SÉANCE MENSUELLE DU 19 FÉVRIER 1952

Présidence de M. P. DUMON, *président*

Sur la proposition du président, l'assemblée nomme membre de l'effectif de la Société :

M. JEAN DELVIGNE, Étudiant, 247, chaussée de Tirlemont à Kessel-Loo; présenté par MM. E. Asselberghs et M. Lecompte.

Dons et envois reçus :

De la part des auteurs :

10532 ... Carte géologique du Luxembourg. Échelle : 1 50.000e. Éditée par le Service Géologique du Luxembourg. 8 feuilles. Zurich, 1947-1949.

10533 ***Bailey, E.*** Mountains in geology. New Basford, 1951. 20 pages.

10534 ***Bordet, P.*** Étude géologique et pétrographique de l'Estérel. Paris, 1951, 207 pages, 2 planches et 3 cartes.

10535 ***Cahen, L.*** et ***Lepersonne, J.*** Central and East Africa. Esquisse de la géologie du Congo belge. Londres, 1931, 23 pages.

10536 ***Corroy C.*** et ***Bernard, A.*** Les eaux profondes de la Haute vallée de l'Arc (Bouches-du-Rhône). Marseille, 1949, 18 pages et 4 figures.

10537 ***Dangeard, L.*** La Normandie. Paris, 1951, 241 pages, 7 planches et 21 figures.

10538 ***Derville, P. H.*** Les marbres du Calcaire Carbonifère en Bas-Boulonnais. Strasbourg, 1931, 322 pages, 24 planches et figures.

10539 ***de Meideiro, A. C.*** Algumas formaçôes Montmorilloniticas Portuguesas. Porto, 1948, 7 pages et 2 planches.

10540 ***de Meideiros, A. C.*** Geologia do Jazigo de Ferro de Guadramil. Porto, 1951, 28 pages, 5 planches et 2 cartes.

10541 ***Freire de Andrade, C.*** Central Africa. Contribution to the geology of Northern Lunda-Angola. Londres, 1951, 6 pages.

10542 ***Gaibar Puertas, C.*** La variacion secular de la intensidad geomagnetica y su influjo en la distribucion geografica de la imantacion terrestre. Tarragona, 1951, 31 pages et 6 figures.

10543 *Gaibar Puertas, C.* Reimantacion del globo terrestre. Madrid, 1951, 27 pages.

10544 *Iwai, J. I.* Pleistocene series of Eastern Aomoti Prefecture. Sendai, 1951, 31 pages et 1 carte.

10545 *Lipparini, T.* Foraminiferi dell' Oligocene nel « Flysch » di Cortona (Arezzo). Roma, 1951, 8 pages et 1 planche.

10546 *Mc Connell, R. B.* La nappe du Niesen et ses abords entre les Ormonts et la Sarine. Berne, 1951, 94 pages, 2 panches et 28 figures.

10547 *Mouta, F.* et *Cahen, L.* Le Karroo du Congo belge et de l'Angola. Londres, 1951, 12 pages.

10548 *Portner, C.* La formation du sédiment calcaire du lac de Neufchâtel. Étude chimico-physique. Bâle, 1951, 94 pages et 14 figures.

10549 *Portner, C.* Le mécanisme de la précipitation du CO_3Ca et la détermination de l'épaisseur du dépôt annuel de la vase dans le lac de Neuchâtel. Stuttgart, 1951, 6 pages.

10550 *Stevens, Ch.* Le problème du Massif de Boussu. Lille, 1948, 8 pages.

10551 *Stevens, Ch.* Les surélévations rajeunies. Bruxelles, 1949, 5 pages.

10552 *Stevens, Ch.* Le relief du socle paléozoïque de la Moyenne-Belgique. Ses modes de représentation; ses enseignements. Liège, 1950, 9 pages et 1 figure.

10553 *Stevens, Ch.* La géomorphologie tectonique de la vallée de la Haine. Considérations, précisions et hypothèses. Liège, 1951, 16 figures et 4 figures.

10554 *Stevens, Ch.* Sur la genèse des plis couchés du Borinage. Liège, 1951, 4 pages et 2 figures.

10555 *Stevens, Ch.* Les déformations des plaines alluviales. Liège, 1951, 9 pages.

10556 *Tauro, A.* Anuario bibliografico peruano de 1948. Lima, 1951, 249 pages.

10557 *Termier, H.* et *Geneviève.* Initiation à la Paléontologie. I. Généralités, l'Évolution, Invertébrés. Paris, 1952, 224 pages et 22 planches. — II. Invertébrés, Vertébrés, Paléobotanique. Paris, 1952, 224 pages et 28 planches.

10558 *Wegmann, E.* Note sur quelques problèmes de la tectonique superposée. Helsingfors, 1947, 16 pages.

10559 *Wegmann, E.* Note sur la chronologie des formations précambriennes du Groenland méridional. Bâle, 1948, 8 pages et 1 planche.

10560 *Wegmann, E.* Geological tests of the hypothesis of continental drift in the arctic regions. Scientific planning. Copenhaure, 1948, 48 pages et 2 planches.

10561 *Wegmann, E.* Remarques sur le métamorphisme régional. Stuttgart, 1948, 10 pages.

10562 *Wegmann, E.* Le spectre des mouvements de l'écorce terrestre et leur enregistrement dans les sédiments. Londres, 1950, 6 pages.

10563 *Wegmann, E.* Transformations métasomatiques et analyse tectonique. Londres, 1950, 8 pages.

10564 *Wegmann, E.* Trois phases de l'exploration arctique. Neuchâtel, 1951, 16 pages.

10565 *Wegmann, E.* Méthodes d'analyse tectonique des socles cristallins. Genève, 1951, 7 pages.

10565 *Wegmann, E.* Subkambrische tillite in der Herzynischen Faltungszone. Stuttgart, 1951, 14 pages et 4 figures.

10567 *Wegmann, E.* Postface et Résumés. Stuttgart, 1951, 7 pages.

9419 *Cayeux, L.* Études des gîtes minéraux de la France. Les phosphates de chaux sédimentaires de France (France métropolitaine et d'Outre-Mer). Tome III. Paris, 1950, 110 pages, 20 planches.

10569 *Comité Spécial du Katanga.* Commémoration du Cinquantenaire (1900-1950). Rapports et Bilans de l'exercice 1950. Bruxelles, 1951, 212 pages et photos.

9825 *Jamotte, A.* Compléments à la bibliographie géologique de l'Afrique centrale publiée en 1937. Congo belge. Période 1945-1949. Addenda et errata aux éditions de 1937 et 1948. Bruxelles, 1951, 29 pages.

Communications des membres :

M. GULINCK et F. GEUKENS. — *Le Tunnel de la Soor à la Gileppe. Coupe dans le Cambrien et le Dévonien inférieur.* (Texte ci-après.)

A. LOMBARD. — *Lithologie comparée et sédimentation du Dévonien du bord nord du Bassin de Namur* (projections lumineuses). (Texte ci-après.)

Extrait du *Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, tome LXI. (Séance mensuelle du 19 février 1952).

Coupe géologique de la galerie de captage Soor-Gileppe (*),

par F. GEUKENS et M. GULINCK.

Dans le cadre des travaux destinés à augmenter la capacité du réservoir de la Gileppe, les eaux de la Soor, affluent de la Helle, ont été captées et mises en communication avec celui-ci, au lieu dit « Trou Malbrouk ».

Cette communication a été réalisée au cours des années 1950, 1951 et 1952, au moyen d'une conduite circulaire en béton armé d'un diamètre intérieur de 2 m, passant en galerie sur une longueur de 2.450 m et à une profondeur sous le sol naturel atteignant 80 m (1).

Cette galerie, sensiblement orientée Est-Ouest (fig. 1), a traversé des roches d'âges gedinnien, salmien et revinien. Une description détaillée de la coupe, relevée en collaboration avec MM. R. Legrand et A. Delmer, a été versée aux archives de la carte géologique. Nous nous contenterons ici d'en exposer les traits les plus saillants.

La position des différents points d'observation signalés ci-après est donnée par leur distance à l'extrémité Ouest de la coupe. Celle-ci a été relevée en tranchée ouverte entre 0 et 70 m. Les terrains étaient fort altérés dans ce tronçon, mais se présentaient à l'état inaltéré dans presque toute la longueur de la galerie proprement dite.

GEDINNIEN.

Le Gedinnien a pu être observé entre les cumulées 45 et 208; il y est essentiellement représenté par des schistes rougeâtres, bigarrés ou celluleux, décalcifiés dans la partie occidentale du tronçon, des grès schisteux micacés verdâtres et accessoirement des schistes phylladeux gris.

(*) Manuscrit reçu le 11 mars 1952.

(1) Il nous plaît à remercier ici tout particulièrement MM. Renard et Bayens, ingénieurs de la Compagnie belge de Chemins de Fer et Entreprises, pour leur excellent accueil et toute l'aide qu'ils nous ont fournie au cours de nos visites.

Les couches de base sont formées, sous leur facies inaltéré (observé entre les cumulées 195 et 208), par des roches schisto-calcaires, renfermant des intercalations plus ou moins lenticulaires de calcaire blanc verdâtre, reposant sur un conglomérat arkosique à galets quartzeux blancs où rosés et à pâte arénacée verdâtre. On retrouve ce conglomérat, mais à l'état très altéré, vers la cumulée 45.

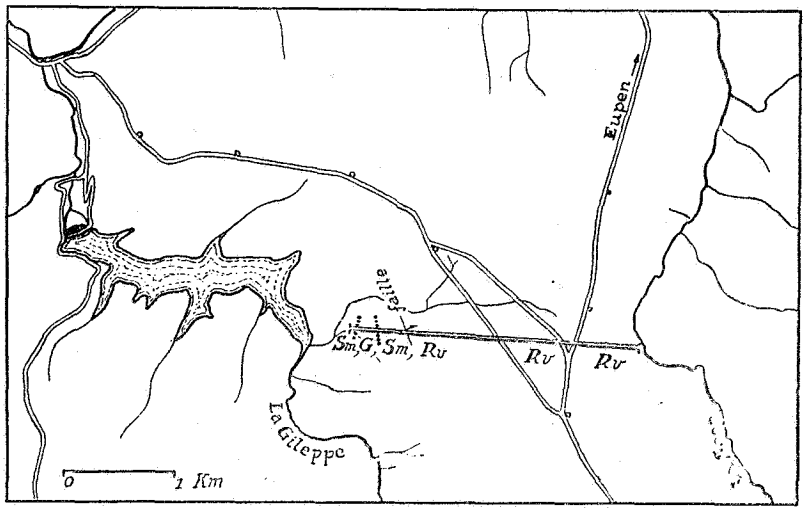


FIG. 1. — **Plan de situation du Tunnel Soor-Gileppe.**

Les couches penchent généralement vers l'Est et ont une direction moyenne approximative Nord-Sud. Elles semblent dessiner un synclinal dédoublé, faiblement penché vers l'Ouest, encadré par des roches salmiennes. La surface de contact Salmien-Gedinnien à la cumulée 208 présente dans la galerie une allure plissée nettement renversée.

SALMIEN.

Des formations salmiennes s'observent :

1° Entre les cumulées 0 et 45, où elles présentent des schistes, des schistes psammitiques avec quelques bancs de quartzites micacés minces, généralement fort altérés. Ce facies est identique à celui qui affleure aux environs de Jalhay.

2° Entre les cumulées 208 et 490, essentiellement sous forme de quartzophyllades bleu verdâtre, de grain relativement gros-

sier et à stratification irrégulière, pseudo-lenticulaire, avec des phyllades foncés. On trouve, près de la cumulée 490, des quartzophyllades très finement lités et chiffonnés se trouvant en contact, par faille, avec le Revinien. Une assez grande partie du Salmien inférieur est absente, notamment celle qui renferme les fossiles caractéristiques (*Dictyonema flabelliforme* var. *sociale* et *typica*).

REVINIEN.

Le Revinien s'étend depuis la cumulée 490 jusqu'à l'extrémité Est de la galerie. Dans l'ensemble, la direction des couches reviniennes s'écarte assez peu de celle de la galerie; leur pendage est généralement S ou SSE.

La succession des couches se présente en résumé comme suit :

490- 650	Phyllades et quartzites en bancs généralement assez minces, quelques zones de quartzophyllades. Couches plissées, de direction variable.
650- 700	Quartzite en bancs épais.
750- 850	Quartzophyllades, quartzites psammitiques et quartzites en bancs généralement minces : i = 50°5 S; d = N 60° E.
850- 900	Schistes et quartzophyllades.
1.000-1.150	Quartzophyllades et schistes noirs : i = 50° S; d = N 60° E.
1.150-1.300	Quartzophyllades et schistes noirs : i = 60° S; d = N 80° W-70° E.
1.300-1.500	Quartzophyllades avec quartzites, quartzites épais. Allure générale : d = N 70° E; i = 50° SE.
1 600-1.750	Quartzophyllades et schistes micacés, souvent dirigés EW.
1.750-1.780	Schistes noirs avec bandes verdâtres.
1.800-1.900	Quartzophyllades, quartzites avec minces bancs de phyllades, quartzites : d = N 70° E; i = 60° SE.
2.100-2.200	Quartzophyllades dominants.
2.200-2.280	Quartzites dominants.
2.280-2.380	Phyllades noirs dominants, avec quartzites micacés et quartzophyllades noirs.
2.380	Gros banc de quartzites.
2.400-2.500	Phyllades dominants, alternant avec quartzophyllades et quartzites.
2.500-2.550	Quartzophyllades et phyllades, quartzites en bancs minces.

Cette suite ne représente pas la succession stratigraphique normale. La corrélation des diverses couches est d'ailleurs malaisée, et certains tronçons ont échappé à nos observations.

Il semble cependant que la série comprise entre 490 et 700 puisse être attribuée à l'assise *Rv 4*, encadrée par des failles, tandis que l'entièreté du tronçon restant de la coupe, formé de roches nettement plus micacées, peut se rattacher au *Rv 3*.

Les phyllades et schistes de ce complexe sont généralement d'un noir très foncé, d'aspect souvent graphiteux. Les quartzites ont une teinte gris bleuâtre et possèdent un grain extrêmement fin. Ces diverses roches appartiennent à un facies sédimentaire typique, présentant certaines analogies avec celui de nos dépôts houillers.

