

## SÉANCE MENSUELLE DU 21 DÉCEMBRE 1943.

*Présidence de M. C. CAMERMAN, président.*

Le Secrétaire général, malade, s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

Sont admis en qualité de membres effectifs :

S. A. JOHN COCKERILL, Division du Charbonnage des Liégeois, à Zwartberg; présentée par MM. A. Grosjean et C. Camerman.

MM. PAUL CHARON, étudiant, 10, rue de la Station, à Soignies; présenté par MM. F. Racheneur et A. Grosjean.

JEAN GILISQUET, étudiant, 35, avenue Ch. Gilisquet, à Bruxelles, présenté par MM. E. Casier et A. Pastiels.

### **Acquisitions nouvelles de la Bibliothèque :**

9416 A. *Renier*. Comparaison stratigraphique du Houiller de Liège et du Hainaut. Liège, 1943, 36 pages et 1 figure.

9417 A. *Renier*. Commentaires sur la cueillette paléobotanique, faite en 1721, par le Suédois Emmanuel Swedenborg dans le Houiller de Liège. Liège, 1943, 10 pages.

### **Cycle des conférences de mise au point :**

Devant une assemblée particulièrement nombreuse qui comprend, à titre d'invités, plusieurs membres de la Société royale belge de Géographie et de la Société chimique de Belgique, M. R. Meurice, directeur de la Station de Chimie et de Physique agricoles de Gembloux, fait un exposé, accompagné de projections lumineuses, sur le sujet suivant : *La Pédologie moderne : ses rapports avec la géologie et avec la géographie physique* (4<sup>e</sup> conférence du Cycle des Mises au point).

## Les cone-in-cone du Toarcien de Saint-Mard (Province de Luxembourg) (\*),

par MARCEL-E. DENAEYER

Je dois à l'obligeance de Dom Remacle Rome deux spécimens remarquables de cone-in-cone carbonatés faisant partie de la collection Mohimont conservée au Musée de Paléontologie (Institut de Géologie) de l'Université de Louvain.

Ces deux spécimens proviennent du Toarcien de Saint-Mard, au Sud de Virton, niveau supérieur des marnes de Grandcourt à gros septaria [*Toc* de la Légende de la carte géologique (1)]. Je ne possède pas d'autre indication sur leur gisement et il ne semble pas que ce genre d'accident pétrographique soit connu dans les couches toarciennes du Luxembourg.

Au cours d'une brève exploration au Sud de Saint-Mard, en octobre 1939, j'eus la bonne fortune d'en découvrir un gîte, intéressant à plusieurs titres. Ce gîte se situe au flanc de la cuesta bajocienne, à la lisière du bois Lahaut et à la limite du calcaire de Longwy, non loin du lieu dit « Les Polissoirs du Brusel », connu par les blocs de pierre de Stonne qui parsèment la vallée du ruisseau de ce nom (1) (pl. I, ph. 1).

\*  
\*\*

Des deux échantillons conservés à Louvain, l'un est un cône simple, l'autre est complexe et formé de cônes coalescents.

Le gisement que j'ai découvert consiste en deux gros blocs de calcaire marneux plus ou moins schistoïde, en partie enclavés dans la marne. Les écailles qui s'en détachent présentent les caractères typiques de la structure cone-in-cone.

En dépit de leurs aspects macroscopiques si dissemblables, les échantillons de Louvain, d'une part, et ceux que j'ai prélevés *in situ*, d'autre part, sont en tous points semblables quant à la composition minéralogique et à la microstructure.

L'étude de cette dernière m'a permis d'observer, en milieu carbonaté, des détails relatifs à la genèse des films à gradins, identiques à ceux que j'ai mis en lumière, en milieu siliceux, dans une Note antérieure (2).

(\*) Communication faite à la séance du 20 janvier 1942.

(1) Devenu *Tob 2*, zone à *Pseudogrammoceras fallaciosum* dans la Légende de 1929 (*Ann. des Mines de Belg.*, t. XXX, 1<sup>re</sup> livr.).

## ÉTUDE DES CARACTÈRES MACROSCOPIQUES.

Spécimens de la collection Mohimont <sup>(1)</sup>.

Les deux spécimens décrits ci-dessous m'ont déjà servi de termes de comparaison avec des cônes obtenus expérimentalement (3, pl. II, fig. 2 et 4). Ils présentent tous deux une teinte grise tirant sur le chamois.

1. *Cône simple* (pl. I, ph. 2). — Ce cône mesure 3 cm. de hauteur et 3,5 de diamètre à la base. Sa génératrice est une courbe parabolique. L'ouverture du cône, au sommet, est d'environ 50°; elle atteint 80° et plus à la base.

Sa surface latérale est ornée de stries longitudinales. Dans le cadre de ma théorie mécanique de la genèse des cônes par traction (4), j'envisage ces stries comme étant originelles et dues au déboîtement des cônes par glissements différentiels. Je considère, en effet, que la matière première soumise à la déformation conique était une vase calcaire en voie de cristallisation sous tension dirigée. Sous l'influence de cette tension, il s'est formé des cristaux allongés de calcite, groupés en faisceaux coniques. Ce sont ces faisceaux qui, en réalité, impriment à la surface des cônes leur aspect strié ou fibreux. Pour abrégé, je désigne le fait et son interprétation sous le vocable de « stries de glissement ».

Ces stries de glissement ne sont recoupées en aucun point de la surface du cône simple par le système de rides ou gradins circulaires qui représentent, comme on sait, les empreintes des films phylliteux à structure en gradins (5, pp. B 498 et 501 à 503). Toutefois, de telles empreintes sont bien visibles sur une surface concave de décollement qui interrompt le contour circulaire de la base du cône.

La surface basale elle-même, d'aspect finement poncé, n'offre d'autre particularité que l'existence de petites cupules de déboîtement d'environ un millimètre de diamètre.

Sur une section polie pratiquée dans le sens axial, on constate la présence de films à gradins enveloppant une multitude pressée de cônes élémentaires, bien visibles sous la loupe. Le cône entier n'est donc simple qu'en apparence; la section polie montre qu'il est, au moins, de troisième ordre. Les cônes-enveloppes internes, de deuxième ordre, accusent des angles variables compris entre 50 et 90 degrés.

(1) Ancien contrôleur des douanes à Virton (J.-C. PURVES, *Explication de la feuille de Ruette*, Bruxelles, 1884).

2. *Groupement conique complexe* (pl. I, ph. 3). — Extérieurement, ce groupement se compose d'un grand cône, haut de 5,5 cm., à quoi sont accolés trois cônes plus petits de 3, 3,5 et 3,8 cm.; la largeur totale du groupement mesure 6 cm. à la base.

Les surfaces latérales sont ornées de stries de glissement, très prononcées sur le plus grand des quatre cônes. La surface basale présente exactement le même aspect que la base du cône simple, sauf à dire que les entonnoirs de déboîtement ont un diamètre notablement plus grand. Ici encore, le contour de la base est interrompu par deux surfaces coniques concaves à gradins.

La face postérieure du spécimen est à peu près plane, de sorte que le grand cône et l'un des deux petits cônes postérieurs semblent réduits à des demi-cônes dans le sens axial. Cette surface montre à merveille, sans qu'il soit nécessaire de recourir au polissage, de nombreuses lignes en zigzag, traces d'enveloppes coniques de deuxième ou de troisième ordre.

L'ouverture apicale des cônes est, comme celle du cône simple, d'une cinquantaine de degrés. Elle correspond à peu près à l'ouverture moyenne des cônes internes.

#### **Spécimens du bois Lahaut.**

Comme je l'ai dit plus haut, les échantillons que j'ai récoltés consistent en écailles plus ou moins épaisses provenant du débitage de deux gros blocs schistoïdes. Leur teinte est uniformément gris foncé, sauf sur les parties qui étaient exposées à l'air.

La structure cone-in-cone et le délit schisteux apparaissent toujours, à l'œil nu ou à la loupe, avec plus ou moins de netteté sur la tranche des échantillons. Ils s'accusent, en tous cas, à la perfection, sur les sections polies.

La surface des écailles peut présenter plusieurs aspects, variables d'un échantillon à l'autre :

a) La surface est hérissée de petits cônes ornés de stries de glissement (pl. I, ph. 4);

b) Elle est creusée de nombreuses petites cavités coniques (cônes négatifs de déboîtement), parfois réduites à la dimension d'une cupule de l'ordre du millimètre; une striation transversale (structure en gradins) les agrmente quelquefois (pl. I, ph. 5);

c) Elle montre une succession de plans échelonnés, à peu près lisses (pl. I, ph. 6) ou porteurs de mamelons très sur-

baissés, à peine saillants (1); ces mamelons forment aussi des alignements qui constituent les bourrelets séparant deux plans successifs; enfin, l'ornementation peut consister aussi en petites cavités coniques (pl. I, ph. 6);

d) Les surfaces de séparation des écailles sont indifférenciées; mais alors, elles sont parsemées d'empreintes ou de débris de coquilles. Ceux-ci les recouvrent parfois entièrement.

M. l'abbé G. Dubar, maître de conférences à la Faculté libre des Sciences de Lille, spécialiste du Jurassique, a bien voulu examiner ces fossiles. Il a reconnu, avec un certain doute, *Pseudomonotis substriata* Münst in Goldfuss et *Steinmannia Bronni* Voltz. D'autres empreintes de bivalves et d'une Ammonite sont indéterminables.

