

Variations latérales de microfaciès dans un banc à couraux et stromatopores du Dévonien moyen de l'Indiana, USA

Autor(en): **Carozzi, Albert V. / Hulse, John A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **16 (1963)**

Heft 2

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-739354>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

VARIATIONS LATÉRALES DE MICROFACIÈS DANS UN BANC A CORAUX ET STROMATOPORES DU DÉVONIEN MOYEN DE L'INDIANA, USA.

PAR

Albert V. CAROZZI et John A. HULSE

RÉSUMÉ

Des coupes stratigraphiques détaillées, avec une distance verticale entre échantillons de 25 cm, ont été relevées dans la « Coral Zone » de la base du calcaire de Jeffersonville (Dévonien moyen) à neuf localités du SE de l'Indiana. Leur étude pétrographique statistique a révélé l'existence de 7 microfaciès distincts qui sont les suivants par ordre de profondeur relative décroissante:

- 1: calcisiltite à débris organiques,
- 2: biocalcarénite à coraux solitaires et pâte de fond bioclastique,
- 3: calcaire construit à stromatopores et *Amphipora* avec pâte de fond bioclastique et ciment de calcite hyaline,
- 4: calcisiltite rubanée à coraux solitaires remaniés,
- 5: biocalcarénite à crinoïdes avec ciment de calcite hyaline,
- 6: calcisiltite à oogones de *Chara* flottés,
- 6A: calcarénite pseudoolithique à ciment de calcite hyaline.

La « Coral Zone » est interprétée comme un banc à coraux et stromatopores, allongé et asymétrique, large de 25 miles, orienté NE-SW et formé sur une pente structurale sous-marine comme suit. Sur un substratum uniforme de calcisiltite (microfaciès 1) s'est développé au-dessous de la zone d'action des vagues un banc à coraux solitaires dans une pâte de fond bioclastique (microfaciès 2), tandis qu'au-dessus de la zone d'action des vagues se formait une barrière initiale construite par les stromatopores et *Amphipora* (microfaciès 3). La partie faisant face au large de cette barrière montre des intercalations de calcisiltites à coraux solitaires remaniés (microfaciès 4) indiquant un remaniement pénécotemporain du microfaciès 2 lorsque le développement de celui-ci atteignait la zone d'action des vagues.

La barrière construite s'est graduellement accrue vers le haut et en particulier vers le large en recouvrant complètement le banc à coraux solitaires morts. La partie de la barrière située vers le haut de la pente a presque atteint la surface de l'eau avant l'interruption brutale de sa croissance par l'arrivée de calcisiltites à oogones de *Chara* flottés (microfaciès 6) en provenance des lagunes septentrionales. Ces sédiments fins se sont déposés autour et sur la plus grande partie de la barrière construite; il en est de même pour ceux qui leur sont associés (microfaciès 5 et 6A). Ils précèdent le dépôt de dolomies varvées indiquant l'extension générale des conditions sub-évaporitiques.

La « Coral Zone » présente des analogies intéressantes avec des bancs à coraux holocènes décrits récemment sur le plateau continental au large du Nigeria.

ABSTRACT

Stratigraphic sections of the Coral Zone of the basal Jeffersonville Limestone (Onondaga age) were sampled at 10 inch vertical interval at nine localities in southeastern Indiana. Their statistical petrographic study revealed the existence of seven distinct microfacies which are in order of decreasing relative depth of deposition.

- 1: calcisiltite with scattered organic debris,
- 2: biocalcarene with isolated horn corals and bioclastic matrix,
- 3: stromatoporoid — *Amphipora* constructed limestone with interstitial bioclastic matrix and clear calcite cement,
- 4: calcisiltite with fluidal texture and reworked horn corals,
- 5: crinoidal biocalcarene with clear calcite cement,
- 6: calcisiltite with floated *Chara* oogonia,
- 6A: pelletoidal calcarenite with clear calcite cement.

The Coral Zone is interpreted as an elongated and asymmetrical coral-stromatoporoidal bank, 25 miles wide, trending NE-SW and developed on a sub-marine structural slope as follows. Over a uniform calcisiltite substratum (microfacies 1), a bank of isolated horn corals in a bioclastic matrix (microfacies 2) developed under wave-base. Above the latter grew an initial ridge of stromatoporoids and *Amphipora* (microfacies 3). The seaward portion of this ridge shows interbedded layers of calcisiltite with reworked horn corals (microfacies 4) indicating penecontemporaneous reworking of microfacies 2 when its development reached wave-base.

The stromatoporoidal ridge gradually extended upwards and particularly seawards overlapping and finally covering completely the bank of dead horn corals. The landward portion of the ridge almost reached the surface of the water before the abrupt interruption of its growth by the arrival from the northern lagoons of calcisiltites with floated *Chara* oogonia (microfacies 6). These fine-grained sediments as well as those associated with them (microfacies 5 and 6A) settled around and over most of the bioconstructed ridge. They precede the deposition of varved dolomites indicating the general extension of sub- evaporitic conditions.

The Coral Zone presents interesting analogies with Holocene coral banks recently described from the continental shelf off Nigeria.

INTRODUCTION

Le but de ce travail est l'étude des variations latérales de microfaciès dans un banc à coraux et stromatopores correspondant à la « Coral Zone » de la base du calcaire de Jeffersonville (Dévonien moyen) du SE de l'Indiana.

Des coupes stratigraphiques détaillées ont été relevées à neuf localités (fig. 1). Les échantillons pris à une distance verticale d'environ 10 inches (25 cm) ont été soumis à une étude microscopique statistique qui a permis leur subdivision en 7 microfaciès distincts. Les conditions de développement du banc à coraux et stromatopores présentent des analogies intéressantes avec celles de bancs coralliens holocènes décrits sur le plateau continental du Nigeria.

Dans cette étude le nom de « Coral Zone » est utilisé dans un sens descriptif pour les premiers 10 à 20 pieds du calcaire de Jeffersonville qui contiennent en général des coraux. Le terme de « Coralline Zone » a été également employé dans ce sens par H. H. Murray (1955, p. 16) dans ses descriptions mégascopiques de la plupart des coupes étudiées ici.