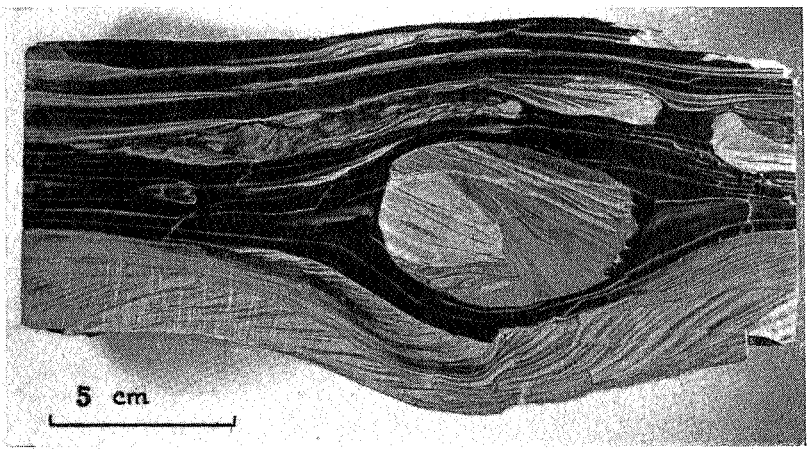


FIG. 2. — **Particularité dans la structure sédimentaire des quartzophyllades reviniens.**

On y rencontre notamment divers dérangements d'origine atectonique : dykes clastiques, pseudo-nodules, slumpings, etc. (voir fig. 2). Plusieurs zones de ce complexe sont fortement plissées et traversées par de nombreuses failles. Ceci rendait les terrains parfois très friables. Les phyllades sont parfois finement gaufrés, tandis que certains bancs de quartzites intercalés dans des phyllades ont été boudinés ou disloqués en lentilles. Plusieurs failles ont une direction NE et présentent un pendange vers le SE. Certaines d'entre elles étaient très bien marquées aux cumulées 530, 630, 670, 1620, 1710, 1830. Ces failles sont fréquemment accompagnées de veines de quartz, d'allures parfois très capricieuses, et peuvent être associées à

des zones brécheuses (cumulée 530). Plusieurs de ces veines sont minéralisées par de la pyrite en cristaux généralement très petits. On y trouve également quelques petits amas sporadiques de sphalérite.

La faille mettant en contact le Revinien et le Salmien (cumulée 490) présente une importance particulière. En effet, elle supprime non seulement une partie du Salmien inférieur, mais aussi tout le *Rv 5* et une partie du *Rv 4* (2).

Sédimentologie et évolution des lithofacies dévoniens du bord Nord du synclinal de Namur,

par AUGUSTIN LOMBARD.

SOMMAIRE.

L'aire envisagée s'allonge de l'Ouest à l'Est de la Belgique à mi-distance entre Bruxelles et Namur, sur une longueur de 80 km environ et sur quelques kilomètres de largeur seulement. Elle est formée de couches givétiennes, frasniennes et famenniennes déposées en bordure de la mer dévonienne et résultant des transgressions et des régressions marines sur la bordure Sud du massif du Brabant.

Le Givétien est détritique à sa base puis plus calcaire. Il s'achève par une série de matériaux détritiques à facies de Vieux Grès Rouges. Le Frasnien transgresse sur une aire plus vaste que la précédente. Il s'établit un régime détritique de base puis calcaire et dolomitique qui sera remplacé à son tour par des roches détritiques de plus en plus pures pendant le Famennien. En quelques points seulement, dans la vallée de la Samme en particulier, on voit le passage au Tournaisien.

Partant de ces bases stratigraphiques et lithologiques, l'auteur cherche à discerner les critères de l'évolution des facies, introduisant l'emploi d'observations macroscopiques de terrain et proposant une méthode basée sur la notion de série standard.

---

(2) F. GEUKENS, Contribution à l'étude de la partie Nord-Est du massif cambrien de Stavelot (*Mém. Inst. géol. Univ. Louvain*, 1950, t. XVI, fasc. 11, pp. 79-167).

Dans les conclusions, il démontre qu'il est possible de mettre en parallèle les données évolutives de la sédimentation et la genèse des dépôts géologiques, en restant sur un plan général.

INTRODUCTION.

La série de terrains dévoniens qui s'étend de Soignies à la Mehaigne consiste en assises givétiennes, frasniennes et famenniennes concordantes, partiellement lacunaires et fossilifères. Elles sont visibles dans un certain nombre de coupes classiques, dont certaines, comme celles de l'Orneau, de la Mehaigne ou de la Samme, sont très accessibles et complètes. C'est dire qu'elles répondent aux conditions voulues pour y faire des études détaillées sur leurs facies et leur évolution.

Plusieurs auteurs ont déjà publié des vues de détail ou d'ensemble sur leur stratigraphie, leur paléontologie et leur paléogéographie, donnant également dans ses grandes lignes le jeu des transgressions et des régressions de la mer dévonienne sur la marge du continent Nord-Atlantique.

Parmi les auteurs de synthèses, on citera J. Gosselet, P. Fourmarier, E. Mailleux, L. Dubrul, M. Leriche et E. Asselberghs. C'est à ce dernier auteur que sont empruntées les bases stratigraphiques de ce travail, et je rends un respectueux hommage aux observations précises et aux vues d'ensemble de mon éminent collègue.

En plus de cette source de données, j'ai disposé des recherches de nos étudiants et de mes propres observations accumulées au cours de nombreuses excursions.

On peut se demander s'il était opportun de revenir sur un terrain si connu, tant sont faibles les chances de faire encore des observations originales. La réponse est claire. Il suffit de rappeler, par exemple, que la micrographie de ces terrains est entièrement inconnue, en particulier dans les formations calcaires. Ce simple sujet ouvre à lui seul un monde de recherches.

Avant de s'y engager, il a paru préférable de préparer les voies et d'insister encore sur un des aspects de l'ensemble des séries, celui de leur évolution.

Par *évolution* d'une série on entend que les divers termes dont elle est constituée ne sont point superposés au hasard, mais qu'ils résultent d'un groupe de processus sédimentaires sensiblement continus dans une masse d'eau marine sensiblement

permanente, elle-aussi, en bordure de masses continentales soumises à des actions externes et internes qui varient lentement dans un sens ou dans l'autre.

Il en résulte une sédimentation qui évolue dans un sens continu. Il se dépose des séries de termes lithologiques enchaînés les uns aux autres par des éléments communs qui se retrouvent d'un terme à l'autre ou se relaient à travers la série.

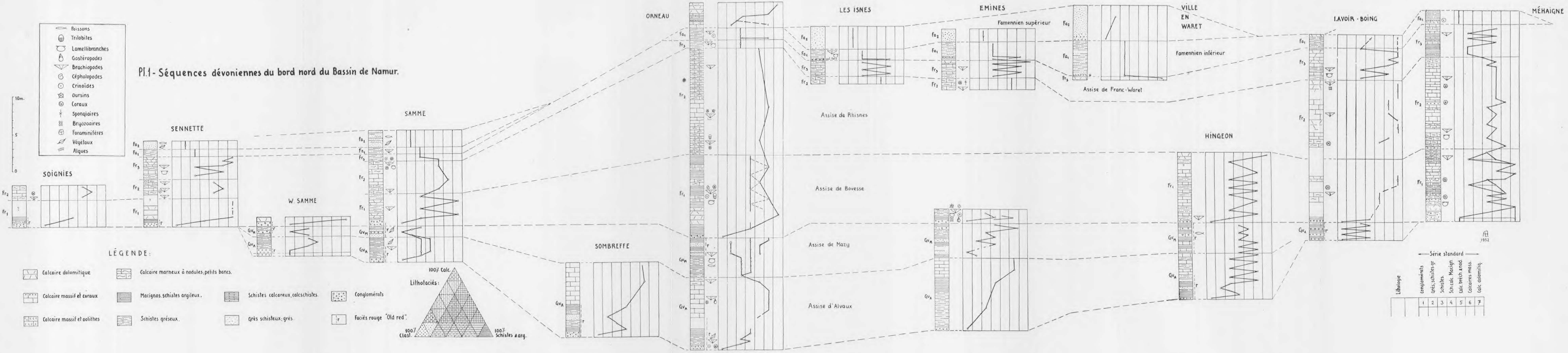
L'étude sériée de ces éléments et de leur variation dans le temps amène à se faire une image de leur évolution, image qui reflète elle-même la somme des actions mises en jeu dans le grand mécanisme de la sédimentation ancienne. C'est une voie d'accès à la paléosédimentologie.

Pour établir des bases et des définitions, les études ne peuvent se faire que sur des séries continues dont les diverses assises sont correctement délimitées et corrélées par les méthodes classiques de la paléontologie stratigraphique. Or la bande des terrains dévoniens en question répond à ces conditions. Aussi l'avons-nous choisie non seulement pour une analyse locale, mais encore pour définir certaines notions de base. La méthode consiste à dresser des coupes banc par banc, puis à choisir dans chaque coupe des critères descriptifs dont on poursuivra l'évolution. Nous avons insisté sur les caractères macroscopiques, car notre but est avant tout de reconstituer une paléogéographie tectonique. Mais les mêmes bases serviront pour un accrochage détaillé de futures études de microscopie, en repérant exactement les faunes, les microfaunes, les teneurs en minéraux divers, les structures et leur évolution.

L'étude comparée des facies et de leurs variations verticales et horizontales est un domaine entrevu depuis longtemps par plusieurs auteurs. Mais il n'a pas souvent été l'objet de synthèses. On constate volontiers la variation granulométrique (graded bedding) d'une série transgressive, le passage si fréquent de schistes à des calcaires en passant par des termes intermédiaires, et la vogue est aux rythmes sédimentaires. Trop vite, chaque groupe d'observations est expliqué par un phénomène local et souvent temporaire.

Or certains traits communs à toutes les séries doivent provenir de causes communes d'ordre général. Le présent travail s'attache à dégager quelques-uns de ces traits communs en posant les premiers jalons d'une étude systématique et en insistant surtout sur le caractère descriptif du problème et sur sa représentation avant de remonter aux causes premières encore si confuses à dégager.

Pl.1 - Séquences dévoniennes du bord nord du Bassin de Namur.



LES BASES STRATIGRAPHIQUES ET LITHOLOGIQUES (pl. 1).

Ainsi que je l'ai dit plus haut, j'ai emprunté à E. Asselberghs (1936) les détails de la description géologique, et ce qui suit n'en est qu'un résumé, sans historique ni bibliographie, suffisant pour comprendre l'analyse lithologique et ses principes. J'ai également adopté ses divisions lithologiques-stratigraphiques et leurs raccords tels qu'ils sont figurés à la planche I. On trouvera l'emplacement des principales coupes sur la carte au bas de la planche II.

Je tiens à remercier sincèrement ici mon collègue le professeur G. Mortelmans. Stratigraphe averti, compagnon de mes excursions, il m'a fait à plusieurs reprises d'utiles critiques et n'a jamais ménagé son appui au cours de mon initiation à ce nouveau territoire. M. L. Cahen, chargé de cours à l'Université, m'a également beaucoup aidé et stimulé par les applications qu'il a données à ma méthode. Je lui exprime aussi ma reconnaissance.

Ma gratitude va aussi à M. R. Monteyne, assistant au Laboratoire, pour son aide dévouée lors de l'élaboration de documents photographiques.

GIVÉTIEN.

Assise d'Alvaux.

A la base, on trouve le poudingue d'Alvaux surmonté de psammites rouges, de schistes et de macignos à débris végétaux. Dans l'Orneau, on signale des empreintes de *Stringocephalus Burtini*, *Macrocheilus arculatus*, *Spirifer mediotextus*, des coraux et des articles de crinoïdes.

Plus haut viennent les calcaires d'Alvaux, dont une coupe unique se trouve dans une carrière en exploitation, très accessible. On en trouvera la coupe détaillée plus loin (pl. 4). Ce sont des calcaires argileux et des calcschistes à *Reticularia pseudopachyryncha* (= *Spirifer pentameroides*), *Martinia inflata*, *Stringocephalus Burtini*, *Spirifer Urii*, *Sp. tenticulum*, *Atrypa reticularis* et *Eudechenella Verneuilli*.

L'ensemble des couches dévoniennes incline de 5 à 10 degrés vers le Sud. Il repose sur le socle silurien très redressé et pénéplané.

Assise de Mazy.

Reposant en concordance sur les calcschistes d'Alvaux, cette assise consiste en roches schisto-calcareuses rouges, macignos et schistes. Un banc de calcaire bréchiforme de l'Orneau renferme *Spirifer tenticulum*, *Camarotœchia ferquensis*, *C. boloniensis* et des débris de *Lyriopecten Gilsoni* et de poissons.

Frasnien.

Assise de Bovesse.

E. Asselberghs a supprimé l'assise de Bossière qui s'intercalait sous la forme de schistes verts entre les roches rouges de Mazy au mur et l'assise de Bovesse au toit, à laquelle elle a été rattachée.

A la base de celle-ci, il a distingué un niveau de poudingue transgressant sur le Givétien, le poudingue d'Horrues. Anciennement, les couches de Mazy étaient placées dans le Frasnien, car on a trouvé quelques fossiles frasniens dans le sommet bréchiforme de ces couches. L'auteur (E. A.) ne peut cependant placer dans le Frasnien les couches sous-jacentes, car elles sont stériles et leur facies se rattache beaucoup plus à la série du bassin d'Alvaux, dont elles sont le remplissage, qu'au Frasnien, dont elles sont séparées par le poudingue d'Horrues.

Il était utile de reprendre ici l'interprétation d'E. Asselberghs, car elle cadre bien avec la courbe lithologique qui accuse nettement cette régression. Elle a été critiquée par L. Dubrul (1938), qui ne voit qu'un cas particulier et met l'accent majeur sur la paléontologie, opinion partagée par M. Leriche, qui maintient toute l'assise de Mazy dans le Frasnien.

L'assise de Bovesse transgresse directement sur le Silurien dans la Mehaigne. Dans l'Orneau, elle fait suite à l'assise de Mazy. Elle est formée de schistes plus ou moins calcareux avec des intercalations de calcschistes, de calcaire plus ou moins argileux en bancs, de calcaire noduleux, de lentilles de calcaires à polypiers, principalement à *Phacellophyllum cæspitosum*, de lentilles de dolomie. Au sommet de l'assise, on a récolté une faune abondante de Brachiopodes, Goniatites et Trilobites. La dolomie est encadrée de schistes à *Spirifer Malaisi*.

Assise de Rhisnes.

A sa base, l'horizon de Rhisnes consiste en calcaires noduleux en petits bancs séparés par des lits de calcschistes. *Spirifer Ver-*

neuilli et *Productella subaculeata* y abondent, ainsi que *Stropheodonta Dorlodoti*, *Chonetes armatus*, *Schizophoria striatula*, *Athyris concentrica*, particulièrement dans la vallée de l'Orneau, le long de la route de Nivelles.

Plus haut, l'horizon de Golzinne constitue l'horizon moyen et comprend du marbre noir en gros bancs, des calcaires dolomitiques, des calcschistes. Les fossiles y sont rares et l'on a trouvé *Devonocidaris Hacquærti*, *D. Dumoni*, *Sp. Verneuilli* et des Ostracodes.

Au sommet, l'horizon de Falnuée est également noduleux, comme celui de Rhisnes, mais quelque peu dolomitique à son sommet, où l'on trouve des bancs à gros *Spirifer Verneuilli*.

Ces trois horizons ont un développement optimum dans la vallée de l'Orneau.

L'assise de Franc-Waret.

