

Sédimentologie/*Sedimentology*
(Stratigraphie/*Stratigraphy*)

Modèle sédimentologique des monticules micritiques de la partie supérieure du Frasnien du Massif de Philippeville et corrélations séquentielles avec le bord nord du Synclinorium de Dinant (Belgique)

Frédéric BOULVAIN et Marie COEN-AUBERT

Résumé — Dans la région classique du Synclinorium de Dinant, les corrélations séquentielles, confirmées paléontologiquement (Rugueux massifs et Conodontes), permettent d'établir des équivalences latérales entre monticules micritiques et dépôts stratifiés plus proches du continent.

Sedimentological model of Upper Frasnian micritic mounds from Philippeville area and sequential correlations with the North side of the Dinant Synclinorium (Belgium)

Abstract — In the classical area of the Dinant Synclinorium, sequential correlations, confirmed by fossils (massive rugose corals and conodonts), are established between mud mounds and stratified deposits situated closer to the continent.

Abridged English Version — Some fifty calcareous mud mounds developed during the upper part of Middle Frasnian and the Upper Frasnian in the "Massif de Philippeville" (Fig. 1) [1]. These lenticular bodies, embedded in shales, range from twenty to eighty metres in thickness. A microbial ([3], [4], [5]) iron oxide pigment gives a pinky to reddish color to the lower and upper parts of these bioherms.

Based on a detailed petrographic study of ten mud mounds ([4], [6], [7]), a sedimentological model is proposed [2]. The aim of this note is to demonstrate the sequential correlations existing between mud mounds and stratified deposits from the north side of the Dinant Synclinorium.

MUD MOUND EVOLUTION. — Briefly, starting from pre-mound argillaceous limestones and progressing towards their top, the sequence comprises (Fig. 2):

- argillaceous sponge-spicule mudstones and wackestones, characteristic of pre- and peribiohermal sedimentation. (microfacies 1: MF 1);
- the first mud mound sediments represented by spiculitic mudstones and wackestones with *Stromatactis* (MF 3) become progressively enriched in corals (MF 4), subsequently in crinoids and peloids (MF 5) and finally in irregular plurimetric *fenestrae* (MF 6) (relics of microbial mats, [4]); in the periphery of the mound, bioclastic wackestones (MF 2) are deposited by the reworking of fine biohermal sediments; on the flanks of well-developed buildups, crinoidal grainstones are interbedded with MF 1 and MF 2;
- algal or cryptalgal bindstones with sponges, corals, stromatopores, *Renalcis* and *Paleomicrocodium* (MF 7);
- algal-peloids wackestones, packstones and bindstones with *Codiaceae-Udoteaceae* and thick algal coatings (MF 8).

Note présentée par Jean AUBOUIN.

The local virtual sequence is represented by the succession MF 1-3-4-5-6-7-8 for the central zone of the buildups and by the succession MF 1-2-9 for the flanks. The uppermost part of certain buildups is characterized by the return of the deeper MF 3 facies. Following mud mound development, the deepening is confirmed by open marine clay deposition.

NORTH SIDE OF DINANT SYNCLINORIUM. — Several sections in the Aisemont Formation [8] (that of Lustin for example in Figure 2) reveal, after a hard ground which limits the restricted sedimentation of the Lustin Formation, a succession of argillaceous limestones and shales, dolomitic oncoidal and coral-crinoidal limestones. The Aisemont Formation is overlain by shales. According to the order of the local virtual sequence, the following microfacies are encountered: silty marls (MFA); bioturbated argillaceous mudstones (MFB); argillaceous wackestones with brachiopods (MFC); crinoidal bioclastic packstones (MFD), peloidal-oncoidal packstones (MFE); dolomitic oncoidal grainstones (MFF); laminar wackestones (MFG).

CORRELATIONS. — Mud mound development begins, below the photic zone, with *Stromatocystis* limestones (MF 3). On the periphery of buildups, these limestones are interbedded with contemporaneous argillaceous peri-biohermal sediments (MF 1). Progressive buildup development, during constant sea-level, is expressed by initial enrichment in corals (MF 4), subsequently in crinoids and peloids (MF 5) and finally in microbial mats (MF 6). This local sequence of biohermal accretion is the equivalent of a monosequence of argillaceous limestones and shales on the north side of the Dinant Synclinorium (MFC, A).