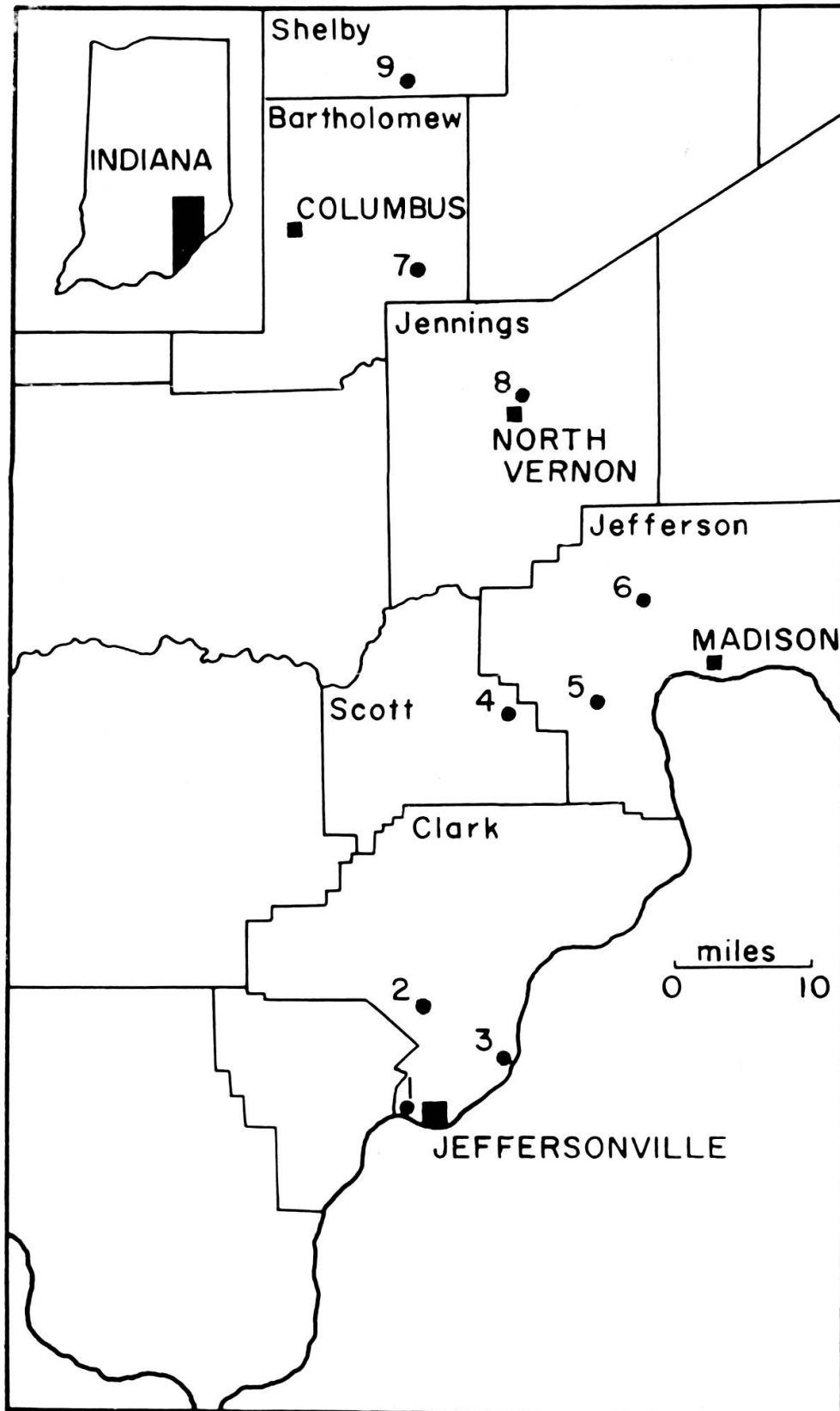


Fig. 1.

Carte montrant la position géographique des coupes étudiées.

Récemment R. D. Perkins (1961, p. 319; 1962, p. 275) a publié quelques aspects de son travail d'ensemble sur la pétrologie du calcaire de Jeffersonville du SE de l'Indiana qui fera l'objet d'une future publication.

Nous sommes redevables au Geological Survey de l'Indiana et en particulier à M. Robert Shaver pour de nombreuses informations inédites concernant les coupes étudiées et en particulier pour les cotes d'altitude de la base du calcaire de Jeffersonville utilisées dans l'esquisse structurale (fig. 12).

MÉTHODES ET TECHNIQUES

Les coupes minces orientées perpendiculairement à la stratification ont été analysées sous le microscope suivant la méthode proposée par A.V. Carozzi (1950, 1958) qui consiste essentiellement dans la mesure statistique de la taille et de la fréquence des composants organiques et inorganiques. Les résultats des mesures sont exprimés graphiquement par des courbes de variations dessinées parallèlement aux coupes stratigraphiques. Des courbes dites de « tendance générale » (Carozzi, 1961) sont parfois superposées aux courbes de variation afin de mettre en évidence les traits principaux de l'évolution de la sédimentation. Ces courbes sont de nature purement interprétative.

L'analyse des courbes combinée à la subdivision des coupes en microfaciès permet une interprétation des conditions de dépôt et de leurs variations dans l'espace et dans le temps.

Composants organiques.

Les mesures de fréquence des débris d'échinodermes (surtout crinoïdes) ont été effectuées sur une surface de 340 mm², celles de fréquence des débris de coraux, stromatopores, *Amphipora*, brachiopodes et lamellibranches (non différenciés du fait de l'absence fréquente de structures internes des tests) sur une surface de 680 mm². L'indice de clasticité a été mesuré seulement sur les débris d'échinodermes qui se comportent comme des éléments détritiques ainsi que le montre le parallélisme constant entre leur taille et leur fréquence.

Composants inorganiques.

Les grains de quartz détritique sont de la taille des *silts* et ne montrent pratiquement aucune variation significative de leur dimension, seule leur fréquence apparaît intéressante. Les mesures de fréquence du quartz et des pseudoolithes ont été effectuées sur une surface de 340 mm² et celles des pigments de pyrite sur une surface de 15,6 mm². La distribution des pseudoolithes apparaît très irrégulière. En effet, leur présence n'est certaine que dans les microfaciès contenant un ciment de calcite hyaline, car ailleurs elles sont souvent fondues dans la pâte de fond bioclastique.

Tous les échantillons ont été analysés avec un diffractomètre enregistreur General Electric XR D 3 pour une étude qualitative du degré de dolomitisation. A l'exception d'échantillons provenant de la carrière Paul Frank (coupe 8) dans lesquels la présence de dolomie est évidente sous le microscope, aucune dolomitisation n'a été rencontrée en quantité significative.

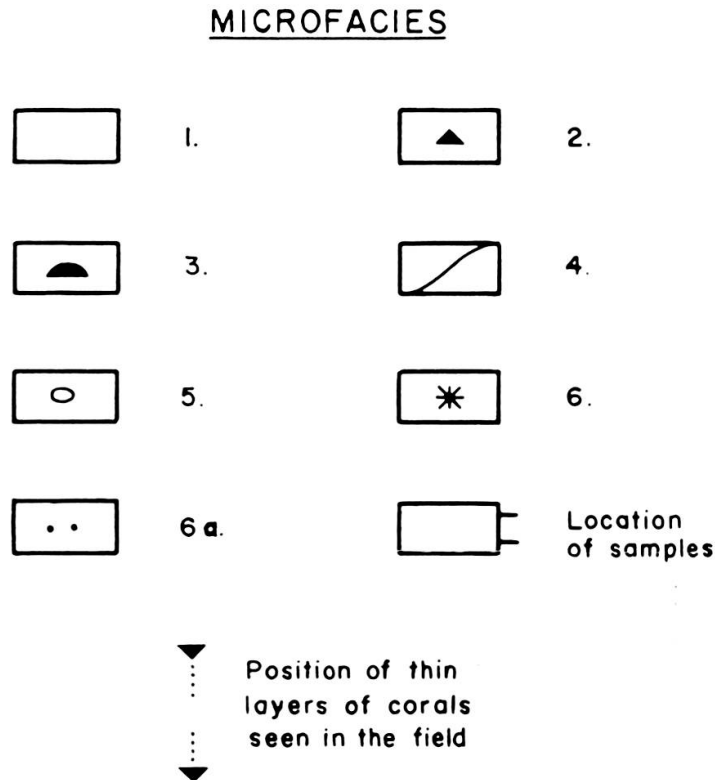


Fig. 2.

Légende graphique pour les coupes stratigraphiques.

Sur la base des mesures statistiques de la distribution des composants organiques et inorganiques, les coupes minces ont été subdivisées en sept microfaciès distincts. Il convient cependant de souligner que les définitions des divers microfaciès tiennent également compte de la distribution mégascopique des coraux et des stromatopores. En effet, ceux-ci peuvent atteindre des tailles appréciables et leur degré de fragmentation n'est pas toujours suffisant pour qu'ils soient représentés de façon fidèle dans la distribution des composants microscopiques.

Comme on le voit la méthode utilisée tient compte du plus grand nombre possible de facteurs afin d'obtenir une interprétation aussi rigoureuse que possible du milieu étudié (Beales, 1963). Les résultats obtenus dans de nombreux milieux carbonatés depuis plus de 20 ans se sont confirmés et complétés à de multiples reprises. Nous espérons dans un avenir rapproché de pouvoir faire une synthèse générale des mécanismes sédimentaires qui règlent le dépôt des principaux microfaciès carbonatés.

Les résultats obtenus à ce jour permettent de rejeter avec vigueur les critiques hâtives et hors de contexte sur le soi-disant caractère « naïf » de la méthode employée (Folk, 1962, p. 83).

DESCRIPTION DES MICROFACIÈS

Les microfaciès sont décrits dans un ordre de profondeur relative décroissante tel qu'il résulte des relations réciproques observées dans les différentes coupes étudiées.

Microfaciès 1 (Pl. 1, A)

Calcsiltite à débris organiques. La pâte de fond est formée par de petits grains de calcite sombre de la taille des *silts* qui représentent le produit final de trituration de débris organiques. Ils sont associés à de nombreux pigments de pyrite et à de rares et petits grains anguleux de quartz détritique. Par endroits, on peut observer de petits rhomboèdres de dolomie secondaire.

Des fragments mal calibrés de crinoïdes, de bryozoaires, d'ostracodes, de brachiopodes et lamellibranches sont irrégulièrement distribués dans la pâte de fond.

Microfaciès 2 (Pl. 1, B)

Biocalcarénite avec pâte de fond bioclastique. Cette dernière est formée par une association de petits débris de crinoïdes, de bryozoaires, d'ostracodes, de brachiopodes et lamellibranches. Ces débris sont en contact réciproque ou séparés par une faible quantité de matériel interstitiel formé par des pigments de pyrite, des matières bitumineuses et de rares petits grains de quartz détritique. Dans cette pâte de fond sont distribués de nombreux individus de coraux solitaires et des colonies de stromatopores en position de croissance. Ces deux composants ne forment pas un cadre rigide construit quoiqu'ils soient souvent adjacents les uns aux autres par des contacts stylolithiques avec concentrations secondaires de pyrite et de matières bitumineuses.

