

## EVOLUTION ET INFLUENCE DE LA RIDE BOLLANDIENNE : LA DISCORDANCE DE PRAYON<sup>1</sup>

par

H. PIRLET<sup>2</sup>

(3 figures)

**RESUME.**- La discordance du Couvinien supérieur sur l'Emsien moyen localisée dans l'enceinte de l'usine de Prayon-Trooz, à l'E de Chaudfontaine, est l'expression du plissement éodévotionien récemment mis en évidence par P. Michot sur la bordure méridionale du Massif du Brabant.

Cette discordance permet de comprendre les modalités d'évolution et de l'extension latérale au cours du temps, de cette ride bollandienne. Certains lithofaciès du Dévono-carbonifère du flanc S du Massif du Brabant semblent être en relation avec des traits structuraux persistants de ce segment tectonique.

**ABSTRACT.**- The unconformity between the upper Couvinian and the middle Emsian as found in the area of the Prayon-Trooz factory East of Chaudfontaine corresponds to the early Devonian folding episode described recently by P. Michot on the southern rim of the Brabant Massif.

This unconformity allows a better understanding of the temporal evolution and lateral extent of this bollandian ridge. Certain lithofacies of the Devonian and Carboniferous of the southern flank of the Brabant Massif seem to be related to persistent structural elements of this tectonic segment.

### LOCALISATION

Il existe un endroit du synclinorium de la Vesdre qui éclaire d'un jour nouveau la géologie de cette région. L'affleurement, situé dans l'enceinte de l'ancienne usine à zinc de Prayon-Trooz à l'E du lieu-dit "La Rochette", était naguère partiellement recouvert par un crassier de scories.

La coupe (fig. 1), orientée E-O, s'étend sur 200 mètres environ, à une cinquantaine de mètres au N de la Grand'route Liège-Verviers, depuis un chemin d'exploitation qui serpente au pied de ce qui reste du crassier au N-O, jusqu'à un ancien four à chaux au S-E (Fourmarier, 1940).

### DESCRIPTION ET AGE DES STRATES

Une vaste allure anticlinale, visible à la partie supérieure de l'affleurement, s'ennoye de 15° vers le N-E. Elle affecte une trentaine de mètres de psammoschistes calcaireux rouges avec une intercalation de deux bancs peu épais de poudingue pisaire à la base. Ces derniers reposent sur un banc de 2 à 3 mè-

tres de poudingue pugilaire à céphalaire à ciment rouge qui forme la base locale du Couvinien supérieur (Asselberghs, 1954). On attribue cet ensemble à cet étage par similitude de composition lithologique et de localisation stratigraphique avec du Couvinien constitué de psammoschistes calcaireux rouges qui affleure dans des coupes situées à proximité (Ry de Mosbeux et gare de Fraipont). Ils y surmontent des quartzites rouges et verts, qui contiennent la faune de la "Grauwacke de Rouillon" (Geukens, 1952).

Le Couvinien de Prayon est recouvert par 16 mètres de quartzites blancs microconglomératiques appartenant à la base du Givetien détritique, épais de 30 mètres, sur lequel reposent les calcaires du Frasnien moyen par l'intermédiaire d'une lacune de sédimentation (Coen-Aubert, 1974). A l'O de l'affleurement, à hauteur du chemin d'exploitation, une faille subverticale fait redescendre la lèvre N-O de l'anticlinal et met le poudingue du Couvinien supérieur en contact avec le quartzite blanc de la base du Givetien.

<sup>1</sup> Communication présentée le 6 juin 1978, manuscrit reçu le 11 mars 1983.

<sup>2</sup> Géologie, U.E.Lg., Campus du Sart Tilman, 4000 Liège.

