piles du pont du chemin de fer. S'il en avait été ainsi, ce serait dans des déblais qu'elles auraient été recueillies.

*Corbicula fluminalis* a, en outre, été signalée en Belgique aux points suivants : Ostende, grand forage exécuté à sec par Kindt, en 1859; Blankenberghe, sondage de la ville; Le Crocodile (Mid-delkerke), sondage de M. Mourlon; Leffinghe, idem; Hofstade-

(1) G. VINCENT, Découverte de *Cyrena fluminalis* Mull. dans les alluvions de l'Escaut. (*Ann. Soc. malacologique*, t. 23, 1883, p. XXXI.)

(2) E. DELVAUX, Coup d'œil sur la constitution géologique de la colline Saint-Pierre et sur les alluvions qui forment le substratum de la ville de Gand. (*Ann. Soc. malacologique*, t. 18, 1883, Mém., pp. 5 et suiv.)

lez-Malines, fouilles exécutées par l'Administration des Chemins de fer. Sans doute faudrait-il encore citer divers sondages exécutés au Nord de Gand et de Bruges; mais, tout comme c'est le cas pour les nombreuses valves éparpillées qui se recueillent continuellement sur l'estrand de la mer du Nord et comme c'est aussi celui des exemplaires, que nous avons signalés dans le Quaternaire des forages d'Oost-Duinkerke <sup>(1)</sup> et de Westcappelle <sup>(2)</sup>, que nous avons décrit, récemment, il s'agit dans ces sondages de spécimens remaniés, donc sans réelle valeur stratigraphique.

Ce n'est qu'à Hofstade que, sous la conduite d'Aimé Rutot, nous avons récolté de nombreux exemplaires bivalves, manifestement en place, de la même *Corbicula* qui vient d'être fournie en exemplaires également bivalves, nombreux, encore colorés et de taille parfois très grande (largeur : 24 millimètres), par le sondage de Saint-Denis-Westrem, grâce à un curage particulièrement intense et actif rendu nécessaire par la plasticité de l'argile qui les enrobait.

De part et d'autre, la forme en question a été récoltée tout à la base des formations considérées comme pléistocènes et reposant sur l'Éocène.

3. C'est à Gustave Dollfus <sup>(3)</sup> que l'on doit la première étude d'ensemble sur la présence, dans les dépôts pléistocènes de l'ancien continent, d'une forme qu'il tenait pour caractéristique, et qu'il identifiait avec *Corbicula fluminalis*, espèce qui, d'après lui, actuellement vivante dans les eaux du Nil et de l'Euphrate et connue en Perse, dans le Turkestan et en Chine, serait de climat chaud.

Ces conclusions furent, en 1900, confirmées par Aimé Rutot pour l'ensemble du bassin anglo-franco-belge <sup>(4)</sup>.

Par contre, reprenant, dans son important travail sur les ter-

(1) F. HALET, Contribution à l'étude du Quaternaire de la plaine maritime belge. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XLI, 1931, p. 157.)

(2) IDEM, Sur la présence du Bartonien et du Lédien à Westcappelle. (*Ibid.*, t. XLIII, 1933, p. 86.)

(3) G. DOLLFUS, Le terrain quaternaire d'Ostende et la *Corbicula fluminalis*. (*Bull. Soc. zool. et malac. de Belgique*, t. XIX, 1884, p. 28, pl. I et II.)

(4) A. RUTOT, Note sur la position de *Corbicula fluminalis* dans les couches quaternaires du bassin franco-belge. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XIV, 1900, pp. 1-24.)

rains quaternaires du Nord de la France <sup>(1)</sup>, l'étude de la position stratigraphique de *Corbicula fluminalis*, M. G. Dubois en est arrivé à admettre que cette espèce est eurytherme et, par conséquent, sans intérêt, puisque la caractérisation du Pléistocène inférieur se fait surtout, dans nos régions, à l'aide de considérations climatiques.

A notre avis, la question est encore des plus obscure au point de vue stratigraphique, faute de matériaux suffisamment nombreux et bien repérés, ce qui n'est cependant pas le cas à Hofstade, ni à Saint-Denis-Westrem.

Nous estimons, en outre, que la question devrait être d'abord revue par les conchyliologistes. A la suite de la lecture de nombreuses publications, nous en étions déjà venu à la conclusion que, sous le nom de *Corbicula fluminalis*, on a vraisemblablement désigné des formes assez différentes. Il se pourrait certes que cette espèce soit très polymorphe. J'incline toutefois vers l'idée qu'il y a réellement eu confusion, car j'ai pu comparer les échantillons d'Hofstade et de Saint-Denis-Westrem avec des spécimens eux aussi rapportés à *Corbicula fluminalis*, mais qui, récoltés en Chine dans des cours d'eau et conservés dans les collections du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, m'ont été obligeamment communiqués par M. Van Straelen : il s'agit, à mon avis, d'espèces nettement différentes.

4. Les deux coupes des environs de Saint-Denis-Westrem, que nous décrivons ici, ont un autre intérêt.

L'Holocène et le Pléistocène sont, à cet endroit, beaucoup plus épais que ne le portent les annotations de la feuille Gand, n° 55, de la Carte géologique à l'échelle du 1/40.000°, publiée en 1897 sous la signature d'Émile Delvaux.

La pénétration de la sonde dans les dépôts tertiaires sous-jacents a, en effet, été des plus nettes. Dans l'un et l'autre sondage, ce sont des sables fins à *Nummulites planulatus* bien en place, de la partie supérieure de l'étage yprésien.

Les deux puits en question se trouvent situés, à la cote + 10 environ, sur un éperon de terrain entre les vallées de l'Escaut et de la Lys, dont le lit majeur est à la cote +6. Alors que la base du Pléistocène n'aurait été atteinte qu'à la cote — 16 au puits n° 1, elle aurait été rencontrée dès la cote — 6,5 au puits n° 2. Mais quel crédit peut-on accorder aux données de forages exécutés à l'injection d'eau ?

(1) G. DUBOIS, Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. (*Mém. Soc. géol. du Nord*, t. VIII, 1924.)

La comparaison des coupes met en évidence la similitude des formations rencontrées immédiatement sous le sol. En effet, au puits n° 1, la couche n° 6 à gros éléments roulés, dont la base est à — 11, semble bien correspondre à la couche n° 5 du puits n° 2, dont la base est à — 6,5. D'après des indications qui ont été données par le sondeur, la couche argileuse à Corbicules n° 7, du puits n° 1, n'avait qu'un mètre d'épaisseur. Dans ces conditions il est possible que la base du Pléistocène soit, au puits n° 1, à une cote supérieure à — 16, c'est-à-dire à la cote — 13 ou au-dessus.

Quoi qu'il en soit, ces résultats semblent dans leur ensemble indiquer l'existence d'une ancienne vallée, particulièrement profonde à l'époque pléistocène à l'emplacement du puits n° 1. La direction de cette vallée pourrait être parallèle au Hoog-Laethembeek actuel. Le manque de données en profondeur ne nous permet pas, pour le moment, de pousser plus avant l'examen de cette idée.

En tous cas, il n'est nullement étonnant que la base du Pléistocène soit fixée à — 13 à Saint-Denis-Westrem, car, au Nord de Gand, divers puits récents exécutés à sec aux Usines de l'Union Chimique, au lieu dit « Meulestede », ont montré que la base de cette formation s'y trouve à la cote — 12.

Il est, d'autre part, très difficile de fixer très exactement la cote de base du Pléistocène dans les vallées de la Lys et de l'Escaut en amont de Gand. Les annotations de la Carte géologique à l'échelle du 1/40.000<sup>e</sup> se rapportent presque toutes à des forages exécutés à l'injection d'eau et sont donc sujettes à caution. Dans son important *Traité de Géologie*, Jules Cornet <sup>(1)</sup>, se basant sur des données d'ordres divers, assigne au lit préalluvial de la Lys, de l'amont à l'aval, à Menin, à Courtrai et à Deynze, les cotes — 8, — 15 et — 17. Mais des sondages exécutés à sec, postérieurement à cette publication, nous ont permis de décider que, dans les limites de la vallée actuelle de la Lys, le lit préalluvial ne descend pas au-dessous de la cote — 8 à Courtrai et — 10 à Deynze. Comme J. Cornet lui-même en a fait la remarque dans ses mémorables publications sur la vallée de la Haine, il faudrait toutefois disposer de véritables coupes en travers de la vallée pour pouvoir, en toute assurance, déterminer la position du chenal le plus profond du lit préalluvial. Souhaitons qu'un avenir proche en fournisse l'occasion.

(1) J. CORNET, *Géologie*, t. IV, 1923, p. 737. Mons., Leich.

## Quelques roches salmiennes métamorphiques des environs de Walque (Synclinal de Malmédy) <sup>(1)</sup>,

par F. CORIN.

La présence de Salmien supérieur dans la région orientale du synclinal de Malmédy est restée longtemps ignorée. C'est que les affleurements, très rares, sont peu développés. Mais une coupe continue et fraîche en a été fournie, il y a quelques années, par le creusement de la galerie d'aménée à l'usine de Bevercé des eaux retenues par le barrage de la Warche à Robertville. M. A. Renier, qui a exécuté un levé de cette galerie <sup>(2)</sup>, y a recueilli une collection d'échantillons de roches, déposée dans les collections du Service géologique. Il résulte de leur étude que le Salmien supérieur est formé, aux environs de Walque, d'un complexe de schistes à chloritoïdes, de coticule et de schistes violacés zonaires, qui sont les équivalents des principales roches métamorphiques de la région de Vielsalm-Lierneux. Nous nous proposons d'en décrire les principaux types.

### SCHISTES GRIS OTTRÉLITIFÈRES

Assez analogues aux schistes ardoisiers de Vielsalm, ces roches sont gris bleuâtre, d'aspect mat, fréquemment rubanées de vert ou entrelardées de minces lits noir bleuâtre. Leur clivage est plutôt grossier et leur fissilité médiocre. Les surfaces de stratification y présentent parfois un fin gaufrage. Les bandes verdâtres ont la même texture que les schistes encaissants auxquels, d'ailleurs, elles passent progressivement. Les lits noir bleuâtre tranchent, au contraire, par leur aspect général et par leur délimitation nette. Ils sont luisants sur les surfaces du

---

(1) Note présentée à la séance du 21 février 1933.

(2) A. RENIER, Compte rendu de la session extraordinaire de la Société belge de Géologie tenue à Eupen les 7, 8, 9 et 10 septembre 1925. (*Bull. Soc. belge de Géol.* t. 35, 1925, pp. 174-249. Bruxelles, 1928.)

clivage, mats sur les cassures transversales. Ce sont visiblement des concentrations d'oxydes de fer et de manganèse (1).

Schistes gris et bandes vertes sont criblés de minuscules cristaux d'ottrélite qui sont rougeâtres dans les plages grises et verdâtres dans les bandes vertes.

*Sous le microscope*, les schistes gris et les bandes vertes se montrent finement phylliteux et porphyroblastiques. De fines veinules de quartz très riches en inclusions de rutile et de chlorite les recourent. Leur structure est hélicitique.

La *masse fondamentale* en est constituée, en ordre principal, par un feutrage de séricite ou de chlorite écaillées (2) et de

(1) Ces lits ont une rayure rouge et donnent les réactions chimiques du fer et du manganèse.

(2) Les schistes métamorphiques de l'Ardenne sont formés d'une pâte de fond très fine, principalement phylliteuse, plus ou moins pigmentée, dans laquelle sont noyés des microlites, souvent des porphyroblastes, et, parfois, des minéraux résiduels.

La nature des phyllites est presque toujours problématique. On les rapporte communément à la séricite, parfois à la paragonite. La chlorite n'est pas rare.

M. J. Anten a montré que, sous l'apparence de la séricite, certaines phyllites étaient en réalité de la pholélite ou de la pseudopyrophyllite (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. 49, pp. B. 62-64, 1926; *ibid.*, pp. B. 316-317). Presque toujours, plusieurs phyllites différentes se rencontrent simultanément.

Nous rapportons provisoirement aux chlorites, non seulement les minéraux verts et pléochroïques, mais aussi ceux qui sont incolores, faiblement biréfringents, souvent presque uniaxes. Ils sont particulièrement abondants dans le coticule et se retrouvent dans tous les schistes salmiens.