A progressive lowering of the sea level is suggested by the development of a regressive sequence in the mud mounds (development of (crypt)algal-coral bindstones, MF 7 and 8) and on the north side of the Dinant Synclinorium (dolomitic oncoidal limestones, MFE, MFF).

Finally, the recurrence of *Stromatocystis* limestones (MF 3) at the top of the mounds and of crinoidal packstones at the top of the Aisemont Formation is the result of a general rising sea level (transgressive sequence). This sequence ends with the deposition of shales throughout the basin.

These sequential correlations are confirmed by the succession of conodonts and massive rugose corals. Indeed, *Ancyrognathus triangularis triangularis* Youngquist and *Frechastraea carinata* Scrutton are found in the lower part of the mounds and at the base of the Aisemont Formation whereas *A. asymmetricus* (Ulrich and Bassler), *F. pentagona micrastraea* (Penecke), *F. limitata* (Milne-Edwards and Haime) and *Phillipsastrea ananas ananas* (Goldfuss) occur in the upper part of the mounds; the same species of corals characterize the limestone level from the top of the Aisemont Formation.

CONCLUSION. — Two contemporaneous sections, situated in the same basin, one of them possessing its own particular dynamics (mud mound accretion) recorded a stationary sea level period, then a marine regression and finally a transgression. A comparison between the two sections demonstrates the strong adaptability of the mounds to environmental changes; sea level fluctuations, well marked on the north side of the Dinant Synclinorium, are attested in the mounds only by a more rapid succession of organic communities.

Trois phases de développement de biohermes calcaires se succèdent durant le Frasnien au bord sud du Synclinorium de Dinant ([1] par ex.). Plus au Nord (fig. 1), dans le Massif de Philippeville (anticlinorium secondaire du Synclinorium de Dinant), les deux

niveaux inférieurs de monticules micritiques passent à deux niveaux de calcaires biostromaux. Les monticules de la dernière phase, connus sous le nom de « biohermes de marbre rouge F2j » sont peu développés au bord sud du Synclinorium et ne prennent leur plein développement que dans le massif de Philippeville.

Un modèle sédimentologique a été récemment proposé pour ces biohermes de marbre rouge [2]. Le but de cette Note est de montrer les corrélations séquentielles entre ces monticules micritiques et les sédiments carbonatés stratifiés de la Formation d'Aisemont déposés au bord nord du Synclinorium de Dinant, dans une aire plus proche du continent.

MODÈLE SÉDIMENTOLOGIQUE DES BIOHERMES DE MARBRE ROUGE. — Ces biohermes sont de grosses masses carbonatées de forme lenticulaire, de 20 à 80 m de puissance, isolées au sein d'un encaissant plus argileux. Le pigment ferrugineux à l'origine de la couleur rouge de certains faciès est d'origine microbienne ([3], [4], [5]).

Dix biohermes datés par Coraux et Conodontes ont été étudiés et échantillonnés en détail. Il s'agit notamment des carrières de Tapoumont et des Bulants à Neuville, de Beauchâteau à Senzeille et du Petit-Mont à Vodelée ([4], [6], [7]). Neuf groupes de microfaciès (MF) ont été recensés.

En partant de la base des calcaires argileux infra-biohermaux qui surmontent le second niveau biostromal et en progressant vers le sommet des monticules, on observe la séquence suivante (fig. 2) :

- des mudstones et wackestones argileux à Spongiaires (MF1);
- les premiers sédiments biohermaux, représentés par des mudstones et wackestones rouges à spicules et *Stromatactis* (MF 3). Avec la croissance du bioherme, ces microfaciès s'enrichissent d'abord en Coraux Rugueux (MF 4), ensuite en Crinoïdes et péloïdes algaires (MF 5). A ces sédiments correspondent, sur les flancs du bioherme, des wackestones et packstones bioclastiques (MF 2) qui résultent de la remise en suspension et du dépôt des plus fins bioclastes. Ces calcaires bioclastiques de flanc s'enrichissent également progressivement en Crinoïdes au fur et à mesure de la croissance du monticule pour donner naissance à des grainstones à Crinoïdes (MF 9). Ces faciès de flanc alternent avec la sédimentation péri-biohermale (MF 1);
- des wackestones rouges à *fenestrae* irrégulières, interprétés comme sédiments riches en tapis microbiens (MF 6) [4].