#### **ÉTUDE DES CARACTÈRES MICROSCOPIQUES. COMPOSITION MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE.**

L'identité de composition et de microstructure des échantillons conservés à Louvain et des miens me permettra d'étudier d'une façon générale et successivement :

- 1° Leur composition minéralogique et chimique;
- 2° La structure de la matrice carbonatée;
- 3° La manière d'être des films-enveloppes.

##### **1° Composition minéralogique et chimique.**

La matrice des cone-in-cone de Saint-Mard est une calcite strontianifère: la liqueur obtenue par l'attaque à l'acide chlorhydrique communique à la flamme la teinte rouge carmin caractéristique du strontium. J'ai déjà rencontré ce cas dans l'étude des cone-in-cone de la Lufubu (Congo belge) (5, p. B 510).

Les lames minces et le résidu insoluble dans HCl montrent que, parmi les minéraux associés à la calcite, dominant des phyllites rubéfiées et des minéraux opaques. Ces constituants accessoires se distribuent de deux façons: a) ils se concentrent dans les films-enveloppes; b) ils sont disséminés dans la matrice.

Les phyllites, toujours rubéfiées par le fer et le manganèse (voir l'analyse chimique ci-après), constituent exclusivement les films-enveloppes. Leur couleur rouille très prononcée s'oppose à toute tentative de détermination spécifique.

---

(1) Ces mamelons, fort constants à la surface des cone-in-cone en plaquettes ou en bancs, semblent être produits par les glissements ou déboitements différentiels internes des cônes.

Le fer, le manganèse et le carbone, disséminés dans la matrice ou concentrés dans les phyllites des enveloppes, se présentent sous des aspects variés :

a) A l'état submicroscopique (colloïdal ou précolloïdal), ils confèrent à la trame de calcite une teinte générale brun chamois clair, en lumière transmise;

b) A l'état de membranes transparentes, ils se glissent entre les éléments de calcite et les paillettes de phyllite;

c) A l'état pulvérulent, ils sont formés de globules dont les dimensions sont comprises entre 10 et 20  $\mu$ . Les plus petits de ces globules sont transparents, la plupart des autres, opaques. Une partie de ces derniers comprend sans doute du carbone libre.

Les minéraux opaques de taille supérieure aux précédentes ont des aspects géométriques : baguettes, cubes ou fragments anguleux; ils sont bruns en lumière réfléchie et semblent se rapporter à la manganite ou dériver de l'altération limonitique de la pyrite.

Outre les éléments précités, il existe de minuscules grains de quartz très disséminés, dont l'ordre de grandeur varie de 10 à 90  $\mu$ ; les plus petits dominant. Enfin, j'ai noté la présence accidentelle d'un grain de pyrite d'environ 0.15 mm. et d'un débris osseux en forme de baguette.

Le quartz n'occupe jamais de position privilégiée au sommet des cônes ou sur les gradins, comme l'avait observé, jadis, M. L. Cayeux, dans une section axiale d'un cone-in-cone de Madagascar (6).

Il résulte de ces données que l'apport de minéraux clastiques dans la constitution des cone-in-cone de Saint-Mard est quasi nul.

\*  
\*\*

L'analyse chimique d'un des échantillons de ma récolte (n° B 1389) a été effectuée en collaboration par M<sup>me</sup> Ledent-Eliasberg et M. Silos, chimistes du C.O.B.E.A. En voici les résultats :

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	SrO	Na <sub>2</sub> O
8.14	3.94	0.59	1.15	1.78	0.28	45.78	0.13	0.55
K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O+	CO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	C	Total	H <sub>2</sub> O-
0.32	0.06	0.56	0.18	36.42	0.72	0.81	= 101.41	0.34

On peut déduire de ces chiffres la composition virtuelle suivante :

Calcite et carbonates divers . . . . .	82.95
Phyllites . . . . .	7.96
Quartz . . . . .	3.06
Minerais de fer et de manganèse, carbone, divers . . .	7.40
TOTAL . . . . .	101.37

Les paramètres de Niggli sont :

<i>si</i>		<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>		<i>mg</i>	<i>h</i>	<i>c/fm</i>
15		4	6	89	1		0.125	0.28	14.83

## 2° Structure de la matrice.

SECTIONS AXIALES. — L'élément structural fondamental de la matrice est un petit cône en calcite (cône élémentaire ou de premier ordre) qui se répète à un nombre indéfini d'exemplaires à axes parallèles (pl. II, ph. 1, 2 et 3).

Les cônes élémentaires n'apparaissent comme tels, en lumière naturelle, que grâce à un trait, parfois à peine indiqué, d'impuretés ferrugineuses ou phylliteuses. Le film ténu qui délimite ainsi un cône élémentaire est généralement monolamellaire, indifférencié ou légèrement denticulé (pl. II, ph. 1).

L'ouverture des cônelets oscille entre 35 et 50 degrés environ. Il va de soi que la valeur de cet angle est complètement indépendante de celle de l'angle de clivage de la calcite, comme je l'ai montré dans un travail antérieur (5, p. B 500).

Les cônes élémentaires n'ont pas d'individualité optique propre, comme on pourrait le croire. Ils font partie de plages cunéiformes plus ou moins allongées, chacune de ces plages possédant son orientation optique particulière. Les coins constituent donc des secteurs indépendants juxtaposés à l'intérieur d'un cône plus grand, de deuxième ordre, limité par un film à gradins caractéristique. Les secteurs cunéiformes sont tantôt jointifs, sans aucune interposition de matière étrangère, tantôt ils sont séparés par des films à gradins. Si plusieurs de ces films sont parallèles ou subparallèles, les secteurs interposés prennent l'allure de fibres.

Il est remarquable que la bissectrice des cônes élémentaires ne s'écarte guère de plus de 5 degrés, en plus ou en moins, de la direction de la bissectrice du cône-enveloppe dont ils font partie, *quel que soit le secteur cunéiforme auquel ils appartiennent.*

Il en va tout autrement des lignes d'extinction de ces secteurs. Ces lignes varient de telle sorte que la direction de l'indice minimum  $n'_p$  de chaque secteur, autre que le secteur axial, est voisine de la génératrice d'un cône emboîté dans le cône de second ordre.

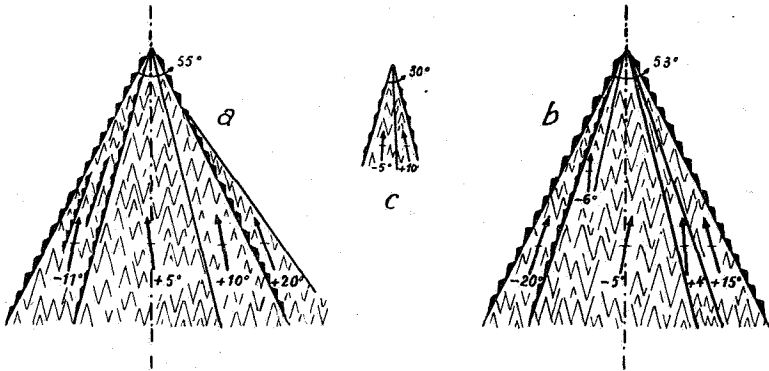


FIG. 1.

Les deux schémas ci-dessus (fig. 1, *a* et *b*) représentent, à très peu de chose près, l'observation directe de deux cônes de second ordre de mes lames minces et illustrent clairement ce qui vient d'être dit. Les flèches indiquent la direction d'extinction suivant  $n'_p$ .

Je désigne cet ensemble de caractères de la matrice sous le nom de *structure cunéiforme*.

Celle-ci se distingue nettement de celle que j'ai décrite à propos des cone-in-cone de la Lufubu (5, p. B 500, pl. II, fig. 7). Là, ce sont des faisceaux de fibres en relais qui constituent les cônes élémentaires. Je réserve à cette deuxième manière d'être le nom de *structure fibroconique*.

Il existe cependant des stades intermédiaires entre ces deux modes structuraux. Les schémas *a* et *b* de la figure 1 représentent deux cas typiques. Mais il n'est pas rare de voir les plages cunéiformes s'amincir et se multiplier en se relayant : il y a passage à la structure fibroconique.

Dans d'autres cas, beaucoup moins fréquents, le nombre de coins se réduit au contraire à l'extrême, à deux (fig. 1, *c*). Ils n'intéressent alors qu'un très petit nombre de cônes élémentaires.

SECTIONS BASALES. — L'aspect des sections basales est identique à celui que j'ai décrit dans mon étude sur les cone-in-



cone de la Lufubu (5, pp. B 505 et 506, pl. I, fig. 2 et pl. II, fig. 7). J'y renvoie le lecteur.

### 3° Manière d'être des films-enveloppes.

Dans une Note concernant les cone-in-cone en microquartzite schisteux du Silurien de la tranchée de Statte (2), j'ai montré comment, sous l'effet de la traction, les expansions triangulaires des enveloppes phylliteuses dérivait de la segmentation d'un film planparallèle, tantôt par suite d'une rupture en échelons de ce film et glissement différentiel des segments le long de la génératrice des cônes (structure en gradins), tantôt grâce à une exfoliation du film provoquée par l'entraînement des paillettes de phyllites vers l'extérieur des cônes (structure en houppes).

Les lames minces des cone-in-cone de Saint-Mard fournissent une nouvelle illustration de ces deux processus de segmentation avec glissement et d'exfoliation par entraînement.

La figure 2 ci-après schématise deux des aspects observés sur les films du cône simple de la collection Mohimont (1).