Les coraux atteignent souvent plusieurs pieds de longueur et sont irrégulièrement coudés à angle droit. Cet aspect curieux résulte du fait que l'individu de corail croissant dans la boue calcaire et ne formant pas une colonie rigide avec ses voisins s'affaisse périodiquement sur le côté sous l'effet de son propre poids pour reprendre ensuite sa croissance verticale.

Une mosaïque de calcite hyaline remplit les cavités internes des coraux et des stromatopores.

Microfaciès 3 (Pl. 1, C)

Calcaire construit à stromatopores et *Amphipora* avec pâte de fond bioclastique et ciment de calcite primaire hyaline d'origine biochimique. Le cadre rigide formé par les colonies de stromatopores en tapis et par les *Amphipora* est largement déve-

loppé ne laissant en général qu'un espace très réduit au matériel interstitiel bioclastique. Celui-ci localement recristallisé est formé par des débris de stromatopores, d'*Amphipora*, de bryozoaires, de crinoïdes, de brachiopodes et lamellibranches, d'ostracodes et des pseudoolithes de calcite sombre cryptocristalline. Le quartz détritique et la pyrite sont très rares.

Microfaciès 4 (Pl. 1, D et E).

Calcsiltite rubanée à débris organiques. La pâte de fond est typiquement colorée en brun par la pyrite pigmentaire et les matières bitumineuses concentrées souvent en lignes stylolithiques parallèles à la stratification. L'aspect rubané est encore accentué par des traînées de grains de quartz détritique et de petits rhomboèdres de dolomie secondaire.

Ce microfaciès montre une texture fluidale particulièrement bien développée autour des larges débris de coraux, de stromatopores, d'*Amphipora*, de crinoïdes et de bryozoaires. Ces débris sont associés à de nombreux individus entiers de coraux solitaires remaniés, en position quelconque et portant des traces d'abrasion.

Ce microfaciès résulte de phénomènes de remaniement qui ont affecté le microfaciès 2 et en particulier les coraux solitaires qu'il contient.

Microfaciès 5 (Pl. 1, F).

Biocalcarénite à crinoïdes avec ciment primaire de calcite hyaline en continuité optique avec les entroques. Des pseudoolithes de calcite cryptocristalline sombre, sub-arrondies qui dérivent peut-être du remplissage de cellules de bryozoaires fénestellidés sont associées aux débris de crinoïdes modérément triés. Des fragments de bryozoaires et d'ostracodes ainsi que des oogones de *Chara* flottés sont assez fréquents tandis que le quartz détritique et la pyrite sont rares.

Microfaciès 6 (Pl. 1, G).

Calcsiltite à débris organiques. La pâte de fond, très homogène, est formée par de petits grains de calcite de la taille des *silts*. Ils représentent à nouveau le produit final de trituration de débris organiques et sont associés à des pigments de pyrite et des grains de quartz détritique très abondants dans les carrières de Standard Materials Company et de Wirt (coupes 5 et 6). Des débris de crinoïdes, de bryozoaires, de brachiopodes et lamellibranches, d'ostracodes, de trilobites et des oogones de *Chara* flottés sont irrégulièrement distribués dans la pâte de fond et souvent concentrés en amas locaux.

Microfaciès 6A (Pl. 1, H).

Calcarénite pseudoolithique à ciment de calcite hyaline primaire. Les pseudoolithes de calcite cryptocristalline sombre qui montrent parfois les traces d'un vague noyau sont associées à des débris de crinoïdes, de bryozoaires et d'ostracodes à

peine triés. Les fragments de stromatopores, de coraux, de brachiopodes et lamelli-branches sont rares ainsi que les grains de quartz détritique.

Les fréquences moyennes des divers composants organiques et inorganiques par microfaciès (Tableau 1) mettent en évidence que les débris d'échinodermes (crinoïdes en majorité) représentent un paramètre omniprésent à forte variabilité. Celui-ci permet de distinguer les divers microfaciès les uns des autres en association avec les composants à présence intermittente comme les coraux, stromatopores et *Amphipora*.

TABLEAU 1

Fréquences moyennes des paramètres par microfaciès

Microfaciès	1	2	3	4	5	6	6A
Coraux solitaires	0	5	1	6	1	0	1
Stromatopores	0	2	13	2	0	1	1
<i>Amphipora</i>	0	2	12	12	1	0	1
Bryozoaires	14	10	4	4	10	1	2
Brachiopodes	10	5	3	0	20	1	1
Ostracodes	8	2	1	0	1	1	1
Echinodermes	292	260	85	88	308	175	21
Echinodermes clasticité en mm.	1,62	1,62	1,34	1,62	1,70	1,62	0,94
<i>Chara</i> oogones	—	—	—	—	+	+	—
Pyrite	67	80	43	69	42	54	1
Pseudoolithes	0	2	220	80	324	66	759
Quartz	27	10	1	15	14	14	2

COUPE IDÉALE

Cette coupe (fig. 3) montre les microfaciès 1 à 6A superposés par ordre de profondeur relative décroissante. Elle représente notre interprétation d'ensemble du milieu étudié et montre le comportement idéal des divers paramètres. En fait la série théorique est basée en grande partie sur la coupe 1 « Chutes de l'Ohio » qui montre des conditions remarquablement voisines d'une situation idéale.

La coupe se divise de façon très claire en deux parties, la première (microfaciès 1 à 3) déposée en conditions de mer ouverte, la seconde (microfaciès 4 à 6A) représentant un milieu peu profond, isolé par une barrière construite par les stromatopores et les *Amphipora* du microfaciès 3.

La courbe de fréquence des coraux solitaires montre deux maxima. Le premier, le plus important présente une allure asymétrique et se trouve dans le microfaciès 2. Il correspond au maximum réel de développement des coraux et possède de ce fait

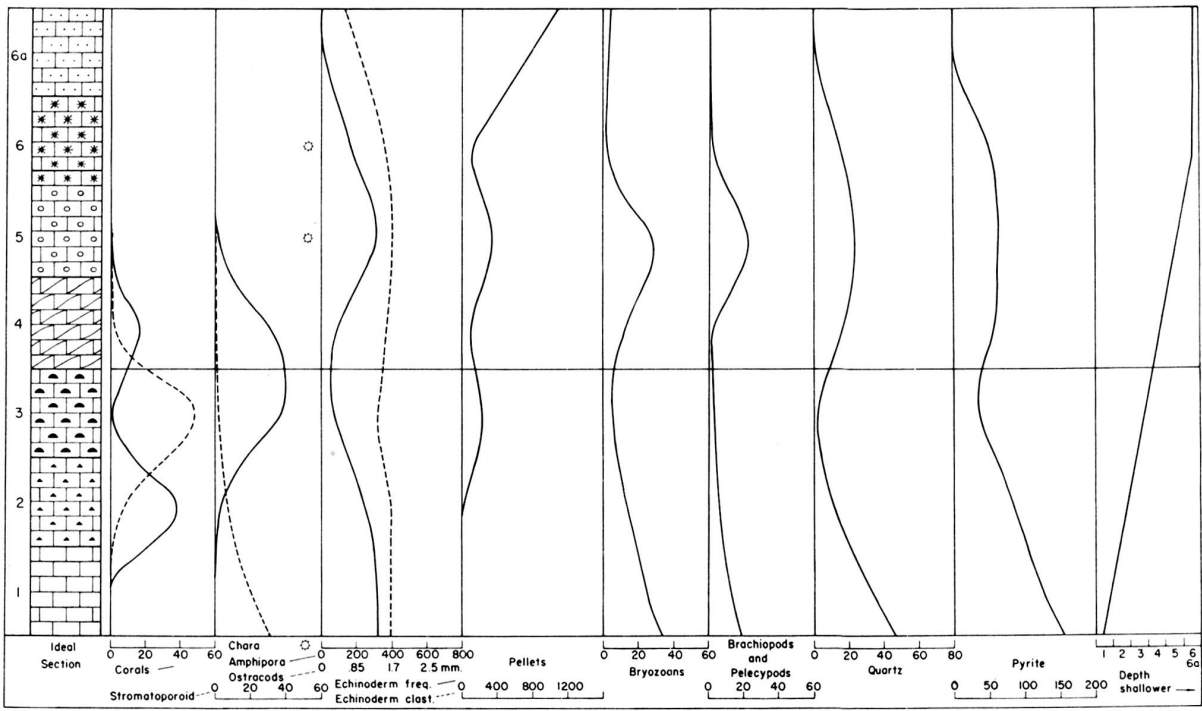


Fig. 3.
Coupe idéale.

une signification écologique. Le second maximum dans le microfaciès 4 représente une concentration mécanique des individus de coraux due à des phénomènes de remaniement.