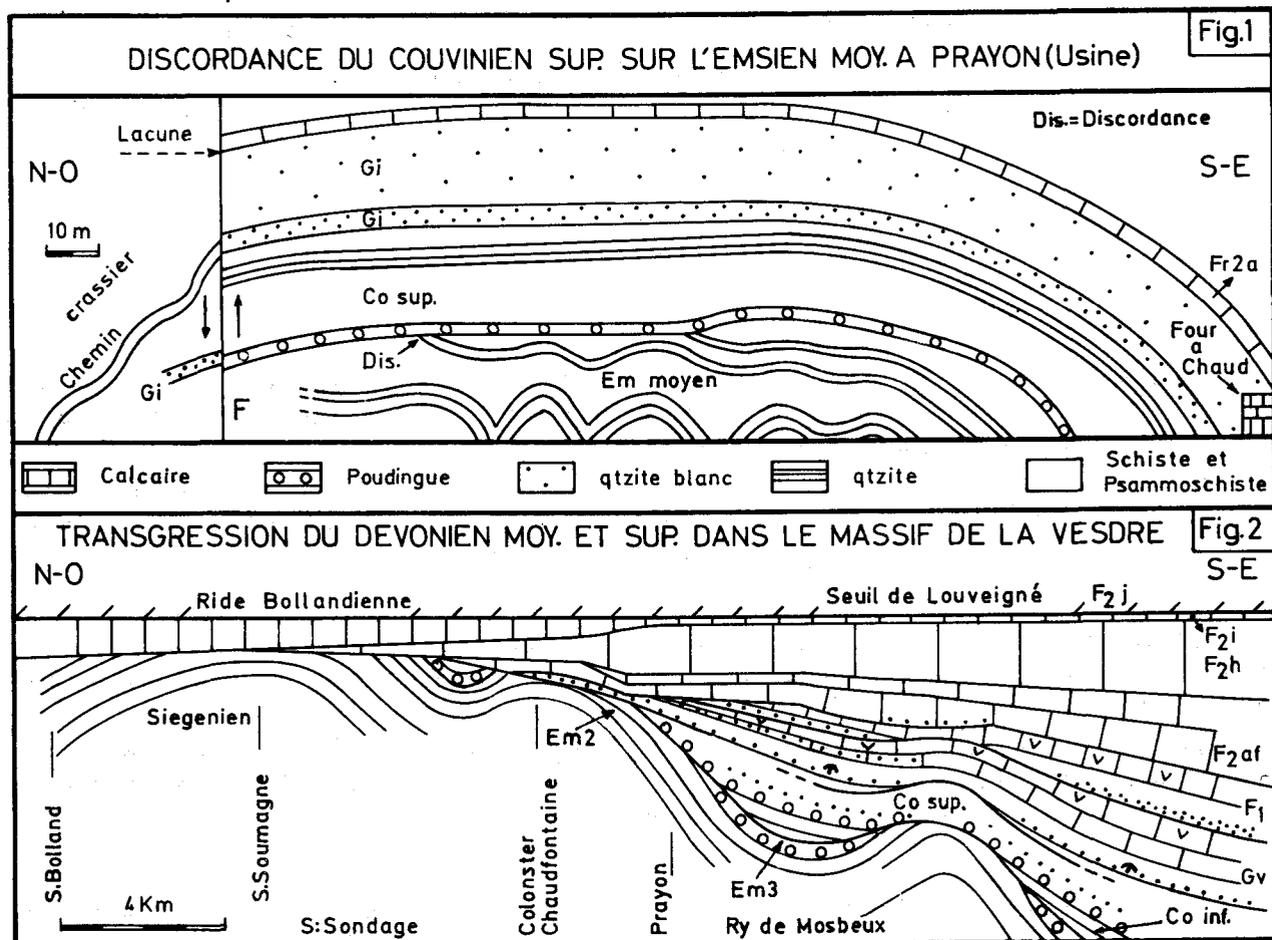


Figure 1 et Figure 2

Dans la partie centrale et inférieure de l'affleurement, des minces bancs de quartzites rouges et verts alternent avec des bancs de schistes rouges relativement épais. Cet ensemble d'une vingtaine de mètres d'épaisseur semble appartenir à l'Emsien sur la base de sa constitution lithologique.

Les spores et les Acritarches de ce niveau ont été analysés par M.M. Ph. Steemans et M. Vanguetaine du Laboratoire de Paléobotanique et de Paléopalynologie de l'Université de Liège (1) que je remercie vivement pour leurs déterminations et les commentaires stratigraphiques qui les accompagnent.