On remarquera (a) l'apparence hélicoïdale des films segmentés, avant le glissement et la séparation des paquets de phyllite. Les traits accentués ne sont visibles qu'entre nicols

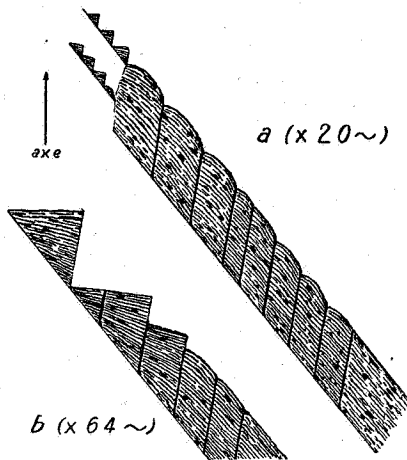


FIG. 2.

(1) La reproduction microphotographique de ces films vus entre nicols croisés laisse beaucoup à désirer; l'éclaircissement ou l'extinction des lignes de rupture — très nets dans les microquartzites de Statte (2) — sont, dans le cas présent, des phénomènes un peu diffus que seul un œil exercé peut interpréter correctement.

croisés; ils représentent les portions rebroussées des phyllites suivant les lignes de rupture. Ces lignes apparaissent éclairées ou bien à l'extinction, suivant la position de la platine du microscope. Le bord externe festonné des films, produit par traction, détermine une structure en voûte des paquets de phyllite et, par suite, des extinctions moirées.

La séparation par glissement des paquets de phyllite aboutit à la structure en gradins (*b*). On notera que pour réaliser cette structure, les paillettes de phyllite ont dû glisser les unes sur les autres, en même temps que les forces traction les obligeaient à s'ouvrir en éventail. Ce processus mécanique peut être imité facilement à l'aide d'un jeu de cartes.

La microphoto 1 de la planche II (bois Lahaut) montre nettement un stade de ce processus : grâce à de petits joints de décollement garnis de calcite secondaire, on peut observer la variation de l'angle fait par les paillettes de phyllite avec la génératrice du cône-enveloppe, depuis cette génératrice jusqu'au sommet des gradins.

Sur cette même microphoto, le dessin des cônes élémentaires de la matrice se profile avec la plus grande netteté (ces cônes sont aussi visibles sur les microphotos 2 et 3).

Les microphotos 2, 3 et 4 de la même planche II (bois Lahaut) illustrent quelques cas d'exfoliation par entraînement, sans exclure d'ailleurs la présence de gradins. Remarquer tout spécialement (ph. 2) l'interposition d'une lame de calcite secondaire dans le joint de décollement du gros film central. L'orientation optique de cette lame de calcite est tout à fait étrangère à l'orientation des éléments cunéiformes de la matrice. Remarquer aussi l'entraînement de l'extrémité gauche de la partie supérieure du même gros film.

L'existence des structures en gradins et des structures d'entraînement en milieu calcaire appelle un commentaire.

Il n'est certes pas concevable que ces structures aient pu se produire, telles que nous les voyons, en milieu solide cristallisé — à moins de faire appel à des hypothèses compliquées et peu vraisemblables (7, pp. 731 et 732; 5, pp. 509 et 510). — Il faut alors, nécessairement, qu'au moment où les films ont acquis leur structure, la matrice carbonatée ait été dans un état physique compatible avec la production des particularités que j'ai décrites. Cet état était probablement celui d'une vase plastique. Ce serait au cours de ce stade de plasticité que les

films auraient répondu aisément aux sollicitations du milieu, c'est-à-dire avant ou tout au début de la cristallisation de la matrice.

### TROIS CONCLUSIONS.

L'étude comparée du groupe des cone-in-cone carbonatés (5) et du groupe des cone-in-cone microquartziteux (2, 8 et 9) me permet, dès à présent, d'énoncer les propositions suivantes :

1. *L'absence constante ou la grande rareté de matériaux clastiques dans les deux groupes classe les cone-in-cone dans la catégorie des roches vaseuses.* La structure cristalline des matrices est secondaire et acquise sous l'action de forces mécaniques.

2. *Les caractères structuraux des films-enveloppes, identiques dans les deux groupes, impliquent l'identité des modes de formation des cone-in-cone carbonatés et des cone-in-cone microquartziteux.* Ces caractères impliquent, en outre, l'action de forces mécaniques de traction.

3. *Les deux groupes de cone-in-cone se différencient uniquement par la structure de la matrice : fibroconique ou cunéiforme dans le cas des cone-in-cone carbonatés, microgrenue à cryptocristalline dans le cas des cone-in-cone quartzeux.*

La calcite manifeste une extrême facilité à cristalliser, sous les conditions normales de pression et de température, en fibres allongées suivant l'axe vertical (sphérolites, stalactites, géodes et encroûtements à structure fibroradiée). A plus forte raison, une vase carbonatée soumise à une traction dirigée, même faible, cristallisera-t-elle sous forme de fibres ou de coins optiquement orientés, allongés suivant  $n_p$  et groupés en faisceaux coniques.

Par contre, le quartz ne possède que très peu d'aptitude à cristalliser de la sorte. Dans les schistes cristallins, ses cristaux tendent bien à s'allonger et à s'aplatir, mais seulement en présence de pressions orientées et de températures déjà considérables. On ne peut donc s'attendre à rencontrer, dans les cone-in-cone quartzeux, des matrices à structure analogue à celle des matrices carbonatées. La structure conique des matrices quartzieuses n'est apparente que grâce à la disposition en chevrons des paillettes de phyllites qui s'y trouvent disséminées. Mais rien ne s'oppose à ce qu'une traction orientée détermine une orientation optique des grains de quartz sub-microscopiques. C'est ce que j'ai pu vérifier, au moins dans

un cas (cone-in-cone de la Montagne Noire, Hérault) au cours d'observations faites postérieurement à la présentation de cette Note.

#### CONE-IN-CONE ET SEPTARIA.

Le niveau supérieur des marnes de Grandcourt renferme de nombreux et gros septaria. J'en ai échantillonné au flanc de la vallée du Brusel et en ai trouvé des débris au pied des deux blocs de cone-in-cone (1).

W. A. Tarr et B. M. Shaub ont signalé des relations qui paraissent assez étroites entre cone-in-cone et septaria.

W. A. Tarr (7, p. 731) suppose que la structure en gradins des cone-in-cone est due à une dissolution sous pression du calcaire, avec abandon d'argile résiduelle, celle-ci formant les gradins. J'ai déjà discuté cette opinion (5, pp. B 509 et 510). Quant à la calcite dissoute, elle recristalliserait en partie sous forme de septaria : « Some interesting lenses of cone-in-cone on the surface of large concretions in the Lias on the south coast of England are connected by cracks (now veins of calcite) with septaria below, making it evident where the dissolved material has gone. »

B. M. Shaub (10) est d'avis que les cone-in-cone résultent de la contraction, du tassement ou de la diminution de volume (volume shrinkage) par déshydratation de n'importe quel genre de sédiment fortement saturé d'eau, poreux et à grain fin. De même que Tarr, il constate que « both concretions and septaria have been described which contain a « layer » of cone-in-cone structure in the upper part of their surface and rarely on the under part ».

Si ces observations sont correctes, on pourrait admettre que le retrait accompagné de fissures qui se produit au cours de la formation des septaria (2) entraîne la formation de lits de cone-in-cone à la périphérie de ces concrétions. Mais j'y verrais plus volontiers le produit de l'adhérence des septaria en voie de retrait au sédiment englobant. Cette adhérence serait alors l'origine des forces de traction nécessaires à la formation des cônes, comme l'indique la figure 3. L'action de la pesanteur aurait une influence compensatrice qui pourrait expliquer, à la

(1) Ces septaria renferment *Coeloceras* cf. *pingue* (détermination de M. l'abbé Dubar).

(2) D'après la théorie classique de W. A. Richardson (11). A. M. Davies imagine au contraire que les fissures des septaria sont dues à une expansion interne (12).

rigueur, la rareté de la structure conique à la partie inférieure des septaria. Mais ce sont là de pures hypothèses.

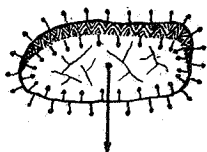
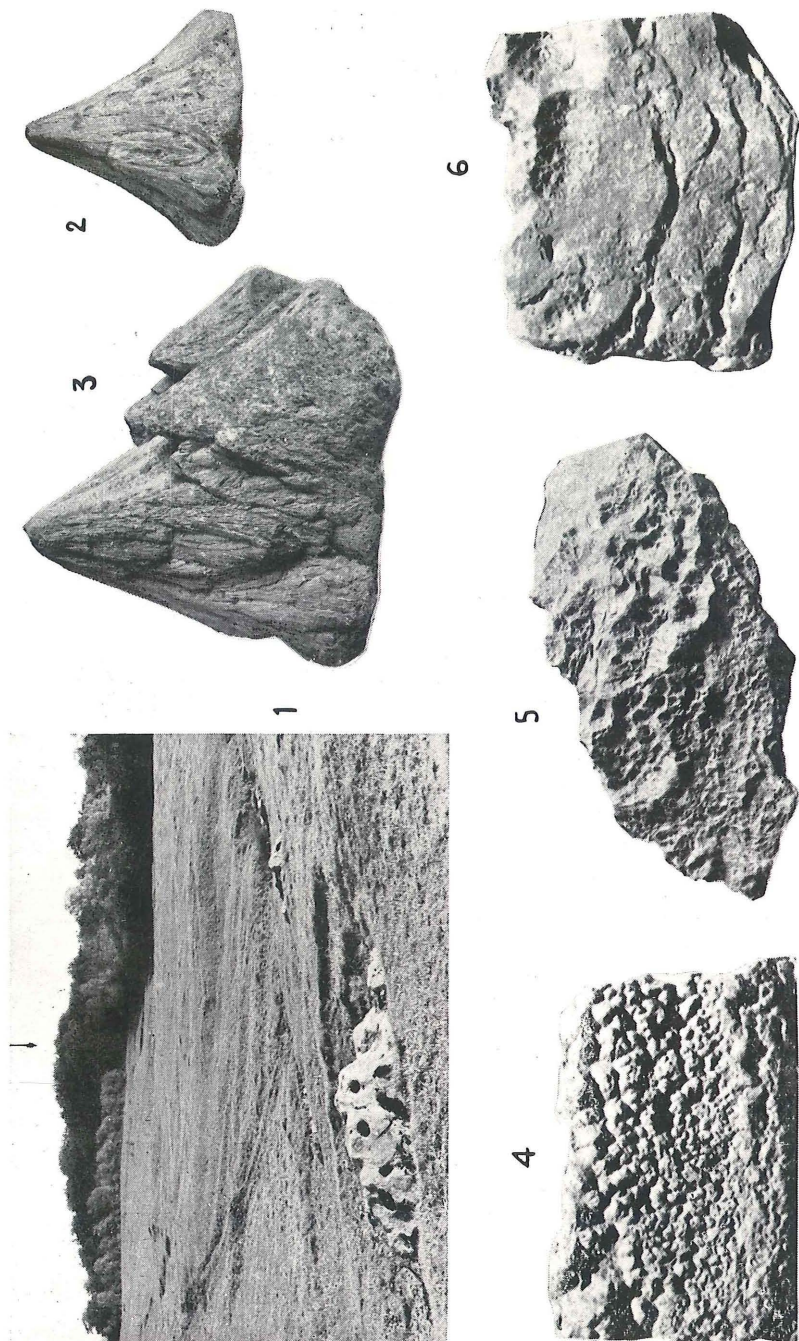