Nous réservons le nom de séricite aux fines écailles de contour irrégulier, dont la biréfringence est élevée, et, surtout, aux feutrages de telles écailles qui s'étirent suivant les surfaces de glissement. Ce dernier aspect est celui que présentent, en coupe mince, les enduits soyeux de séricite typique.

Nous réservons enfin le nom de muscovite aux cristaux les plus larges, bien individualisés, dont les propriétés optiques sont bien reconnaissables.

Néanmoins, en l'absence de déterminations chimiques, nous devons nécessairement englober sous les dénominations de séricite ou de muscovite d'autres minéraux tels que la paragonite, la pholélite, la pyrophyllite, le talc, ou toute autre phyllite.

La même difficulté d'identification se présente pour le pigment, qui est généralement formé de lamelles noirâtres, généralement sans contours nets, parfois de forme hexagonale.

Ce peut être du graphite ou des paillettes d'oxydes divers.

Le graphite échappe presque toujours à l'identification, sauf si l'ana-

quartz, un pigment noirâtre, et de nombreux microlites parmi lesquels dominent le rutile, l'apatite et la tourmaline.

Le pigment est abondant dans les schistes gris, presque inexistant dans les bandes vertes, mais, par contre, forme la presque totalité des lits noir bleuâtre.

Le rutile est assez répandu sous forme de bâtonnets cannelés, rarement maclés, plus souvent simples et courts.

L'apatite, généralement en petits prismes, est d'importance secondaire. Il en existe pourtant des concentrations dans certaines plages de quartzite sériciteux.

La tourmaline, verdâtre, est peu abondante.

Les *porphyroblastes* sont de deux espèces : nœuds de chlorite et de muscovite et cristaux de chloritoïde.

Les nœuds, de forme arrondie, sont, le plus souvent, constitués par une chlorite vert pâle, faiblement pléochroïque, pola-

lyse chimique ou l'aspect macroscopique indiquent l'abondance de carbone.

Certains auteurs réservent aux oxydes le nom de « ferrites ». Quelques-uns de leurs caractères ont été définis par A. RENARD (*Bull. du Musée d'Histoire naturelle*, t. I, II et III, Bruxelles, 1882-1885.)

On peut rapporter à l'hématite les paillettes qui, sur les bords, sont translucides et rouge sang.

Celles qui, dans les mêmes conditions, sont brunâtres ou noir opaque peuvent être de la magnétite, de l'ilménite ou des oxydes de manganèse.

L'ilménite présente fréquemment, en lumière incidente, une opalescence blanchâtre (leucoxène), ou, en lumière transmise polarisée, un liséré très biréfringent (rutile ou sphène). En lumière réfléchie apparaît parfois un réseau de sagénite.

Certains granules d'un rouge un peu jaunâtre, surtout abondants dans les roches de teinte violacée, sont, pensons-nous, des oxydes hydratés de fer.

Les microlites sont d'une identification plus sûre, car ils sont généralement idiomorphes.

Le rutile se présente en filaments, en aiguilles ou en prismes cannelés jaunâtres, parfois maclés de façon caractéristique en « genou » ou en « cœur », très biréfringents et très réfringents.

L'apatite s'y rencontre sous forme de petits prismes, parfois de section hexagonale, très réfringents et faiblement biréfringents.

La tourmaline est incolore ou colorée et, dans ce cas, généralement de coloration non uniforme. Les prismes en sont hémimorphes, différemment terminés aux deux extrémités. La biréfringence est moyenne.

Le sphène se présente en glomérules informes, généralement opaques en lumière incidente.

Les porphyroblastes sont de dimension assez grande et généralement identifiables lorsqu'ils ne sont pas complètement voilés par des inclusions. Il en est de même des minéraux résiduels.

risant, sans teinte anormale, dans les gris blanchâtre de premier ordre; de fines lamelles de muscovite s'intercalent parfois dans les clivages de la chlorite, ou, d'autres fois, deviennent un élément essentiel des nœuds.

Les porphyroblastes de *chloritoïde* sont disséminés dans la masse des schistes et dans les filonnets quartzeux. Leur diamètre est généralement de l'ordre de 0<sup>mm</sup>15. Dans la masse des schistes, ils ont la forme discoïdale aplatie qui leur est habituelle; leurs contours sont irréguliers, même dans les sections transversales qui ne sont jamais terminées par des lignes droites; dans les filonnets, ils sont généralement idiomorphes. Dans les schistes gris, ils sont opaques et troubles, souillés par un nuage d'inclusions d'une extrême ténuité qui voile totalement leur teinte propre, mais ils ne renferment pas de paillettes d'hématite ou d'ilménite comme on en trouve dans la masse des schistes; dans les bandes vertes, leur opacité est moindre et la teinte de fond verdâtre transparait; dans les filonnets, ils sont généralement limpides. Il arrive que certains individus soient partiellement engagés dans un filonnet et partiellement dans le schiste voisin; dans ce cas, ils sont partiellement pigmentés et partiellement limpides, ce qui permet d'étudier leurs propriétés optiques.

On peut ainsi se rendre compte que ces chloritoïdes sont vert jaunâtre pâle, faiblement pléochroïques dans les teintes vert jaunâtre et incolore, le maximum d'absorption se produisant toujours suivant l'allongement des sections (*Np* ou *Nm*); leur biréfringence est très faible; les cristaux sont maclés, les fines lamelles polysynthétiques se terminent généralement en coin. Pléochroïsme et biréfringence sont ceux de la variété manganésifère de chloritoïde <sup>(1)</sup>, habituelle aux roches d'Ottré et de Lierneux, à laquelle nous avons proposé de réserver le nom d'ottrélite <sup>(2)</sup>. C'est pourquoi nous donnons aux roches dont il est question le qualificatif d'ottrélitifères.

La *structure* acquise par les schistes gris à la suite des *déformations plastiques* est « hélicitique » : des traînées subparallèles de séricite séparent des bandes quartzophylliteuses dans lesquelles les phyllites s'infléchissent, en général, à partir des traînées sériciteuses. Ces dernières correspondent aux surfaces de glissement; les masses intermédiaires ont subi un écoulement, et leurs éléments, primitivement rectilignes, ont pris, de ce

(1) Ces minéraux donnent la réaction chimique du manganèse.

(2) F. CORIN, Contribution à l'Étude des Chloritoïdes. (*Bull. Acad. roy. de Belgique*, 5<sup>e</sup> série, t. LV, n<sup>o</sup> 11, pp. 928-931. Bruxelles, 1929.)

fait, une certaine courbure. Le jeu des déformations se reflète dans l'allure des lits de stratification et des joints de failles; les uns et les autres sont plissotés et déviés par les surfaces de glissement. Macroscopiquement, cette conformation se traduit par le gaufrage.

Les surfaces de glissement peuvent être déviées par les porphyroblastes. Cela se présente régulièrement dans le cas des nœuds de chlorite qui sont ellipsoïdaux, sans aplatissement marqué; ces nœuds ont subi un certain écrasement; les clivages de la chlorite et de la muscovite, minéraux flexibles, ondulent lorsqu'ils sont disposés transversalement aux surfaces de glissement. Les porphyroblastes de chloritoïde sont, dans la majorité des cas, plus ou moins étalés suivant les surfaces de glissement; leur forme très aplatie a favorisé cette orientation. Ils sont parfois aussi disposés transversalement à ces surfaces, qui s'infléchissent alors brusquement à leur contact, mais, plus rigides que les nœuds de chlorite, ils n'ont pas alors subi de flexion; ils se sont parfois brisés.

Les schistes gris sont entièrement recristallisés; ils ne renferment aucune trace nette de matériel clastique résiduel. La signification exacte des nœuds de chlorite nous échappe encore.

#### SCHISTES VERTS OTTRÉLITIFÈRES

Les bandes gris verdâtre plus ou moins larges intercalées dans les schistes gris ne diffèrent de ces derniers que par leur couleur vert pâle et par l'aspect plus translucide de leur masse. Celle-ci est sériciteuse et chloriteuse, relativement peu pigmentée, et les porphyroblastes de chloritoïde sont irrégulièrement délimités comme dans les schistes gris. Mais il existe également des *schistes vert foncé*, qui sont de véritables chloritoschistes ottrélitifères.

*Sous le microscope*, ces derniers se montrent principalement formés de chlorite, écailleuse verte ou incolore et de quartz; la séricite n'y joue qu'un rôle subordonné. Les surfaces de glissement ont la même disposition dans les roches précédemment décrites, mais la séricite y est en majorité remplacée par la chlorite.

La *masse* renferme d'abondants microlites de rutilé (1), de très nombreux et minuscules microlites d'apatite, de rares indi-

(1) La présence du titane a été constatée par essai chimique.

vidus très ténus de tourmaline verte et quelques grains isolés de ferrites. On y trouve en outre quelques nœuds de chlorite incolore et de nombreux porphyroblastes d'ottrélite; des filonets de chlorite vert pâle sillonnent la roche.

Les porphyroblastes d'ottrélite n'ont ni l'opacité ni la forme irrégulière qu'ils ont dans les schistes gris et dans les bandes vertes qui sont subordonnées à ces derniers; leurs sections transversales sont généralement terminées par des lignes droites; elles ont en outre une structure en sablier, leurs couches externes étant limpides, tandis que la partie intermédiaire est légèrement trouble. Les propriétés optiques, bien observables, sont celles de l'ottrélite manganésifère (1).

#### SCHISTES VIOLACÉS OTTRÉLITIFÈRES

Les schistes violacés ottrélitifères ont une teinte plus violacée que les schistes gris; ils renferment de très nombreux lits d'oxydes, dont l'épaisseur varie de moins de 1 mm. à plus de 3 mm. (2). Ils sont finement feuilletés et leurs surfaces de clivage ont un aspect lustré; les lits de stratification sont finement gaufrés. Les disques d'ottrélite sont rouge grenat et opaques (3).

---

(1) Contrôlé par l'essai chimique.

(2) Leur substance donne les réactions chimiques du fer et du manganèse.

(3) Il existe une relation entre l'aspect macroscopique et la constitution microscopique de ces roches :

L'aspect soyeux est dû à la présence de séricite. En l'absence de pigment, une pâte sériciteuse est de teinte blanche ou vert pâle et translucide, comme c'est le cas pour les bandes vertes; un pigment d'hématite finement disséminé lui donnerait la teinte grise, gris violacé ou gris bleuâtre et l'aspect mat qui caractérisent, par exemple, les schistes gris.

La prédominance de la chlorite donne aux schistes un aspect plus compact, une teinte foncée et un lustre très marqué, comme c'est, par exemple, le cas pour les chloritoschistes ottrélitifères vert foncé.

La présence de paillettes d'hématite étalées parallèlement donne aux surfaces un aspect luisant ou lustré qui est celui que présentent, sur le clivage, les schistes violacés ou les lits d'oxyde.

Les cristaux d'ottrélite manganésifère sont vert pâle ou vert olive, tandis que les chloritoïdes ferrifères sont vert noirâtre (type de Viesalm). Un pigment ferrugineux très fin les rend rouge grenat et opaques.

Les structures elles-mêmes sont caractéristiques: les surfaces de glissement apparaissent nettement sur les cassures transversales, et le gaufrage est un indice de structure hélicitique.

On observe, localement, dans ces roches, des lits discontinus verdâtres qui seront l'objet d'une mention spéciale.

*Sous le microscope*, les schistes violacés se montrent très riches en séricite et surtout en pigment rougeâtre. Ce dernier, en fins granules, est en partie de l'hématite, en partie aussi, pensons-nous, un oxyde hydraté de fer, car la majorité des granules n'ont pas la couleur rouge sang de l'hématite typique, mais bien une teinte rouge jaunâtre. Des granules noirs, opaques, particulièrement abondants dans les lits noir bleuâtre intercalés dans les schistes violacés, pourraient être rapportés à des oxydes de manganèse.

La pâte renferme des microlites de rutilé, peut-être aussi d'apatite et de tourmaline.

Les *porphyroblastes* d'ottrélite sont généralement opaques, très rarement translucides et verdâtres; leurs contours sont toujours irréguliers. Ils voisinent avec quelques nœuds de chlorite.

La *structure* est analogue à celle des roches précédentes. Les traînées correspondant aux surfaces de glissement sont constituées par une concentration de séricite et de pigment, ce dernier les rendant presque opaques. Les espaces intermédiaires sont remplis de quartz, séricite et pigment ferrugineux en grains épars.

Les porphyroblastes d'ottrélite sont généralement flanqués d'une auréole limpide de quartz fibreux, chlorite et muscovite, surtout développée dans le sens de l'étirement de la roche.