Elle repose sur l'horizon de Falnuée et consiste, dans l'Orneau, en schistes verdâtres ou brunâtres qui renferment des traces de *Buchiola retrostriata*.

Dans l'Est de la région, elle est représentée par des schistes, du calcaire coquillier et des calcaires en bancs minces à *Gypidula globa* et *Douvillina Dutertrei*. Vers la base, les schistes contiennent de nombreux Brachiopodes (*Sp. Verneuilli*, *Atrypa reticularis*, *Chonetes armatus*, etc.).

A Huccorgne, les schistes sont plus abondants, et à Lavoir il n'y a plus de dolomie.

FAMENNIEN.

Famennien inférieur.

Ce sont des schistes micacés avec des intercalations de couches minces de psammites. Dans l'Orneau, ce Famennien est très réduit et supporte directement la base du Tournaisien. A sa base, on signale dans l'Est une couche d'oolithe hématitique, réduite dans la Mehaigne à un banc de grès micacé jaunâtre chargé de crinoïdes.

Famennien supérieur.

Ce sont des grès, des psammites et des macignos.

Dans la vallée de la Samme, le Famennien supérieur consiste en psammites à ripple-marks, à stratifications entrecroisées, à

veinules d'anthracite (M. Leriche, 1922), à écailles d'*Holoptychius Flemingi* et *Archæopteris hibernica*, témoignant d'un facies nettement littoral.

VARIATIONS LATÉRALES DE FACIES ET D'ÉPAISSEURS (pl. 2).

On ne saurait entrer ici dans les détails. Ceux-ci seront traités plus loin dans les analyses d'ensemble. Les épaisseurs varient aussi beaucoup d'une coupe à l'autre et pendant tout le Dévonien.

PRINCIPES DE L'ANALYSE DES SÉRIES.

En 1949, j'ai donné dans cette revue les lignes directrices de l'analyse des roches sédimentaires en séries naturelles et la bibliographie relative à ce sujet. J'y renvoie le lecteur, me bornant à des rappels et des compléments.

Séries sédimentaires.

On nomme série sédimentaire une succession naturelle d'unités lithologiques avec leurs fossiles et leurs constituants minéraux.

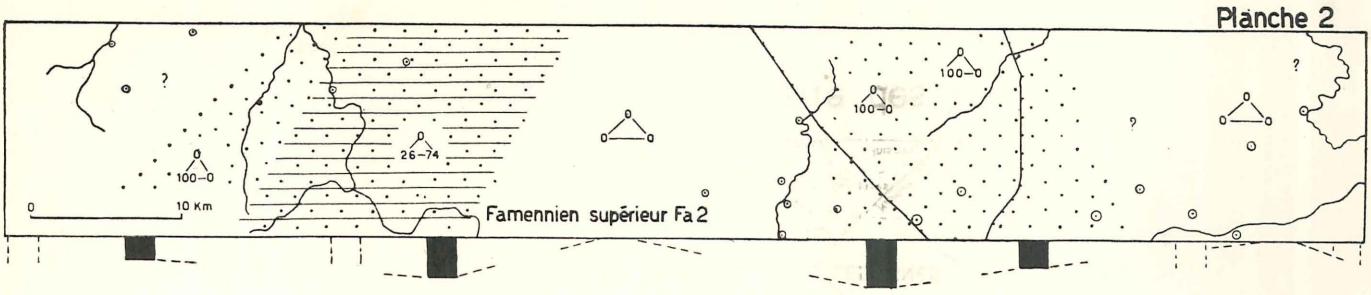
Chaque unité ou terme lithologique ou encore lithotope est caractérisé par la somme de ses critères lithologiques et faunistiques, par son *lithofacies*. Il est formé des clastiques, des fossiles et de leur liant. Il est accompagné de joints de stratification mineurs ou majeurs, ces derniers formant généralement les limites naturelles de petits bancs formés d'un seul lithofacies.

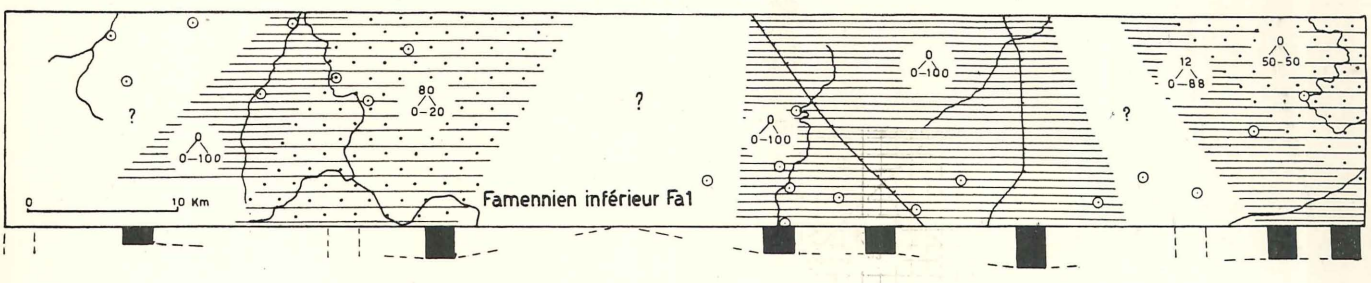
Ces unités ont une extension horizontale propre qui peut aller de la simple lentille à une couche étendue, de forme tabulaire, répartie sur de vastes surfaces.

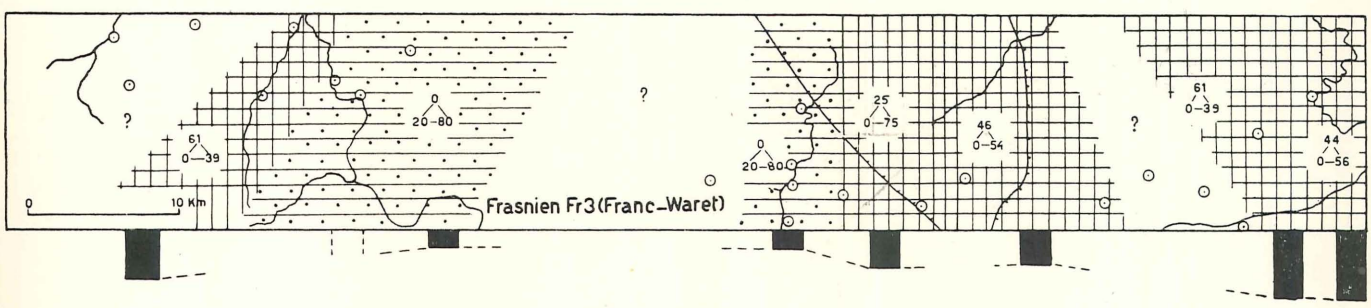
Lorsqu'elle se présente en coupe, une série est rarement monotone et homogène. Un de ses constituants au moins (ciment, détritiques ou diagénétiques, fossiles) varie plus ou moins rapidement.

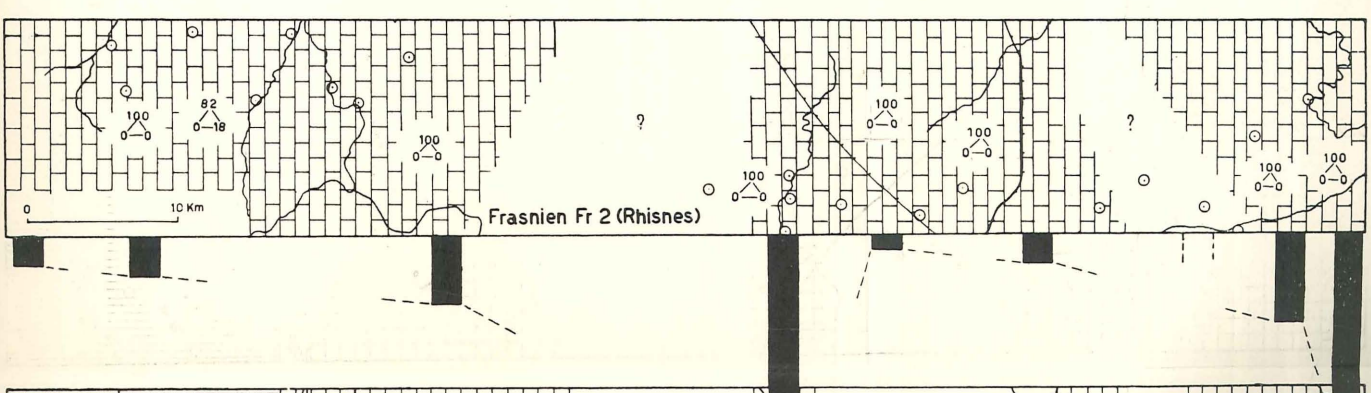
On peut admettre qu'une série résulte d'un dépôt continu lorsque les variations sont progressives. On fera passer des divisions lors de changements brusques, de discordances angulaires, de lacunes et lorsque se présentent les nombreuses figures d'émersion, d'ablation, d'arrêts de sédimentation, de changements de faunes et de facies qui sont alors utilisées comme coupures naturelles.

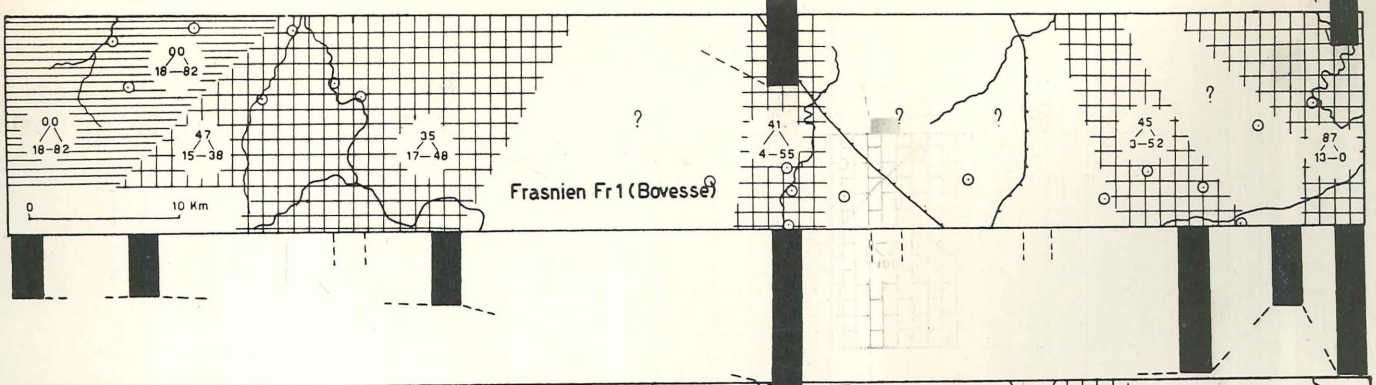
Planche 2

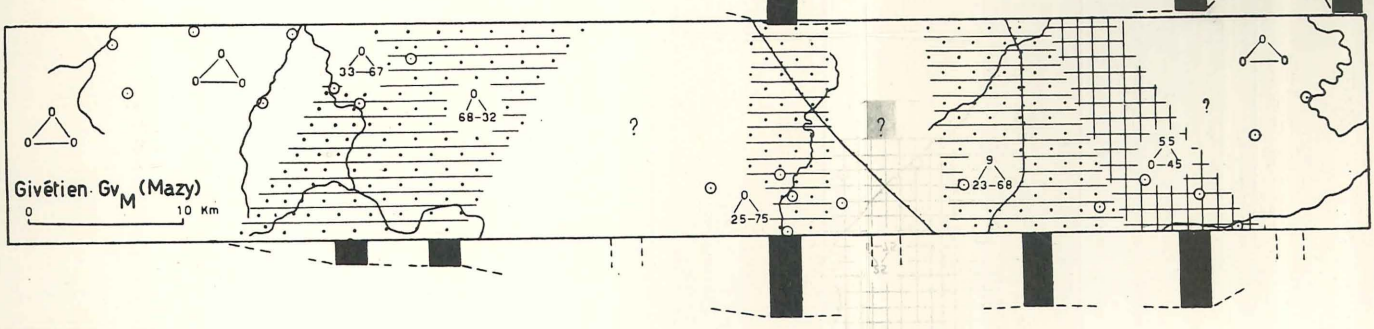


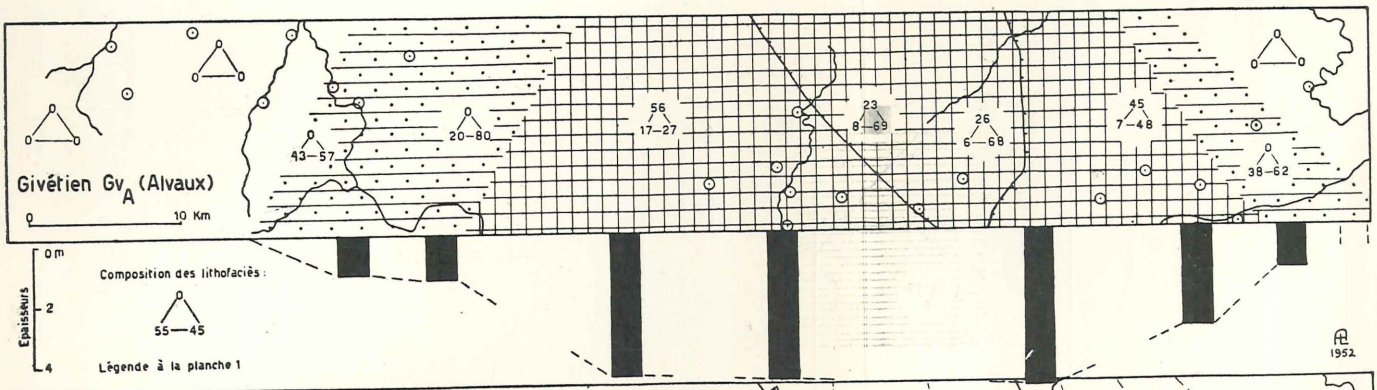


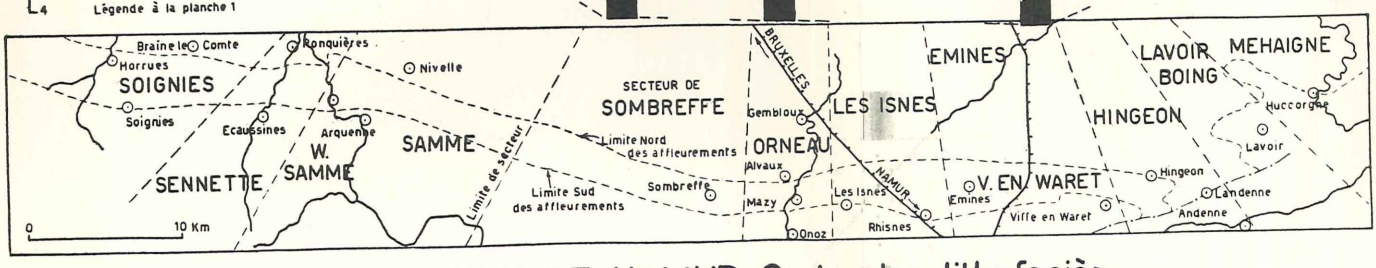












BORD NORD DU BASSIN DE NAMUR Carte des lithofaciès.