On y trouve :

- *Emphanisporites annulatus* qui montre un âge Emsien à Couvinien (Lessuise *et al.*, 1979 ; Strel *et al.*, 1981). La présence de spores zonées à ornements constitués d'épines indique un stade d'évo-

lution qu'on ne rencontre pas en-dessous de l'Emsien moyen (Tiwari & Schaarschmidt, 1975).

- *Emphanisporites cf densus* (Tiwari & Schaarschmidt, 1975) ; Lessuise *et al.*, 1979) n'est connu qu'aux confins de la limite Emsien-Couvinien. Par contre, on n'y a pas trouvé d'*Hystricosporites* caractéristiques de l'Emsien supérieur et du Couvinien.

De nombreux Acritarches ont également été observés. Ils sont tous remaniés et originaires de sédiments d'âge Silurien à Gedinnien tout à fait inférieur. Il s'agit de *Cymbospheridium pilaris*, *C. carinosum*, *Leiofusa berneseae*, *Visbysphaera sp.* Ces formes ont été trouvées en remaniements dans le Siegenien du Hoyoux et dans l'Emsien du Sart Tilman (Vanguetaine,

(1) Place du XX Août, 7, 4000 Liège.

1979). Dans le synclinorium de Dinant, la présence d'Acritarches remaniés n'est constatée que jusqu'à l'extrême base du Couvinien (Lessuise *et al.*, 1979).

Ces diverses considérations jointes au fait qu'aucun Acritarchose autochtone du Couvinien n'a été observé nous permettent d'avancer, avec certaines réserves, que ces échantillons se situent au sein d'un intervalle allant de l'Emsien moyen au Couvinien basal."

Leur conclusion correspond à celle d'Asselberghs (1954) qui s'appuyait sur l'absence, à Prayon, des couches rouges du Couvinien inférieur que l'on trouve dans le Ry de Mosbeux entre les poudingues du Couvinien supérieur et de l'Emsien supérieur pour conclure à l'âge Emsien moyen de cet ensemble. Cet âge a d'ailleurs été corroboré par la découverte, dans la coupe de Sainval, semblable à celle de Prayon (Coen-Aubert, 1974), d'un niveau à plantes du Dévonien inférieur localisé à quelques mètres sous la base du poudingue du Couvinien supérieur (Liégeois, 1953) et par l'absence dans ces deux affleurements, des niveaux rouges grossiers : conglomérats et roches graveleuses de l'Emsien supérieur (Asselberghs, 1954).

La disposition du banc de poudingue de la base du Couvinien supérieur vis-à-vis des niveaux sous-jacents indique qu'il existe une discordance de stratification entre ce Couvinien supérieur et l'Emsien moyen sous-jacent. En effet, sur le flanc S-E de l'anticlinal, les bancs de schistes rouges et de quartzites du sommet de ce niveau, sont subparallèles au banc de poudingue couvinien ; lorsque l'on poursuit ces bancs vers le N-O, ils amorcent la voûte anticlinale en ondulant légèrement puis se rapprochent insensiblement du poudingue sus-jacent et se font progressivement recouper en biseau par ce dernier. Vers l'O, d'autres niveaux sous-jacents de schistes rouges et de quartzites viennent buter de la même manière contre le poudingue Couvinien dont les cailloux proviennent en grande partie du démantèlement de ces bancs quartzitiques. C'est ainsi qu'une stampe d'une dizaine de mètre de l'Emsien sous-jacent au poudingue couvinien a disparu à l'extrémité occidentale de l'affleurement.

Cet Emsien moyen est lui-même affecté de quatre petits plis anticlinaux et synclinaux à ennoyage N-E qui tendent à s'estomper vers le sommet de ce niveau stratigraphique à proximité du poudingue de la base du Couvinien supérieur. On pourrait penser qu'il s'agit d'une différence de comportement des minces bancs du coeur du large pli anticlinal vis-à-vis des épais niveaux couviniens qui les surmontent, à l'occasion du plissement. Il n'en n'est rien, car si c'était le cas, les minces bancs de quartzites isolés dans la masse de psammo-

schistes rouges du sommet du Couvinien supérieur seraient plissés de la même manière. On pourrait également considérer ce large pli anticlinal comme un pli concentrique qui induirait des disharmonies dans son coeur.