Les *lits verdâtres discontinus* n'offrent aucune analogie avec les bandes vertes des schistes gris. Ce sont des roches très spéciales, de structure *ocellée* : des corps elliptiques, agrégats de muscovite incolore ou verdâtre, en sont les éléments essentiels. Ils forment les mailles d'un réseau que dessinent des linéoles de séricite, pigment, etc. Nous ignorons l'origine de cette structure.

#### COTICULE

Parmi les roches salmiennes de Walque, on remarque, particulièrement, des lits de coticule blanc verdâtre ou blanc jaunâtre, d'aspect cireux, semblables aux couches de coticule de Salm-Château, interstratifiés dans un schiste très fin, rouge violacé, luisant ou mat, localement pailleté. Leur épaisseur varie de moins de 1 mm. à plus de 50 mm. Ils sont plissotés et faillés comme dans les gisements classiques.

On connaît par ailleurs la constitution microscopique de cette roche exceptionnelle qu'est le *coticule de Salm-Château* (1) : une pâte de fond sériciteuse (ou chloriteuse) (2) englobe une multitude de grenats spessartine et de microlites de rutile. Les grenats sont de calibres variés, mais n'atteignent que rarement 0<sup>mm</sup>02. Ils sont, le plus souvent, de forme arrondie, parfois aussi, cristallographiquement bien formés. Ils sont généralement dispersés dans la roche, parfois même très espacés; tout à fait exceptionnellement, ils forment des concentrations presque massives. Bien qu'assez brusque, la transition entre le coticule et le schiste violacé qui l'encadre est, à l'échelle microscopique, toujours progressive : la pâte s'y charge de pigment d'oxyde de fer, au point d'en devenir opaque, tandis que les grenats subsistent pour la plupart.

Le *coticule de Walque* est essentiellement formé de grenats spessartine (3) arrondis et relativement gros (0<sup>mm</sup>02), en concentration massive. La pâte de fond n'est nulle part visible et ne manifeste sa présence que par une polarisation générale de la roche. Celle-ci s'éteint d'un bloc suivant la stratification. Quelques lamelles de phyllites donnent à l'ensemble une structure linéaire. Le rutile paraît faire défaut. De petites mouches d'un carbonate spathique sont disséminées dans la masse (4).

Le *schiste encaissant* est zonaire. Au contact immédiat du coticule, il ne diffère de ce dernier que par son pigment rougeâtre : les grenats se teintent sans qu'on puisse distinguer les éléments de pigmentation, tandis que des granules épars d'oxyde de fer sont disséminés entre eux. A quelque distance du coticule, il se charge, par zones, de grandes lamelles de muscovite, de nœuds de carbonates et de plages de quartz qui

(1) A. RENARD, Mémoire sur la structure et la composition minéralogique du Coticule... (*Mém. in-4° de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XLI, 1877.) — J. ANTEN, Le Salmien métamorphique du Sud du massif de Stavelot. (*Mém. in-4° de l'Acad. roy. de Belgique*, 2<sup>e</sup> série, t. V, 1923.)

(2) Voir la note 1, p. 118.

(3) Un fragment de ce coticule donne une forte réaction du manganèse, une faible réaction du fer, mais un essai pour titane n'a pas donné de résultat.

(4) Nous n'avons pas pu isoler ces minéraux carbonatés pour en déterminer la nature, pas plus que nous n'avons pu le faire pour les veinules carbonatées qui sillonnent le coticule. Dans certaines veines relativement épaisses, il s'agit toutefois d'un carbonate rosé, manganésifère, sans doute de la diallogite.

lui donnent un aspect blastopsammitique. Ces éléments sont tantôt subordonnés à la pâte phylliteuse grenatifère, tantôt concentrés en lits. C'est ainsi que certaines zones sont de fins quartzites à ciment d'hématite et de carbonates, entremêlés de grandes lamelles de muscovite et de chlorite, tandis que d'autres présentent un aspect oëillé, de grandes plages de carbonates associés à de la chlorite ou à de la muscovite formant les mailles d'un réseau entre lesquelles s'intercale un ciment noirâtre riche en granules de ferrites.

Les schistes fins présentent, de part et d'autre du coticule, et suivant une orientation unique, la *structure hélicitique*. Lorsque les surfaces de glissement forment un angle assez grand avec la stratification, on les voit disparaître au passage des lits quartzitiques et s'estomper au voisinage du coticule, où subsiste, seule, la structure linéaire orientée suivant la stratification.

Il existe quelques filonnets transversaux carbonatés et des veines de décollement suivant la stratification. Ces dernières sont minéralisées en un remplissage confus de muscovite et de chlorite, parfois en carbonates. Dans les veines micacées, on observe quelques grenats, associés ou non à des carbonates, et fréquemment *alignés en files normales à l'axe des veines*. Ces alignements se répètent périodiquement, comme s'ils correspondaient à des fissures transversales produites par étalement <sup>(1)</sup>.

Dans certains spécimens très déformés, le coticule ne subsiste qu'en traînées dans une masse micacée. A la charnière des plis, l'ensemble est d'aspect fluidal, les traînées de coticule se contournant en tous sens à la manière des filets liquides dans une zone de remous.

#### QUARTZOPHYLLADES VIOLACÉS ZONAIRES

Les quartzophyllades violacés présentent l'aspect des roches de même type de Salm-Château et d'Ottré. Elles sont de teinte violacée, ternes, finement zonées de bandes claires et foncées dont l'épaisseur varie de  $\frac{1}{2}$  à 5 mm.

*Sous le microscope*, ces roches se montrent finement quartzophylladeuses, de fins lits quartzitiques alternant avec des lits phylliteux.

---

(1) Le phénomène est classique et, notamment, décrit par B. SANDER (*Gefügekunde des Gesteine*). Il est, dans son origine, analogue à la production des veines dans le boudinage. Voir F. CORIN, A propos du boudinage en Ardenne. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XLII, pp. 101-117, 1932.)

La pâte est formée de quartz, de séricite, de chlorite et d'un fin pigment d'oxydes de fer. On y observe un peu de carbonate.

Des lamelles de mica et de chlorite contribuent à donner à l'ensemble un aspect blastopsammitique, mais tous les éléments sont de dimensions plus exiguës que dans les schistes encaissant le coticule.

La *structure de déformation* se manifeste par une ondulation dans les alignements de phyllites et par l'indication de surfaces de glissement rapprochées, qui n'ont ni la régularité ni la netteté des surfaces analogues des schistes gris ottrélitifères.

#### FILONS CARBONATÉS

Dans le voisinage du niveau à coticule, les roches salmiennes sont traversées par quelques filons de quartz renfermant, principalement à leur bordure, des concentrations de chlorite et de carbonates. Les carbonates sont, à l'état frais, de couleur rose; par altération, ils deviennent bruns. Les caractères chimiques sont ceux d'une diallogite (rhodochrosite) ferrifère. Malheureusement, de fines inclusions, qui sont probablement de l'oxyde de fer, rendent infructueux tout essai d'analyse chimique exacte.

#### RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Le Salmien supérieur de Walque est, par sa constitution, analogue à celui de Lierneux, Vielsalm et Recht. Il est formé de quartzophyllades zonaires violacés, de schistes violacés à coticule et de schistes gris et verts ottrélitifères. Par la richesse en manganèse de ses roches, il se rapproche surtout du Salmien de Lierneux. L'analogie se retrouve dans le facies métamorphique qui est caractérisé par l'abondance de l'ottrélite et par la présence de coticule. La pâte est formée des mêmes minéraux de part et d'autre.

Il est à remarquer néanmoins que la cristallinité est, dans les roches de Walque, moins développée que dans les roches analogues de la zone métamorphique de Vielsalm. Dans les niveaux les plus grossiers, une structure blastopsammitique est en outre, peut-être, un reste de structure clastique originaire. Cette comparaison soulève d'intéressants problèmes touchant les premières manifestations du métamorphisme. En particulier, la présence de coticule et l'abondance dans celui-ci de grenats posent le problème de l'origine même de cette roche et celui de

la signification des grenats spessartine dans le métamorphisme.

Disons enfin que les roches étudiées sont des tectonites. Leur déformation semble bien être paracristalline, mais la finesse des éléments en complique singulièrement l'étude.

---

**Contribution à l'étude tectonique du Bassin de Namur,  
au confluent de la Sambre et de la Meuse et aux alentours  
immédiats de la ville.**

---

*Deuxième note* : **LE SITE GÉOLOGIQUE DE LA CITADELLE,**

par F. KAISIN (1).

(Pl. I à V.)

La Sambre, avant de s'engager sur le territoire de la ville de Namur, décrit un ample méandre grâce auquel, entre le lieu dit *La Gueule du Loup* et le faubourg de *Salzennes-les-Moulins*, elle coule très approximativement du Sud au Nord, c'est-à-dire parallèlement à la direction moyenne que suit la Meuse en amont de Namur (2).

Le confluent de ces deux cours d'eau est dominé par un éperon diédrique dont un flanc fait à peu près exactement face au Nord, tandis que le regard de l'autre est Est 52° Sud. L'un et l'autre, correspondant à une rive concave, ont des pentes escarpées dont il a été habilement tiré parti lors de la construction des fortifications anciennes.

Du haut de celles-ci, notamment de la *Tour des Guetteurs* (3) ou de l'esplanade qu'elle termine au Nord-Est, on peut embrasser du regard le bassin houiller dans toute sa largeur. Au Nord, on voit clairement se dessiner en relief une bordure dinantienne, jalonnée par de nombreuses carrières ouvertes dans des couches à faible plongement Sud. Au Midi, sur la rive gauche de la Meuse, on distingue sans peine, par temps clair, les rochers escarpés de *La Pairelle* formés par les calcaires viséens (V2cx et V2c de la Carte géologique, V3a et V3b de la nouvelle légende)

---

(1) Note rédigée pour servir de compte rendu à l'excursion faite par la Société le 25 juin 1932, sous la conduite de l'auteur.

(2) Voir à ce sujet le croquis de situation accompagnant notre première note. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XLII, 1932, p. 287.)

(3) Voir le croquis de situation ci-annexé, fig. 1.

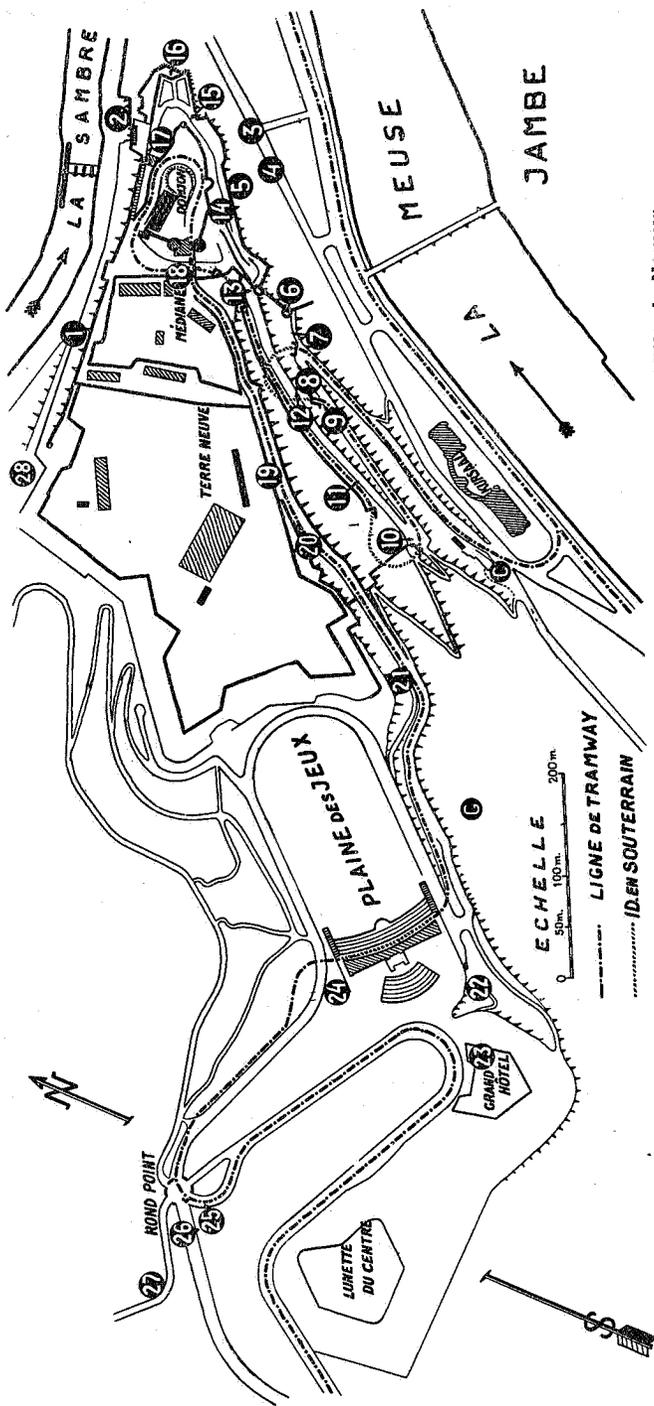


Fig. 1. — Croquis de situation établi d'après le plan au 1 : 1.000 dressé par la Ville de Namur.  
 Les numéros inscrits sur ce croquis sont les mêmes que ceux qui figurent sur les deux coupes de la planche I.

en dressants renversés et plissés. Mesurée perpendiculairement à la direction des couches dinantiennes, qui est sensiblement la même au Sud et au Nord, la largeur du bassin est de 3 km. 400 mètres au méridien de la ville.