Les stromatopores et les *Amphipora* sont associés en une large zone maximale commune. Elle relaie celle des coraux et culmine dans le microfaciès 3 qui correspond à une véritable barre sous-marine construite. On constate en allant du microfaciès 1 à 3 une diminution générale de fréquence de tous les autres composants organiques (ostracodes, débris d'échinodermes, de bryozoaires, de brachiopodes et de lamellibranches). Cette diminution exprime la tendance des faciès à coraux et en particulier à stromatopores et *Amphipora* à exclure les autres communautés organiques. Le quartz détritique et la pyrite, dont les variations sont parallèles semblent avoir une provenance méridionale. Ils disparaissent pratiquement dans le microfaciès 3 où en revanche apparaissent pour la première fois les pseudoolithes.

Le milieu isolé et peu profond débute par le microfaciès 4 qui contient les coraux solitaires remaniés et les derniers stromatopores et *Amphipora*. Ce milieu est caractérisé par une zone maximale des débris d'échinodermes, de bryozoaires, de brachiopodes et lamellibranches correspondant aux microfaciès 5 et 6 où ces organismes ont trouvé des conditions favorables à leur développement. Celui-ci est associé à un accroissement parallèle de la fréquence du quartz détritique et de la pyrite.

Les conditions d'isolement sont également démontrées par la rareté ou l'absence des ostracodes et par la présence dans les microfaciès 5 et 6 d'oogones de *Chara* flottés. Ces derniers que l'on rencontre parfois même dans les cavités des réseaux de stromatopores (microfaciès 3) semblent provenir de nappes d'eau douce situées le long de la bordure septentrionale du milieu isolé. Parmi tous les composants, seules les pseudoolithes ont un comportement particulier et indépendant. Leur augmentation générale de fréquence vers le haut et leur nature coprolithique indiquent un grand développement des organismes responsables dans le milieu le moins profond.

Dans les microfaciès 5,6 et 6A, le quartz détritique et la pyrite sont concentrés en fines traînées au lieu d'être distribués de façon homogène. Bien qu'il n'y ait aucune différence sensible de taille ou d'arrondi, ces grains de quartz semblent provenir comme les oogones de *Chara* flottés de la bordure septentrionale du milieu isolé. En effet, des fréquences très élevées se rencontrent dans le microfaciès 6 en particulier dans les coupes de la partie NE de la zone étudiée.

INTERPRÉTATION BATHYMÉTRIQUE DES MICROFACIÈS

Le microfaciès 1 ne contient pratiquement pas de coraux mais une assez forte proportion de débris de crinoïdes, de bryozoaires, d'ostracodes, de brachiopodes et lamellibranches. Le quartz détritique et les pigments de pyrite sont également abondants, leurs variations parallèles de fréquence indiquent un milieu marin normal

à apports détritiques réguliers de provenance méridionale. Ce microfaciès correspond à la profondeur relative la plus grande du milieu étudié ayant été déposé au-dessous de la limite écologique des coraux.

Le microfaciès 2 est caractérisé par le développement des coraux solitaires et de quelques colonies isolées de stromatopores dans une boue bioclastique. La fréquence des coraux montre un maximum asymétrique indiquant un rapide développement suivi par une diminution graduelle. Pendant le dépôt du microfaciès 2, le milieu apparaît entièrement dominé par les coraux ainsi que le montre une diminution nette de fréquence de tous les autres composants organiques et inorganiques qui caractérisent le microfaciès sous-jacent.

La diminution de fréquence des coraux continue dans le microfaciès 3 où ils disparaissent et sont remplacés par un fort développement des stromatopores et des *Amphipora* formant un calcaire construit dans lequel à nouveau tous les autres composants sont pratiquement exclus sauf les pseudoolithes qui apparaissent ici pour la première fois dans la série.

D'après les relations bathymétriques bien connues entre les coraux et le groupe stromatopores-*Amphipora* (Lecompte, 1938) le microfaciès 3 est considéré comme moins profond que le microfaciès 2 indiquant qu'une colonie de stromatopores et d'*Amphipora* s'est développée sur un banc à coraux solitaires morts. Il faut souligner le fait qu'il s'agit maintenant d'un véritable calcaire construit tandis que les coraux solitaires étaient dispersés dans une boue bioclastique. Le développement des stromatopores et des *Amphipora* correspond à une barre sous-marine qui va séparer les microfaciès 5,6 et 6 A déposés dans un milieu peu profond et protégé des microfaciès 1 et 2 formés en conditions de mer ouverte.

Il est intéressant de constater que dans la formation de Beaverhill Lake (Dévonien moyen), de Swan Hills, Edmonton, Alberta, Canada (Carozzi, 1961), les *Amphipora* sont associés aux stromatopores en tapis mais sont moins profonds que les stromatopores en choux-fleurs. Dans le calcaire de Jeffersonville, les stromatopores en tapis prédominent et les relations générales sont par conséquent semblables.

Le microfaciès 4 correspond à une superposition irrégulière de niveaux construits à stromatopores en tapis et de niveaux bioclastiques contenant de nombreux coraux solitaires remaniés. Ce microfaciès s'est déposé au-dessus et sur le front de la barrière construite et sera discuté plus en détail ultérieurement.

La série des microfaciès 5,6 et 6A représente le milieu isolé et peu profond situé en arrière de la barrière construite et dont le quartz détritique provient de sa bordure septentrionale. Le développement de ses composants organiques précède une zone littorale très riche en pseudoolithes coprolithiques.

La succession des microfaciès 1 à 6A de la coupe idéale correspond donc à une diminution graduelle de la profondeur vers le haut exprimant le passage d'un milieu marin normal à un milieu isolé séparés l'un de l'autre par une barre résultant de la superposition de colonies de stromatopores et d'*Amphipora* à un banc de coraux