FIG. 3.

Pour éclairer la question, il serait intéressant de vérifier si, oui ou non, la structure cone-in-cone n'intéresse que la surface des deux blocs de Saint-Mard, et d'explorer la structure interne de ces blocs. C'est ce que je me propose de faire dès que j'en aurai l'occasion.

#### RÉFÉRENCES.

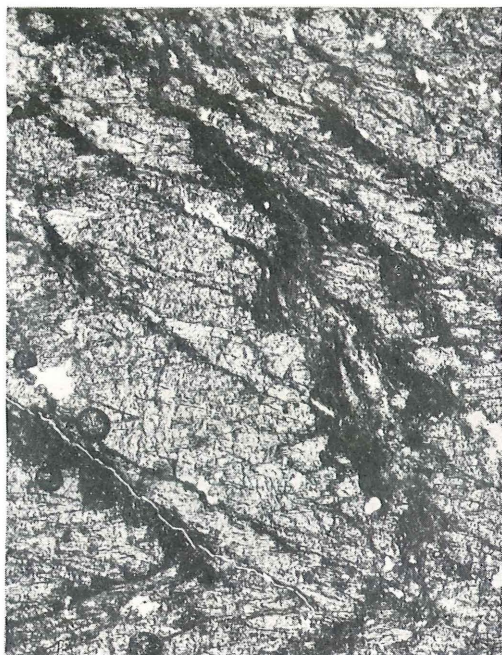
1. DE LOË, Belgique ancienne, catalogue descriptif et raisonné; t. I : Les Ages de la pierre (*Publ. Mus. roy. d'Art et d'Hist.*, Bruxelles, 1928; *Ann. Inst. archéol. du Luxembourg*, Arlon, t. 70, 1939, pp. 8-11).
2. M.-E. DENAEYER, Les miches à structure cone-in-cone du Silurien de la tranchée de Statte (province de Namur) (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrolog.*, t. L, 1940-1941, pp. 74-77).
3. — Résultats d'expériences relatives à la genèse de la structure « cone-in-cone » (*Ibid.*, t. XLIX, 1939, pp. 313-318, pl. II).
4. — La reproduction expérimentale de la structure « cone-in-cone ». Ses conséquences au point de vue de la tectonique (*C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 208, 1939, pp. 2004-2006).
5. — Les « cone-in-cone » de la Lufubu (Maniéma, Congo belge) (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. LXII, 1938-1939, pp. B. 493-512, pl. I et II).
6. L. CAYEUX, Les Roches sédimentaires de France. Roches carbonatées, Paris, 1835, p. 281, pl. XX, fig. 75 et 76.
7. W. A. TARR, Cone-in-cone, in W. H. TWENHOFFEL, *Treatise on Sedimentation*, London, 1932, pp. 716-733, fig. 101-107.
8. M.-E. DENAEYER, Sur la microstructure et la composition des « cone-in-cone » du Siegenien métamorphique de Morhet (Ardennes belges) (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrolog.*, t. XLIX, 1939, pp. 119-125).
9. — Les schistes arénigiens à structure « cone-in-cone » de la tranchée de Sart-Bernard (province de Namur) (*Ibid.*, t. XLIX, 1939, pp. 318-326, pl. II).
10. B. M. SHAUB, The origin of cone-in-cone and its bearing on the origin of concretions and septaria (*Amer. J. of Sc.*, vol. 34, 1937, pp. 331-344).
11. W. A. RICHARDSON, On the origin of septarian structure (*Min. Mag.*, vol. 56, 1919, pp. 327-338).
12. A. M. DAVIES, The origin of septarian structure (*Geol. Mag.*, vol. 50, 1913, pp. 99-101).



4



3



2



1



## EXPLICATION DES PLANCHES.

### PLANCHE I.

- Ph. 1. — Vallée du Brusel. A l'avant-plan : bloc de pierre de Stonne et lit du ruisseau creusé dans les marnes toarciennes. A l'arrière-plan : la cuesta bajocienne formée par le calcaire de Longwy, supportant le bois Lahaut. Sous la flèche, à la lisière du bois : gisement de deux blocs de calcaire marneux à structure cone-in-cone. Cliché M.-E. Denaeyer.
- Ph. 2. — Cône simple. Collection Mohimont, Musée de Paléontologie de l'Université de Louvain. Gr. nat. Cliché A. Delhaye.
- Ph. 3. — Groupement conique complexe. Collection Mohimont, Musée de Paléontologie de l'Université de Louvain. Gr. nat. Cliché A. Delhaye.
- Ph. 4. — Écaille hérissée de petits cônes. Bois Lahaut (n° B 1389). Réd. env. 3/4. Cliché M.-E. Denaeyer.
- Ph. 5. — Écaille creusée de petites cavités coniques. Bois Lahaut (n° B 1390). Réd. env. 2/3. Cliché M.-E. Denaeyer.
- Ph. 6. — Écaille à plans échelonnés, creusés de minuscules cavités coniques. Bois Lahaut (n° B 1389). Réd. env. 3/5. Cliché M.-E. Denaeyer.

### PLANCHE II.

- Ph. 1. — Film-enveloppe montrant un stade de sa segmentation avec glissement. Remarquer la variation de l'angle des paillettes de phyllite à mesure qu'elles s'écartent de la génératrice du cône. La matrice montre très nettement le dessin des cônes élémentaires. Ces cônes sont limités par des films monolamellaires ou denticulés; leur ouverture angulaire est plus faible que celle du cône-enveloppe. Bois Lahaut (n° B 1389). Lum. nat. Gross. env. 28x. Cliché Van Tassel.
- Ph. 2. — Décollement et entraînement de la moitié supérieure du gros film central, avec interposition de calcite secondaire dans le joint de décollement. Bois Lahaut (n° B 1391). Lum. nat. Gross. 64x. Cliché Van Tassel.
- Ph. 3. — Exfoliation par entraînement des films de la partie inférieure du cliché et de l'extrémité inférieure du film qui occupe l'angle supérieur gauche. Bois Lahaut (n° 1391). Lum. nat. Gross. env. 40x. Cliché Van Tassel.
- Ph. 4. — A droite du cliché : film à gradins. A gauche : film exfolié. Bois Lahaut (n° 1391). Lum. nat. Gross. env. 40x. Cliché Van Tassel.



## Compte rendu de l'excursion géophysique du 16 octobre 1943 à Clabecq-Lembecq,

par I. DE MAGNÉE.

L'excursion faisait suite à la causerie faite le 15 juin 1943 à la tribune de la Société, sous le titre: *Les méthodes d'exploration géophysiques et le Laboratoire de géologie.*

Elle avait pour but de montrer l'application sur le terrain de quelques méthodes géophysiques simples, en l'espèce la méthode magnétique et deux procédés de prospection électrique.

Les participants, fort nombreux (1), se retrouvent à la gare de Tubize et se rendent directement en un point situé à 700 m. N. 21° E. du clocher de Clabecq, à 200 m. de la Ferme de Flandre.

A cet endroit, on se trouve en bordure de la vallée de la Senne, dans une région formée par les phyllades et arkoses du *Devillien* (Cambrien inférieur selon la légende de la Carte géologique). Ces roches sont cachées sous un manteau de limon et les affleurements sont rares. La structure tectonique est pratiquement inconnue entre Lembecq et Clabecq.

Cependant, au point en question existe, sur le bord d'un vallon, un affleurement d'arkose devillienne à pâte phylladeuse verte. La stratification est voilée par la schistosité. En un point, on observe une direction nord-ouest.

Le Devillien de la vallée de la Senne est riche en magnétite. Ce minéral est disséminé sous forme de petits octaèdres aussi bien dans les arkoses que dans les phyllades encaissants. La

(1) Assistaient à l'excursion :

M<sup>me</sup> H. Ledoux-Marcelle.