Le site géologique de la Citadelle de Namur, comprenant les anciennes fortifications, le Parc public, le Stade, le Théâtre de plein air et le Grand Hôtel du Château est donc tout entier sur le terrain houiller inférieur ou étage Namurien et en majeure partie sur la coupure de l'assise d'Andenne que la légende de la Carte géologique note *H1b*.

Les couches de houille maigre et terreuse qui appartiennent à l'étage Namurien ont fait l'objet de trois concessions minières dites du Château, de La Plante et de la Basse-Marlagne. Actuellement les travaux y sont abandonnés partout. Le dernier siège demeuré en activité est celui du Château, qui a été exploité jusqu'à l'an dernier, par une galerie à flanc de coteau, dont l'œil se voit à peu de distance de l'extrémité Sud du Casino (fig. 1, point C). L'aérage des travaux souterrains de ce siège était assuré par le puits n° 2, dont l'orifice a été dissimulé par une cheminée construite dans le style des ouvrages en maçonnerie nécessités par l'aménagement des abords de la Citadelle en parc public. (Pl. I.)

Lors de cet aménagement, de belles coupes ont été masquées par des murs de soutènement. Par compensation, d'autres ont été créées <sup>(1)</sup>; contrairement à ce qu'on pourrait penser de prime abord, les affleurements du sous-sol rocheux de ce site demeurent très abondants et sont, comme on le verra, du plus haut intérêt.

Pour les étudier sans rien omettre, il faut connaître les aîtres à fond. En dehors des observations possibles dans les endroits accessibles au public, nombre de beaux affleurements, naturels ou artificiels, se trouvent dans des propriétés privées, dans les souterrains de l'ancienne forteresse et dans l'enceinte de bâtiments militaires non encore désaffectés. Un puits non maçonné, dont l'orifice se trouve à proximité du donjon (pl. I, n° 17), descend jusque sous le niveau de la Sambre. Un autre, paraît-il, existe ou a existé dans la Citadelle même.

Une excursion comme celle que l'auteur de ces lignes a eu l'honneur de conduire le 25 juin dernier, pour faire voir la

(1) Cf. F. KAISIN, La coupe de la Citadelle à Namur. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXXIV, 1924, pp. 93-101, pl. V.)

structure tectonique de l'assiette rocheuse de la Citadelle, comporte nécessairement un itinéraire accidenté, passant d'une voie publique à un parc privé, d'une route carrossable aux souterrains de l'ancien fort, d'un chemin de ronde à un escalier; le groupe des participants fut même aperçu un instant dans la gouttière d'une maison de la rue Notre-Dame, puis sur un toit plat, seul poste d'observation permettant d'examiner une coupe des plus instructives. (Pl. I, n° 3.) La rareté du fait mérite évidemment que le souvenir en soit conservé.

Le travail de préparation de cette journée d'études m'a été considérablement facilité par les autorités locales et par les propriétaires. L'Administration communale de Namur, représentée en l'occurrence par M. Cambron, chef de service, s'est montrée d'une obligeance parfaite à l'égard de la Société belge de Géologie et de moi-même. Messieurs les officiers du 4<sup>e</sup> régiment du génie m'ont ménagé un accueil dont je garde le meilleur souvenir. M. le capitaine Kindt, commandant la compagnie-école du régiment, m'a fait bénéficier de sa connaissance approfondie des anciens ouvrages fortifiés et des souterrains. Le lieutenant Triquet m'a communiqué très aimablement des renseignements qui ont été pour moi d'un grand prix <sup>(1)</sup>. M. le Dr Masoin, propriétaire de *La Feuillée*, nous a fait les honneurs de sa vaste propriété avec la plus grande bonne grâce. Enfin, *last but not least*, notre éminent confrère M. Viatour, ingénieur en chef, directeur des Mines, à Namur, en nous ouvrant libéralement les précieuses archives conservées dans ses services, a facilité largement notre tâche. Il m'est très agréable de trouver ici l'occasion de leur exprimer à tous mes vifs remerciements.

Pour m'acquitter de toutes les obligations que j'ai contractées, je dois faire mention de l'aide très efficace que m'ont apportée deux de mes jeunes collaborateurs. On verra sans peine avec quel soin et quel talent M. Constantin Sorotchinsky a dessiné la planche hors texte qui accompagne le présent compte rendu. Dans l'exécution des levés minutieux et des innombrables mesures qui sont nécessairement à la base de pareil travail, l'assistance quasi constante de mon fils, F.-J. Kaisin, ingénieur civil des Mines, m'a été très précieuse. Il en a été de même en ce qui concerne le dépouillement et la mise

---

(1) MM. le capitaine Kindt, le lieutenant Masuy et le lieutenant Triquet, invités par la Société, ont assisté à l'excursion du 25 juin 1932.

en œuvre de nombreux documents tirés des archives du Musée Houllier de Louvain, que M. le baron de Dorlodot, directeur de cette institution, a mises à notre disposition avec un empressement dont je lui suis très reconnaissant.

Les plus anciens d'entre nous se rappelleront sans doute que le P. Gaspar Schmitz, S. J., avait étudié attentivement, il y a une trentaine d'années, le terrain houiller de la Citadelle, dont il avait pris des photographies qui ont eu leur heure de célébrité <sup>(1)</sup>. Avec la collaboration active de MM. Ghequière et Philippart, qui étaient alors étudiants, et de M. T.-J. Lambert, ancien directeur du Charbonnage du Château, il avait réuni une importante série d'observations qui, jointes à nos souvenirs personnels, ont permis la reconstitution des parties de coupes que dissimulent des travaux de muraillement relativement récents. J'aime à clore cet alinéa, consacré aux remerciements, par un hommage à la mémoire déjà un peu effacée du R. P. G. Schmitz, qui fut, dans la Basse-Sambre, aux côtés de notre savant collègue M. X. Stainier, un ouvrier de la première heure.

#### I. — LA RIVE DROITE DE LA SAMBRE

Entre le *Pont de l'Évêché* et le vieux pont de pierre appelé à Namur le *Pont de Sambre*, la rive droite de la rivière est orientée approximativement de l'Ouest à l'Est, c'est-à-dire parallèlement à l'allongement général du bassin.

Mais en cet endroit, les couches subissent une inflexion vers le Sud-Est, qui les amène à couper le méridien sous un angle de près de 40°.

L'orientation exacte de la partie la plus intéressante de la coupe qui se voit le long de la Sambre, en contre-bas de la *Rampe Verte*, puis dans la rue du *Bord-de-l'Eau*, est Ouest 7° Nord. En consultant notre croquis de situation, figure 1, on verra que la Meuse, en amont de son confluent avec la Sambre, décrit une courbe ouverte vers le Sud-Est. La direction moyenne du versant gauche, au flanc duquel ont été relevés les éléments de la planche I, est Nord, 38° Est, c'est-à-dire à peu près exactement transversale par rapport à la direction des axes tectoniques. L'angle entre les deux coupes représentées planche I est exactement de 45°.

Ces deux coupes ont été dessinées telles qu'elles se voient.

(1) Voir, notamment, E. HAUG, *Traité de Géologie*, t. I, pl. VI, fig. 1. Paris, 1907.

La déformation des allures est pratiquement nulle pour le versant de la vallée de la Meuse. Il n'en est pas de même pour la coupe de la Sambre, mais il est aisé de déterminer les allures

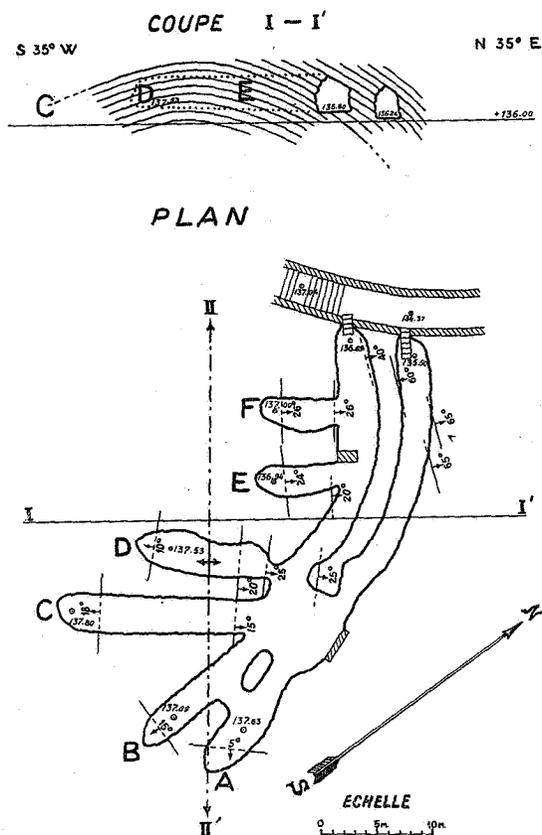


FIG. 2. — Plan et coupe de l'anticlinal de « La Patte d'Oie », dans les souterrains de la Citadelle.

vraies à partir des allures apparentes. Le présent fascicule du *Bulletin* de la Société contient précisément des abaques <sup>(1)</sup> qui rendent cette transformation très rapide.

La liaison d'une coupe à l'autre est assurée par les observations faites par F.-J. Kaisin dans la partie des souterrains de la Citadelle dont les parois n'ont reçu aucun revêtement. Sous la partie des anciens ouvrages marqués *Terre-Neuve* sur notre croquis de situation, au voisinage immédiat du fossé de

(1) Dressés par F.-J. Kaisin.

*La Médiane*, plusieurs galeries divergentes partant d'un même axe et presque d'un même point montrent le rocher nu. Cette partie des souterrains s'appelle *La Patte d'Oie*. F.-J. Kaisin y a étudié et soumis à de nombreuses mesures, un anticlinal déjeté au Nord-Est, dont l'axe culmine à la cote +137; dirigé du Sud-Est au Nord-Ouest, cet axe laisse voir un ennoyage net vers la Sambre et vers la Meuse (fig. 2, II-II'). Au Nord-Ouest le pli est visible sous la Grand'Garde (pl. I, n° 28), tandis qu'au Sud-Est il affleure en amont de la *Tour* dite de *César*, dans la boucle que décrit en tunnel la voie du chemin de fer électrique de la *Route Merveilleuse*. (Pl. I, n° 8.) Des mesures effectuées dans de bonnes conditions en ces deux points ont donné  $i=18^\circ$  N.-W. vers la Sambre et  $i=16^\circ$  S.-E. vers la Meuse. La partie Nord-Est de l'éperon de la Citadelle de Namur est donc affectée par un anticlinal transversal dont la coupe en long, s'il fallait en juger par les angles d'ennoyage relevés, offrirait des inclinaisons remarquablement symétriques.

D'autre part, lors de l'excursion du 30 avril 1932, entre Salzinnes-les-Moulins et la gare de formation de Ronet <sup>(1)</sup>, on a pu constater l'existence d'un fort ennoyage vers l'Est. Entre cette section méridienne et la coupe de la rue du Bord-de-l'Eau, il faut donc admettre l'existence d'un synclinal transversal.