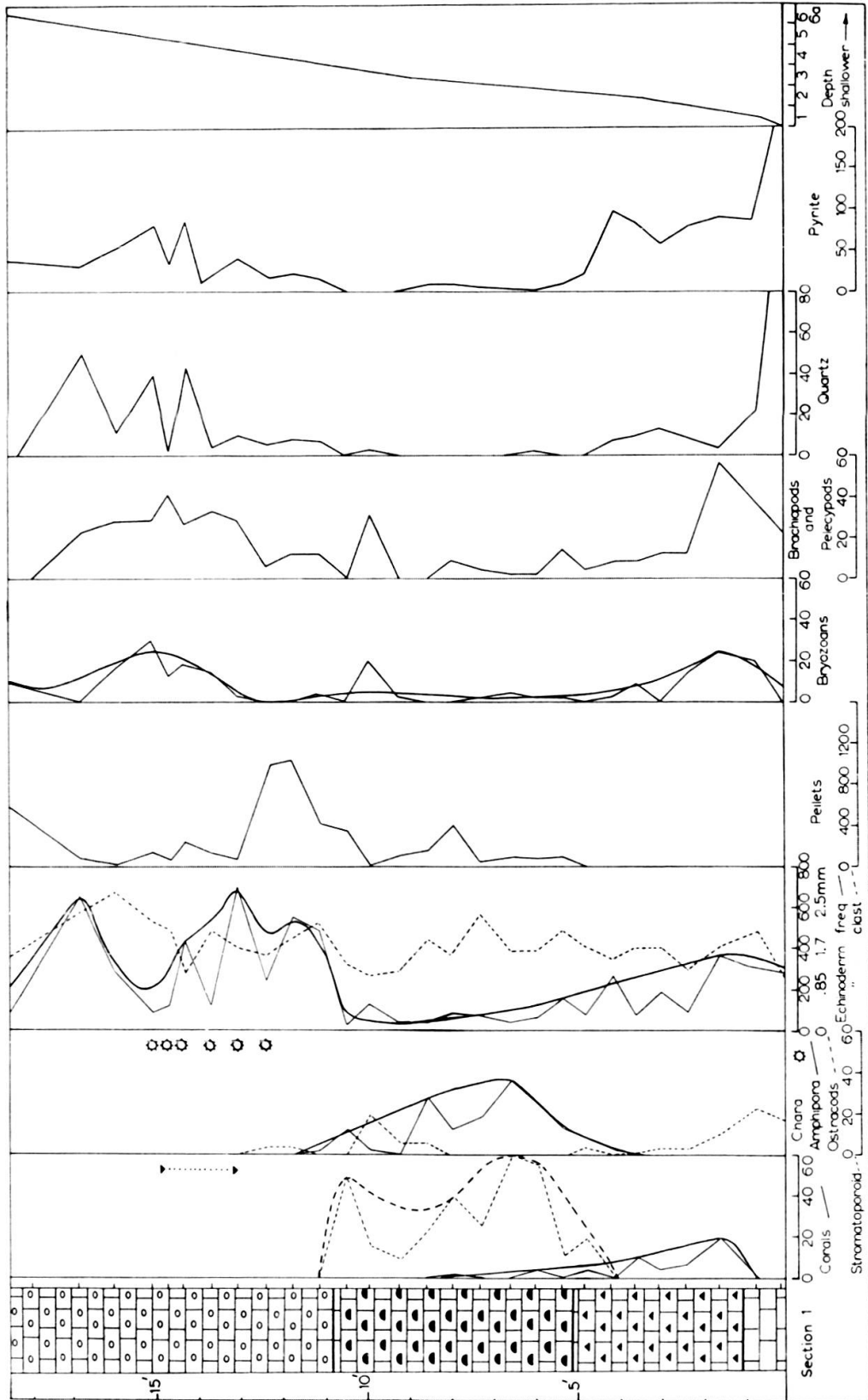


Fig. 4.
Coupe 1, « Chutes de l'Ohio ».

solitaires. L'aspect général des textures des divers microfaciès ainsi que la très petite taille du quartz détritique dans les deux milieux indiquent des conditions d'énergie relativement faible. Le maximum d'agitation correspond à la barrière construite où le ciment interstitiel de calcite hyaline remplace par endroits la pâte de fond bioclastique qui est l'élément fondamental de tous les autres microfaciès.

COUPE 1, « CHUTES DE L'OHIO »

Cette coupe (fig. 4) a été relevée sur la rive nord de l'Ohio, $\frac{3}{4}$ de mile à l'aval du pont du Pennsylvania Railroad. Elle débute au niveau moyen de la rivière et se termine au sommet de l'affleurement, l'épaisseur est de 18 pieds. La coupe est formée par la superposition des microfaciès 1, 2, 3 et 5. Dans les trois premiers microfaciès les variations des paramètres sont identiques à celles de la coupe idéale et aucune description supplémentaire n'apparaît nécessaire. Le microfaciès 5 qui termine la coupe des chutes de l'Ohio contient quelques traînées de petits coraux solitaires souvent couchés sur le côté ou même en position inversée. Ce microfaciès est caractérisé par de nombreuses pseudoolithes et d'abondants débris de crinoïdes, de bryozoaires, de brachiopodes et lamellibranches. Tous ces composants organiques expriment le milieu terminal isolé et peu profond. Ce dernier est également démontré par la rareté des ostracodes et la présence des nombreuses zones à oogones de *Chara* flottés. La courbe bathymétrique relative montre une diminution graduelle de la profondeur vers le haut, mais la zone de remaniement correspondant au microfaciès 4 n'est pas représentée dans cette coupe.

COUPE 2, CARRIÈRE « LOUISVILLE CEMENT COMPANY »

Cette coupe (fig. 5) a été relevée dans l'extrémité SE de la carrière qui se trouve à 1 mile environ au NE de la ville de Speed (Grants 132 et 131, Clark Military Survey, Clark County). Elle débute à la limite supérieure du calcaire de Louisville (Silurien) et se termine dans des dolomies varvées, la partie inférieure du calcaire de Jeffersonville atteint ici 20 pieds d'épaisseur.

La coupe commence par une superposition des microfaciès 2 et 3 dans lesquels les relations sont semblables à celles décrites dans la coupe précédente. Cependant les *Amphipora* sont ici plus abondantes que les stromatopores. La diminution graduelle de la fréquence des débris d'échinodermes et de bryozoaires est particulièrement bien marquée. La limite entre les microfaciès 3 et 6 correspond à l'apparition du milieu peu profond isolé. Dans celui-ci les stromatopores et les *Amphipora* disparaissent brusquement, les débris d'échinodermes et de bryozoaires augmentent de

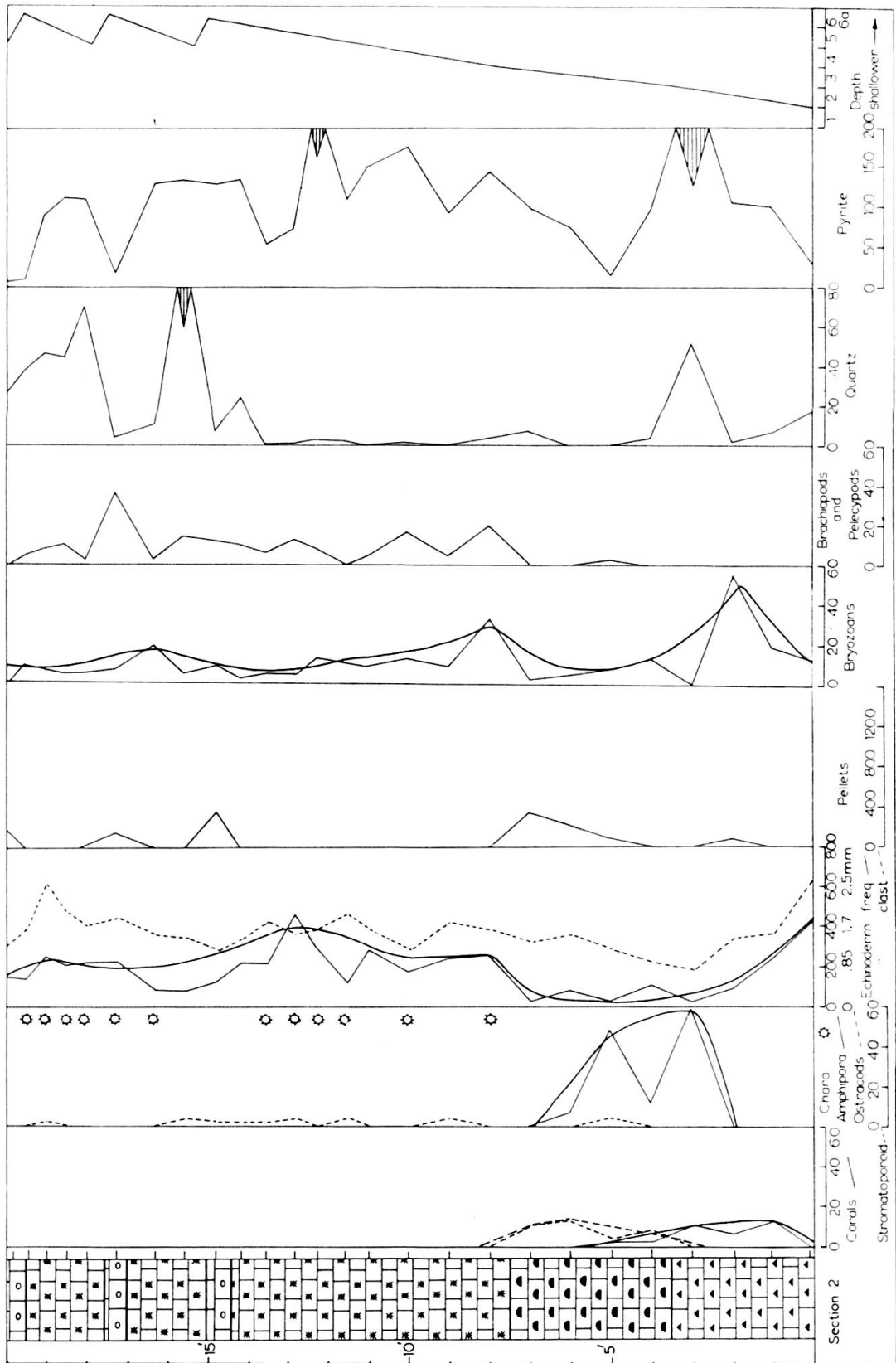


Fig. 5.
Coupe 2, Carrière « Louisville Cement Company ».

fréquence et les oogones de *Chara* flottés font leur apparition. Les ostracodes se présentent sporadiquement tandis que brachiopodes et lamellibranches se développent de façon appréciable dans ce milieu qui leur est favorable.

Les variations de fréquence du quartz détritique sont assez irrégulières avec des zones maximales au sommet du microfaciès 2 et dans le haut de la coupe dans les alternances des microfaciès 5 et 6. La pyrite, très abondante dans cette coupe, montre de fortes oscillations dont la plupart coïncident en position avec celles du quartz. A nouveau les valeurs les plus faibles des deux composants correspondant au microfaciès 3 qui sépare les deux milieux. La distribution des pseudoolithes n'offre rien de particulier. La courbe bathymétrique relative montre une diminution graduelle de profondeur vers le haut se terminant par de simples oscillations. Dans cette coupe également la zone de remaniement du microfaciès 4 fait défaut.