La direction de ces plis, perpendiculaire à celle des plis qui affectent le Frasnien sus-jacent, implique qu'il s'agit vraisemblablement de deux phases de plissement distinctes.

### MODALITES DE LA FORMATION ET DE L'EVOLUTION DE LA RIDE BOLLANDIENNE DU PLISSEMENT EODEVONIEN

Cette discordance de stratification entre le Couvinien supérieur et l'Emsien moyen basculé ou plissé constitue l'expression locale de la ride bollandienne du plissement éodévonien qui affecte, dès la fin de l'Emsien inférieur, le bord S du massif du Brabant. Ce dernier avait déjà été plissé à la fin du Gedinnien inférieur (Michot, 1976, 1980) par la phase néocalédonienne (Fourmarier, 1931).

Cette ride du plissement éodévonien a été mise en évidence (Michot, 1979) dans le sondage de Bolland situé dans l'axe du synclinorium de Namur. Il y existe une discordance angulaire entre le Frasnien supérieur et l'Emsien inférieur. On trouve également une lacune stratigraphique entre ces mêmes niveaux dans le fond du sondage de Soumagne situé plus au S (Graulich, 1975).

La ride bollandienne a commencé à s'ériger à la fin de l'Emsien inférieur sur la partie méridionale du Massif du Brabant et sur l'emplacement de l'actuel synclinorium de Namur par le plissement du substratum calédonien et de sa couverture éodévonienne (Mortelmans, 1953 ; Michot, 1976) (fig. 3, 1).

La plus grande partie du matériel du Dévonien inférieur a été érodée et resédimentée sur le flanc méridional de la bande condruzienne, à l'Emsien moyen et supérieur et peut-être durant le Couvinien inférieur (fig. 3, 1). C'est ainsi qu'il a fourni les matériaux grauwackoïdes, grossiers et conglomératiques de ces niveaux stratigraphiques sur les actuelles bordures septentrionales des synclinorium de Dinant et de la Vesdre et en particulier les multiples niveaux conglomératiques (quatorze) de l'Emsien supérieur et du Dévonien moyen de la vallée du Hoyoux (Michot, 1980).

Une discordance angulaire de même nature que celle de Prayon est visible dans le N du synclinorium de Dinant, au pied N des hauts rochers de calcaires