Certaines séries montrent une grande parenté de lithofacies sur de fortes épaisseurs. La série est alors dite continue ou monotone. Elle est compréhensive lorsque sous un facies monotone sont fondus divers étages et unités stratigraphiques. On lui oppose la série hétérogène, formée d'une succession de plus petites unités souvent interrompues par des lacunes mineures ou des accidents de stratification secondaires.

Enchaînements.

Dans les séries continues, on peut établir des enchaînements de certains critères lithologiques sur de grandes épaisseurs et pour un grand nombre de niveaux. Cette recherche de critères communs et sa poursuite à travers une série sont justifiées par le fait que cette série s'est déposée dans un même bassin, soumis aux mêmes agents, rempli d'une même masse d'eau marine et bordé par le même environnement continental. On connaît toutefois des séries à enchaînements limités, souvent interrompus, et enfin certaines séries n'offrent aucun enchaînement : leur sédimentation est désordonnée ou fréquemment contrariée. Elles sont plutôt rares et locales.

Évolution.

L'enchaînement des divers constituants de chaque lithofacies montre que les critères choisis, quels qu'ils soient, sont très rarement constants lorsqu'on analyse une série de bas en haut, le long d'une normale à la stratification.

Ces critères, qu'ils soient numériques ou purement qualitatifs, micro- ou macroscopiques, varient continuellement dans un sens ou dans l'autre, croissant ou décroissant en dimensions, en fréquence, en formes, en composition et en proportions.

On peut donner en exemple les critères les plus variés, comme, par exemple, le diamètre des quartz, la proportion de glauconie, de mica, de feldspaths détritiques, les fréquences de minéraux lourds, la calcimétrie, l'épaisseur des bancs, les associations de faunes ou de microfaunes.

On arrive ainsi à considérer qu'une série varie et évolue aussi bien dans ses constituants unitaires que dans son ensemble et dans l'intégration de ses constituants, en un mot dans son lithofacies. Une série évoluera des clastiques grossiers aux colloïdes ou en sens inverse; ailleurs, elle passera des calcaires aux colloïdes ou des calcaires aux évaporites.

Les modes de l'évolution sont variés tant par la gamme des facies et de leurs composants que par les dimensions des couches unitaires ou de l'ensemble de la série. Enfin, l'évolution peut être lente ou nulle, comme dans certaines parties de bassins paraliques, ceci indépendamment du tonnage sédimenté.

Elle peut être récurrente et l'on se trouve alors dans le vaste domaine des séries rythmiques.

Échelles.

La notion d'échelle est indispensable lorsqu'on analyse l'évolution d'une série. On doit envisager trois échelles d'études :

1) Microscopique ou échelle du millimètre, pour reprendre une expression de B. Sander; 2) macroscopique ou échelle du mètre, et 3) mégascopique ou échelle du kilomètre. Suivant l'échelle envisagée, on fait des observations d'un certain ordre de grandeurs très différentes de celles faites dans un ordre supérieur ou inférieur. Dans le cas de l'évolution d'un facies, une courbe exprimant cette évolution sera toujours déformée par des oscillations d'un ordre mineur et s'inscrira dans une lente évolution de l'ordre supérieur. Ainsi, la courbe lithologique d'une assise s'inscrit dans celle de l'étage, mais elle est déformée par les accidents mineurs de la sédimentation de l'ordre de l'horizon ou du banc.

Certaines séries ne répondent pas clairement à cette hiérarchie, surtout dans les formations orogéniques. Il faut utiliser ce caractère exceptionnel comme un nouveau critère descriptif.

Une série peut être dominée par un seul ordre de variations. Il importe de déterminer quel est cet ordre, car c'est un nouvel argument pour déterminer sa hiérarchie dans les formations sédimentaires.

On connaît quatre ordres principaux d'échelles qui sont, en partant du plus petit, les ordres du petit niveau, de la lamina, de la varve glaciaire ou climatique. Ensuite vient l'ordre de l'horizon ou de l'assise, puis celui de l'étage et celui du système et au delà.

Ce rappel des valeurs relatives est nécessaire, car on voit souvent des erreurs se commettre en sédimentologie, pour avoir négligé ce cadre et passé, par exemple, trop vite de l'échelle du microscope à celle des grands ensembles.

Choix des critères.

Dans une étude antérieure, j'ai abordé cette question dans son détail (*op. cit.*, 1949), montrant que pratiquement tous les critères descriptifs micro- et macroscopiques peuvent être utilisés dans l'analyse lithologique comparée.

Il en est de même pour les diverses méthodes, et seule la nature d'un lithofacies impose un choix et limite pratiquement les moyens.

Dans l'étude qui suit, les critères choisis sont macroscopiques. Il s'agit d'appliquer simultanément la lithologie du ciment et des composants avec leurs organismes, pour suivre à grands traits et sur le terrain l'évolution d'une série. Le but est d'arriver à déterminer des phases, à donner leurs limites et d'aboutir à une synthèse paléogéographique, notamment d'ausculter aussi finement que possible le jeu des mouvements du continent et du fond marin par l'évolution des sédiments.

Par la même occasion, on jette des bases pour de futures observations beaucoup plus précises que jusqu'ici, en commençant par lever les coupes naturelles banc par banc avec la plus grande minutie.

Ce levé sera la base d'un repérage de futures observations microscopiques et de récoltes de faunes, pour ne citer que ces deux exemples.

Pour l'instant, il nous a servi à établir la courbe des épaisseurs et celle des lithofacies.

Série standard.

Pour comparer des éléments entre eux, il faut disposer de normes. Or si l'on se propose de comparer des lithofacies et de suivre leur variation, il faut fixer un certain nombre de standards et de paramètres de référence. La littérature géologique est muette à ce propos et il faut créer ces bases.

Dans le domaine des quantités mesurables, les nombres et le système métrique sont naturellement l'échelle toute trouvée pour exprimer et ordonner les nombreuses propriétés mesurables des minéraux et des roches : granulométrie, quantités, dimensions, usure, chimisme, stratonomie et biométrie.

Il manque, par contre, un mode d'expression qualitatif de la composition d'un lithotope (unité lithologique), mode qui puisse se poursuivre à travers une série. Cette série doit, bien entendu, répondre à deux conditions : 1) elle ne doit être ni monotone ni

homogène; 2) elle doit, sur une stampe assez épaisse et accessible dans son détail, offrir une série de termes lithologiques s'enchaînant les uns aux autres et non pas associés de manière désordonnée.

La méthode proposée part d'une hypothèse d'ordre statistique selon laquelle :

« Toute série sédimentaire, déposée en milieu marin suivant un processus continu, présente une succession de lithotopes sans discontinuités majeures, dont les facies se succèdent dans un ordre très généralement le même pour diverses séries, à divers âges et dans diverses régions. » Cet ordre se nomme la *série standard* et consiste en une suite de lithofacies allant des clastiques grossiers aux clastiques fins, puis aux colloïdes, aux colloïdes mêlés aux calcaires, aux calcaires de plus en plus purs ou évolués, aux dolomies et aux évaporites.

Cette série standard n'est que rarement réalisée. C'est une notion théorique statistique, basée sur de très nombreuses observations et pour l'instant entachée d'un certain empirisme. Elle semble correspondre à l'évolution idéale de la sédimentation dans un bassin ou sur une plate-forme, évolution qui passerait par des phases de transgression, d'inondation, de décantation des clastiques, puis de la purification des calcaires, suivie de la concentration de l'eau de mer amenant finalement le dépôt de dolomies et d'évaporites.

Ainsi, toute série naturelle se rapprochant de cette évolution, et indépendamment de tout critère génétique, est considérée comme normale. Dès qu'elle s'en éloigne, la déviation est en elle-même l'indice d'une anomalie et d'une évolution dans un sens particulier. Par exemple, si l'on a une série qui évolue des calcaires dolomitiques vers des détritiques toujours plus grossiers, on aura une évolution en sens inverse de la normale et elle sera l'expression d'une régression ou de l'acheminement vers une émersion.

Loin d'exclure les nombreux critères lithologiques de climat, de bathymétrie, de profondeur, de sédimentologie en général, la notion de série standard les complète et s'en entoure. Elle demande même un surcroît d'observations aux trois échelles et par toutes les méthodes.

Retours de colloïdes, variations de teneurs chimiques, variations d'épaisseurs, anomalies dans les successions naturelles, tels sont les criteres des accidents de l'évolution normale. Ils

expriment des mouvements du fond, des déformations continentales, des changements dans la masse d'eau océanique, des mouvements de l'eau et des courants, des variations de bathymétrie, de faune et de climat.

A la base de l'évolution standard, il faut admettre la notion du cycle de l'eau (A. L., *op. cit.*, p. 258) et celle du contrôle de la sédimentation par le fond. (A. L., Congrès de Stratigraphie houillère, Heerlen, 1951. A paraître.)

La série standard est donc l'étalon théorique, la série potentielle normale.

Série standard locale.

Il est clair que sur de telles bases on ne pourrait que bien rarement faire la comparaison entre une série naturelle et l'étalon. Aussi faut-il introduire un moyen pratique de réaliser la confrontation. A cet effet, on remarquera au préalable ce qui suit, basé sur l'observation des séries naturelles :

1. La série standard obéit au principe des échelles. Elle existe à divers ordres de grandeur qui peuvent être successifs, superposés ou peuvent interférer entre eux.

Par conséquent, à l'intérieur de chaque grande série peuvent se trouver une ou plusieurs plus petites séries standard, fréquemment fragmentaires. Citons les rythmes sannoisiens d'évaporites d'Alsace dans la phase détritique-colloïdale de remplissage du fossé rhénan ou encore les alternances marno-calcaires dans une phase colloïdale-calcaire du Jurassique supérieur provençal, ou encore les successions dans le flysch.

2. La série standard n'est jamais entière, mais peut commencer en cours de série ou s'achever avant les dernières phases.

3. La série standard n'est jamais complète. Il peut toujours manquer un ou plusieurs termes, isolés ou consécutifs.

4. La série standard n'est guère valable pour les organismes, du moins dans l'état actuel de nos connaissances et de nos méthodes de récolte, et l'on admettra que des fossiles peuvent se trouver dans tous les termes de la série, notamment comme clastiques accidentels, sauf pour les fossiles de facies.

5. Les clastiques de la série standard ne doivent pas être assimilés à certains clastiques dits accidentels qui surviennent n'importe où dans une série en cours d'évolution.

6. La comparaison d'une série naturelle à la série standard est d'ordre descriptif. L'interprétation n'interviendra qu'avec le complément de tous les critères disponibles.

D'après ce qui précède, la comparaison d'une série naturelle à la série standard devient plus aisée si l'on établit une *série standard locale ou régionale*. De cette manière, on évite de faire intervenir toute la série standard complète, pour ne prendre que les termes représentés dans une région donnée. La série standard locale est une petite série théorique, formée des principaux lithotopes observés dans les coupes locales. Ces lithotopes sont disposés dans le même ordre vertical qu'ils auraient dans la série standard, à savoir : clastiques de plus en plus fins, passant à des colloïdes de plus en plus purs passant à leur tour aux sédiments argilo-calcareux, puis calcareux de plus en plus purs, pour atteindre enfin les dolomies et les évaporites.

L'établissement de l'ordre des termes de la série locale est de première importance et demande parfois des tâtonnements. Il faut aussi savoir renoncer à l'établir dans certains cas de sédimentation fragmentée.

Dans les séries calcaires, le rapprochement ou l'éloignement des joints argileux sont déterminants. Leur étude revient à mesurer les épaisseurs de bancs et leur variation. Mais l'épaisseur et le type des joints jouent également leur rôle. Il n'est pas jusqu'aux joints stylolithiques qui ne passent par diverses formes évolutives au cours de l'évolution d'une formation calcaire.

Pour établir une série standard locale, on se basera sur les grandes et les petites successions naturelles, isolées ou répétées, et sur les notions théoriques énumérées ci-dessus.

L'analyse d'une série naturelle consiste à la comparer terme après terme à la succession théorique standard en observant les écarts entre les deux.

Ces écarts reflètent la régularité ou les anomalies de la sédimentation régionale : décantation des clastiques, épuration des calcaires, retour de clastiques, interruptions diverses de l'évolution, retours rythmiques de petites séries, etc.

C'est une forme d'analyse différentielle qui ouvre de nombreuses voies nouvelles et élargit le cadre conventionnel des recherches sédimentologiques.

Caractère récurrent des séries.

Ce mode d'analyse a mis en évidence le retour périodique plus ou moins régulier de lithofacies par séquences, tantôt à termes multiples, tantôt réduits à deux termes. Ces récurrences se produisent selon plusieurs ordres d'importance et semblent être dues à des causes très diverses. Rares sont celles qu'on peut appeler « cycles » au sens propre du terme; dans un cycle elles devraient se terminer au point où elles ont commencé et évoluer suivant une trajectoire circulaire. Ce cas est très rare. On explique les rythmes par diverses causes rythmiques à leur tour, généralement climatiques ou tectoniques, parfois biochimiques ou chimiques.

Ces causes sont peut-être cycliques, tel un retour de saisons, la variation des taches solaires, une crue suivie de la décrue ou des processus chimiques, mais la série sédimentaire qui en résulte n'est pas nécessairement cyclique. La série standard elle-même n'est pas un cycle. On conservera par convention et par priorité le terme « cyclothème » pour les dépôts rythmiques à charbon du Pennsylvanien et des Coal-Measures du Continent Nord-Africain, des États-Unis et des Iles Britanniques. Le reste est rythmique ou récurrent.

Je rappelle au passage qu'au Congrès de Stratigraphie houillère à Heerlen, M. A. Delmer a présenté son hypothèse de la relaxation et j'ai également proposé une hypothèse parallèle sur le retour à des états d'équilibre de la sédimentation sur le fond océanique. Il est probable que diverses causes agissent avec diverses intensités suivant le milieu et les époques géologiques.

Cherchant à se dégager des origines souvent indistinctes de ces rythmes, pour rester sur le terrain plus objectif des faits, on trouve dans ce phénomène de précieuses indications sur l'ordonnance des lithofacies suivant la série standard.

Si l'on prend la bibliographie de la section de sédimentation rythmique donnée par le XVIII[e] Congrès international de Géologie, à Londres, et qu'on s'en réfère aux exemples, on verra se dégager une loi générale :

Dans chaque association unitaire de termes lithologiques, dans chaque rythme, l'ordre normal des termes est toujours le même : c'est celui de la série standard, ainsi qu'il a été défini ci-dessus.

La diagenèse ou des causes externes peuvent le modifier, faire tomber un des termes ou le prolonger ou encore l'isoler. Cet ordre standard reste le même, indépendamment de l'origine des rythmes.