COUPE 3, CARRIÈRE « LOUISVILLE SAND AND GRAVEL COMPANY »

Cette coupe (fig. 6) a été relevée dans une carrière qui se trouve en bordure de l'Ohio, à l'amont des chutes et à environ 1,3 miles à l'est du village d'Utica (N.-E. $\frac{1}{4}$, S.-W. $\frac{1}{4}$, Grant 17, Clark Military Survey, Clark County). Elle débute à la limite supérieure du calcaire de Louisville (Silurien) et comprend la partie inférieure du calcaire de Jeffersonville qui atteint ici 18 pieds d'épaisseur.

La moitié inférieure de la coupe montre une double succession des microfaciès 1 et 2 se terminant avec le microfaciès 3. Au cours de cette évolution les coraux solitaires augmentent de fréquence vers le haut et finissent par former des concentrations locales assez larges avant d'être finalement remplacés par le groupe stromatopores-*Amphipora*. Les débris d'échinodermes sont assez abondants, leur courbe de fréquence montre un large maximum suivi par une zone minimale dans le microfaciès 3. Les débris de bryozoaires sont assez régulièrement distribués mais tendent à diminuer graduellement de fréquence vers le haut. La distribution de la fréquence du quartz est très irrégulière, celle de la pyrite montre un large maximum correspondant avec la seconde apparition du microfaciès 2.

Dans cette coupe également la limite entre les microfaciès 3 et 6 correspond à l'apparition du milieu isolé peu profond. Les stromatopores et *Amphipora* disparaissent brusquement tandis que la fréquence des débris d'échinodermes augmente. Les oogones de *Chara* flottés apparaissent à nouveau ainsi que les débris de brachiopodes et de lamellibranches, ces composants sont typiques des conditions d'isolement. Les fréquences du quartz et de la pyrite tendent à diminuer vers le haut en deux étapes distinctes séparées par le microfaciès 3 qui est pratiquement dépourvu de quartz et correspond à nouveau à la séparation des deux milieux. La courbe bathymétrique relative montre des oscillations à la base suivies par une diminution graduelle de la profondeur. La zone de remaniement (microfaciès 4) fait aussi défaut dans cette coupe.

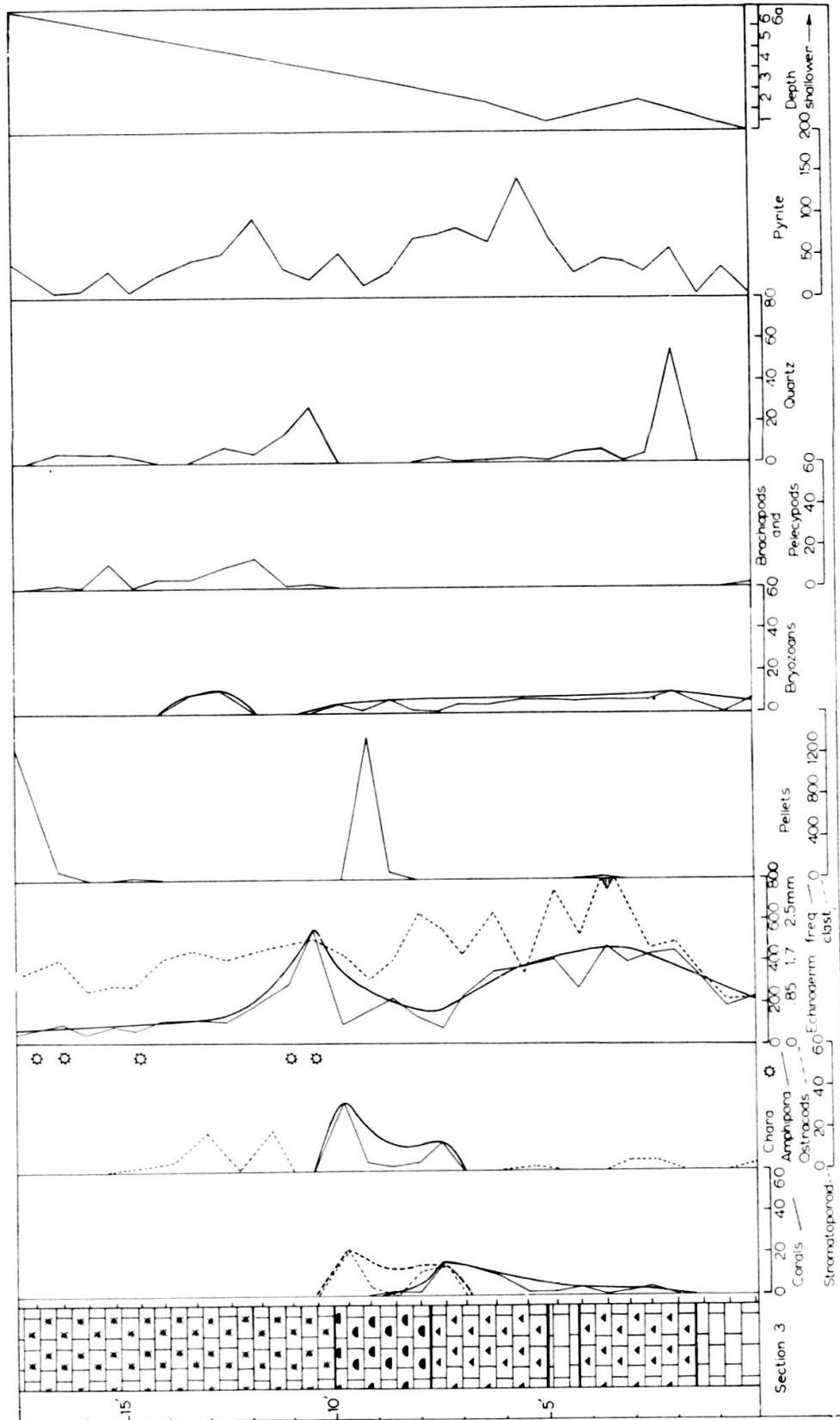


Fig. 6.
Coupe 3, Carrière « Louisville Sand and Gravel Company ».

COUPE 4, CARRIÈRE « SCOTT COUNTY STONE COMPANY »

Cette coupe (fig. 7) a été relevée dans une carrière qui se trouve à 2 miles au sud du village de Blocher (N.-E. $\frac{1}{4}$, N.-W. $\frac{1}{4}$, section 20, T.3 N., R.8 E.). Elle débute à la limite supérieure du calcaire de Louisville (Silurien) et se termine dans des dolomies varvées, la partie inférieure du calcaire de Jeffersonville atteint ici 18 pieds.

Bien qu'il s'agisse du même intervalle stratigraphique que dans les coupes précédentes, les conditions de sédimentation sont ici entièrement différentes. Elles correspondent à des alternances répétées et irrégulières des microfaciès 3 et 4, à savoir de calcaires construits à stromatopores et *Amphipora* et de calcisiltites rubanées contenant des coraux solitaires remaniés à partir du microfaciès 2 qui n'existe pas dans cette coupe. La distribution des coraux est très irrégulière car elle exprime la présence d'individus remaniés sans signification écologique. Dans le tiers supérieur de la série, les calcaires construits prédominent et les coraux remaniés tendent à disparaître. Naturellement les stromatopores et *Amphipora* sont présents dans l'ensemble de la coupe avec une forte prédominance des derniers.

Les débris d'échinodermes passent par un large maximum dans la partie inférieure de la coupe et ensuite après un minimum augmentent graduellement de fréquence vers le haut. Les débris de bryozoaires sont régulièrement distribués tandis que les ostracodes et oogones de *Chara* flottés sont absents à la suite de la forte agitation du milieu. Les brachiopodes et lamellibranches font également défaut dans ces conditions défavorables.

La fréquence du quartz détritique est assez élevée et variable dans la partie inférieure de la coupe, elle diminue fortement lorsque les calcaires construits deviennent prédominants vers le haut. La variation de fréquence de la pyrite est très irrégulière et sans signification claire.

L'évolution bathymétrique montre qu'environ 30% de la coupe est formé par le microfaciès 4 qui prédomine en outre dans la moitié inférieure indiquant que le microfaciès 2 dont il dérive était soumis à des remaniements pendant cet espace de temps. Le développement subséquent des calcaires construits à stromatopores et *Amphipora*, commun à toutes les coupes, réduit et finalement arrête les processus de remaniement des coraux solitaires et de leur boue bioclastique encaissante.