Ces sept microfaciès (MF 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9) contiennent quelques pour cent d'insolubles (argiles, oxydes de fer);

- des bindstones et floatstones gris, purs, à Coraux, Stromatopores, Algues, Eponges et des bindstones cryptalgaires à *Renalcis* et *Paleomicrocodium* (MF 7);
- des bindstones et wackestones gris à Codiacées-Udotécées et encroûtements algaires au sommet des bioconstructions (MF 8).

La séquence régressive idéale est représentée par la succession MF 1-3-4-5-6-7-8 pour la zone centrale des édifices et par la succession MF 1-2-9 pour les flancs.

L'extrême sommet des monticules est caractérisé par une récurrence des wackestones rouges à *Stromatactis* (essentiellement MF 3). Après la fin de l'épisode biohermal, la sédimentation argileuse domine.

BORD NORD DU SYNCLINORIUM DE DINANT. — Plusieurs coupes ont été levées et échantillonnées dans la Formation d'Aisemont de la vallée de la Meuse. La coupe illustrée (fig. 2) est celle des Rochers de Frênes à Lustin [8]. Elle débute dans les calcaires purs, parfois laminaires de la formation de Lustin qui sont surmontés par un fond durci. Ensuite, la Formation d'Aisemont est constituée de calcaires nodulaires à Brachiopodes,