MÉTHODE D'ANALYSE DES SÉRIES.

COURBE LITHOLOGIQUE.

Généralités.

Pour analyser une série sédimentaire naturelle dans le sens décrit jusqu'ici, il faut avant tout disposer d'une coupe levée en grand détail banc par banc avec ses fossiles, sur une épaisseur continue aussi forte que possible.

La méthode est classique [illegible] t-être pour les joints de stratification [illegible] légende très précise. La coupe [illegible] au 1 : 50 et servira pour le repérage des [illegible] échantillons en vue de l'étude chimique et microscopique.

On établira ensuite la série standard locale, en choisissant les termes lithologiques caractéristiques dont les enchaînements sont clairs, afin de les disposer selon l'ordre standard. Plusieurs essais sont nécessaires dans les séries peu différenciées, calcaires ou autres.

Il est bien possible que la distinction macroscopique ne suffise pas à former une échelle standard locale. Il faut avoir recours à d'autres critères, micrographiques ou chimiques-pétrographiques.

Laissons de côté le cas où une série ne se prête pas à l'analyse comparée, pour prendre un cas normal à lithofacies distincts sur le terrain.

La série standard locale ayant été établie, le reste des opérations est simple. On commence par la base et examine la succession des lithofacies en observant dans quel sens (par rapport à la succession standard) ils se suivent vers le haut, c'est-à-dire dans le temps. L'évolution se dégage ainsi de proche en proche pour un, puis pour plusieurs groupes de facies.

En traitant une série de coupes dans divers milieux sédimentaires, on ne tarde pas à s'apercevoir qu'il existe quelques types fondamentaux de groupes évolutifs et de familles de lithofacies, non seulement à échelles égales, mais à échelles différentes.

L'application de cette analyse aux séries du bord Nord du bassin de Namur pendant le Dévonien permettra une première mise au point.

Valeur dans le sens horizontal d'observations faites en verticale.

Jusqu'ici, il n'a été question que de suivre l'évolution des facies sur une coupe verticale, du moins normale à la stratifica-

tion. Il est normal de chercher dans quelle mesure on pourrait étendre ces données à une aire plus vaste. Ce serait ouvrir la voie aux analyses très sensibles des étapes de la sédimentation dans une aire donnée et c'est vers ce but que tendent nos recherches.

Il sort du cadre de cette première étude de donner une réponse générale. Il est clair que suivant le type d'aire sédimentaire, on peut étendre plus ou moins loin les données d'une coupe unique. Le problème se pose exactement comme pour l'extension des facies sédimentaires. Il y a des variations latérales, des changements de composition, de faune, d'épaisseurs, des variations hétérochrones (Nabholz 1951). Il est normal que l'évolution de ces caractères suive les mêmes changements. On n'étendra les données d'une coupe qu'avec une grande prudence et beaucoup d'esprit critique.

Courbe lithologique.

Pour donner une expression concrète aux modalités de l'évolution des lithofacies, on construit une courbe indicatrice nommée la *Courbe lithologique*. Elle se construit très simplement, parallèlement à la courbe graphique du terrain, de la manière suivante :

Tout d'abord on trace un nombre de colonnes verticales égal au nombre de termes de la série standard locale. Chaque colonne est réservée à un terme du standard, les clastiques à gauche, les colloïdes au milieu et les calcaires à droite. Si tout le standard local se trouve dans les clastiques, les plus grossiers seront à gauche et les plus fins à droite, avec les termes de passage entre les deux.

Revenant à la coupe lithologique-stratigraphique du terrain, on trace un point pour chaque lithofacies, dans la colonne correspondante de la série standard, à la hauteur du lithofacies (milieu du banc). On reporte ensuite les joints de stratification à leur niveau correspondant dans les colonnes du standard.

La courbe sera construite en joignant les points, tout en tenant compte des interruptions dues aux joints de stratification. Il est clair que tous les joints seront reportés, non seulement ceux qui correspondent à des phases négatives et passives, à des séparations de facies, à des surfaces de discontinuité, à des hardgrounds, etc. C'est pourquoi j'ai insisté ci-dessus sur la nécessité d'établir soigneusement une légende des joints. La courbe résul-

tante sera interrompue ou continue, droite ou onduleuse et son style reflétera le caractère de l'évolution du dépôt.

La courbe lithologique n'est qu'une indicatrice, un moyen d'expression pratique. Elle n'a pas de valeur numérique, puisqu'elle est construite sur des données qualitatives. Elle complète utilement les autres courbes d'analyses quantitatives et l'on verra dans certains cas qu'elle offre exactement les mêmes allures. C'est donc un premier moyen de jauger la sédimentation d'une série.

Dans certains milieux sédimentaires, il faut dédoubler la courbe en réservant une branche pour le ciment et une autre pour les clastiques (par exemple dans les grès à ciment dolomitique).

Séquences.

La courbe lithologique a montré dans toutes nos constructions un certain nombre de figures communes. Ce sont des associations unitaires de deux ou de plusieurs termes sédimentaires. Chaque association forme une *lithoséquence ou séquence lithologique* constituée par la succession de deux ou de plusieurs termes lithologiques se suivant sans interruption majeure.

Il existe quelques types fondamentaux de séquences qui seront décrits dans le chapitre suivant.

ANALYSE DES SÉRIES DÉVONIENNES.

Séquences fondamentales (pl. 3).

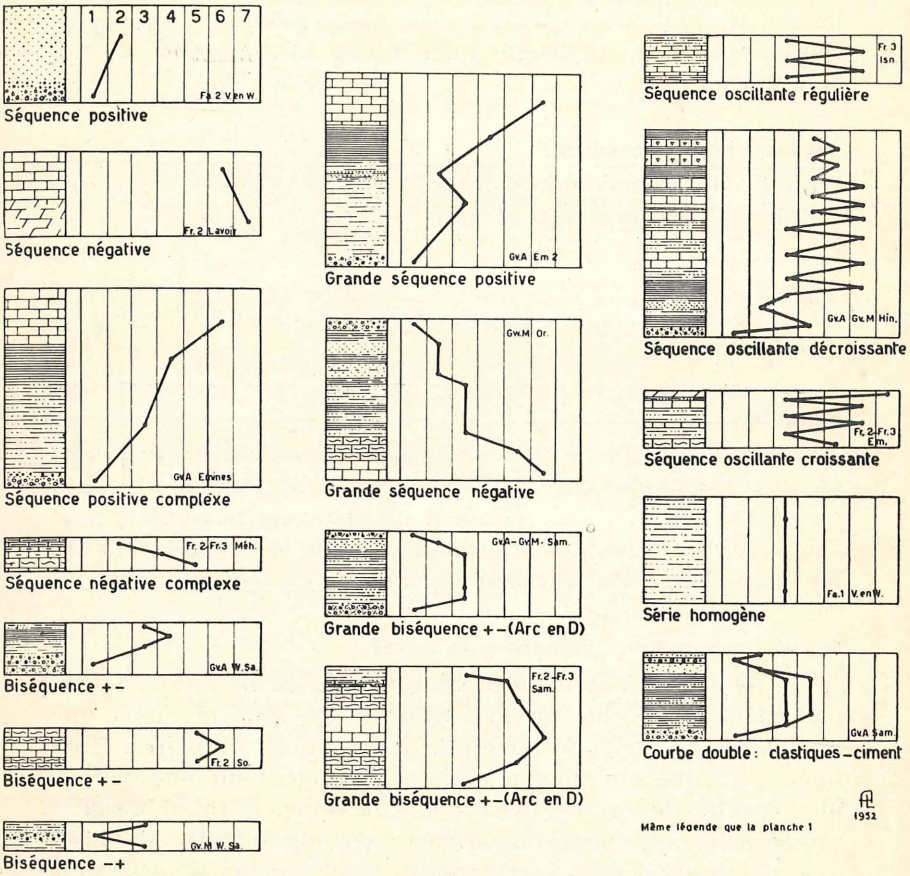
Les coupes observées au bord Nord du bassin de Namur sont d'un ordre général dans lequel on distingue des séquences lithologiques simples à cause du type d'aire sédimentaire et du fait qu'on n'a pas tenu compte des accidents de la stratification, joints, etc. Ces exemples vont permettre de distinguer quelques séquences fondamentales, choisies dans une des coupes naturelles. Sur la planche 3, l'assise, l'étage et le lieu sont indiqués par des abréviations.

A titre d'exemple, il sera donné l'analyse détaillée (à l'échelle du décimètre) de deux coupes naturelles, celle des calcaires d'Alvaux dans la vallée de l'Orneau et celle du passage du Famennien au Tournaisien de la vallée de la Samme.

Planche 3

COURBES LITHOLOGIQUES DE SEQUENCES

Figures fondamentales



Séquence positive.

C'est une série simple, restant ici dans les clastiques, dans laquelle on observe un « graded bedding » typique. La courbe est rectiligne et monte en oblique de gauche à droite. On pourrait avoir la même figure dans le passage de calcaires à des dolomies.

Elle correspond ici à une transgression.

Séquence négative.

L'exemple est choisi dans le passage de dolomies à du calcaire. La courbe est rectiligne et monte obliquement de droite à gauche. On aurait la même figure en passant de clastiques fins à des clastiques plus grossiers. Elle indique ici une fermeture de bassin, une régression dans le sens d'un retour d'eaux moins concentrées dans un bassin ou sur une aire couverte d'eaux déjà anciennes.

Séquence positive complexe.

C'est une succession de séquences positives s'étendant sur une gamme lithologique plus étendue.

Séquence négative complexe.

Elle est l'équivalent de la précédente, mais évolue dans le sens inverse.

Biséquence.

Une biséquence est formée de la succession de deux séquences de signes opposés. On distinguera les biséquences +— et les biséquences —+. Elles indiquent un changement dans le sens de la sédimentation, généralement brusque et temporaire, dont les deux phases sont rarement égales.

Grandes séquences et grandes biséquences.

Ces figures sont formées de séquences et de biséquences simples, dont l'ensemble prend l'allure d'une séquence ou d'une biséquence en dépit de quelques interruptions mineures. Elles intéressent une plus longue série et s'étendent sur une gamme plus étendue de termes. Les grandes biséquences reproduisent à une échelle supérieure les figures correspondantes de biséquences simples. Elles correspondent à un processus plus général qui se rapproche d'un « cycle » sédimentaire.

On les trouve dans les séries marines d'aires épicontinentales. Une grande biséquence +— (désignée aussi sous le terme abrégé d'*arc en D*) exprime une trangression suivie d'une régression. Il est rare cependant qu'on parte toujours du clastique de base pour arriver jusqu'au clastique de l'émersion, car la coupe n'est pas toujours placée dans l'ancienne zone littorale. La courbe lithologique n'en garde pas moins son allure. Elle reflète alors la figure littorale et n'en est qu'un rappel.

Il est rare d'avoir une figure complète et symétrique avec une ou deux séquences égales. Le retour aux clastiques du sommet est généralement tronqué, donnant à la biséquence une allure asymétrique dont le sommet est tranché par un joint. Les exemples empruntés à la bordure dévonienne en donneront des illustrations.

Séquences oscillantes.

Jusqu'ici l'évolution s'est montrée continue dans un sens ou dans l'autre, avec de petites différences entre un lithofacies et le suivant. Il arrive souvent que, sans interruption apparente, un lithotope saute au suivant, mais en faisant un bond à travers une partie de la série standard, par exemple dans les alternances de schistes et de calcaires. Les alternances entre deux termes forment des « séquences binaires » (A. L. 1949).

Toutes les séries ont une partie de leur hauteur constituée par des oscillations de facies qui se traduiront dans la courbe lithologique par des oscillations d'amplitude et de fréquence variables. Ce style oscillatoire est le propre non seulement de parties de séries, mais de séries entières, derrière lesquelles se cachent des causes très diverses.

Sans remonter ici aux causes, on constatera simplement que les séries oscillantes sont régulières, qu'elles croissent ou qu'elles décroissent vers le haut. Leurs dimensions sont donc fonction des lithofacies et de l'épaisseur des bancs.

Ces séries oscillantes peuvent avoir une tendance à se déplacer vers la droite ou vers la gauche de la série standard locale, ce qui donnera des séries oscillantes positives ou négatives.

Séries désordonnées.

On trouve, dans quelques coupes naturelles, une succession de lithofacies sans relation apparente les uns avec les autres, sans évolution dans un sens ou dans l'autre ou avec des amorces d'évolution très rapidement détruites. Ce style est fréquent dans des bassins en voie de fermeture ou près de côtes à courants. Malgré son caractère négatif, ce style offre un caractère très spécial en paléogéographie.

Courbe double.

Rappelons que l'évolution du ciment peut différer de celle des clastiques. Il faut alors dédoubler la courbe pour suivre les

phases bien distinctes de l'histoire de divers agents qui se détachent au lieu de se superposer.

C'est généralement le cas de séries dont la sédimentation calcaire est oblitérée par des apports clastiques quelque peu dispersés, de caractère souvent remanié et d'origine lointaine.

Série homogène.

La sédimentation terrigène prend souvent une allure monotone, ainsi que la sédimentation calcaire. La série cesse d'évoluer sur de fortes épaisseurs et devient homogène, perdant même son caractère stratifié. C'est le cas de calcaires construits, de formations crayeuses ou de dépôts de type molassique. Il n'en existe pas dans la bande dévonienne étudiée ici.

ÉVOLUTION DES FACIES (pl. 1).

Givétien.

Cet étage est représenté dans le centre du secteur seulement. La coupe de l'Orneau montre une évolution positive, partant des conglomérats de transgression, passant à des éléments de plus en plus fins, puis à des calcaires. Le régime calcaire dure à travers l'horizon d'Alvaux, puis évolue en sens négatif pendant l'horizon de Mazy, pour revenir à des clastiques fins encore calcareux. La courbe lithologique montre une grande biséquence +— pour ce Givétien, allongée en arc D, figurant la transgression, le remplissage du bassin et le retour des détritiques. Le sommet en est sectionné par la transgression frasnienne accompagnée de son retour brusque de détritiques grossiers; l'allure de la courbe lithologique la met bien en évidence et traduit les styles très différents des horizons de Mazy et de Bovesse.

La courbe doit être dédoublée pendant Mazy, car le dépôt des macignos conserve une teneur en calcaire appréciable qui doit être exprimée par le graphique. Cette calcarité ne se relâche pas pendant Bovesse, mais passe au contraire aux calcaires dolomitiques. Ceci indique que si la masse d'eau de la mer dévonienne reste permanente, le tribut des apports terrigènes subit des fluctuations. On n'est pas dans une région où la transgression frasnienne correspond à un grand événement paléogéographique se répercutant nettement sur la sédimentation.

Assise d'Alvaux.