COUPE 5, CARRIÈRE « STANDARD MATERIALS COMPANY »

Cette coupe (fig. 8) a été relevée dans une large carrière dans le Jefferson County (S.-W. $\frac{1}{4}$, N.-E. $\frac{1}{4}$, section 16, T. 3 N., R. 9 E.). Elle débute à la limite supérieure de la Geneva Dolomite (Dévonien inférieur) et comprend la partie inférieure du calcaire de Jeffersonville, épaisse ici de 17 pieds.

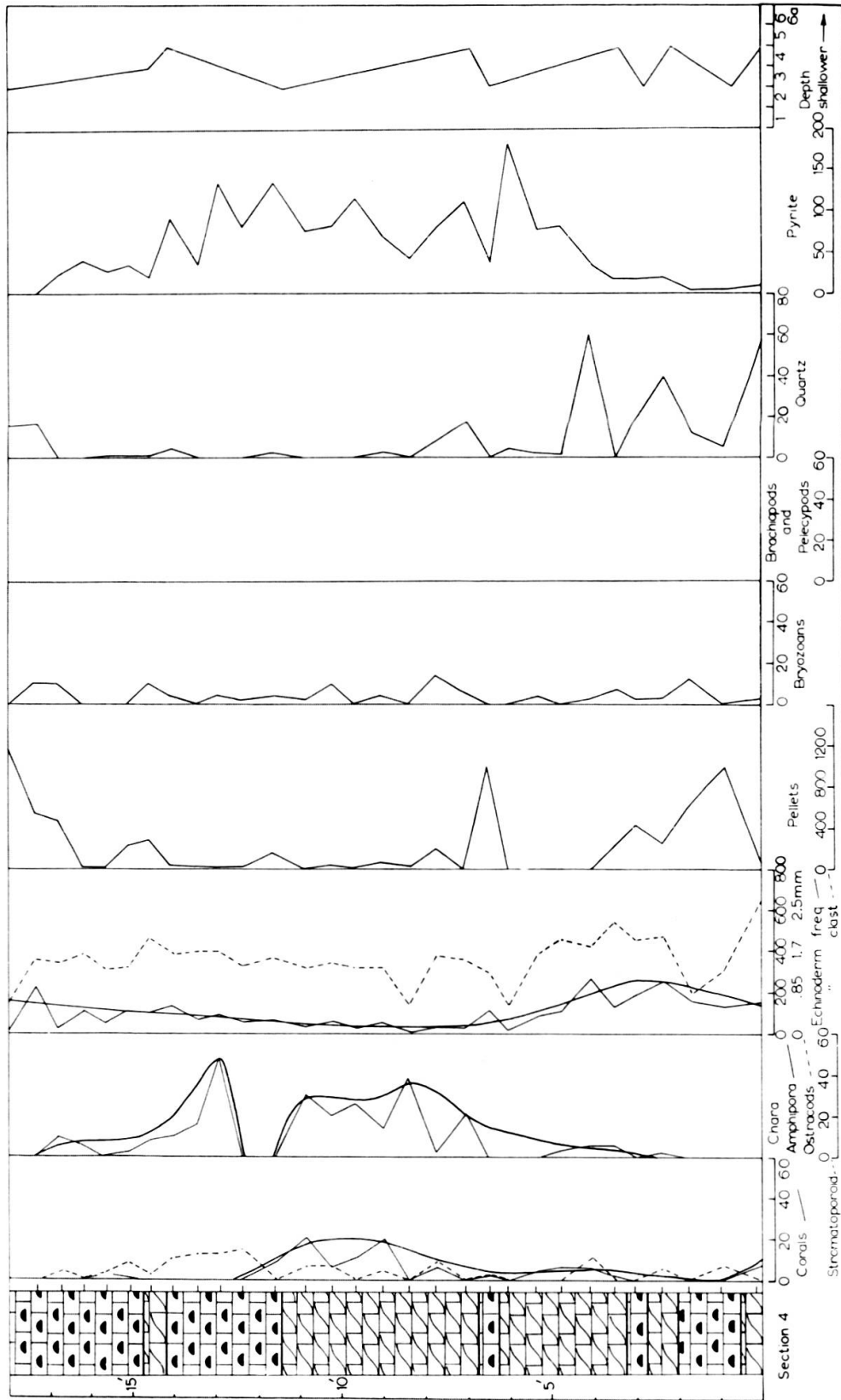


Fig. 7.
Coupe 4, Carrière « Scott County Stone Company ».

Dans cette coupe, ainsi que dans les suivantes, le banc à coraux solitaires n'existe pas et la série commence directement par les calcaires construits à stromatopores et *Amphipora* du microfaciès 3 qui sont suivis ici par les calcisiltites à débris organiques (microfaciès 6) du milieu isolé peu profond. Ces dernières contiennent cependant quelques traînées de petits coraux solitaires, souvent en position inversée, qui sont semblables à celles décrites dans la coupe des chutes de l'Ohio.

A l'intérieur du microfaciès 3, les stromatopores tendent à diminuer graduellement de fréquence vers le haut, quelques coraux solitaires apparaissent de façon sporadique tandis que les *Amphipora* sont limités à la moitié inférieure des calcaires construits. Ces derniers sont remarquablement purs. Leurs espaces interstitiels contiennent un petit nombre de pseudoolithes qui tendent à diminuer de fréquence vers le haut ainsi que de rares débris d'échinodermes et de bryozoaires. Le quartz détritique est absent tandis que la fréquence de la pyrite oscille à nouveau de façon irrégulière.

La limite entre les microfaciès 3 et 6 correspond au retour du milieu isolé et peu profond caractérisé par une augmentation de la fréquence des débris d'échinodermes et l'apparition des brachiopodes et lamellibranches. Ostracodes et oogones de *Chara* sont absents. Le quartz détritique atteint de très fortes valeurs de fréquence à deux reprises mais sans liaison apparente avec le comportement de la pyrite. Ces conditions indiquent la proximité des zones d'alimentation qui se placent le long du rivage septentrional du milieu isolé.

La courbe bathymétrique relative indique une diminution de la profondeur vers le haut.

COUPE 6, CARRIÈRE « WIRT »

Cette coupe (fig. 9) a été relevée dans une carrière abandonnée située à l'ouest de Indiana Highway 7, environ 3,3 miles au nord du village de Wirt, Jefferson County. Elle débute à la limite supérieure de la Geneva Dolomite (Dévonien inférieur) et comprend les dix premiers pieds du calcaire de Jeffersonville, le reste ayant été érodé.

Comme dans la coupe précédente, la série comprend les calcaires construits à stromatopores et *Amphipora* (microfaciès 3) auxquels sont superposées les calcisiltites du microfaciès 6 représentant le milieu isolé peu profond. A la base de ce dernier, on retrouve des traînées de petits coraux solitaires souvent en position inversée.

Les coraux solitaires sont peu abondants dans la moitié inférieure de la coupe où le maximum de fréquence des *Amphipora* précède celui des stromatopores. Ostracodes et oogones de *Chara* flottés sont absents dans cette coupe. Les débris d'échinodermes ont un comportement assez variable mais leurs valeurs de fréquence sont fortes et plus régulières dans la partie supérieure de la série. Les pseudoolithes et les débris de bryozoaires sont rares tandis que les brachiopodes et les lamellibranches font défaut dans une grande partie du microfaciès 3 pour se développer dans le