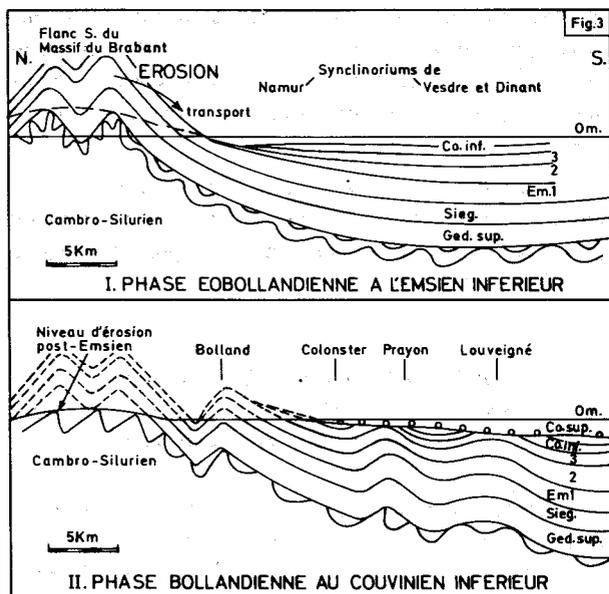


Figure 3

frasniens dits "du Bout du Monde" à Colonster, dans la vallée de l'Ourthe. A cet endroit, à hauteur d'un sentier parallèle et proche de l'autoroute des Ardennes, 3 mètres de grès dolomitiques à cailloux pugilaires de quartz, situés à la base de la masse des calcaires frasniens, pendent à 45° S. Ce Givetien, surmonté par des bancs peu épais de calcaires à *Stringocephalus burtoni*, recoupe en biseau des bancs de schistes et de quartzites rouges de l'Emsien sous-jacent qui pendent à 55° S. Fourmarier (1951) avait déjà souligné la lacune du Couvinien et du sommet de l'Emsien à cet endroit. C'est vraisemblablement cette discordance angulaire qui a fait disparaître, au pied des rochers, un mince niveau de conglomérat présent dans le haut de l'escarpement boisé et qui semble devoir être rapporté au Couvinien.

Dans le sondage de Chaudfontaine, situé dans le synclinorium de la Vesdre à l'O de Prayon, il existe deux discordances de stratification (Graulich, 1967). La première entre le Couvinien très peu épais et le Dévonien inférieur, la seconde entre le quartzite blanc de la base locale du Givetien et ce même Couvinien. Il faut également signaler les lacunes de l'Emsien supérieur et du Couvinien inférieur à Sainval (Liégeois, 1953) ainsi que celle de la majeure partie de l'Emsien dans la coupe de la Reid (fenêtre de Theux) (Asselberghs, 1946 ; Steemans, 1981).

Ces lacunes et discordances angulaires de Bolland,

Soumagne, Prayon, Chaudfontaine, Colonster, Sainval et La Reid, permettent de constater que le plissement éodévonien s'est poursuivi durant l'Emsien moyen et supérieur et même durant le Couvinien inférieur, en plusieurs courtes phases qui se succèdent (fig. 2). Il s'est, en même temps, étendu latéralement vers le S en plissant des matériaux de ces niveaux stratigraphiques qui proviennent de l'érosion des premières émergences, à la fin de l'Emsien inférieur, de la ride bollandienne localisées plus au N (fig. 3, II).

Cette tendance à la propagation latérale de l'onde de plissement se marque également par l'apparition, au S de la ride bollandienne proprement dite, de zones de surélévations synorogéniques émergées ou immergées et parallèles au plissement (fig. 3, II). Il s'y développe à l'occasion de l'émergence de certaines d'entre elles, des érosions locales ou des lacunes de sédimentation par non dépôts.

C'est ainsi que l'absence de l'Emsien supérieur et en particulier du Poudingue de Burnot dans de nombreuses régions du bord Nord-oriental du synclinorium de Dinant et dans la partie occidentale du synclinorium de la Vesdre semble résulter de l'érosion subséquente de ces ondulations du fond (fig. 2 et 3, II) (Fourmarier, 1951). Toutes ces manifestations successives d'érections de la ride bollandienne s'étalent dans un laps de temps qui s'étend de la fin de l'Emsien inférieur jusqu'au Couvinien supérieur, voire au début du Givetien. Elles sont en outre relativement plus précoces sur le flanc S de l'actuel massif du Brabant que dans les zones plus méridionales du massif de la Vesdre et du bord N du synclinorium de Dinant où elles affectent également les sédiments de l'Emsien supérieur et du Couvinien.

## LA PALEOGEOGRAPHIE DU DEVONIEN MOYEN ET SUPERIEUR ET SES IMPLICATIONS

Fourmarier (1951), Geukens (1952) et Asselberghs (1954) ont montré qu'il existait deux "rides" soulignées par des lacunes sédimentaires du sommet de l'Emsien supérieur et du Couvinien inférieur, la première à Louveigné et la seconde à Colonster tandis que la sédimentation dans la région intermédiaire du Ry de Mosbeux semblait plus continue (figs 2 et 3, II). Cette disposition paléogéographique en deux zones de surélévations et d'érosions locales séparées par une zone de sédimentation plus continue permet de préciser l'ampleur du plissement et de l'orogène éodévonien de cette région qui semblent rester de valeur modeste dans le massif de la Vesdre par rapport aux phases

majeures calédonienne et varisque qui l'encadrent dans le temps.