Les coupes voisines d'Émines et de Sombreffe ne montrent que la partie + de la biséquence de l'Orneau, celle qui exprime l'affinage des clastiques et l'épuration des colloïdes. Vers l'Ouest (Samme), le calcaire disparaît, mais la courbe garde la même allure. Vers l'Est, le calcaire subsiste, mais sous la forme de bancs et de lentilles, ce qui donne une allure oscillante à la courbe. Pendant Alvaux, cette oscillation tend vers la droite, vers les calcaires, alors qu'elle tend vers la gauche pendant Mazy, ce qui montre une persistance atténuée de la biséquence de la région centrale.

Tout à l'Est (Lavoir), les bancs calcaires ont disparu et la courbe oscille entre les clastiques et les colloïdes.

Le style oscillant accompagne souvent les réductions latérales d'épaisseurs. Il est cependant intéressant de remarquer que l'évolution du dépôt n'est pas la même à l'Est qu'à l'Ouest du golfe de l'Orneau. A l'Ouest (Samme, W. Samme) la biséquence s'aplatit et se déplace dans les détritiques, alors qu'à l'Est on passe à un régime oscillant. La carte des lithofacies, trop générale, n'accusera pas cette asymétrie.

Calcaire d'Alvaux (pl. 4).

Le calcaire d'Alvaux, dans la vallée de l'Orneau, montre une épaisseur exceptionnelle et unique, bien visible dans une coupe fraîche de carrière. Il consiste en petits bancs d'épaisseurs peu variables et de facies relativement monotone. Il était intéressant d'appliquer dans des conditions peu favorables les critères lithologiques courants et d'y ajouter une courbe d'épaisseurs de bancs. Une coupe banc par banc a été levée et échantillonnée.

La courbe des épaisseurs indique quatre unités majeures. La première comprend les bancs 1 à 15 et montre une décroissance irrégulière et oscillante, correspondant à la fin d'une phase inférieure de l'assise. La deuxième, les bancs 15 à 50, accusant des oscillations croissantes, style qui se répétera dans la troisième phase par bonds successifs entre les bancs 50 à 92. Enfin, dans une quatrième phase supérieure, la courbe décroît par oscillations successives et irrégulières jusqu'à la base des alternances de calcschistes sus-jacents.

L'enfoncement du bassin et son remplissage par des calcaires se sont produits par longs à-coups, suivis par les rythmes de la sédimentation positive, et leurs phases de repos ou d'équilibre séparant des phases actives.

Courbe des épaisseurs.

Une brève introduction est nécessaire pour montrer l'intérêt que présente une telle courbe. Dans une série assez monotone comme celle du calcaire d'Alvaux, il n'y a pas beaucoup de critères bien distincts à poursuivre du bas au haut de la coupe Les termes de la série standard locale sont peu nombreux et rapprochés, allant de colloïdes mêlés à des calcaires jusqu'à du calcaire monotone.

Avant de recourir à d'autres critères moins aisés à obtenir (micrographie, calcimétrie, etc.), il faut utiliser celui de l'épaisseur des bancs. L'expérience m'a montré, dans d'autres cas, que son évolution allait de pair avec la calcimétrie ou même avec la granulométrie, suivant les aires sédimentaires.

La disposition en bancs d'une série lithologique, quelle que soit sa composition, résulte de trois phases distinctes dans le processus de la sédimentation : elles seront nommées des « stratiphases ».

Pendant une stratiphase positive-active, il se dépose le sédiment, avec son lithofacies complet : composition chimique, organismes, structures, textures nous apparaissent plus ou moins intacts suivant les effets de la diagenèse.

Une stratiphase positive-passive met fin à la phase précédente ou l'interrompt. Elle marque le dépôt d'argiles et marnes, schisteuses ou sableuses, avec leurs organismes; c'est un dépôt présentant un caractère résiduel ou ralenti. Sa composition fine et tendre en fait un rentrant morphologique à l'affleurement altéré. Le passage de la phase active à la phase passive ou l'inverse peut être net, progressif ou lent, ce qui est important de connaître pour reconstituer l'évolution des termes et les limites de séquences.

Une troisième stratiphase est dite négative, car elle se marque par une simple surface, sans dépôt ni enduit. Elle résulte de dissolutions sans résidu et d'abrasions ou d'érosions subaquatiques et subaériennes.

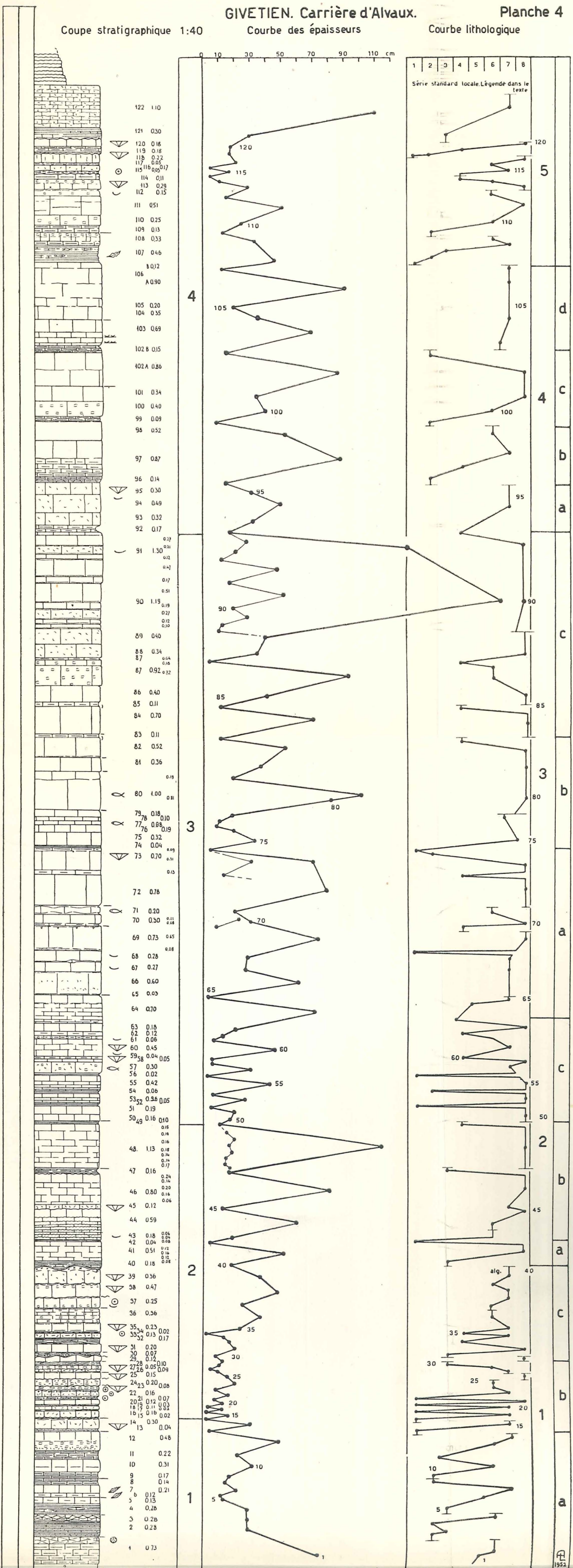
La distinction entre ces stratiphases négatives et positives-passives minces demande une observation très serrée de l'enduit soulignant le joint. Il peut être discontinu ou lenticulaire.

Une phase négative correspond à une lacune qui va du simple accident lithologique à l'absence totale d'un étage ou d'un système. La durée de cette lacune a toujours été un des problèmes les plus difficiles de la stratigraphie.

GIVETIEN. Carrière d'Alvaux.

Planche 4

Coupe stratigraphique 1:40 — Courbe des épaisseurs — Courbe lithologique



Dans l'analyse lithologique comparée, la différence de facies de part et d'autre de phases passives et négatives est très importante, car elle donne immédiatement le décalage de la courbe des séquences avant et après le ralentissement du dépôt. Graphiquement, on voit un saut de la courbe d'une colonne de la série standard à une autre avec un changement de signe et de style.

La mesure des épaisseurs de chaque phase s'obtient par le levé banc par banc. La courbe ainsi obtenue complète la courbe lithologique.

Courbe lithologique.

La série standard locale consiste en :

8 Calcaire fin, clair.
7 Calcaire impur, grenu.
6 Calcaire noduleux.
5 Marno-calcaire.
4 Calcaire schisteux.
3 Schistes à nodules et à lentilles calcaires.
2 Schistes calcaires.
1 Schistes divers.

La courbe lithologique est caractérisée par sa complexité. Il est difficile d'en tirer des conclusions générales, sauf que ce caractère se présente souvent dans le maximum des calcaires d'une séquence d'ordre supérieur. Ici, c'est bien le cas. Nous sommes dans la grande phase calcaire du Givétien et l'on n'en analyse qu'une partie à une échelle très détaillée.

On distingue une première phase de couches allant de 1 à 40, décomposée en trois phases mineures. La place manque ici pour en reproduire l'analyse détaillée. Ce sont : *a*) des oscillations + ; *b*) des oscillations régulières, et *c*) des oscillations décroissantes.

Dans la deuxième phase, allant de 40 à 63, il se trouve une biséquence +— dont la partie négative est oscillante et décroissante.

La troisième phase est épaisse et comprend les couches 63 à 92, qui se succèdent en trois biséquences +—.

La quatrième phase est formée de quatre séquences et biséquences simples bien développées entre les couches 92 et 107.

Dans une dernière phase, la cinquième, ce même style se retrouve mais très aplati, cinq fois de suite.

La troisième phase est la plus calcaire et correspond en gros à la troisième phase de la courbe des épaisseurs, celle des bancs épais. En dessous, les correspondances n'existent pas clairement entre les séquences lithologiques et les épaisseurs.

Par contre, au-dessus, la décroissance des épaisseurs est accompagnée, dans le facies, de séquences relativement régulières et simples, à tendance constamment positive, à de brèves et fréquentes exceptions près. Ces exceptions sont une des caractéristiques de cette coupe dans laquelle des séquences en voie de développement sont brusquement envahies par une passée calcschisteuse, vers leur sommet.

La courbe résultante est très fébrile. Elle est intéressante en ce sens qu'elle permet de déceler des phases dans un ensemble qui, au premier abord, apparaît très désordonné.

Les organismes s'ordonnent en fonction du facies : *Stringocephalus Burtini* dans les gros bancs calcaires grenus médians, et les petits Brachiopodes dans les bancs minces du haut et du bas de la coupe. Les débris de végétaux et de poissons occupent la même position, mais dans les niveaux calcschisteux, surtout dans les croûtes.

Une belle surface à mud-cracks se place en base de séquence dans la phase 4 au-dessus d'une grosse rupture de la courbe lithologique (bancs 103 et 102 B).

Assise de Mazy.

La régression de Mazy est accompagnée d'une émission de sédiments rouges du type Old Red. L'ensemble s'encadre dans une séquence négative qui, liée à la séquence positive précédente, donne une biséquence s'étendant à l'étage givétien.

Cette image change d'un point à l'autre de la bande dévonienne. Dans la partie centrale (Orneau), le calcaire persiste, mais se trouve très oblitéré par le clastique fin, notamment par les boues terrigènes. Elles sont toutefois moins étouffantes vers l'Est, où la courbe oscille nettement dans un sens positif à Émines, décroît à Hingeon, mais tombe dans des oscillations détritiques colloïdales plus à l'Est, pour disparaître avant la Mehaigne. Vers l'Ouest, la réduction d'épaisseur amène la formation d'une biséquence dans les clastiques et les colloïdes.

Il semble bien que la mer givétienne s'est remplie de l'Ouest à l'Est avant la transgression frasnienne, en refoulant les formations calcaires vers l'Est. La carte des lithofacies montre bien ce déplacement et la réduction du facies.

FRASNIEN.

Introduction.

La paléogéographie marine du Frasnien en Belgique se répartit en deux grands bassins séparés par un haut-fond.

Le bassin Nord ou bassin de Gembloux (L. Dubrul, 1938) est indépendant de forme et de contours du bassin de Namur, qui est une figure de tectonique hercynienne. Il est en communication dès l'assise de Bovesse avec le Boulonnais; la subsidence y a été moins rapide que dans le bassin Sud. Le haut-fond a un axe sensiblement parallèle à la zone du Condroz mais avec une forme sinueuse.

Le bassin Sud est divisé à son tour en deux aires subsidentes.

Les synchronisations sont difficiles à établir d'un bassin à l'autre, car les faunes n'ont pu franchir la barre médiane. Cela rend une division du bassin Nord quasi impossible en ne se basant que sur les faunes. La division en assises et horizons est essentiellement lithologique et l'on n'a pu établir de parallélisme avec les assises du bassin de Dinant. Seule la base de l'assise de Bovesse possède quelques formes communes à une partie de l'assise de Fromeliennes attribuée au Givétien *Gv b*.

Au Givétien, la faune du bassin de Gembloux dépendait de celle de Dinant, mais lors de la régression de Mazy, le haut-fond s'est relevé et la communication est devenue difficile. La faune de Gembloux a plutôt dépendu de celle du Boulonnais.

Assise de Bovesse.

Sa base est marquée par le conglomérat d'Horrues et son ensemble offre un caractère oscillatoire marqué entre les lithofacies schisto-colloïdaux, d'une part (parfois gréseux), et les calcaires, de l'autre. La présence de grosses lentilles dolomitiques montre que la grande séquence du Dévonien passe par un maximum vers la droite de la série standard. C'est la phase optimum des concentrations dans le secteur, au-dessus de laquelle va revenir une sédimentation calcaire frasnienne supérieure, étouffée à son tour par les détritiques famenniens. Les clastiques hérités de la poussée d'Horrues se prolongent assez longtemps dans l'assise de Bovesse et il y a un décalage de phase entre ciment et détritiques, mis en évidence par la courbe lithologique dans la coupe de l'Orneau.

La transgression frasnienne dépasse les contours du Givétien. La masse d'eau n'a pas changé et poursuit son évolution. Ce sont les clastiques qui sont les témoins du changement, du moins dans la partie centrale du secteur, dans la Samme, dans l'Orneau et plus à l'Ouest.

Vers l'Est, la sédimentation est relativement continue. Le style oscillant se poursuit à Hingeon et la sédimentation calcaire se poursuit à Lavoir-Boing. Les dépôts vont en s'épaississant vers l'Est et la teneur en calcaire augmente simultanément.

Dans l'Est, les colloïdes persistent avant d'être remplacés par les calcaires de Rhisnes. L'évolution a quelque peu traîné dans cette partie.

Assise de Rhisnes.

Dans l'Orneau, la coupe de cette assise offre une trilogie de facies.

A la base, l'horizon de Rhisnes consiste en calcaires noduleux. Dans un standard local, ce lithofacies doit être considéré comme une association de marnes et de calcaires entre des marnes ou des argiles pures et des calcaires francs. Il semble qu'en cours de sédimentation, le calcaire ait eu une tendance à se concrétionner dans la vase calcaréo-argileuse et les nodules ainsi formés se sont plus rapidement durcis que le reste. A la base des niveaux à nodules en petits bancs, on trouve des niveaux marneux et argileux moins calcaires. Vers le haut, au-dessus des nodules, les bancs calcaires s'épaississent et passent à des calcaires plus francs.