On se rappellera que la terminaison orientale des gisements d'âge westphalien de la Basse-Sambre n'est qu'à 3,000 mètres à l'Ouest du méandre auquel la coupe de Ronet à Salzinnes-les-Moulins doit son orientation méridienne. Il est de toute évidence que cette terminaison est due à un relèvement d'axe longitudinal et que l'ennoyage général de la pointe est vers l'Ouest, c'est-à-dire inverse de ce qu'il est à Ronet. Au synclinal transversal qui vient d'être mis en évidence entre la coupe de la Citadelle et celle de Salzinnes-les-Moulins succède donc, vers l'Ouest, une zone anticlinale transversale.

Pour rester strictement dans les limites de notre programme, qui est de recenser les faits de la manière la plus objective, réservant les considérations théoriques pour un chapitre final, il est utile de remarquer que ce qui vient d'être dit des ennoyages et des relèvements d'axe n'a de rigueur qu'en ce qui concerne la bande dont fait partie l'extrémité Nord-Est du plateau de la Citadelle. La suite des observations permettra

(1) F. KAISIN, *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XLII, pp. 280-302, pl. XV et XVI.

de déterminer l'importance de ces déformations au point de vue de la structure d'ensemble.

L'anticlinal dont la présence a été relevée dans la *Patte d'Oie* vient affleurer sous l'ancien corps de garde au côté Sud de l'*Esplanade des Canons*. (Pl. I, n° 28, et pl. II, fig. 1.) Il y apparaît comme une voûte surbaissée, légèrement déjetée au Nord-Est. On y a relevé les données suivantes : Flanc N.-E.,  $i=15^{\circ}$  N.-E.;  $d=E. 22^{\circ}$  S. Flanc S.-W.,  $i=25^{\circ}$  S.-W.;  $d=N. 10^{\circ}$  E. L'ennoyage se marque donc nettement par l'écart des directions.

A l'extrémité orientale de l'affleurement, les couches se relèvent pour former un synclinal dont la charnière est visible. Si l'on descend vers la Sambre par le chemin parallèle à la chaussée dite *Rampe Verte*, on rencontre, à peu près à mi-distance, un contact anormal de couches plongeant en sens inverse, sans aucun indice de repliement en charnière (pl. III, fig. 3). La cassure qui sépare les deux massifs incline de  $85^{\circ}$  au Sud-Ouest. Après un espace sans affleurements on trouve un très important faisceau de couches dont l'inclinaison générale est voisine de  $35^{\circ}$  S.-W. Il est visible que ces grands plats se continuent vers le haut de manière à se raccorder à quelques affleurements visibles plus haut sous les murailles et à la partie supérieure de la coupe de la *Rampe Verte*. (Voir pl. I.) Les mêmes allures se voient à l'intérieur du pavillon protégeant l'orifice du puits déjà mentionné. (Pl. I, n° 17.) Enfin, on ne peut se refuser à reconnaître qu'elles appartiennent au même élément tectonique que les grandes plateaux qui forment le bel escarpement que domine la *Tour des Guetteurs*. (Pl. I, n° 15.) On possède donc une liaison sûre entre la coupe de la Sambre et celle de la Meuse.

Le long de la *Rampe Verte* les allures sont beaucoup plus compliquées. Au-dessous des plateaux, au voisinage du portail, on reconnaît aisément la présence de trois failles plongeant au Sud-Ouest et découpant la partie inférieure de la coupe de la *Rampe Verte* en minces écailles ayant glissé les unes sur les autres vers le Nord-Est. En gros, chacune de ces lames présente les caractères distinctifs de ce qu'on appelle zone brouillée dans les gisements houillers. On y distingue cependant des courbures qu'on peut considérer comme représentant la charnière de petits plis, dus sans aucun doute, à l'entraînement vers le Nord-Est. Au voisinage du portail, l'analyse tectonique est relativement aisée et l'on constate que la coupe se termine par un pli en S, cassé dans son flanc moyen et suivi d'un anticlinal à peine déjeté au Nord-Est.

Le flanc Nord de cet anticlinal est visible également au droit de la face Est du pied-droit Sud du portail. Il y présente les mêmes allures, que l'on peut suivre jusqu'à les voir buter contre des couches plongeant en sens inverse. Ce mode de contact ne peut évidemment s'expliquer que par l'intervention d'une quatrième faille qui, selon toute vraisemblance, est du même type que les trois précédentes.

Les couches à pied Sud qui viennent d'être mentionnées forment la partie Ouest d'un bel affleurement rocheux situé dans la rue du Bord-de-l'Eau, immédiatement à l'aval du départ de la *Rampe Verte* (pl. II, fig. 2). L'allure générale, en cet endroit, est celle d'une voûte surbaissée, qu'au premier abord on pourrait prendre pour régulière. Il est cependant évident qu'une faille plate, plissée elle aussi en anticlinal, passe vers le milieu de l'affleurement. Sa présence se révèle par l'existence d'un lambeau de poussée pincé entre ses lèvres. On peut aussi la mettre en évidence en prenant la peine de multiplier les mesures au clinomètre et à la boussole. Les valeurs obtenues montrent que la coupe se compose de deux anticlinaux superposés l'un à l'autre par le jeu d'une faille plissée. Je crois pouvoir faire remarquer qu'à l'heure actuelle, parmi les observateurs soucieux de traiter les problèmes tectoniques avec toute la rigueur accessible, en accumulant les mesures exactes, il n'en est plus aucun qui puisse parler de failles planes ou de plan de faille autrement que par lapsus. Loin d'être anormal ou exceptionnel, le cas qui vient d'être examiné est parfaitement conforme à une règle générale d'ordre statistique.

En plongeant vers l'amont, la faille plissée du *Bord-de-l'Eau* va passer, de toute évidence, sous les trois écailles de la *Rampe Verte*; l'inclinaison inverse qu'elle présente vers l'aval l'oblige à passer aussi par dessous un important paquet de couches que la démolition de quelques vieilles bicoques a récemment mis à découvert (1).

La coupe mise à nu vis-à-vis de la Halle aux Poissons montre, dans sa partie supérieure, l'allure d'un synclinal déjeté au Nord-Est, dont le flanc amont plonge de 40° vers l'aval, tandis que l'inclinaison du flanc aval n'est que de 25° vers l'amont. Le dégagement de cette section n'est que partiel, une zone médiane étant encore masquée par un placage de maçonnerie.

---

(1) Cette partie de la coupe n'était pas encore visible au moment de l'excursion du 30 juin 1932. Les quelques lignes qui suivent ont été ajoutées au cours de l'impression.

Le bas de la coupe, étudié en détail au clinomètre et à la boussole, montre qu'il doit y avoir contact anormal entre le haut et le bas du rocher et que, par suite, une faille plissée, de type tout à fait semblable à la précédente, doit se dissimuler sous les hourdis. L'allure de la première étant anticlinale, tandis que la seconde est déprimée en synclinal, on pourrait être tenté de les raccorder l'une à l'autre et d'en faire une seule surface ondulée. Mais ce que l'on voit de la structure des alentours immédiats s'accorde mieux, tout au moins jusqu'à l'achèvement des démolitions, d'un raccordement de la faille en cuvette avec celle qui affleure au droit de la face aval du portail de la *Rampe Verte* (1).

Les observations faites sur la face Nord de l'éperon de la Citadelle ont été représentées de manière aussi exacte que faire se peut sur le dessin dont la planche I est une reproduction. L'ensemble des traits de structure de ce versant montre deux faits essentiels : Le premier est la présence, sous une grande plaque rigide constituée par de grandes plateaux, d'une zone hachée par des failles dont il est impossible de méconnaître le type, qui est celui des failles de charriage plissées. Le second est l'existence d'ondulations transversales d'allure alternativement synclinale et anticlinale, qui interfèrent avec les plis longitudinaux. L'existence d'ennoyages variables peut être rendue évidente par l'étude détaillée des nombreuses données relevées au clinomètre et à la boussole. Elle se décèle clairement au point 2 de notre coupe, dans la rue du Bord-de-l'Eau (2).

(1) Fin du passage ajouté après l'excursion.

(2) L'anticlinal situé au voisinage immédiat et à l'aval du portail d'où part la *Rampe Verte* de la rue du Bord-de-l'Eau a fourni les mesures suivantes :

Flanc Nord :  $d = E. 10^{\circ} S.$ ;  $i = 20^{\circ} N.$

Flanc Sud :  $d = E. 34^{\circ} S.$ ;  $i = 16^{\circ} S.$

L'angle de ces deux directions est de  $24^{\circ}$  et s'ouvre à l'Est-Sud-Est. Le pli s'ennoe donc vers  $W. 22^{\circ} N.$ , c'est-à-dire vers la Sambre et vers la partie Nord de la coupe de Salzinnes-les-Moulins-Ronet.

L'anticlinal qui se voit contre la face Ouest du même portail a fourni :

Flanc Nord :  $d = E. 10^{\circ} S.$ ;  $i = 72^{\circ} N.$

Flanc Sud :  $d = E. 40^{\circ} S.$ ;  $i = 45^{\circ} S.$

L'angle de ces deux directions est de  $30^{\circ}$  et s'ouvre vers l'Est-Sud-Est comme le précédent. L'ennoyage est donc vers la Sambre. (Mesures de F.-J. Kaisin.)

## II. — LA COUPE DE LA RIVE GAUCHE DE LA MEUSE

Si, en quittant la rue du *Bord-de-l'Eau* on se rend, par la placette du *Pied-du-Château*, vers la rue Notre-Dame, on n'aperçoit guère du côté de la Citadelle que des muraillements dont l'ensemble est dominé par l'imposant complexe qui affleure, en plateau, sous l'ancienne Tour des Guetteurs. (Point 15 de nos coupes, pl. I.) Au droit du débouché de la rue Courte, qui joint le boulevard *Ad Aquam* à la rue Notre-Dame, se trouvent la *Chapelle Saint-Materne* (pl. I, n° 3) et des bâtiments abritant un patronage. Derrière ces constructions le rocher présente une paroi à peu près verticale, formée d'un ensemble de couches gréso-schisteuses dans lequel, en général, la stratification est extrêmement nette. On peut donc y discerner très facilement les moindres changements d'allures.

Le P. Schmitz, qui a pris vers 1900 la photographie de cette coupe que reproduit notre planche III, figure 4, inscrit au bas de la seule épreuve qui existe à ma connaissance : « Seconde plateure Sud, Failles nombreuses au-dessus de la Chapelle Saint-Materne ». En réalité, il est difficile de retrouver, dans cette coupe, l'allure de plateau. Par contre, les failles sont très apparentes, ainsi que les repliements. Il n'est pas douteux qu'on soit en présence d'un entassement de lambeaux de poussée fortement serrés les uns contre les autres et *réajustés* au prix de quelques déformations supplémentaires. Le cliché du P. Schmitz et le dessin très précis qui a été fait de cette coupe d'après nature par F.-J. Kaisin (fig. 3) nous dispensent de la décrire en grand détail. Dans l'état actuel des lieux, on ne peut l'approcher d'assez près pour procéder à des mesures directes, si ce n'est tout en bas de sa partie Nord, derrière le chœur de la Chapelle. Le seul endroit d'où l'on puisse l'apercevoir à peu près en entier est le toit du patronage. Cette section a été mentionnée par M. X. Stainier dans son mémoire consacré à la Basse-Sambre (1). Notre savant confrère a émis l'opinion qu'une importante faille de charriage doit passer *vers* la base de l'escarpement. Il est inutile de dire que tous ceux qui ont pu étudier ce bel affleurement partagent pleinement cet avis.