MM. E. Belotte, R. Billiard, Y. Boute, V. Brien, C. Camerman, E. Casier, F. Delhayé, A. Delmer, I. de Magnée, F. Desmet, L. Dewez, G. De Witte, H. Ducarme, P. Dumon, P. Evrard, R. Francou, A. Grosjean, J. Grunenwaldt, M. Gulinck, B. Gunzbourg, A. Hacquaert, L. Hage-Aerts, F. Halet, Cl. Jacob, Jacobs, M. Lecomte, J.-L. Lefebvre, R. Marlière, A. Meyer, L. Peeters, J. Raynaud, J. Relecom, H. Tazieff, J. Thoreau, J. Van Cappellen, J.-L. Van de Roy, M. Van der Straeten, W. Van Esbroeck, F. Van Geertruiden, Van Tassel, J. Watelet.

M. Marlière conduisait, en outre, un groupe d'étudiants de l'Ecole des Mines de Mons.

teneur en magnétite varie d'un banc à l'autre. Des levés magnétiques faits dans le Devillien des massifs de Stavelot <sup>(1)</sup> et de la Dyle <sup>(2)</sup> ont montré que la répartition de la magnétite obéit à la stratification : certains bancs ou groupes de bancs sont particulièrement riches en magnétite et peuvent, localement, être considérés comme des horizons stratigraphiques.

L'utilité de tels repères stratigraphiques, malgré leur valeur purement locale, est évidente puisque la structure généralement complexe du Devillien n'a pu être élucidée presque nulle part, faute d'échelle stratigraphique suffisante.

La prospection magnétique fournit le moyen de déceler et de suivre sur le terrain les horizons magnétitifères et d'éclaircir ainsi l'allure tectonique. En effet, il suffit qu'une roche contienne disons 0,1 % de magnétite, pour qu'à son voisinage on constate des anomalies magnétiques facilement mesurables. Il suffit d'ailleurs de mesurer la composante magnétique verticale du champ terrestre. Les magnétomètres verticaux fournissent sa valeur avec une précision qui est de l'ordre de 5 gammas. Or, nous avons constaté sur les phyllades à magnétite de Beaurieux, près Mont-Saint-Guibert, des différences de 1.350 gammas entre deux stations de mesure écartées de 40 m. Au point de vue instrumental, l'exploration magnétique du Devillien est donc un problème facile à résoudre.

Bien entendu, au point de vue géologique, une mesure magnétique ne vaut pas l'observation directe des affleurements. Si ceux-ci étaient nombreux, la prospection magnétique n'aurait pratiquement pas de rôle utile à jouer. Mais dans le massif cambrien du Brabant, les affleurements sont rares et confinés dans le fond des vallées principales. Partout ailleurs, soit sur bien plus des neuf dixièmes de l'étendue du massif, les terrains de couverture tertiaires empêchent l'observation géologique. Celle-ci n'est possible qu'à l'occasion de sondages profonds.

Or, la méthode d'exploration magnétique présente l'avantage de pouvoir être faite de façon absolument continue et de permettre de déceler les horizons à magnétite *sous plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur de terrains de couverture.*

(1) P. DUHOUX, Étude géomagnétique du Massif de Hourt (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. 62, p. M. 107-150, 1938-1939).

(2) I. DE MAGNÉE et J. RAYNAUD, Étude magnétique de la tectonique du Cambrien du Brabant à l'Est de Court-Saint-Etienne (*Mém. Soc. géol. de Belg.*, 1944, sous presse).

Lorsque la teneur en magnétite atteint 2 à 3 % et que l'horizon est suffisamment épais (disons quelques dizaines de mètres), il peut encore être décelé et suivi sous une couverture de 100 m. de terrains meubles non magnétiques (1). Bien entendu, il faut dans ce cas utiliser des magnétomètres sensibles et précis, car on sait que l'amplitude de l'anomalie provoquée par un banc incliné est inversement proportionnelle à l'épaisseur du recouvrement.

On peut conclure qu'un levé magnétique détaillé d'une grande partie du Brabant aurait un intérêt géologique considérable et constituerait un grand pas en avant dans la connaissance du sous-sol de la Belgique centrale.

Le conducteur de l'excursion rappelle ensuite quelques notions sur le champ magnétique terrestre, ses variations et sa représentation par « profils » ou « cartes d'isogammes ». Il explique également le fonctionnement de la balance magnétique de campagne, type Askania Gf7, qui sera utilisée pour le petit levé qui fait partie du programme de la journée (2).

MM. H. Ducarme, P. Evrard, J. Grunenwaldt et J. Raynaud, collaborateurs du *Centre belge d'études de prospection géophysique*, exécutent ensuite deux petits profils magnétiques, comportant au total une vingtaine de stations.

Ces profils viennent s'intercaler entre des profils faits lors de la préparation de l'excursion. Le croquis figure I donne l'emplacement des stations, ainsi que les lectures fournies par le magnétomètre en chacune d'elles. La constante d'échelle de l'instrument était de 26 gammas par division, de sorte que les valeurs indiquées par la carte figure I devraient être multipliées par 26 pour être chiffrées en gammas. Mais cette opération est inutile en vue du but poursuivi.

De même, nous n'avons pas corrigé les lectures brutes pour tenir compte de la *variation magnétique diurne*. Cette variation est lente et son amplitude totale ne vaut, pour la composante verticale, que 20 à 30 gammas. La correction que nous pourrions apporter aux mesures n'est pas indispensable dans le cas présent, car les différences de lecture entre stations voisines sont de l'ordre de plusieurs centaines de gammas.

(1) A Court-Saint-Étienne, un tel horizon, enfoui sous 30 m. de sables bruxelliens, donnait encore une anomalie de la composante verticale de 225 gammas d'amplitude.

(2) Ces questions ont été traitées lors de la causerie du 15 juin 1943. Le lecteur se reportera utilement au texte de cette causerie, qui a été polygraphié et sera imprimé prochainement.

Les mesures indiquées figure I permettent de tracer approximativement, par interpolation, les lignes de même intensité magnétique verticale, c'est-à-dire les isogammes. Nous avons représenté les isogammes d'ordre 40 et 50. Les zones à anomalie positive supérieure à 40 sont indiquées par un grisé.

Le tracé des isogammes est évidemment d'autant plus précis que les stations sont plus rapprochées. Pour les derniers profils, les intervalles sont de 15 m. entre stations, ce qui est à peine suffisant dans le cas considéré.

**Fig. I. - Isogammes de la  
composante magnétique  
verticale.**

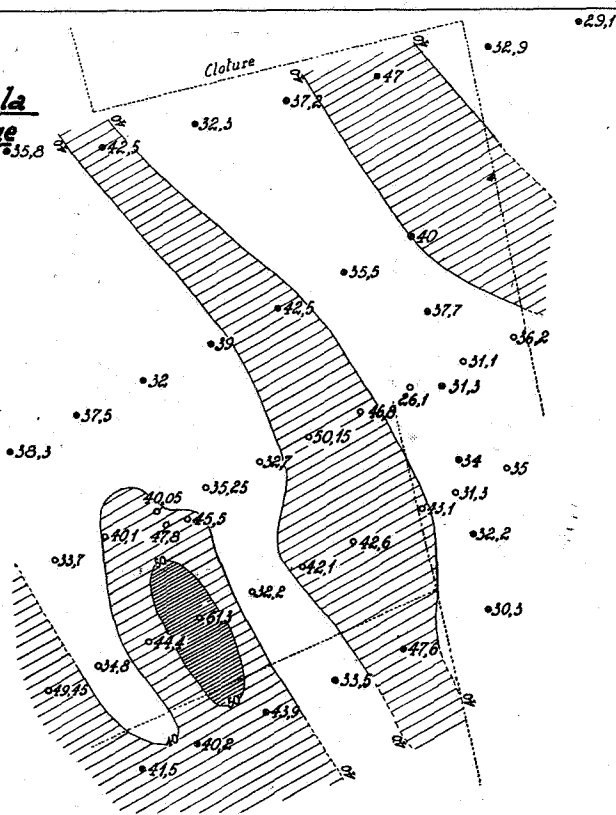
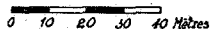
CLABECQ. •29,3

N.M.

**Legende:**

- Points stationnés le 14-10-43
- Points stationnés le 16-10-43

**Echelle:**



Les zones à anomalie positive supérieure à 40 dessinent plusieurs bandes parallèles, qui correspondent à des « crêtes » d'anomalie. Celles-ci jalonnent le passage de bancs relativement riches en magnétite. La carte magnétique détermine donc immédiatement la *direction* dominante des couches plissées, ce qui était le but du petit levé. Cette direction est N.-35°-W.

Si les levés avaient été faits avec stations très rapprochées, on aurait obtenu des profils magnétiques *interprétables*, c'est-à-dire permettant de fixer la position, l'épaisseur et le pendage des bancs. Cependant cette interprétation complète est difficile dans le cas présent, à cause de la présence de nombreux bancs magnétifères très rapprochés l'un de l'autre : leurs effets respectifs se superposent, ce qui rend laborieuse et aléatoire la comparaison des courbes expérimentales avec des courbes théoriques calculées d'avance pour toutes les situations géométriques possibles d'un banc isolé.

Une telle analyse détaillée ne serait d'ailleurs justifiée que s'il s'agissait d'un problème minier, par exemple l'étude d'un gisement de minerai de fer.

L'exercice effectué sous les yeux des participants leur permet de constater que deux opérateurs peuvent lever un réseau serré à la cadence de 3 minutes par station (une double mesure par station). Cette vitesse d'exécution nécessite l'emploi simultané de deux trépieds. Deux opérateurs entraînés peuvent donc effectuer une centaine de mesures par journée de travail. Dans ces conditions, il est évident que la prospection magnétique est très peu coûteuse et peut être pratiquée sans difficulté par des laboratoires de géologie universitaires ou des services géologiques de sociétés minières, voire par des géologues indépendants.