L'épuration de la sédimentation se poursuit et l'on passe à l'horizon suivant, plus calcaire. Ce passage de facies à nodules à un facies plus calcaire se voit le long de la route de Mazy à Nivelles, sur quelques mètres d'épaisseur.

Latéralement, l'horizon de Rhisnes devient dolomitique à Lavoir; il est possible que cette dolomie soit un témoin attardé de la sédimentation de Bovesse dans un bassin oriental. Les horizons de Rhisnes et de Golzinne s'atténuent vers l'Ouest, mais subsistent à Soignies.

La partie médiane de l'Assise de Rhisnes est formée de calcaires en bancs épais. Entre la Samme et la Senne, ces bancs sont séparés par des intercalations schisteuses. Entre Villerets et Rhisnes, il existe un facies spécial à gros bancs de calcaire noir : le marbre de Golzinne. Originairement,

celui-ci s'est déposé sous la forme de boues calcaires très fines auxquelles s'est mêlée une faune microscopique. Les eaux étaient calmes et de faible profondeur, sans apports terrigènes (F. Kaisin, 1934).

L'étude de P. Dumon (1933) sur les marbres de Golzinne montre que le facies macroscopique est monotone, ce que nous ont confirmé des excursions sur place. Il est probable que la calcimétrie permettrait de mieux comprendre l'évolution de la sédimentation ainsi que des critères micrographiques. On a tenté d'utiliser celui des épaisseurs d'après P. Dumon (*op. cit.*, 1933) et la courbe de variation s'est montrée très complexe. Mais on y relève d'emblée trois phases (fig. 1). La construction de la courbe est simple. On a tenu compte de tous les bancs, construisant des courbes secondaires pour les bancs d'ordre mineur subdivisant les principaux.

La partie inférieure est déterminée par la courbe joignant les épaisseurs de croûtes de calcschistes (ligne double). Elle est en même temps la courbe-enveloppe des épaisseurs maximales.

La partie médiane est donnée par la décroissance des couches dites « mâles » (calcaires dolomitiques bréchiques). La courbe obtenue en prenant toutes les épaisseurs relaie la précédente.

La partie supérieure accuse le rapide accroissement des épaisseurs de croûtes de calcschistes.

La courbe complète de la partie 1 et de la partie 2 forme chaque fois des oscillations décroissantes.

Cette première construction ne saurait être définitive et l'on ne pourrait en tirer de conclusions sans un nouveau levé. Elle démontre simplement le caractère périodique et évolutif de la série des marbres noirs.

Au sommet de l'Assise, l'horizon de Falnuée marque un retour de colloïdes dans les calcaires. Ce type de sédiments est favorable aux Brachiopodes, qui sont abondants, alors que les algues et les coraux se développent surtout dans les calcaires plus purs.

Quelques coupes locales vont montrer le caractère des séquences argilo-calcaires.

On verra à plusieurs reprises des séquences positives se succéder, bien que dans la séquence d'ordre supérieur (assise et même étage) on soit dans une séquence négative de retour aux détritiques. Ce phénomène est fréquent dans toutes les gammes de sédiments et dans de nombreuses aires sédimentaires.

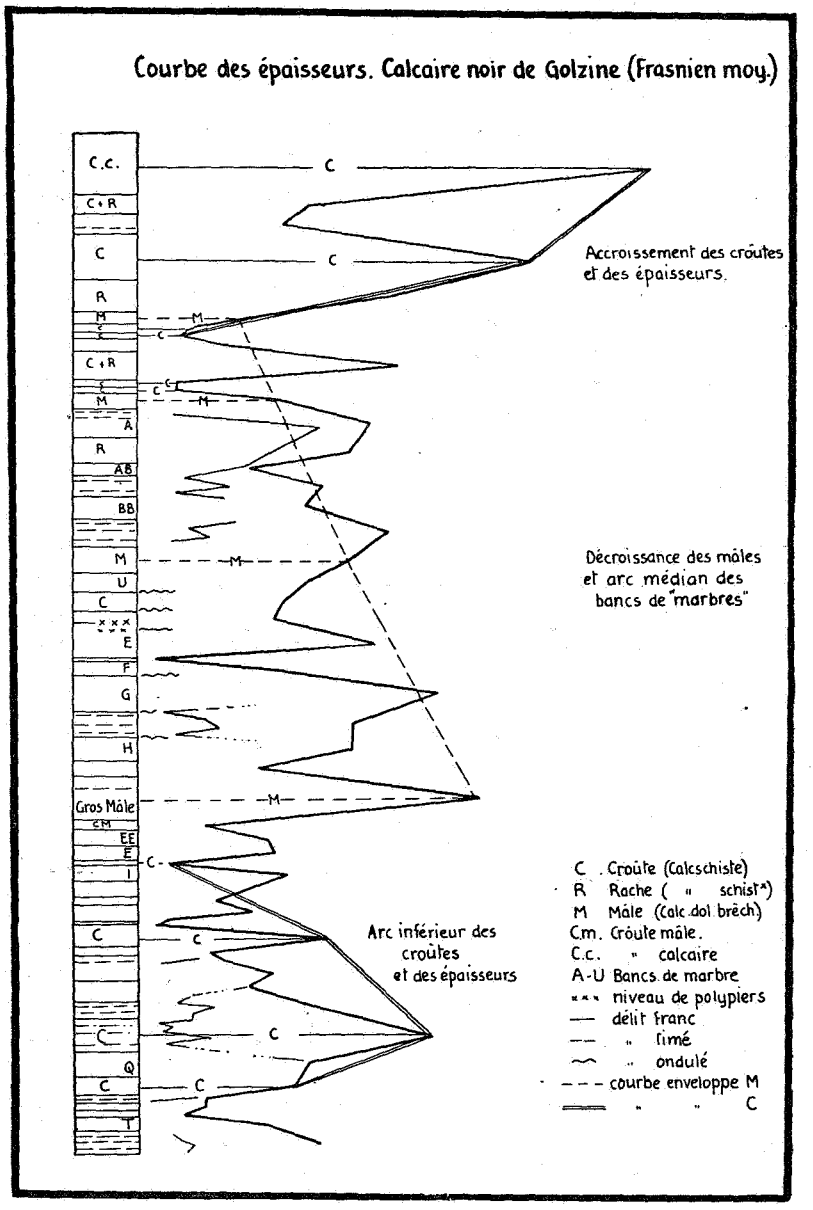


FIG. 1. — **Coupe schématique dans les marbres noirs de Golzinne. Courbe des épaisseurs de quelques facies typiques.**

Dans la Mehaigne, le long de la tranchée du vicinal dans sa partie Nord, à la base du Frasnien, on a, de haut en bas :

Calcaire fin, sombre en gros bancs	1 m	Séquence +	Biséquence − +.
Calcaire en petits bancs	1 m		
Calcschiste à coraux détritiques	0 m 8		
Calcaire en petits bancs, décroissant d'épaisseur vers le haut	1 m 2	Séquence −	
Calcaire en gros bancs	—		

Au Sud du château de Famelette, dans l'assise de Bovesse, le long de la même coupe, de haut en bas :

Calcaire dolomitique massif	Séquence +	Grande séquence +.
Dolomie altérée et coraux		
Gros banc calcaire massif à coraux, dolomitique au sommet ...		
Calcaire à coraux		
Schistes à coraux		
Calcaire noduleux en bancs massifs	Séquence +	
Calcaire noduleux en petits bancs.		
Calcaire noduleux en petits bancs à intercalations schisteuses		
Schistes		

Directement au-dessus et jusqu'à la gare d'Huccorgne, on trouve :

Calcaire noduleux en bancs minces (Falnuée)	Séquence −	Biséquence + −.
Calcaire noduleux en bancs décroissant d'épaisseur vers le haut. Coraux (Golzinne)		
Calcaire massif en gros bancs (Rhisnes)		
Calcaires en bancs et niveaux schisteux	Séquence +	
Calcaires noduleux et schistes		
Schistes à *Sp. Verneuili* et *Chonetes* (Bovesse)		

Plus haut encore, dans la série de la Mehaigne, le Famennien est annoncé par une séquence négative qui se poursuit jusqu'à

la dolomie tournaisienne, avec plusieurs lacunes. On a, de haut en bas :

Dolomie tournaisienne (hors séquence) ... ...
Schistes et grès famenniens ... ...
Calcaire échinodermique, lenticulaire en un banc, équivalent de l'oolithe ferrugineuse ... ... } Séquence –
Bancs de calcaires noduleux à *Acervularia* ... ...

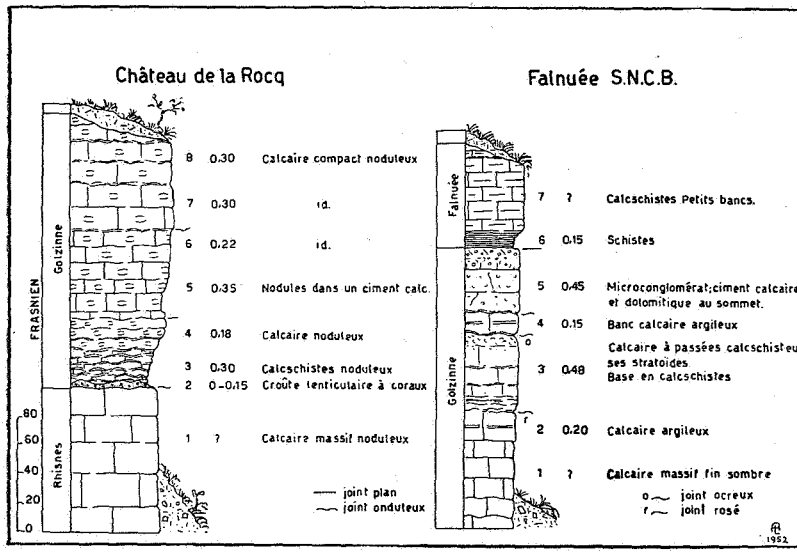


FIG. 2. — **Coupes détaillées dans la vallée de la Samme et dans celle de l'Orneau.**

Dans la vallée de la Samme, quelques coupes de détail montrent encore la présence de séquences colloïdales-calcaires.

Au Château de la Rocq, le versant dominant le parc est couronné de calcaires frasniens. On y voit clairement l'épuration d'une série sous ses deux formes courantes : l'épaisseur des bancs va en croissant vers le haut et le calcaire noduleux devient massif vers le haut également (levés J. Verhaege). Fig. 2.

Près de la ferme de Falnuée dans l'Orneau, la voie de la S.N.C.B. passe en tranchée au Nord du pont de la ferme. Elle entaille des formations frasniennes dans lesquelles on lève la coupe de détail de la figure 2.

A la base, un niveau calcaire (Golzinne probablement) s'achève par des passées de calcschistes et de microconglomérats dont le sommet est dolomitique.

Au-dessus passe un joint plan très net et une nouvelle série commence, schisteuse d'abord, puis calcschisteuse et calcaire. C'est une séquence schisto-calcaire positive.

On peut se demander quelle est la position du conglomérat. Est-ce la transgression de la série sus-jacente, solution envisagée sur le terrain par G. Mortelmans, ou est-ce la fermeture du rythme précédent ? Il semble que ce soit la seconde solution, du moins en tenant compte de l'évolution du facies. Car la série calcaire s'achève sur une brève phase dolomitique, en fin de séquence positive. Quant aux clastiques, ils sont accidentels et couronnent une séquence positive, avant la formation d'un joint majeur.

Cet épisode sédimentaire pourrait être utilisé pour tracer la limite entre l'assise de Golzinne et celle de Falnuée, débutant également par une amorce de séquence positive.

Une séquence mineure forme l'horizon 3 de la coupe. On remarquera l'arrivée par à-coups des clastiques accidentels du sommet de Golzinne.

Assise de Franc-Waret.

Le Frasnien supérieur ou assise de Franc-Waret montre des oscillations entre les clastiques fins, les colloïdes et les calcaires. C'est un style en petits bancs minces, à faunes franchement marines, mais traduisant, d'une part, un retour de matériel terrigène et, d'autre part, une sédimentation pélagique qui « vieillit » avec ses calcaires francs et ses dolomies.

Ce style oscillant caractérise les régressions, les remplissages lents de mers épicontinentales, les sommets de biséquences +— avant la disparition complète des calcaires. On est ici en régression. L'horizon de Falnuée diminue vers l'Est et vers l'Ouest et l'assise de Franc-Waret s'épaissit en même temps. Il y a donc passage latéral partiel possible des calcaires noduleux de Falnuée aux schistes et calcaires de Franc-Waret.

L'assise de Franc-Waret est essentiellement schisteuse dans ses parties peu épaisses, entre l'Orneau, Rhisnes et la Samme. Entre Émines et la Mehaigne, elle se charge successivement en intercalations de calcaires, puis de calcaires dolomitiques vers son sommet (entre Émines et Vézin). A Lavoir-Boing, un niveau

dolomitique couronne les schistes et les calcaires coquilliers, montrant bien une évolution de séquence positive mais hésitante. Ce caractère se retrouve dans la Sennette. Il apparaît donc nettement une aire schisto-clastique dans le centre de notre secteur. C'est l'amorce d'un mouvement qui se développera au cours des périodes suivantes.

Famennien.

Famennien inférieur.

Ce sous-étage est monotone et consiste partout en grès, schistes et macignos en bancs minces. Entre Hingeon et l'Orneau, on signale un niveau d'hématite oolithique. On peut difficilement faire une analyse lithologique dans l'état actuel de nos connaissances, car les affleurements sont rarement épais et le type oscillant des séquences voudrait des levés très précis. Encore peut-on se demander si ce facies se prête à des corrélations.

En examinant la carte des lithofacies, on remarque toutefois une évolution nette entre les aires de Franc-Waret et celles du Famennien inférieur. L'aire calcaire de la Sennette est devenue schisteuse. Elle sera gréseuse au Famennien supérieur. Il en est de même pour l'aire d'Émines-Ville-en-Waret. Pour la Mehaigne, l'évolution est semblable. Elle aboutira à une lacune au Famennien supérieur

La carte montre que, durant ce Famennien inférieur, des clastiques apparaissent sur deux aires, dont l'une est axée sur la Samme et l'autre à l'Est de la Mehaigne. On peut faire partir de ces clastiques des séquences horizontales dirigées vers les centres calcaires, dont le premier est entre la Samme et la Mehaigne et le second entre la Samme et Soignies.