Si, en quittant le patronage Saint-Materne, on fait quelques pas vers le Sud, on trouve entre deux maisons le départ d'un escalier de pierre (pl. I, n° 4) conduisant à la maison de cure

(1) *Annales des Mines de Belgique*, t. XXVII, 1926, pp. 491-555, pl. I-V.

du D<sup>r</sup> Masoin (*La Feuillée*). La première volée de cet escalier aboutit à une sorte d'esplanade d'où l'on peut voir de biais la

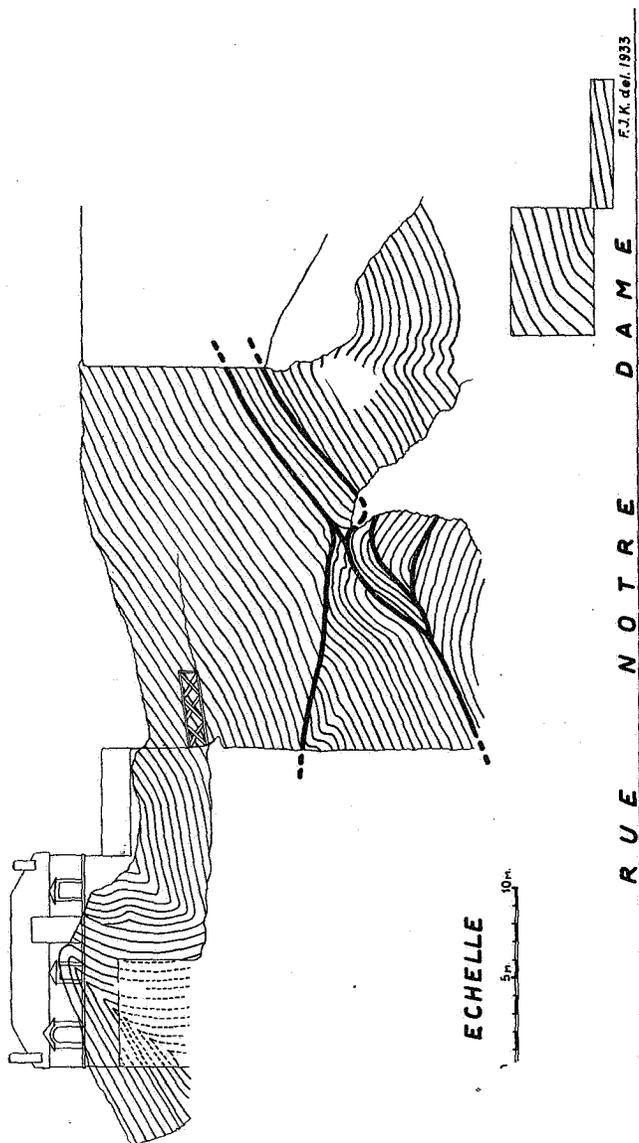


FIG. 3. — Détail des allures relevées derrière la Chapelle Saint-Materne et derrière le bâtiment principal de La Feuillée, en contre-bas du Chemin de Ronde.

coupe précédente; les affleurements visibles au côté Nord de l'escalier permettent de saisir aisément les rapports de cette section avec la coupe que l'on peut étudier derrière la maison

de *La Feuillée*. On s'en convaincra en examinant le croquis que nous en donnons (fig. 3), sur lequel apparaissent, derrière la silhouette du bâtiment supposé transparent pour les besoins de la cause, deux plis déversés au Nord-Est.

Le pli anticlinal paraît bien se retrouver en contre-bas de la maison, dans une allée du jardin. (Pl. I, point 5.) De la porte d'entrée du bâtiment principal de *La Feuillée* part une allée qui traverse le parc en pente douce pour aboutir à la *Tour* dite de *César*. On y voit une coupe à peu près continue qui permet de constater la présence d'une faille inclinant au Sud et passant dans un petit pli, d'une zone affectée par de petits plis en escalier, puis d'une très importante zone de plateurs non déformées, qui se prolongent jusqu'au delà de la *Tour César*. (Pl. I, n° 6.) Il semble qu'on puisse raccorder sans aucun doute cet ensemble de couches demeurées sensiblement planes à l'épais complexe de même allure qui s'aperçoit sous le pied du *Donjon* et sous la *Grande Arche*, jusqu'au point 14 de notre planche I, situé le long du *Chemin de Ronde*. Des plateurs se voient aussi au point 15, sous la *Tour des Guetteurs*, mais il existe, entre ces deux endroits, une zone très disloquée dont l'étude détaillée trouvera place plus loin. Pour l'instant il n'est que de remarquer que les circonstances de lieux permettent un rattachement très précis des coupes de la *Chapelle Saint-Materne*, de *La Feuillée* et du *Chemin de Ronde*.

Au sortir du parc de *La Feuillée*, après avoir dépassé la *Tour César*, entre celle-ci et le premier portail du tramway, on découvre, sous le taillis, un petit pli synclinal suivi d'un petit anticlinal, tous deux déjetés vers le Nord. Adossés au pied-droit Nord du portail, on voit un faisceau de couches redressées, plongeant de 60° au Midi. (Pl. I, point 7.) On retrouve les mêmes allures au côté Sud du portail, où l'on distingue un pli synclinal, assez fortement pincé, déjeté au Nord. Vient ensuite le magnifique anticlinal (point 8) dont la coupe apparaît deux fois dans la courbe en épingle que décrit la route carrossable en amont du premier portail. Ce pli est fortement déjeté au Nord, sa partie supérieure est même déversée. La poussée vers le Nord a été suffisamment accentuée pour amorcer le départ d'une faille dans la direction d'un grand joint plat du fland Sud. On voit ce plat se prolonger au-dessus de la charnière, qui se détache en clair sur le cliché que nous reproduisons planche IV, figure 5. Il semble cependant que le rejet de cette cassure soit très faible.

Le portail II du tramway marque à peu près le fond d'un

synclinal à grand rayon de courbure, auquel succède vers le Sud un anticlinal surbaissé. Le talus éboulé et planté ne laisse rien voir entre ce double pli et le deuxième tournant de la route; mais entre les portails III et IV au pied d'un ancien ouvrage en maçonnerie, puis le long de la route, une coupe continue laisse voir trois anticlinaux séparés par deux synclinaux. Les quatre plis méridionaux (voir pl. I, n° 10) sont nettement déjetés au Nord. L'anticlinal visible entre le *Bastion* et le portail IV est pour ainsi dire droit.

Entre le *Bastion* et la *Tour Joyeuse* (pl. I, n° 13) le muraillement exécuté lors de l'établissement de la ligne de tramway dissimule entièrement une section intéressante dont il ne subsiste plus qu'un rocher demeuré en saillie au point 12, planche II. Au premier abord, on croirait voir quelques bancs en dressants, plongeant au Nord; mais en y recherchant attentivement les différences lithologiques, d'ailleurs faibles, mais nettes, on peut se convaincre qu'il s'agit de plateaux ayant pied Sud.

Le R. P. Schmitz a heureusement laissé dans les archives du Musée Houiller de nombreuses notes concernant ce segment, que j'ai souvent montré jadis à mes élèves mais que je n'avais pas « bertillonné ». Les mesures et les croquis conservés au Musée Houiller et très obligeamment mis à ma disposition par le baron de Dorlodot, directeur de cette institution, permirent de sauver cette coupe de l'oubli. Il m'est agréable de constater que la coïncidence des notes retrouvées avec mes souvenirs personnels et avec les divers recoupements auxquels elles ont été soumises s'est montrée très satisfaisante.

Les éléments tectoniques de cette section ont été dessinés en traits interrompus, à seule fin d'indiquer qu'ils ne sont plus visibles actuellement. Il n'y a de réserve à faire au sujet de leur exactitude qu'en ce qui concerne le tracé d'une faille visible au Nord d'un anticlinal brisé par une petite cassure. Je me souviens qu'en cet endroit les allures m'ont toujours paru bien difficilement déchiffrables. Un cliché du P. Schmitz, reproduit planche IV, figure 6, n'est pas assez net pour éclaircir la question.

Plus loin, vers la *Tour Joyeuse*, on voyait autrefois une troisième coupe de l'anticlinal célèbre situé entre les deux premiers portails. (Pl. I, n°s 8 et 12.) On voit encore nettement le passage d'un axe anticlinal dans une coupe, haute de quelques décimètres, demeurée visible au côté Est de la route, qui est en

tranchée. Ce pli est suivi au Nord par un synclinal pincé, correspondant visiblement au pli déjeté qui flanque au Sud le portail I. Plus loin, les couches prennent une inclinaison beaucoup plus faible et se raccordent à l'affleurement resté visible au Sud de la *Tour Joyeuse* (pl. I, point 13), où des schistes s'écaillant autour de gros nodules carbonatés présentent une inclinaison de 4° Sud.

Des deux côtés de la *Grande Arche*, on voit le pied des constructions s'appuyer sur un épais massif de couches à très faible inclinaison Sud, dans lesquelles l'élément gréseux domine. Les lits de schistes n'y sont pas rares, mais il est manifeste que ce complexe forme, dans l'ensemble, une plaque épaisse demeurée relativement rigide.

On n'éprouve donc aucune surprise en rencontrant le long du *Chemin de Ronde*, sous cette pièce résistante, une zone extrêmement disloquée.

Celle-ci débute au Midi de la *Tour dite des Comtes ou des Oubliettes*, par un repliement de couches qu'on peut voir buter contre une faille, à condition de s'insinuer entre le rocher et l'épaisse couverture de lierre qui le masque. L'une des photographies prises vers 1900, par le P. Schmitz, en cet endroit, s'est conservée en excellent état. Elle montre clairement la nature de l'accident. (Pl. V, fig. 7.) Le dessin qui forme le point 14 de notre planche I a été exécuté d'après un levé très exact, en faisant abstraction des illusions perspectives.

Au Nord de ce point apparaît une zone failleuse, avec plis très serrés, se chevauchant l'un l'autre à l'intervention de quatre failles bien nettes inclinant au Sud, avec minuscules lambeaux de poussée. Vient ensuite un très curieux accident dont l'allure générale est anticlinale. Cet élément de la coupe du *Chemin de Ronde* a été photographié par le P. Schmitz et reproduit par Em. Haug dans son *Traité de Géologie* (1). En comparant à cette reproduction la figure 7 de notre planche V, on se convaincra tout de suite que toutes deux sont tirées d'un même cliché; mais on écarquillera probablement les yeux en lisant l'intitulé d'Em. Haug, qui présente cet accident tectonique comme un pli droit.

En réalité, il s'agit manifestement de la superposition de deux voûtes anticlinales amenées l'une sur l'autre par une faille plissée, dont le déclanchement n'a nullement terminé la

(1) Vol. I, pl. VI, fig. 1.

déformation des couches. Il n'est, pour s'en convaincre, que de constater l'évidente dysharmonie qui existe entre la partie supérieure et la partie inférieure de la coupe, dans la partie droite, c'est-à-dire Nord, du cliché. Dans le flanc Sud, la faille plissée se dissimule dans un joint de stratification.

Sous la hampe du drapeau, un synclinal faillé rétablit l'allure de plateau normale. Enfin, sous la *Tour des Guetteurs*, une magnifique coupe permet d'étudier une masse imposante de couches à peu près planes (pl. I, n° 15) dont il a déjà été question à propos de la coupe de la Sambre. Cet escarpement, la *Tour des Guetteurs* et la hampe du drapeau, étant visibles dans les deux coupes, assurent la liaison de l'une à l'autre et permettent de se faire une idée de la structure d'ensemble de la partie septentrionale de l'éperon de la Citadelle de Namur. Nous resterons strictement dans l'exposé des faits en faisant remarquer qu'un trait essentiel de cette structure réside dans la présence de plaques épaisses et résistantes, principalement gréseuses, sous lesquelles il est de règle de trouver une zone disloquée. Si l'on se range du côté des partisans de ce qu'Em. Argand a nommé « tectonique en mouvement » — après que, d'ailleurs, M. A. Renier, reprenant une idée fondamentale de Marcel Bertrand, eut parlé de « mécanique tectonique » — on n'hésitera pas à dire que dans les coupes qui viennent d'être étudiées l'empilement d'écaillés est manifeste, qu'il n'est plus question d'une vue théorique mais d'un fait.

Au-dessus de la zone disloquée dont il vient d'être fait état, il existe encore une coupe que le mode de représentation adopté pour le dessin de la planche II n'a pas permis d'y faire figurer. Elle se trouve derrière le drapeau, au côté Ouest de la route, en contre-bas du terre-plein qui sert de jardin au *Café du Donjon*. Longue d'une dizaine de mètres, haute tout au plus d'un mètre, elle montre deux petits plis déjetés au Nord, une bande dysharmonique et une faille avec lambeau de poussée. Cette section minuscule a été représentée en cartouche à une échelle suffisamment grande pour qu'elle demeure lisible.

Au cours de l'excursion du 30 juin 1932, les membres de la Société, sur invitation gracieuse de la Ville de Namur et sous la conduite du capitaine Kindt, du 4<sup>e</sup> régiment du génie, visitèrent une partie des souterrains, notamment la *Patte d'Oie*, dont les parois ne sont dissimulées par aucun revêtement. Ils purent y constater la présence de l'anticlinal précédemment décrit, dont toutes les caractéristiques sont représentées, en

plan et en coupe transversale, par les croquis de la figure 2. La sortie se fait par une porte donnant sur la *Route Merveilleuse*, au voisinage du point 18 de notre croquis de situation.