L'analyse de la sédimentation du Dévonien moyen et supérieur dans la région de Huy indique également que la zone située à l'emplacement de la ride bollandienne a émergé durant la plus grande partie du Mésodévonien et à la fin de l'époque frasnienne (Coen-Aubert & Lacroix, 1978), bien que la sédimentation frasnienne semble relativement plus complète à Huccorgne situé plus au N. C'est d'ailleurs cette analyse des lacunes de sédimentation à l'emplacement des rides bollandienne et de Louveigné (Fourmarier, 1951 ; Coen-Aubert, 1974) qui permet de déceler les mouvements épeirogéniques qui s'y sont manifestés. Les niveaux stratigraphiques supérieurs au Couvinien sont en effet affectés par des émerSIONS et des lacunes stratigraphiques (fig. 2). C'est ainsi que dans la région formée par l'extrémité Nord-orientale du synclinorium de Dinant et par l'extrémité occidentale de celui de la Vesdre, le sommet des quartzites blancs microconglomératiques de la base du Givetien est marqué par des traces d'émerSIONS caractérisées par la présence d'un paléosol rubéfié exposant localement des radicules. Il est souvent affecté par une imprégnation limonitique ou hématitique et localement couronné comme à Prayon ou à la Chawresse par un encroûtement de même nature de 1 à 4 cm d'épaisseur qui s'est vraisemblablement formé à la surface émergée du banc. A Prayon, le Givetien gréseux de base est immédiatement recouvert par le niveau F2a du Frasnien (Coen-Aubert, 1974), à la suite de lacunes de certains niveaux stratigraphiques du Givetien calcaire et de la base du Frasnien qui soulignent cette émerSION.

Dans la région de Gomzé-Andoumont-Louveigné, il semble également exister une lacune de l'"assise" de Fromelonne du Frasnien inférieur qui succède à une lacune du Givetien gréseux et du sommet du Couvinien (Fourmarier, 1951). La très faible épaisseur du Givetien calcaire rend d'ailleurs fort difficile de faire la distinction entre ce niveau stratigraphique et le Frasnien calcaire qui lui succède (Fourmarier, 1958). Ces deux niveaux sont cependant bien individualisés dans le Ry de Mosbeux (Fig. 2) à mi-distance entre Prayon-Trooz et Louveigné (Fourmarier, 1951 ; Coen-Aubert, 1974) ainsi qu'au S de Louveigné (fig. 2) bien qu'ils n'aient que très peu d'épaisseur.

Les zones de lacunes de sédimentation du Givetien gréseux et de l'"assise" de Fromelonne semblent être disposées à l'aplomb de la ride bollandienne et de la surélévation de Louveigné qui encadrent une zone de sédimentation plus continue dans le Ry de Mosbeux (fig. 2) et au S de la surélévation de Louveigné. Nous

voyons donc se répéter durant le Givetien et le Frasnien inférieur, des traits structuraux et paléogéographiques qui s'étaient déjà manifestés à la fin de l'Emsien et durant le Couvinien inférieur (Fourmarier, 1951).

La mise en évidence de ces zones de surélévations et de ces lacunes stratigraphiques sur la bordure méridionale du Massif du Brabant permet de mieux comprendre la nature lagunaire, évaporitique, ou encore dolomitique, d'une série de niveaux du Givetien et du Frasnien de cette région. Cette disposition complexe, liée à des causes structurales, peut guider les recherches des accumulations sédimentaires de Baryum, de Plomb ou de Zinc dans les niveaux calcaires ou dolomitiques du Dévonien moyen et supérieur de cette région (Dejonghe, 1978, 1979).

Cette paléogéographie caractérisée par la multiplication des milieux restreints semble également avoir eu une grande influence sur les accumulations de fer sédimentaire, originaire du continent pénéplané au N et déposé dans les bassins lagunaires qui se sont succédés dans cette région depuis l'Emsien moyen jusqu'au Famennien inférieur et qui ont en particulier engendré les niveaux d'oligiste oolithique de l'Emsien, du Couvinien inférieur, du Givetien, du Frasnien et du Famennien inférieur.