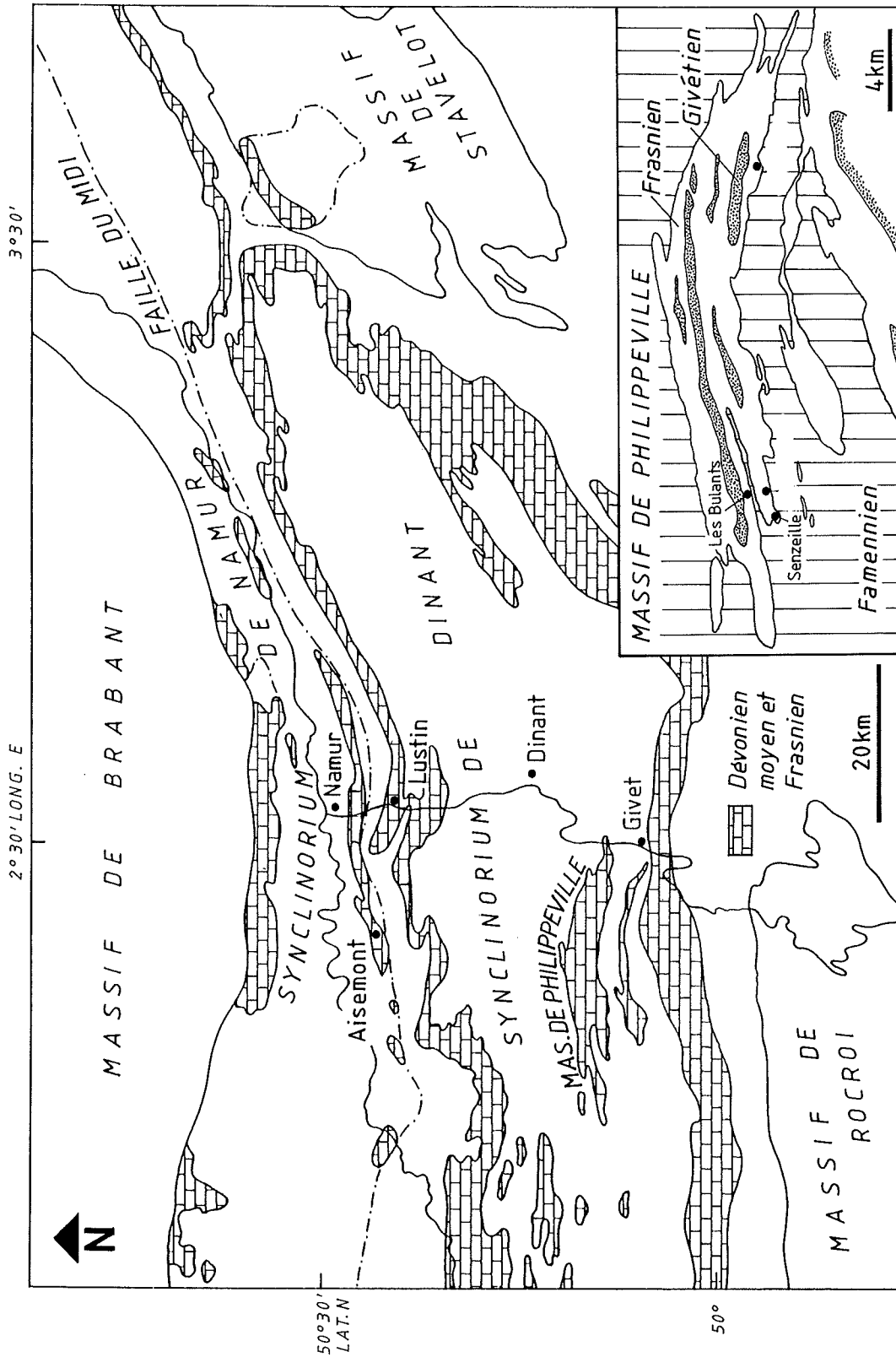


Fig. 1. — Carte géologique simplifiée des affleurements de Dévonien moyen et de Frasnien dans les Synclinoriums de Dinant et de Namur.

Fig. 1. — Simplified geological map of Middle Devonian and Frasnian outcrops in the Dinant and Namur Synclinoriums.

de schistes et de calcaires dolomitiques où l'on observe notamment des oncoïdes, Crinoïdes et Coraux; elle est recouverte par quelques mètres de schistes.

Les microfaciès suivants (MF), présentés dans l'ordre de la séquence virtuelle locale ont été recensés : des marnes silteuses (MFA), des mudstones argileux bioturbés (MFB), des wackestones argileux à Brachiopodes (MFC), des packstones à Crinoïdes et bioclastes (MFD), des packstones et wackestones à péloïdes et oncoïdes (MFE), des grainstones dolomitiques à péloïdes et oncoïdes (MFF) et des wackestones et packstones laminaires et loférites (MFG).

CORRÉLATIONS SÉQUENTIELLES. — Dans le Massif de Philippeville, plusieurs mètres de calcaires argileux (MF1) se déposent au-dessus du deuxième niveau biostromal (*fig. 2*), avant le développement des monticules micritiques. Au bord nord du Bassin de Dinant, la sédimentation silto-argileuse (MFA) est séparée de la fin du cycle régressif, correspondant au sommet de la Formation de Lustin (calcaires laminaires et loférites, MFG) par un fond durci, marquant un arrêt de sédimentation.

Le développement des monticules micritiques commence par des calcaires rouges à *Stromatactis* (MF3) qui s'interdigitent sur les flancs de l'édifice avec les calcaires argileux péribiohermaux (MF1), témoignant de la contemporanéité des deux types de sédimentation. Celle-ci débute en dessous de la zone photique. L'enrichissement progressif en Rugueux (MF4), ensuite en Crinoïdes et péloïdes (MF5) et finalement en tapis microbiens (MF6) est attribué à la croissance du bioherme, atteignant progressivement la zone photique, sans modification notable des conditions du milieu.

Cette séquence locale d'accrétion biohermale correspond à une monoséquence au bord nord du bassin, avec dépôt de marnes et d'argilites silteuses à Brachiopodes (MFC et A).

La fin de cette première séquence correspond à un changement des conditions du milieu. Il s'agit d'une baisse progressive du niveau marin accompagnée d'une diminution de l'apport détritique. Ce phénomène est marqué, au bord nord du bassin, par une séquence régressive : mudstones bioturbés (MFB) — wackestones à oncoïdes (MFE) — grainstones dolomitiques à oncoïdes (MFF). Les monticules développent eux des faciès de bindstones purs à Coraux, Stromatopores, Algues et Eponges (MF7), suivis de faciès algaires à Codiacées-Udotécées (MF8), terme extrême de la séquence régressive.

La récurrence de calcaires rouges à *Stromatactis* (MF3) au sommet des monticules et de packstones à Crinoïdes au sommet de la Formation d'Aisemont (MFD) témoigne d'une élévation du niveau marin avec reprise de l'apport détritique dans tout le bassin. La séquence se termine, dans le Massif de Philippeville et au bord nord du Synclinorium par le dépôt de schistes.