En montant par cette route vers le plateau où sont établis le *Stade* et le *Théâtre d'Été* on passe devant une magnifique coupe que j'ai décrite minutieusement en 1924 <sup>(1)</sup>. Il serait sans intérêt de revenir sur cette description, dont les éléments essentiels ont été reportés entre les n<sup>os</sup> 20 et 21 de la planche I accompagnant le présent compte rendu.

Au delà de l'extrémité Sud de la coupe susdite, la route passe sur une arche en béton armé, établie pour mettre la voie à l'abri des glissements de terrain qui ont fait donner à cette partie du coteau le nom wallon de *Tienne qui rotte* ou colline qui marche. Diverses explications de la fréquence de ces glissements ont été avancées <sup>(2)</sup>. La dernière dont j'ai eu connaissance m'a été fournie par M. Comélieu, ingénieur à Namur, qui m'a dit qu'il s'agit probablement d'un terril très ancien, provenant des remaniements nombreux exécutés sous la direction de Vauban.

Il est de fait que les matériaux mobiles glissent sur un substratum qui ne participe pas au mouvement. Derrière un mur de soutènement nouvellement construit et, paraît-il, déjà menacé par la poussée des terres, nous avons vu, mes élèves et moi, en 1931, une galerie ancienne dont la voie de roulement n'était pas déformée. La direction générale des couches au droit du *Tienne qui rotte* est à peu près normale à celle du versant. Le caractère lithologique du Namurien de la Citadelle est très uniforme si l'on fait abstraction des complexes gréseux, qui ne glissent pas. Tout cela incline à croire qu'il pourrait fort bien s'agir d'un vieux terril et que si l'on n'a pu trouver d'explication géologique de ces glissements, c'est tout simplement que le phénomène n'est pas du ressort de la géologie.

Une fois l'arche franchie, on rencontre au côté droit de la route un affleurement de schistes grossiers, plus ou moins psammitiques, présentant une assez forte inclinaison vers le Sud. A peu de distance au Midi de cet affleurement, une tourelle de construction récente, pastichant assez naïvement l'ancien, masque l'orifice du puits n<sup>o</sup> 2, qui assurait l'aéragé des travaux du *Charbonnage du Château*. Le point marqué G

(1) *Bul. Soc. belge de Géol.*, t. XXXIV, pp. 93-101, pl. V.

(2) Cf. X. STAINIER, Les glissements de terrains de Namur. (*Ann. Soc. scientifique de Bruxelles*, t. XLIII, 1<sup>re</sup> partie, pp. 217-225.)

(pl. I), à droite des traits interrompus représentant la projection du puits d'aérage, indique l'emplacement d'une tranchée de l'ancien chemin de fer funiculaire, démoli avant la guerre, où ont été faites d'intéressantes trouvailles de fossiles qui figurent actuellement dans les collections du Musée Houllier.

Les documents conservés par l'Administration des Mines, très aimablement mis à notre disposition par M. l'ingénieur en chef-directeur Viatour, nous ont permis de rattacher, par le puits n° 2, les observations faites en surface à celles qui ont été consignées au cours des travaux souterrains. On a reporté sur la planche I le tracé des allures de la couche dite du *Fort d'Orange*, en transposant simplement l'échelle des documents officiels. On verra qu'elles présentent une prédominance nette de grands plats, inclinant au Sud, interrompus par des dressants plongeant au Nord.

Au-dessus du point où a été foncé le puits n° 2, la *Route Merveilleuse* ne montre plus aucun affleurement; mais sous l'extrémité Sud du *Théâtre d'Été*, on voyait autrefois des schistes grossiers, plus ou moins psammitiques, inclinant de 24° au Midi. Les mêmes schistes forment encore un bel escarpement le long d'un chemin montant de ce point vers le Grand Hôtel. (Pl. I, point 22.) Dans une propriété privée, au Sud et en contre-bas de l'Hôtel, une ancienne carrière a mis à découvert un important complexe gréseux dont les caractères lithologiques sont exactement ceux du grès de Salzinnes.

Dans le jardin même de l'Hôtel, les travaux d'aménagement ont révélé la présence de grès tout à fait semblable, que l'on a exploité en vue de l'empierrement des chemins. L'architecte paysagiste qui a fait le plan de ce jardin a respecté un pointement de grès blanc où l'on peut encore relever une inclinaison Sud d'environ 20°.

Sur le plateau même, les observations possibles sont très espacées. On se rappellera que le trajet suivi lors de l'excursion précédente a permis de suivre pour ainsi dire sans interruption le prolongement de la bande de grès de Salzinnes exploitée à la *Gueule-du-Loup* jusqu'à la vallée de la Meuse, où elle aboutit à *La Plante*; le grès dont on relève la présence aux abords du Grand Hôtel de la Citadelle appartient donc à une autre bande.

On retrouve un grès semblable le long de l'*avenue des Panoramas* (point 27), au droit de l'ancien établissement *Prince Albert*. Mais au Sud-Ouest du *Rond-Point* (pl. I, n° 25) et le long du chemin allant du *Rond-Point* au *Milieu du Monde*

(point 26), on voit de longues tranchées entamant uniquement des schistes argileux se divisant en petites baguettes courtes.

L'excursion du 30 juin 1932 s'est terminée à peu de distance du *Rond-Point*; le retour vers la station de Namur par Salzennes se fit par un chemin pittoresque mais dénué d'affleurements. Du haut du versant, en regardant vers la Sambre, les membres de la Société ont pu distinguer sans peine les principaux traits de la coupe de *Salzennes-les-Moulins-Ronet*, dont l'étude avait fait l'objet de l'excursion du 30 avril. En se tournant vers le Nord, puis vers l'Est, ils purent suivre du regard, grâce à la présence de nombreuses carrières, le tracé de la bande de calcaire viséen supérieur qui forme le flanc Sud de l'anticlinal de Suarlée et termine, au Nord, la zone où affleure le Namurien de Namur. La feuille Namur-Champion, de la Carte géologique au 1/40.000<sup>e</sup>, levée et tracée par M. X. Stainier, donne à cette limite septentrionale une allure courant d'Ouest en Est jusqu'au méridien de la coupe de Salzennes-les-Moulins à Ronet. Plus loin, elle s'infléchit en se relevant un peu vers le Nord au droit de la ville, puis prend une direction Est-Sud-Est et franchit la Meuse en aval du confluent. Ce trait de structure paraît avoir une grande importance : il indique, en effet, une amorce de défoncement dans le flanc Sud de l'anticlinal de Suarlée, ou, si l'on veut, un synclinal transversal très plat rencontrant à angle droit un anticlinal et ne se retrouvant plus au delà de celui-ci.

Il y aurait beaucoup à dire au sujet des plis transversaux de la région de Namur. M. X. Stainier s'est élevé récemment contre des vues qu'il considère comme trop exclusivement théoriques au sujet de l'existence de grands plis de cette espèce qui seraient continus sur de grandes longueurs <sup>(1)</sup>. Je crois, pour ma part, que la tectonique souffre beaucoup en ce moment de ce que j'appellerais volontiers une indigestion de géométrisme. Les plis ne sont pas des surfaces réglées, leurs réseaux dits orthogonaux ne sont que bien rarement rectangulaires et les failles dites plates de notre paléozoïque ne sont jamais planes.

Je n'ai pas l'intention de me prononcer ici au sujet des grands plis transversaux tels, par exemple, que l'« anticlinal » du Samson. Mais il tombe en quelque sorte sous le sens qu'en ce qui concerne la partie du bassin de Namur qui a été étudiée

---

(1) X. STAINIER, Le Bassin houiller d'Assesse. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXXVIII, 1928, paru en 1930, pp. 121-122.)

au cours de la journée, M. X. Stainier a cent fois raison de dire qu'il est bien difficile d'y poursuivre des axes de plis transversaux. L'interférence de deux trains d'ondes, longitudinales et transversales, donne à la surface de l'eau qu'elles agitent une allure que l'on désigne sous le nom de clapotis. Il y a eu quelque chose d'analogue, sans doute, dans la première phase de déformation du Namurien de Namur; toutefois, pour serrer la réalité de plus près, il faudrait modifier la comparaison en recourant à l'image d'un clapotis déformé par un fort coup de vent, puisque, dans le cas que nous nous proposons d'éclaircir, les crêtes de plis ont été déjetées ou déversées au Nord-Est par le passage d'écailles résistantes glissant dans cette direction sur des failles plates. Celles-ci ont peut-être été sensiblement planes à l'origine, mais furent déformées elles-mêmes intensément, lors du serrage auquel les multiples écailles dont la présence a été relevée doivent d'être ajustées étroitement aux éléments tectoniques qui environnent chacune d'elles.

Insister davantage sur ces considérations serait risquer de faire perdre à la présente note le caractère purement objectif que je désire lui conserver. Je prie qu'on me permette de rappeler que j'ai annoncé l'intention de réserver les discussions d'ordre théorique jusqu'au moment où aura paru le compte rendu de la troisième excursion projetée <sup>(1)</sup>. Je me bornerai pour l'instant à faire remarquer que les observations qui ont pu être faites sur le terrain ont par elles-mêmes une signification obvie. Elles font ressortir la grandeur de l'écart qui existe entre les faits tels qu'ils se voient et la conception surannée qui consiste à voir dans le bassin de Namur un *synclinal* dont la coupe, au méridien de Namur, présenterait une simplicité plus grande que partout ailleurs.

Louvain, avril-mai 1933.

---

(1) Cette excursion, dont le compte rendu paraîtra dans le prochain fascicule du *Bulletin* de la Société, a eu lieu le 20 mai 1933 (note ajoutée au cours de l'impression).

---



## EXPLICATION DES PLANCHES

---

### PLANCHE I

En haut, perspective cavalière du flanc Est de l'éperon de la Citadelle de Namur, vu de la rive droite de la Meuse.

En bas, perspective cavalière du flanc Nord de l'éperon de la Citadelle.

Tous les éléments de ce croquis ont été dessinés d'après nature. Les mesures nécessaires à sa construction ont été faites par nous sur le terrain ou empruntées à des documents officiels : plan de la Citadelle et de ses alentours, dressé à l'échelle de 1 : 1.000 par le Service technique de la Ville de Namur, archives de l'Administration des Mines, etc.

Longueurs, hauteurs et angles de pente y figurent sans aucune déformation et les traits de structure tectonique ont été dessinés tels qu'ils se voient, de manière à ne porter la trace d'aucune conception théorique.

Les constructions principales ont été silhouettées assez fidèlement pour être aisément reconnues par quiconque voudrait vérifier sur place l'objectivité de nos observations.

Le dessin original dont la planche I est la reproduction photolithographique a été exécuté à l'échelle de 1 : 1.000.

### PLANCHES II A V

Ces planches sont la reproduction de photographies de format 13 × 18, prises vers 1899 à la demande et sur les indications du R. P. Gaspar Schmitz, par M. Piron, photographe à Namur.

Les négatifs n'ont pas été conservés, mais une série complète d'épreuves sur papier au citrate a été conservée en assez bon état au laboratoire de géologie générale de l'Université de Louvain. On l'a utilisée pour la confection de nouveaux négatifs qui ont été tirés sur papier inaltérable. Pour le clichage, on s'est servi d'épreuves nouvelles, qu'il a été nécessaire de retoucher par endroits pour assurer leur conformité parfaite avec les originaux.

On remarquera, sur les clichés 1, 5, 6, 7, 8 des traits blancs représentant des repères de longueur égale employés par le P. Schmitz pour permettre de tenir compte des disproportions introduites par la photographie. La longueur de ces bandes blanches n'a pas été notée. Elle est probablement d'un mètre.

## PLANCHE II

1. Anticlinal surbaissé visible au côté Sud de l'*Esplanade des Canons*, sous l'ancien Corps de garde, dans le prolongement de l'anticlinal de la *Patte d'Oie*.

Le flanc oriental de ce pli se reploie en un synclinal, visible dans la partie gauche de l'affleurement.

2. Passage d'une faille plissée, avec lambeau de poussée, dans des couches d'allure anticlinale, à la face aval du portail de la *Rampe Verte* (point n° 2 de la pl. I), rue du Bord-de-l'Eau.

## PLANCHE III

3. Contact anormal par faille entre plateurs et dressants, dans le chemin montant vers l'*Esplanade des Canons*, au-dessous de la *Rampe Verte*. L'épreuve originale examinée à la loupe laisse nettement voir que le trait clair visible vers la droite du cliché est un mètre pliant déployé.