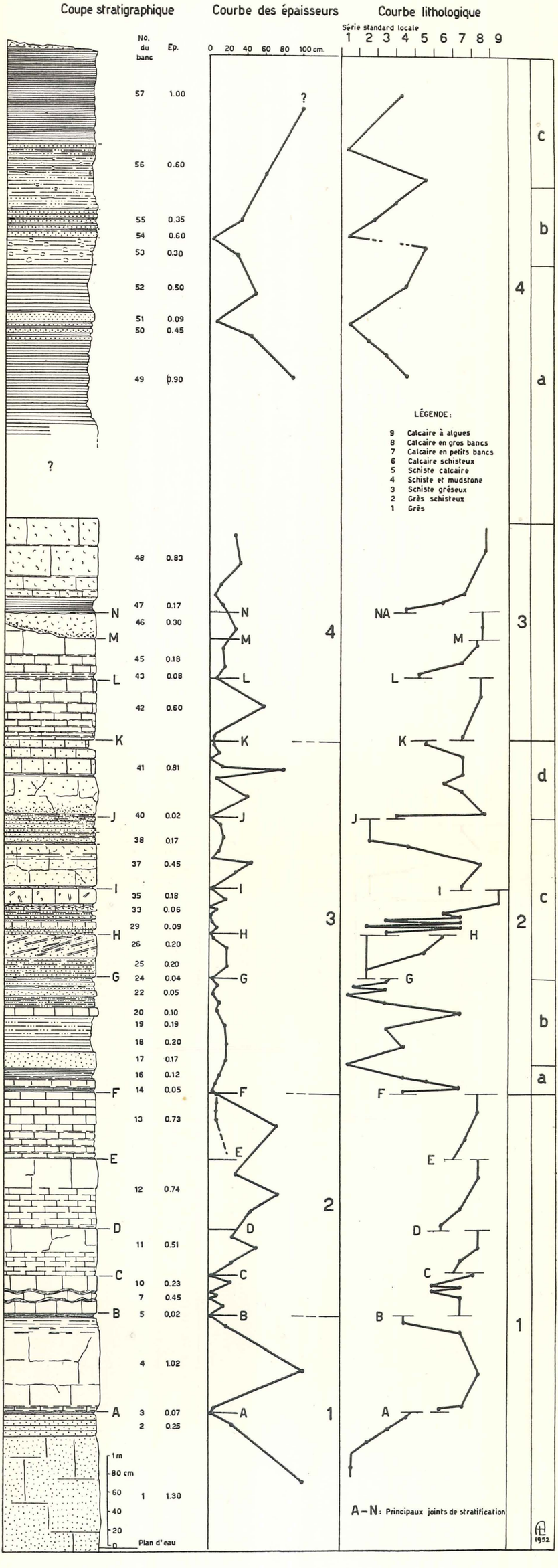
Famennien supérieur.

L'évolution se poursuit. L'aire clastique de la Samme est légèrement décalée vers l'Est. Elle est lacunaire ainsi que l'aire de la Mehaigne. Les aires schisteuses entre la Mehaigne et la Samme, puis entre la Samme et Soignies, sont devenues gréseuses à leur tour, achevant la vaste figure de régression amorcée au Frasnien. Partout, des séquences négatives d'ordre supérieur expriment ce processus.

La lente remontée du continent brabançon n'a pas été uniforme, mais de faibles ondulations transverses ou obliques se

Planche 5

Famennien–Tournaisien. Samme



sont dessinées, laissant des aires résiduelles connues pour leurs facies bordiers à débris de végétaux, ripple-marks, poissons généralement fragmentaires dans le Famennien supérieur de la Samme et l'oolithe hématitique et ses facies latéraux correspondants.

Passage du Famennien au Tournaisien : Strunien.

La vallée de la Samme permet de voir, dans une carrière maintenant abandonnée, une série de formations qui se placent au sommet du Famennien supérieur et à la base des calcaires du Tournaisien.

G. Mortelmans et moi avons levé la coupe détaillée dont je figure ici la partie lithologique.

La planche 5 en donne le sommaire. La description lithologique banc par banc a été laissée de côté, faute de place. L'essentiel pour l'analyse est seul représenté.

Contrairement à la courbe lithologique du calcaire d'Alvaux, la courbe du Famennien-Tournaisien montre une série d'enchaînements bien ordonnés dans le détail, mais sans figure d'ensemble à plus grande échelle. Il est superflu de commenter les divers types de séquences; par contre, dans les lignes générales, on distingue trois parties :

1. La partie inférieure, qui va de la base au joint F. C'est une montée des calcaires par séquences positives, hésitantes entre A et B, entre B et C, puis plus fermes.

2. La partie moyenne à caractère oscillatoire, qui marque un retour clastique que l'on divise à son tour en trois grandes biséquences oscillantes : *b*) de F à G; *c*) de G à I; *d*) de J à K, raccordées à la partie inférieure par une grande séquence négative allant du joint F au niveau 17.

3. La partie supérieure, qui consiste à nouveau en une reprise des calcaires par séquences positives. Il manque malheureusement sur le terrain des affleurements où l'on puisse observer et mesurer le passage aux couches détritiques et schisteuses à *Spiriferina peracuta* du sommet de la coupe.

Ces trois divisions permettront de tracer des limites plus précises lorsqu'auront été étudiées les faunes et flores. Il semble pour l'instant que la partie inférieure soit occupée par la fin des

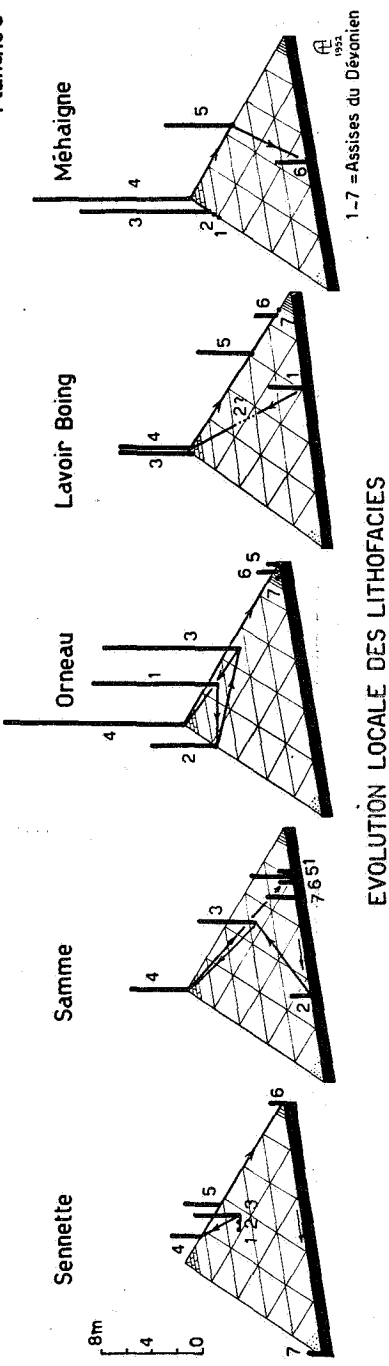


Planche 6
Méhaigne
Lavoir Boing
Orneau
Samme
Sennette
8m
4
0
1-7 = Assises du Dévonien
EVOLUTION LOCALE DES LITHOFACIES

psammites famenniens. Le Strunien S.t. (zone K1) serait représenté par la partie médiane et les couches d'Hastière (zone K2) du Tournaisien inférieur seraient dans la partie supérieure.

La courbe des épaisseurs est très irrégulière. Les gros bancs correspondent aux facies calcaires et les plus minces aux facies détritiques, à quelques exceptions près. Du point de vue évolutif, les limites de bancs sont des limites de séquences; à plusieurs reprises elles sont soulignées par des passées schisteuses. Ceci tend à confirmer que le phénomène de la stratification est un des aspects du processus de la sédimentation et s'y intègre. Ses causes sont à chercher dans des phases de repos, de non-sédimentation et de dissolution sur le fond marin, phases alternant avec des phases actives de dépôt.

Dans la partie inférieure de la courbe, au-dessus des deux gros bancs hérités du Famennien, on trouve entre B et F une croissance d'épaisseurs. Dans la partie moyenne, située entre les joints F et K, les petits bancs dominent, correspondant au caractère oscillatoire des séquences.

Dans la partie supérieure, on retrouve des bancs plus épais, localement érodés et correspondant aux séquences calcaires.

On peut donc conclure à un parallélisme de phases entre les rythmes d'épaisseurs et ceux des facies.

ÉVOLUTION LOCALE DES LITHOFACIES (pl. 6).

Après avoir considéré l'évolution des facies en verticale, c'est-à-dire en fonction du temps, il est intéressant de reprendre de manière générale l'évolution des facies dans le temps tout d'abord, puis région par région. Pour cela, on utilisera la méthode de Sloss et al. (1949), en s'inspirant des définitions des rapports lithologiques et des triangles de compositions lithologiques.

Dans la planche 6, les triangles se succèdent de gauche à droite, respectivement de l'Ouest à l'Est. On a choisi les localités où les coupes sont les plus complètes. Les trois angles de chaque triangle correspondent respectivement à 100 % de calcaire, 100 % de schiste et 100 % de grès.

Chaque assise du Dévonien supérieur est figurée par un trait vertical dont la situation sur le triangle correspond à la composition globale des lithofacies et dont la hauteur correspond à l'épaisseur d'assise sur le terrain.

Les numéros correspondent aux assises successives (de bas en haut) :

1	Gv A	Givétien. Assise d'Alvaux.
2	Gv M	Givétien Assise de Mazy.
3	Fr 1	Frasnien inférieur. Assise de Bovesse.
4	Fr 2	Frasnien moyen. Assise de Rhisnes.
5	Fr 3	Frasnien supérieur. Assise de Franc-Waret.
6	Fa 1	Famennien inférieur.
7	Fa 2	Famennien supérieur.

Dans l'Ouest, à la Sennette, les épaisseurs ne sont jamais fortes. Elles décroissent avec le temps. Les lithofacies sont peu ou pas gréseux, sauf le dernier. De 4 à 5, la disposition dextrogyre de la trajectoire indique une grande séquence négative.

Dans la Samme, le début et la fin de la sédimentation se localisent le long du côté grès schisteux. Entre 2, 3 et 4, la trajectoire est sinistrogyre et les épaisseurs augmentent; après, c'est le contraire.

Dans l'Orneau, la sédimentation se déroule à l'opposé du pôle gréseux. Du Givétien au Frasnien moyen, les épaisseurs sont fortes et la sédimentation est groupée dans les calcaires, alors que plus tard elle devient schisteuse.

A Lavoir-Boing, cette différence s'atténue, ainsi que dans la Mehaigne, où la sédimentation postfrasnienne moyenne se dirige vers les colloïdes et les grès en une longue séquence négative. Comme dans le reste de la bande dévonienne, les épaisseurs maximales sont dans les calcaires.

On serait tenté, d'après ce tableau, de reconstituer les mouvements d'enfoncement ou de soulèvement du socle. Une telle opération serait entachée d'erreurs, car si nous connaissons l'épaisseur des dépôts, nous n'en connaissons pas la profondeur absolue sous la surface de la mer. L'épaisseur n'est donc pas nécessairement la conséquence de variations de profondeur. Les vitesses de sédimentation varient d'un lithofacies à l'autre, si bien que pour finir on n'a qu'une seule donnée pour résoudre une équation à plusieurs inconnues. Il faudrait en outre savoir si les aires détritiques sont déposées sur des hauts-fonds ou dans des creux de bassins. Il est encore prématuré de répondre à cette question. La région étudiée est en outre trop petite pour fournir des arguments déterminants.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Partant de l'hypothèse d'une série standard réalisée localement et servant de paramètre pour l'analyse de séries naturelles, il a été possible de mettre en valeur une évolution dans la succession des lithofacies. L'exemple du Dévonien supérieur du bord Nord du bassin de Namur montre de quel style est cette évolution. Elle montre l'existence d'un certain nombre de séquences, dont les limites correspondent à celles établies par les méthodes classiques de la stratigraphie et de la sédimentologie. Aux transgressions et aux régressions correspondent certaines successions, fonction aussi de variations locales. L'expression graphique proposée permet de fixer les phases et leurs limites. On s'aperçoit que les grands épisodes paléogéographiques s'inscrivent dans la sédimentation selon un mode complexe qui se décompose en phases d'ordres mineurs. On donnera le terme de *lithophases* à ces pulsations de la sédimentation, quels que soient les agents lithogénétiques qui sont intervenus.

Une telle étude n'est pas une fin en soi. Elle n'est qu'une voie d'approche dans la recherche de nouveaux critères descriptifs. C'est également une nouvelle optique à travers laquelle les problèmes de sédimentologie prennent une acuité particulière.

Université Libre de Bruxelles.
Laboratoire de Géologie.

BIBLIOGRAPHIE.

ASSELBERGHS, E., Le Dévonien du bord Nord du bassin de Namur (*Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, t. X; *Livre Jubilaire F. Kaisin*, Louvain, 1936).

DEMANET, M.-F., Calcaire carbonifère de Maredsous-Sosoye (*C. R. sess. extr. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, 1920; *Bull. Soc. belge Géol.*, t. 34, année 1920, Bruxelles, 1921, pp. 176-185).

DUBRUL, L., La stratigraphie et les variations de facies du Frasnien en Belgique (*Ann. Soc. géol. Belgique, t. LXII*, Bull. 5 janvier 1939).

DUMON P., Quelques observations sur le marbre noir de Mazy (étage frasnien) (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. XLIII, pp. 237-284; 1933).

— Etude du Frasnien en Belgique (*Publ. Ass. Ing. Ec. Mines Mons*, 1929, fasc. 2, pp. 119-240).

KAISIN, F., Contribution à l'étude des caractères lithologiques et du mode de formation des roches calcaires de la Belgique (*Mém. cour. Acad roy. Belgique*, coll. in-4°, 2e série, t. VIII, fasc. 5, Bruxelles, 1927).

KERKHOVE, P., Levé géologique de la bande givétienne du bord Nord du synclinal de Namur (Travail de licence inédit, Labor. de Géol. U.L.B., juin 1950).

LOMBARD, AUG., Critères descriptifs et critères génétiques dans l'étude des roches sédimentaires (*Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. LVIII, fasc. 2, 1949, pp. 214-271).

— Les récurrences lithologiques du sommet du Niesen et leur interprétation (*Eclog. Géol. Helv.*, vol. 42, n° 2, 1949, pp. 426-434).

MALAISE, C. et STAINIER, X., Documents concernant le Dévonien du bassin de Namur (*Ann. Soc. géol. Belgique*, t. XIX, *Mém.*, 1892, pp. 297-302).

NABHOLZ, W., Beziehungen zwischen Fazies und Zeit (*Eclog. Géol. Helv.*, vol. 44, n° 1, 1951, pp. 132-156).

SLOSS, L. L., KRUMBEIN, W. C., DAPPLES, E. C., Integrated facies analysis (*Geol. Soc. Amer.*, Mem. 39, June 1949, pp. 92-120).

VAN WAMBEEKE, L., Contribution à l'étude du Givétien et du Frasnien inférieur dans la région située entre Braine-le-Comte et Sombreffe (Travail de licence inédit, Labo. Géol. U.L.B., juin 1950).

VERHAEGHE, M.-A.-P., Contribution à l'étude du Frasnien dans la région comprise entre Nivelles et Horrues (Travail de licence inédit, Labo. Géol. U.L.B., juin 1951).