Le domaine d'application, plus vaste qu'il ne paraît à première vue, s'étend principalement aux roches métamorphiques ou éruptives et à plusieurs types de gisements métallifères.

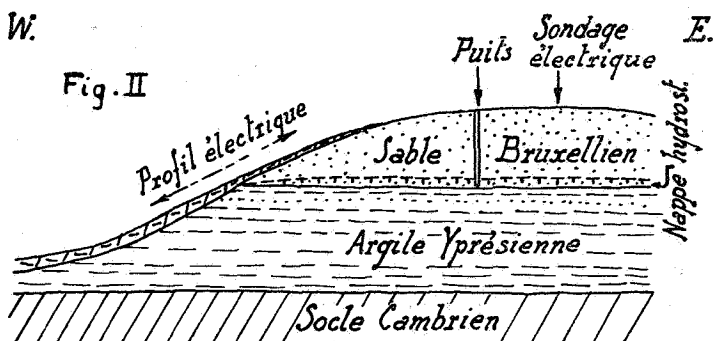
Les participants s'acheminent ensuite vers la propriété de leur confrère M. Victor Brien, sise dans le Bois de Lembecq. M. et M<sup>me</sup> Brien leur réservent un accueil charmant dans un cadre splendide, égayé par un beau soleil d'automne.

La surprise de la journée consiste en tables bien garnies devant lesquelles s'installent les participants, que rend muets la lecture d'un menu plantureux. Celui-ci tient ses promesses et c'est dans une ambiance enthousiaste que M. le président Camerman lève son verre à la santé de nos hôtes.

Vers 14 heures, le conducteur de l'excursion expose le but et les principes des exercices de prospection électrique qui constituent la deuxième partie du programme.

Le Bois de Lembecq couvre une colline tabulaire qui domine la vallée de la Senne. Son sommet est formé par les sables

rudes du Bruxellien; sa base, par les argiles de l'Yprésien, qui reposent elles-mêmes sur le socle de roches cambriennes. La coupe verticale figure II schématise la situation géologique.



Le but de l'exercice de prospection électrique est de repérer la surface de contact quasi horizontale qui sépare le Bruxellien de l'Yprésien. La position de cette surface est connue approximativement, parce que, sur la pente, la couche d'éluvions est fort mince et que des sources jaillissent au sommet de l'Yprésien imperméable. Ces sources sont alimentées par la nappe phréatique du Bruxellien, dont la surface d'équilibre s'établit à faible hauteur au-dessus de la base des sables (voir fig. II). Cette nappe est mise à contribution par le puits du château Brien. L'eau y stationne vers 28 m. de profondeur. Il sera donc possible de contrôler les résultats de la prospection électrique.

Celle-ci consistera, d'une part, à effectuer un *sondage électrique* au sommet de la colline, d'autre part, à exécuter un *profil de résistivité* placé suivant la pente, à cheval sur le passage présumé du contact Bruxellien-Yprésien. Dans les deux cas, il s'agit de localiser cette surface de contact.

L'étude électrique est possible, parce qu'on sait, a priori, qu'il existe une grande différence de résistivité électrique entre des sables secs et une argile gorgée d'eau. Celle-ci est bonne conductrice de l'électricité, car l'eau qui l'imprègne ne peut se renouveler et a donc une teneur assez forte en électrolytes dissous. En fait, nous verrons que la résistivité du sable bruxellien est d'au moins 10 fois celle de l'argile yprésienne.

Sondages électriques et profils de résistivité peuvent être exécutés au moyen des mêmes appareils de mesure. Cependant, dans le but de montrer deux techniques différentes, nous exécuterons le sondage au moyen de courant continu, fourni

par accus, et le profil au moyen de courant alternatif, fourni par magnéto.

SONDAGE ÉLECTRIQUE. — Celui-ci est effectué au sommet de la colline, à environ 150 m. au sud du château du Bois de Lembecq.

Le conducteur de l'excursion rappelle le principe des sondages électriques, déjà exposé antérieurement dans le compte rendu de la causerie faite le 15 juin 1943.

Indiquons simplement que la méthode consiste à mesurer en un point fixe la *variation de la résistivité apparente* du sol lorsqu'on accroît progressivement la profondeur de pénétration du courant. Cet accroissement s'obtient en écartant de plus en plus les électrodes d'émission, tout en gardant fixe le point central du dispositif d'électrodes.

En ce point sont installés la source de courant et l'appareil de mesure. Pour chaque position des électrodes, on mesure le courant  $I$  fourni aux électrodes d'émission et la tension  $V$  qui s'établit entre deux électrodes secondaires, placées symétriquement de part et d'autre du point central. Nous utilisons le dispositif de Wenner, à 4 électrodes alignées et équidistantes, les deux externes servant à l'émission.

Dans ce cas, la résistivité apparente est donnée par la formule

$$\rho_a = 2\pi a \frac{V}{I}$$

( $a$  étant la distance séparant deux électrodes voisines).

On sait aussi que la profondeur *efficace* de pénétration du courant dans le sol est généralement un peu inférieure à  $a$  mètres.

Nous stationnons sur une couche épaisse de sable, à forte résistivité ( $\rho_1$ ), couvrant une masse d'argile à faible résistivité ( $\rho_2$ ) (voir fig. II). Tant que  $a$  reste petit, le courant reste pratiquement cantonné dans le sable et  $\rho_a$  mesuré doit donc être voisin de  $\rho_1$ . Mais si  $a$  est grand, la majeure partie du courant est dérivée par l'argile bonne conductrice et le  $\rho_a$  mesuré doit donc se rapprocher de  $\rho_2$ .

Pour les valeurs *intermédiaires* de  $a$ , nous devons observer pour  $\rho_a$  une courbe de variation descendante. Les mesures ont comme premier objectif de tracer cette courbe, en en déterminant une série de points.

Le graphique figure II (p. 251) résume les résultats obtenus (1).

Analysons cette courbe expérimentale. Pour  $a$  très petit, on constate des résistivités élevées, de l'ordre de 400 ohms.m. Lorsqu'on augmente la longueur caractéristique  $a$ , la résistivité apparente enregistrée diminue rapidement. A partir de  $a=10$  m. jusqu'à  $a=24$  m., elle reste à peu près constante. A partir de  $a=24$  m., elle décroît, lentement d'abord, puis plus rapidement. Comme nous n'avons pas fait de mesures au delà de  $a=50$  m., nous n'observons pas la dernière partie de la courbe prévue, qui doit tendre asymptotiquement vers la résistivité moyenne de l'argile yprésienne.

Comme nous connaissons approximativement la géologie du sous-sol, la courbe est d'interprétation aisée. La forte résistivité des premiers mètres de sable est due très probablement à la sécheresse de cette couche superficielle. Il n'a pas plu pendant plus d'une semaine et le sol, très perméable, a pu s'assécher superficiellement par évaporation.

La constance de résistivité pour  $10 \text{ m.} < a < 24 \text{ m.}$  s'explique par l'homogénéité des sables bruxelliens, qui, en profondeur, sont humides (eau pelliculaire). A partir de  $a=24$  m. se marque l'influence de l'argile yprésienne sous-jacente, qui possède une très faible résistivité.

Il s'agit maintenant de déduire de la courbe obtenue l'épaisseur  $h$  du Bruxellien, c'est-à-dire d'interpréter quantitativement la deuxième partie de cette courbe.

Dans ce but, nous comparons cette portion de courbe à une famille de courbes théoriques, calculées une fois pour toutes, donnant  $\frac{\rho_a}{\rho_1}$  en fonction de  $\frac{a}{h}$ , pour différentes valeurs du rapport  $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ .

Cette comparaison peut se faire par superposition. En effet, si la courbe expérimentale est dressée à une échelle convenable, elle doit coïncider avec l'une des courbes théoriques ou se placer entre deux courbes théoriques voisines.

Une difficulté provient du choix des échelles. Afin de l'éli-

(1) Nous avons indiqué à la fois les valeurs de  $\rho_a$  obtenues lors de la préparation de l'excursion et celles obtenues le jour même. La concordance est bonne, sauf lorsque  $a$  est grand. Les erreurs sont dues au fait que le voltage de l'accu était insuffisant, d'où des tensions  $V$  trop faibles difficilement mesurables à l'aide du potentiomètre employé. La résistance de contact des électrodes avec le sable sec est très élevée, ce qui influence défavorablement la précision des mesures.



miner on utilise, pour construire les courbes, des coordonnées logarithmiques de même module. Dès lors les changements d'échelle s'opèrent par de simples translations parallèles aux axes coordonnés.

Le diagramme figure II montre à la fois la courbe expérimentale et les deux courbes théoriques qui l'encadrent le mieux. Pour obtenir cette coïncidence, nous avons dû opérer une translation du diagramme théorique de la gauche vers la droite. La verticale  $\frac{a}{h} = 1$ , dessinée sur ce diagramme, vient se placer approximativement sur le point d'abscisse 32 m. du diagramme expérimental. La translation opérée équivaut à log. 32. Pour  $a = 32$  m. on a  $\frac{a}{h} = 1$ , donc  $h = 32$  m., solution du problème.

Ce résultat doit être voisin de la réalité, car dans le puits du château, la nappe hydrostatique est à environ 28 m. de profondeur sous l'orifice (voir coupe fig. II, p. 247). On peut donc estimer que le contact Yprésien-Bruxellien se trouve effectivement à une trentaine de mètres de profondeur.