4. Empilement de lambeaux de poussée déformés par *réajustement*, visible derrière la *Chapelle Saint-Materne*, rue Notre-Dame. Le P. Schmitz avait noté, il y a trente ans : « failles nombreuses au-dessus de la Chapelle Saint-Materne ».

## PLANCHE IV

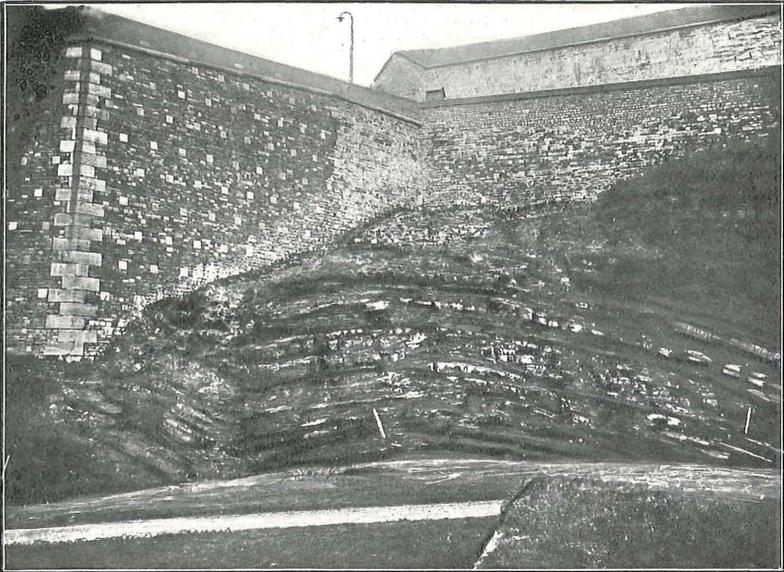
5. Anticlinal déjeté dont la partie supérieure est légèrement déversée au Nord, visible entre l'entrée et la sortie du tunnel courbe, à proximité de la *Tour dite de César*. On remarquera une amorce de faille dans le prolongement d'un joint de stratification ondulé, plongeant au Sud.

6. Vue de la tranchée dissimulée aujourd'hui par le muraillement entre les points 11 et 12 de la planche I. L'annotation du P. Schmitz est : « Grand anticlinal brisé, marqué en jaune par un mur sans veine ». Le cliché montre en outre vers le Nord un synclinal impossible à méconnaître grâce à la réapparition de la couche teintée d'ocre jaune.

## PLANCHE V

7. Passage d'une faille de charriage dans la partie Sud du *Chemin de Ronde* au midi de la *Tour dite des Oubliettes* ou *des Comtes* (point n° 14 de la pl. I).

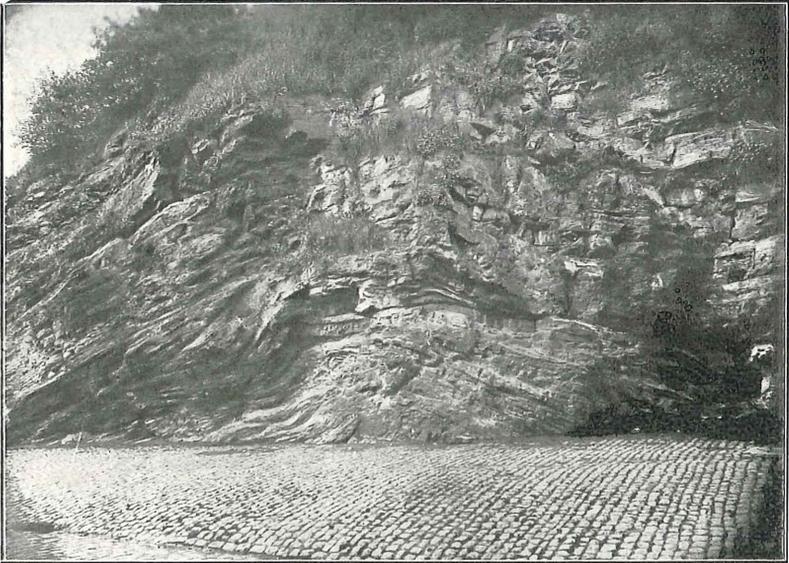
8. Passage d'une faille plissée dans un anticlinal, entre le pied de la *Tour des Comtes* et la projection de la *Tour des Guetteurs* sur le *Chemin de Ronde*. Cette faille se dissimule dans un joint de stratification au bas et au haut de la coupe; elle superpose un anticlinal déjeté au Nord à un anticlinal paraissant déjeté au Sud.



Est.

PHOTO 1.

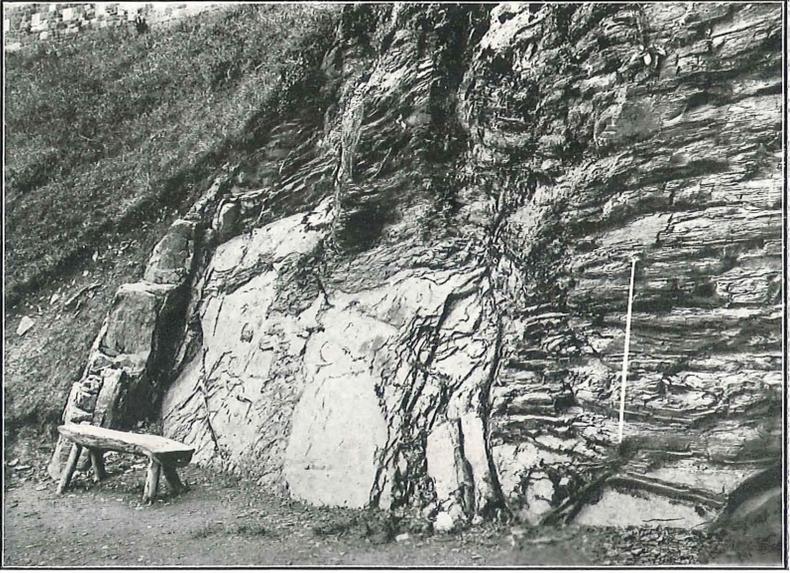
Ouest.



Est.

PHOTO 2.

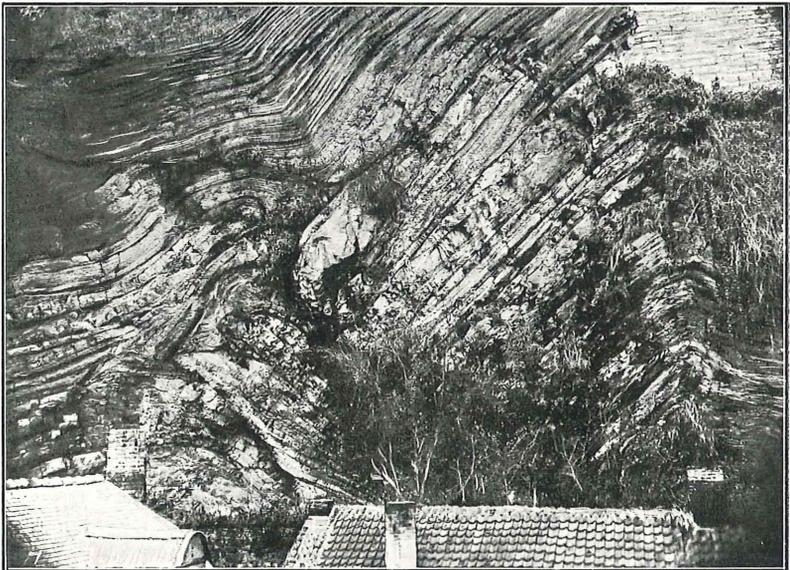
Ouest.



Nord-Est.

PHOTO 3.

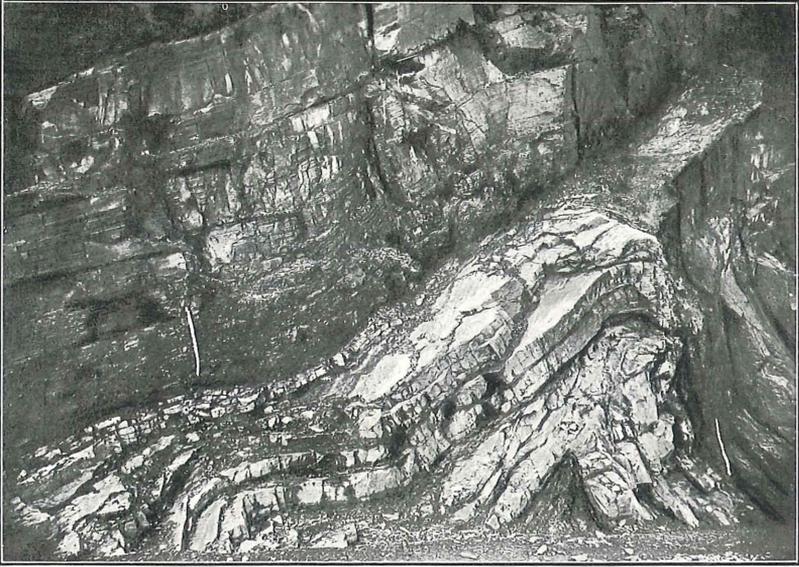
Sud-Ouest.



Sud.

PHOTO 4.

Nord.



Sud.

PHOTO 5.

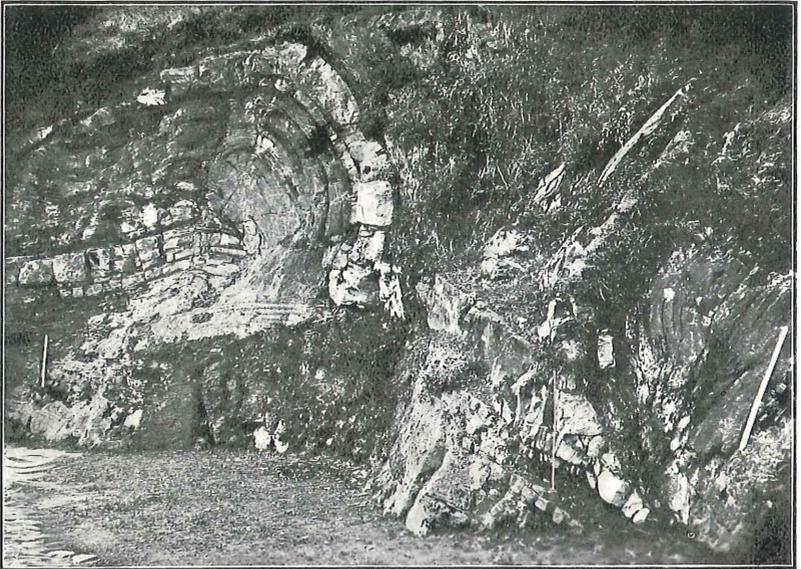
Nord.



Sud.

PHOTO 6.

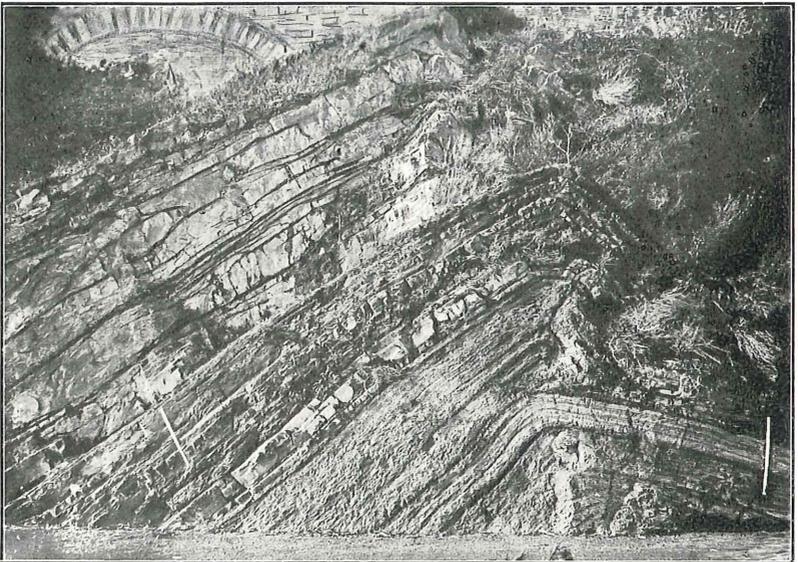
Nord.



Sud.

PHOTO 7.

Nord.



Sud.

PHOTO 8.

Nord.