La persistance des influences structurales de la ride bollandienne semble être responsable des grands traits de la paléogéographie du Famennien supérieur qui règle la répartition des faciès et en particulier la localisation des zones de barres ou récifales ainsi que celle des zones lagunaires. C'est ainsi que le seuil de Louveigné semble se prolonger vers l'O en localisant les hauts fonds qui supportent la zone "récifale" du Famennien supérieur tandis que le seuil de Chaudfontaine-Colonster semble localiser la zone de barres sableuses de ce même Famennien supérieur et que les faciès dolomitiques semblent se localiser dans la lagune située au N, en arrière de ces barres sableuses (Thorez *et al.*, 1977).

Les principaux traits structuraux de la ride bollandienne se font également sentir dans les lignes directrices de la sédimentation du Tournaisien (Boonen & Vansteenkamp, 1980) et du Viséen inférieur et moyen ainsi que dans celles du Viséen supérieur (Pirlot, 1968).

## CONCLUSIONS

La coupe de Prayon-Trooz, avec la discordance entre le Couvinien supérieur et l'Emsien moyen et les lacunes sédimentaires partielles du Givetien et du Frasnien

nien, permet de mieux comprendre l'histoire complexe de l'érection de la ride bollandienne à l'Emsien inférieur et de son extension latérale progressive vers le S durant l'Emsien supérieur et le Couvinien inférieur. Ce plissement plus tardif implique des matériaux de l'Emsien et du Couvinien qui proviennent de ses premières manifestations plus septentrionales. Cette extension se marque tant par l'érection de rides méridionales adjacentes à la ride primitive que par des ondulations du fond marin qui isolent des zones de sédimentation continue au milieu de zones de surélévation où l'on trouve des lacunes stratigraphiques.

Cette paléogéographie liée à la structure de la ride bollandienne, permet de mieux comprendre la genèse des dépôts carbonatés d'origine lagunaires ou détritiques grossiers de l'Emsien au Famennien inférieur qui se localisent dans des milieux restreints où des concentrations métalliques de Fe, Pb, Zn peuvent s'accumuler sous différentes formes : sulfures, oxydes ou hydroxydes en encroûtement ou dépôts oolithiques. Elle permet également d'expliquer les grands traits de la sédimentation carbonatée du Dinantien de ces régions.