**PROFIL DE RÉSISTIVITÉ.** — La méthode consiste à maintenir constante la longueur caractéristique  $a$  (c'est-à-dire la profondeur d'exploration), mais à déplacer le centre du dispositif d'électrodes suivant une ligne droite plus ou moins normale à la trace du contact à repérer. La mise en œuvre sur le terrain est analogue à celle adoptée pour les profils magnétiques. Les résistivités sont portées en ordonnée au droit des stations où elles ont été obtenues (voir fig. IV).

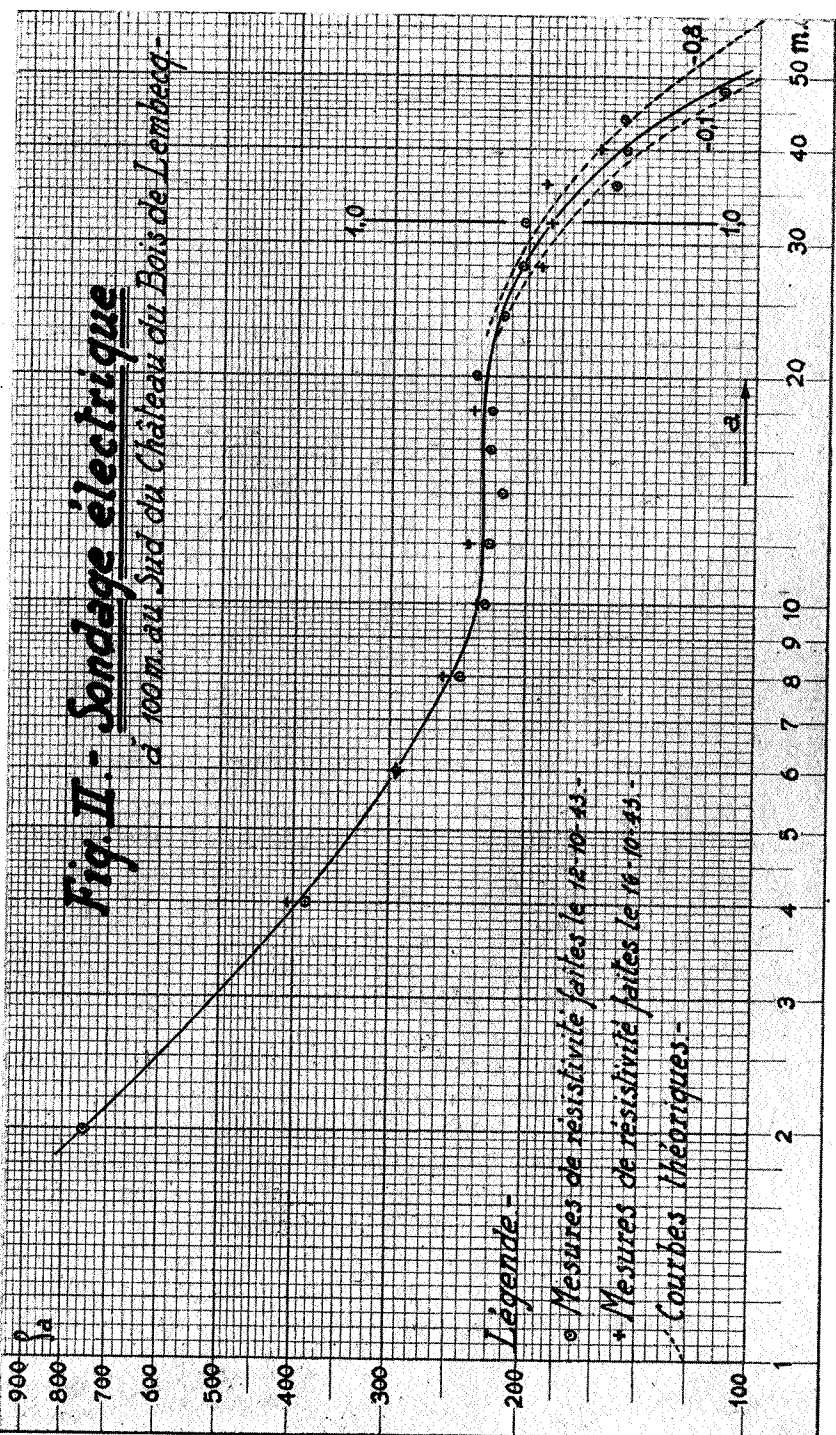
Le profil de résistivité que nous effectuons est placé suivant la pente de la colline (voir fig. II), dans une large coupure déboisée qui s'étend au pied du château. Sachant que la couverture d'éluvions à une faible épaisseur, nous avons adopté  $a = 5$  m., les stations successives étant écartées de 10 m.

Le rapport  $\frac{V}{I}$  est mesuré directement à l'aide du *mesureur de terre Siemens*. Il suffit de multiplier ce rapport par le facteur  $2\pi a$  pour obtenir la résistivité apparente en ohms.m. Ce petit appareil est d'emploi très commode. Le courant d'émission, qui est *alternatif*, est fourni par une petite magnéto mue par manivelle. L'instrument de zéro est un galvanomètre à aiguille précédé d'un redresseur spécial.

Une mesure ne prend pratiquement que le temps de planter dans le sol les quatre électrodes, qui sont de simples piquets métalliques.

**Fig. II. - Sondage électrique**

*à 100 m. au Sud du Château du Bois de Lembecq.*

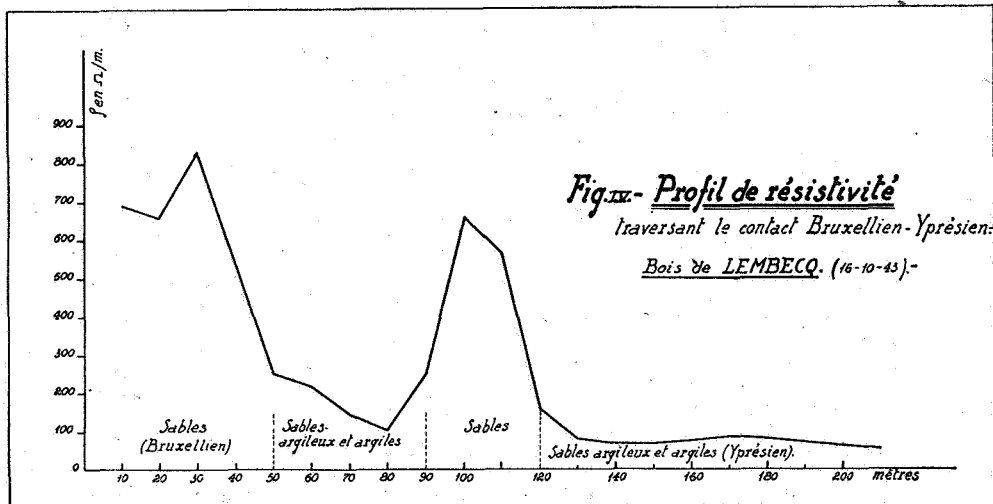


**Légende -**

- Mesures de résistivité faites le 12-10-43.
- \* Mesures de résistivité faites le 16-10-43.
- - - Courbes théoriques.

La figure IV fournit la courbe des résistivités obtenue, dessinée à une échelle arbitraire.

Au haut de la pente, sur le Bruxellien en place, nous obtenons des résistivités élevées, de l'ordre de 700 *ohms.m.* Entre 30 m. et 50 m. de l'origine du profil, la résistivité tombe rapidement à 250 *ohms.m.* Elle diminue plus lentement ensuite jusqu'à 100 *ohms.m.*, à 80 m. de l'origine.



De 90 m. à 120 m., nous constatons une brusque augmentation de résistivité, suivie d'une diminution tout aussi rapide.

A partir de 130 m., la résistivité reste presque constante et très basse, inférieure à 100 *ohms.m.* C'est la résistivité caractéristique de l'argile Yprésienne.

L'interprétation ne présente pas de difficultés (voir fig. IV).

Le *contact Bruxellien-Yprésien* recherché se trouve manifestement à environ 50 m. de l'origine, point qui est à la cote normale de ce contact dans la région et à la cote fournie par le puits, par le sondage électrique et par les sources voisines.

Mais l'augmentation locale de la résistivité entre 90 m. et 120 m. paraît anormale à première vue, car on ne connaît pas de niveau de sable sec, non argileux, dans l'Yprésien. Il faut attribuer ce maximum anormal à la présence d'un lambeau de sable bruxellien, ayant glissé suivant la pente. On sait que de telles masses déracinées sont extrêmement fréquentes sur les fortes pentes qui forment le bord oriental de la vallée de la Senne. Cette interprétation est d'ailleurs confirmée par la

nature sèche et sableuse du sol superficiel dans la zone en question et par une irrégularité locale de la pente.

La courbe de résistivité reflète donc fidèlement la nature du sous-sol.

Lorsqu'on aborde le contact Bruxellien-Yprésien, la résistivité ne tombe pas brutalement, mais passe, sur une trentaine de mètres de distance, par des valeurs intermédiaires. Cela tient surtout à ce que l'angle que font entre elles la surface de contact et la surface topographique est très aigu. Lorsqu'on stationne un peu en amont de la trace du contact, le courant de mesure traverse simultanément les deux terrains et l'on trouve donc des résistivités apparentes intermédiaires entre les résistivités vraies respectives. Si le contact à localiser avait eu une allure redressée, on aurait observé une chute brutale de résistivité en traversant le contact, pour autant que les terrains de recouvrement fussent peu épais.