CORRÉLATIONS BIOSTRATIGRAPHIQUES. — Ces corrélations sont basées sur l'étude des Rugueux massifs et des Conodontes. Dans le Massif de Philippeville, *Argustastrea konincki* (Roemer) se rencontre dans la partie supérieure du second niveau biostromal. Les sept premiers mètres des calcaires argileux sus-jacents sont riches en *Hexagonaria davidsoni* (Milne-Edwards et Haime) et *H. mae* Tsien associés à quelques *Ancyrognathus triangularis euglypheus* Stauffer *sensu* Coen [9]. Par contre, les bancs coralliens suivants renferment de nombreux *Frechastraea carinata* Scrutton et *A. triangularis triangularis* Youngquist. A la base de ces bancs ou peu au-dessus commencent à se développer les monticules micritiques. Dans les calcaires rouges, qui caractérisent leur partie inférieure, on retrouve *F. carinata* et *A. triangularis triangularis*. Dans les calcaires gris de la partie supérieure des monticules micritiques abondent au contraire *F. pentagona micrastraea*

(Penecke) et *Phillipsastraea ananas ananas* (Goldfuss) à côté de *F. limitata* (Milne-Edwards et Haime) et d'*Ancyrognathus asymmetricus* (Ulrich et Bassler). La transition entre cet assemblage et la faune à *F. carinata* a notamment été observée dans la carrière des Bulants à Neuville [6].

Au bord nord du Synclinorium de Dinant, on retrouve *Argustastrea konincki* dans la partie supérieure de la Formation de Lustin. Ensuite, *F. carinata* et *A. triangularis triangularis* sont habituellement présents dès les premiers calcaires argileux, situés à la base de la Formation d'Aisemont, par suite probablement de l'arrêt de sédimentation enregistré par le fond durci; un phénomène de diachronisme affectant le sommet du second niveau biostromal peut également être envisagé. *F. pentagona micrastraea*, *P. ananas ananas* et *F. limitata* se rencontrent dans l'épisode calcaire, caractéristique du sommet de l'unité lithostratigraphique. Ces occurrences confirment les corrélations séquentielles proposées.

CONCLUSIONS. — Deux coupes situées dans le même bassin en contexte paléogéographique contrasté ont enregistré une période de niveau marin stationnaire, suivie d'une régression progressive et enfin d'une transgression rapide. Ces phénomènes eustatiques se superposent dans l'une des coupes à une évolution propre due à l'accrétion biohermale.

Si les corrélations séquentielles permettent aisément de situer le début de la transgression dans tout le bassin, il est par contre plus difficile de faire la part, au sein des monticules, entre sédiments formés au cours de la phase de niveau marin stationnaire et ceux formés durant la régression. Cette particularité des biohermes résulte évidemment du fait que régression marine et accrétion biohermale sont deux phénomènes jouant dans le même sens. Grâce aux corrélations biostratigraphiques, il est cependant possible de préciser cette limite et de comparer deux séquences d'accrétion biohermale d'abord dans une situation de niveau marin stationnaire et ensuite variable. La grande adaptabilité des bioconstructions à leur environnement en ressort. La phase régressive, bien individualisée au bord Nord du Synclinorium de Dinant, n'est marquée en milieu biohermal que par une succession plus rapide des communautés organiques dominantes.

Note remise le 12 décembre 1988, acceptée après révision le 17 avril 1989.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] H. H. TSIEN, *Bull. Soc. belge Géol.*, 89, 1980, p. 71-102.
- [2] F. BOULVAIN, 9th I.A.S. Eur. Reg. Meet. of Sedimentol. (abstr.), Leuven, 1988, p. 28-29.
- [3] C. L. V. MONTY, M. C. BERNET-ROLLANDE et A. F. MAURIN, *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 105, 1982, p. 339-341.
- [4] F. BOULVAIN, M. COEN-AUBERT et F. TOURNEUR, *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 110, 1988, p. 225-240.
- [5] F. BOULVAIN, *Ann. Soc. Géol. Belgique* (sous presse).
- [6] M. COEN, M. COEN-AUBERT et P. CORNET, *Ann. Soc. Géol. Nord*, 96, 1977, p. 325-331.
- [7] A. PREAT et F. BOULVAIN, 9th I.A.S. Eur. Reg. Meet. of Sedimentol., Excursion Guidebook, A. HERBOSCH éd., Leuven, 1988, p. 1-25.
- [8] M. COEN-AUBERT et M. COEN, *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 97, 1975, p. 499-524.
- [9] M. COEN, *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 95, 1973, p. 239-253.

F. B. : Boursier C.E.E., Laboratoire de Géologie sédimentaire, bât. n° 504,
Université de Paris-XI, 91405 Orsay Cedex
et Laboratoires associés de Géologie-Pétrologie-Géochronologie, Université Libre de Bruxelles,
50, avenue Roosevelt, B-1050 Bruxelles, Belgique;
M. C.-A. : Département de Paléontologie, Institut royal des Sciences naturelles de Belgique,
rue Vautier 29, B-1040 Bruxelles, Belgique.