## BIBLIOGRAPHIE

- ASSELBERGHS, E., 1954. La grauwacke de Rouillon (Couvinien) du bord oriental du Bassin de Dinant. *M. I. Geol. ULV* ; 19 : 176-221.
- ASSELBERGHS, E., 1946. L'éodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. *M. I. Géol. ULV.*, 14 : 598 p.
- BOONEN, P. & VAN STEENWINKEL, M., 1980. Le Tournaisien du sondage de Fays et la paléogéographie du Tournaisien supérieur dans la région de la Vesdre. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 103 : 183-195.
- COEN-AUBERT, M., 1974. Le Givetien et le Frasnien du Massif de la Vesdre. *Acad. Roy. Belg. Mém. Cl. des Sci.* 4<sup>o</sup>, 2e sér., 18, 2.
- COEN-AUBERT, M. & LACROIX, D., 1978. Le Frasnien dans la partie orientale du bord Sud du synclinorium de Namur. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 101 : 269-280.
- DEJONGHE, L., 1978. Occurrence de Bravoïte dans la paragenèse Ba, Fe, S, (Zn, Pb) du gîte de Chaudfontaine (Province de Liège). *Bull. Soc. Belge Géol.*, 87 : 73-85.
- DEJONGHE, L., 1979. Discovery of a sedimentary Ba, Fe, Zn, Pb ore body of Frasnian age at Chaudfontaine, Province of Liège, Belgium. *Mineral. Deposita*, 14 : 15-20. Berlin.
- FOURMARIER, P., 1931. Les plissements calédoniens et les plissements hercyniens en Belgique. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 54 : 364-384.
- FOURMARIER, P., 1940. Les variations de faciès et de puissance du Dévonien moyen entre Liège et l'Amblève. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 63 : 344-354.
- FOURMARIER, P., 1951. Remarques sur les variations des faciès du Dévonien moyen entre l'Amblève et les Forges. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 75 : 89-96.
- FOURMARIER, P., 1958. Carte géologique de Belgique au 1/25.000ème ; feuille n° 148 Louveigné-Spa. Service géologique de Belgique, Bruxelles.
- GEUKENS, F., 1952. Bydrage tot de Geologie van de anti-kline van Fraipont in de omgeving van Rys de Mosbeux. *Mem. I. Geol. ULV*, 16 : 45-75.
- GRAULICH, J.M., 1963. Les résultats du sondage de Soumagne. *Ann. des Mines de Belg.*, 2 : 248-251.
- GRAULICH, J.M., 1967. Sondages pour l'étude hydrologique des eaux de Chaudfontaine. *Serv. Géol. Belg., Prof. Paper*, 11.
- GRAULICH, J.M., 1975. Le sondage de Boland. *Serv. géol. Belg., Prof. Paper*, 9 : 39 p.
- LIEGEOIS, R., 1953. Découverte de nouveaux gisements de plantes dans le Dévonien de la Belgique et leur signification stratigraphique. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 76 : 136-166.
- LESSUISE, A., STREEL, M. & VANGUESTAINE, M., 1979. Observations palynologiques dans le Couvinien (Emsien terminal et Eifelien) du bord oriental du synclinorium de Dinant, Belgique. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 102 : 325-355.
- MICHOT, P., 1976. Le segment varisque et son antécédent calédonien. *Beitrag zur Kenntnis der Europäischen varisziden Franz Kossmat Symp.*, 1974. *Nova acta Leopoldina ; Abh. der Deutsch. Akad. der Naturforsch. Leopoldina. Neue Folge* 45 (224) : 201-228.
- MICHOT, P., 1979. La Faille mosane et la phase hyporogénique bollandienne d'âge Emsien dans le rameau calédonien condruzo-brabançon. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 101 : 321-336.
- MICHOT, P., 1980. Belgique : introduction à la géologie générale. *Livret Guide du 26e Congrès géologique international*, Paris.
- MORTELMANS, G., 1953. Efforts Calédoniens et efforts Hercyniens dans le Silurien de la Vallée de l'Orneau. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 72 : 143-164.
- PIRLET, H., 1968. La sédimentation rythmique et la stratigraphie du Viséen supérieur V3b, V3c dans les synclinorium de Namur et de Dinant. *Mem. Acad. Roy. Sci. Belg. Classe des Sci.*, 2e sér., 17 (4) : 1-28.
- STEEMANS, Ph., 1981. Etude stratigraphique des spores dans les couches de transition "Gedinnien-Siegenien" à Nonceveux et Spa (Belgique). *Ann. Soc. géol. Belg.*, 104 : 41-60.

- STREEL, M., FAIRON-DEMARET, M., OTAZO-BOYO, N. & STEEMANS, Ph., 1981. Etudes stratigraphiques des spores du Dévonien inférieur au bord sud du synclinorium de Dinant (Belgique) et leurs applications. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 104 : 173-191.
- THOREZ, J., STREEL, M., BLESS, M.J.M., BOUCKAERT, J., 1977. Stratigraphie et paléogéographie de la partie orientale du Synclinorium de Dinant (Belgique) au Famennien Supérieur : un modèle de bassin sédimentaire reconstitué par analyse pluridisciplinaire sédimentologique et micropaléontologique. *Meded. Rijks Geol. Dienst, Nieuwe Serie*, 28 : 17-32.
- TIWARI, R.S. & SCHAARSCHMIDT, F., 1975. Palynological studies in the Lower and Middle Devonian of the Prüm Syncline, Eifel (Germany). *Abh. senckenb. Naturforsch. Ges.*, 534 : 1-129.
- VANGUESTAINE, M., 1979. Remaniements d'acritarches dans le Siegenien et l'Emsien (Dévonien inférieur) du synclinorium de Dinant (Belgique). *Ann. Soc. géol. Belg.*, 101 : 243-267.