Lorsque l'épaisseur du recouvrement croît, on est obligé d'augmenter  $a$  en conséquence; les courbes obtenues deviennent plus étalées et l'interprétation plus difficile et moins précise.

Il n'est pas douteux que cette méthode, si simple et rapide, soit susceptible de rendre de grands services pour la cartographie géologique de détail, tant dans les régions à terrains plissés que dans celles à terrains subhorizontaux.

Le programme de la journée est achevé. M. le président Camerman remercie, au nom de tous, le conducteur de l'excursion et ses collaborateurs, ainsi que M. Brien. Il exprime l'espoir de voir se développer en Belgique et à la Colonie l'emploi des méthodes d'exploration géophysique.

Centre belge d'études de Prospection géophysique.

---

### A propos des « champs tectoniques » (1),

par FÉLIX KAISIN.

Quelques publications récentes, dues à des auteurs éminents, ont attiré l'attention sur des traits de structure tectonique qui ne paraissent pas explicables par l'action des poussées tangentielles. Reprenant une idée qu'il avait exprimée (2) après Hans Schardt (1) en 1896, M. Maurice Lugeon, l'illustre maître de Lausanne, a expliqué par l'action de la gravité la mise en place des nappes des Préalpes dont la matière, par suite d'un serrage profond, a dû « s'écouler ou plutôt glisser vers l'extérieur comme un trop-plein » (9, p. 9). Avec la collaboration de M. Schneegans (8), puis de M. E. Gagnebin (10), il a publié des aperçus qui, selon sa manière habituelle, ont donné à la question toute son ampleur et, comme l'a très bien dit E. Gagnebin, fait lever tout un vol d'hypothèses « qui maintenant exigent d'innombrables vérifications et suscitent partout des observations nouvelles » (12, p. 7).

On sait que plusieurs tectoniciens français, à la suite de MM. M. Gignoux et L. Moret, ont émis des vues semblables au sujet des Alpes françaises (6, 7) et que leurs travaux ont servi de base à un chapitre nouveau de la tectonique, la tectonique d'écoulement. Dans un important mémoire qui vient d'être distribué, M. Léon Bertrand a écrit ce qui suit à propos de la *nappe de décollement du Cheiron et de l'Audibergue* : « ... le processus de son entraînement (qui) ne semble toutefois, dès maintenant, pouvoir être attribué qu'à un *glissement par gravité*, c'est-à-dire à la *tectonique d'écoulement* » (13, p. 45; les mots soulignés l'ont été par l'auteur). Ce texte montre clairement ce qu'il faut entendre sous le vocable nouveau. C'est, en même temps, une adhésion.

En 1941, M. Lugeon a publié une note d'une très grande portée qu'il a intitulée, un peu trop modestement à mon sens : *Une hypothèse sur l'origine du Jura* (11). Pour lui, le Jura ne peut « avoir pris naissance par des poussées tangentielles analogues à celles qui ont créé le grand édifice alpin, puisqu'il n'a pas été plissé entre les serres d'un étau qui n'existe pas » (11,

---

(1) Cette note résume l'un des points développés par notre éminent collègue dans sa conférence du 19 octobre 1943.

p. 10). M. Lugeon rappelle que Buxtorf, dans un mémoire devenu classique, a fait connaître un fait et nullement exprimé une hypothèse en représentant la masse tectonogène du Jura comme décollée de son substratum hercynien (11, p. 2) et aussi qu'en 1934, Jules Favre écrivait déjà que *le Jura est une gigantesque nappe de glissement plissée* (3, 11, p. 6; les mots sont soulignés par M. Lugeon). Mais Favre ne semble avoir vu là qu'un trait de structure susceptible de s'intégrer dans le corps de doctrines déjà un peu suranné qui satisfaisait encore à peu près tout le monde en 1934. « La pesanteur n'était pas invoquée » (3, 11, p. 6). Pour le maître de Lausanne rien n'a poussé le Jura. « Alors, une conclusion s'impose, impérieuse : *la force qui a plissé le Jura ne peut être que la pesanteur* ». Et il ajoute : « C'est une bien grosse conclusion, grosse de conséquences, parce qu'elle entraînera certainement avec elle l'histoire mécanique de nombreuses chaînes, de toutes celles qui ne sont pas nées de géosynclinaux, c'est-à-dire de toutes ces chaînes de couverture, de tous ces plis des avant-pays et des plate-formes affectant la pellicule sédimentaire des grands plis de fond d'Argand » (11, pp. 4-5).

Cette thèse, que M. Maurice Lugeon a solidement étayée d'observations soignées et d'apêrçus clairvoyants est, à coup sûr, grosse de conséquences, plus encore peut-être que ne l'a dit son défenseur. Dans la pensée de celui-ci, des parties importantes de l'ancienne conception de l'orogénèse doivent survivre à la profonde réforme que l'on voit poindre. J'en suis moins assuré que lui, mais la présente note n'a pas pour but de traiter de cet objet, sur lequel je me propose de revenir plus longuement sans beaucoup tarder. Ce qui me paraît devoir être signalé pour l'instant, ce sont les analogies pour le moins curieuses que je ne puis m'empêcher de voir entre les résultats obtenus dans les Alpes franco-suissees par les éminents confrères dont j'ai cité les noms et l'aboutissement des études que j'ai poursuivies sur l'Ardenne. Dans diverses publications, dont la teneur a été reprise dans une étude synthétique (5) parue en 1936, pour expliquer *une structure d'ensemble* dont rien ne s'explique par une poussée d'arrière-pays, j'ai eu recours à des champs de forces auxquels j'ai donné le nom de champs tectoniques. Pour moi, la matière tectonogène a flué sous l'action de ces champs à la manière de vastes coulées plastiques. Cette conception, par plus d'un côté, se rapproche étonnamment de celle que M. Lugeon développe à propos des Préalpes romandes et du Jura. C'est

bien à un « champ » qu'il recourt et il a comparé la fuite des sédiments plastiques au jeu d'un trop-plein. Sur ces points, je me trouve avoir été d'accord avec lui avant la lettre (4, pp. 268-270).

Mais il me serait difficile de le suivre — en ce qui concerne bien entendu mes propres observations et elles seules — lorsqu'il écrit que « la force qui a plissé le Jura *ne peut être que la pesanteur* ». Je pense qu'il faut pousser plus loin encore l'indépendance de l'esprit vis-à-vis des théories et se borner, pour l'instant, à parler d'un champ tectonique dont il vaudrait mieux dire *qu'il n'est, peut-être, que la pesanteur*.

Il se pourrait qu'il fût autre, sans qu'on soit en mesure d'indiquer, dès maintenant, sa véritable nature. On cherche depuis Dutton et quelques tentatives récentes ont éveillé l'intérêt. L'esprit qui règne à Lausanne et à Grenoble, pour ne citer que ces deux grandes écoles de géologie, fait bien augurer de l'avenir d'une science qui, plus que jamais, me paraît éloignée d'avoir dit son dernier mot.

Louvain, Institut géologique de l'Université,  
avril 1944.

#### BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE.

1. 1893. SCHARDT, Sur l'origine des Préalpes romandes, zone du Chablais et du Stockhorn (*Arch. Sc. phys. et nat. de Genève*, III, 30, pp. 570-583).
2. 1896. LUGEON, M., La région de la brèche du Chablais (Haute-Savoie) (*Bull. Serv. Carte géol. de France*, VII, n° 49).
3. 1934. FAVRE, J., Le Jura (*Guide géol. Suisse*, fasc. I, p. 42).
4. 1935. KAISIN, F., Quelques réflexions sur la dysharmonie (*Bull. Soc. belge de Géol.*, XLV, pp. 258-271).
5. 1936. — Le problème tectonique de l'Ardenne (*Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, t. XI, pp. 320 seq.).
6. 1938. GIGNOUX, M., MORET, L., LORY, P. et SCHNEEGANS, D., Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans les Alpes Méridionales du 10 au 17 septembre 1938 (*C. R. sommaire Soc. géol. de France*, 1938, pp. 247-283).
7. 1938. GIGNOUX, M. et MORET, L., Description géologique du Bassin de la Durance.
8. 1940. LUGEON, M. et SCHNEEGANS, D., Sur le diastrophisme alpin (*C. R. Acad. Sc. de Paris*, 210, 1940, pp. 87-90).
9. 1940. LUGEON, M., Sur la formation des Alpes franco-suissees (*C. R. sommaire Soc. géol. de France*, 1940, pp. 7-10).

10. 1941. LUGEON, M. et GAGNEBIN, E., Observations et vues nouvelles sur la géologie des Préalpes romandes (*Bull. Lab. de Géol., Minéral., etc., de l'Univ. de Lausanne*, n° 72, 1941, pp. 1-90, 1 pl. et *Bull. Soc. vaudoise des Sc. natur.*, n° 47, 1941, vol. 7, n° 1).
  11. 1941. LUGEON, M., Une hypothèse sur l'origine du Jura (*Bull. Lab. de Géol., Minéral., etc. de l'Université de Lausanne*, n° 73, pp. 1-14).
  12. 1942. GAGNEBIN, E., Les idées actuelles sur la formation des Alpes (*Act. Soc. helvét. Sc. natur.*, 1942, pp. 47-58).
  13. 1943. BERTRAND, LÉON, Les chaînons et hauts plateaux provençaux du Sud-Ouest des Alpes Maritimes et des régions avoisinantes des Basses-Alpes et du département du Var (*Mém. Soc. géol. de France*, nouv. sér, XIII, Mém. 49, in-4°, pp. 1-90, pl. I-IV).
  14. 1943. FALLOT, P., *in* Lugeon, M. 11, p. 5.
-