MASSIF DE PHILIPPEVILLE
BORD N BASSIN DE DINANT
Lustin
 (Rochers de Frênes)

Modèle de monticule micritique (3^e niv.)

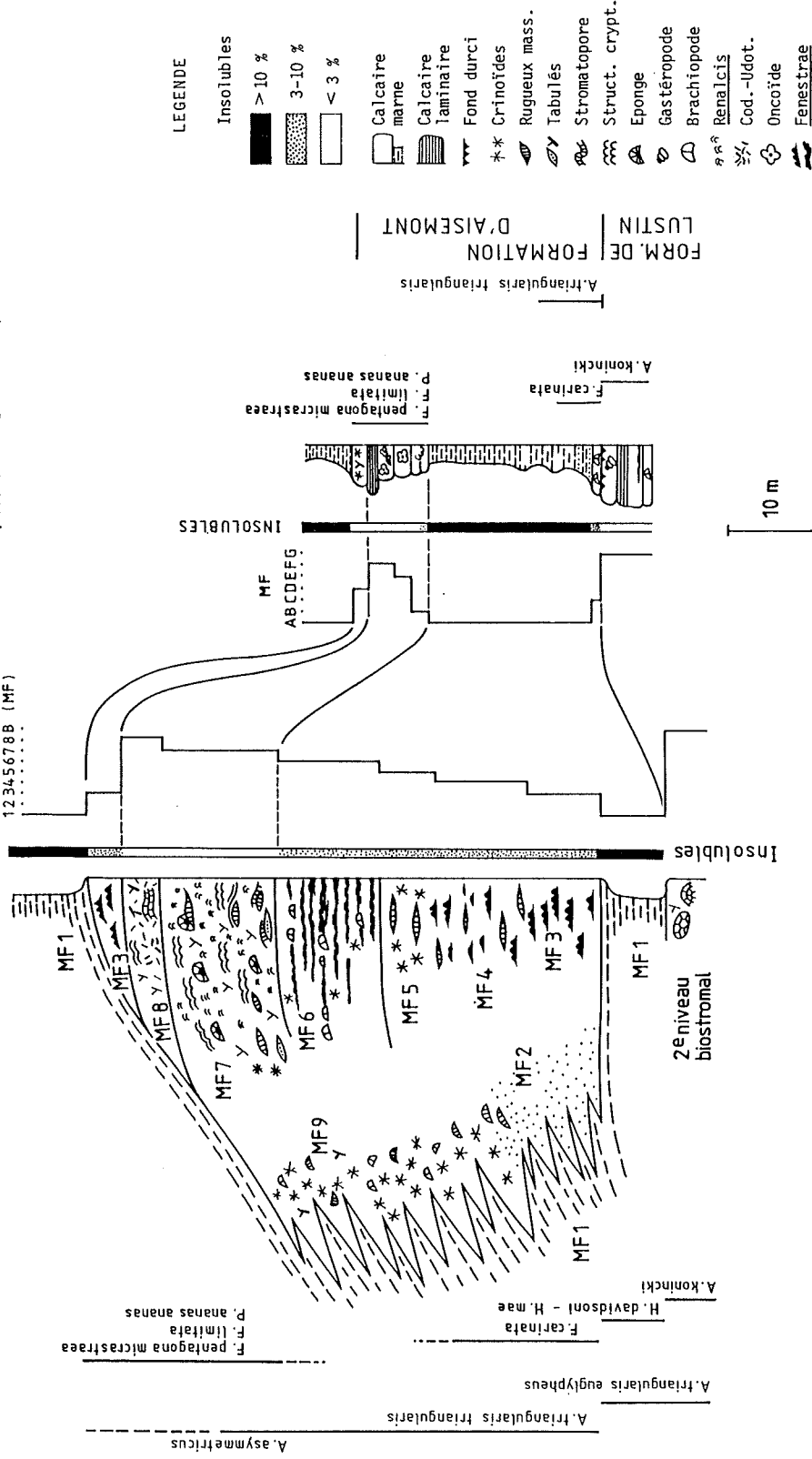


Fig. 2. — Corrélatons séquentielles entre un monticule micritique et la coupe de Lustin au bord nord du Synclinorium de Dinant.
 Fig. 2. — Sequential correlations between a mud mound and the Lustin section on the north side of the Dinant Synclinorium.