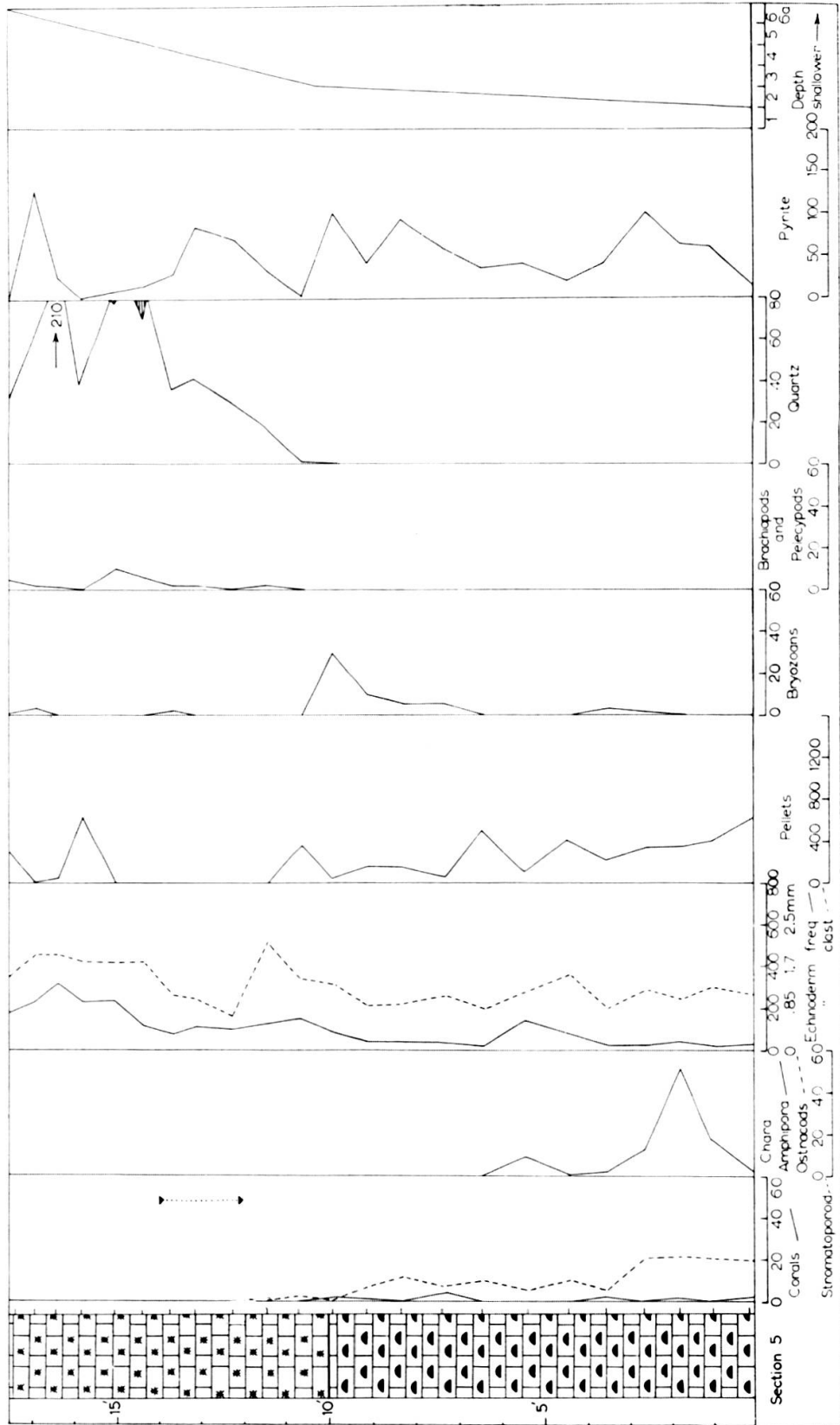


Fig. 8.
Coupe 5, Carrière « Standard Materials Company ».

milieu isolé (microfaciès 6). Celui-ci est caractérisé par une très forte fréquence du quartz détritique de provenance septentrionale. Ce maximum est précédé par une abondance de pyrite dans le haut du microfaciès 3. La courbe bathymétrique relative montre une diminution graduelle de la profondeur vers le haut. Cette coupe présente de fortes analogies avec la précédente bien que d'épaisseur plus réduite.

COUPE 7, CARRIÈRE « MESHBERGER STONE COMPANY »

Cette coupe (fig. 10) a été relevée dans une large carrière qui se trouve 2 miles au N.-E. de Elizabethtown, Bartholomew County (N.-E. $\frac{1}{4}$, section 6, T.8 N., R.7 E.). Elle débute dans la Geneva Dolomite (Dévonien inférieur) et comprend les premiers 10 pieds du calcaire de Jeffersonville jusqu'à l'apparition de dolomies varvées. Il s'agit à nouveau d'une série réduite correspondant à la partie supérieure de la coupe décrite dans une partie aujourd'hui exploitée de la même carrière par Carozzi et Lundwall (1959).

La coupe est formée par une grande épaisseur de microfaciès 6A surmontant le microfaciès 3. La distribution de la plupart des composants est sporadique. La fréquence des débris d'échinodermes est très basse tandis que leur clasticité augmente vers le haut avec de nombreuses oscillations. Les pseudoolithes augmentent également vers le haut en montrant de très fortes pulsations. La courbe bathymétrique relative indique une diminution graduelle de la profondeur vers le haut.

Cette coupe est très différente de toutes celles décrites précédemment, elle semble correspondre aux conditions les moins profondes et les plus isolées du second milieu.

COUPE 8, CARRIÈRE « PAUL FRANK »

Cette coupe a été relevée dans une carrière située à la limite N.-E. de la ville de North Vernon, Jennings County (N.-E. $\frac{1}{4}$, section 34, T.7 N., R.8 E.). Elle débute dans la Geneva Dolomite (Dévonien inférieur) et comprend les premiers 8 pieds du calcaire de Jeffersonville jusqu'à l'apparition de dolomies varvées. La coupe est entièrement dolomitisée et de ce fait échappe à toute interprétation. Seuls des « fantômes » d'organismes, probablement des coraux solitaires sont vaguement visibles sous le microscope.

COUPE 9, CARRIÈRE « CAVE STONE COMPANY »

Cette coupe a été relevée dans une carrière située à la limite W du village de Norristown, Shelby County (N.-E. $\frac{1}{4}$, N.-W. $\frac{1}{4}$, section 32, T.11 N., R.7 E.). Dans cette localité la Geneva Dolomite est surmontée par un calcaire dolomitique brun,

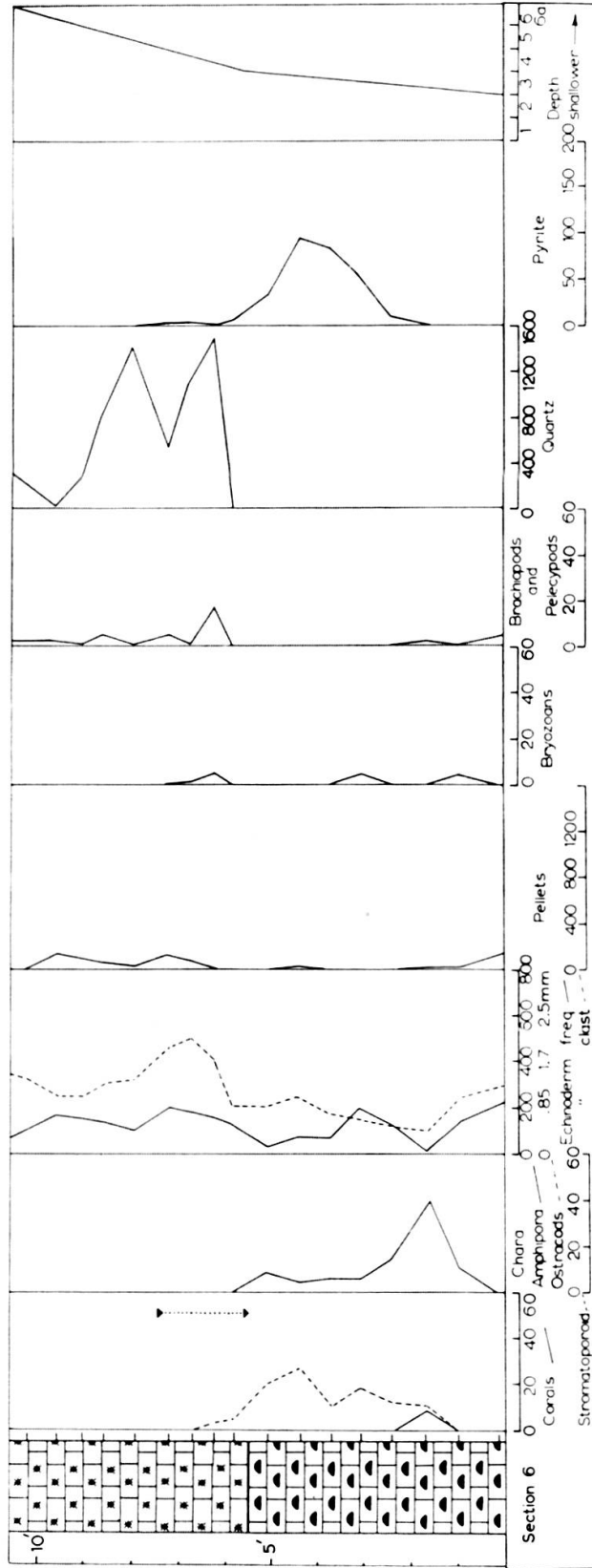


Fig. 9.
Coupe, 6, Carrière « Wirt ».

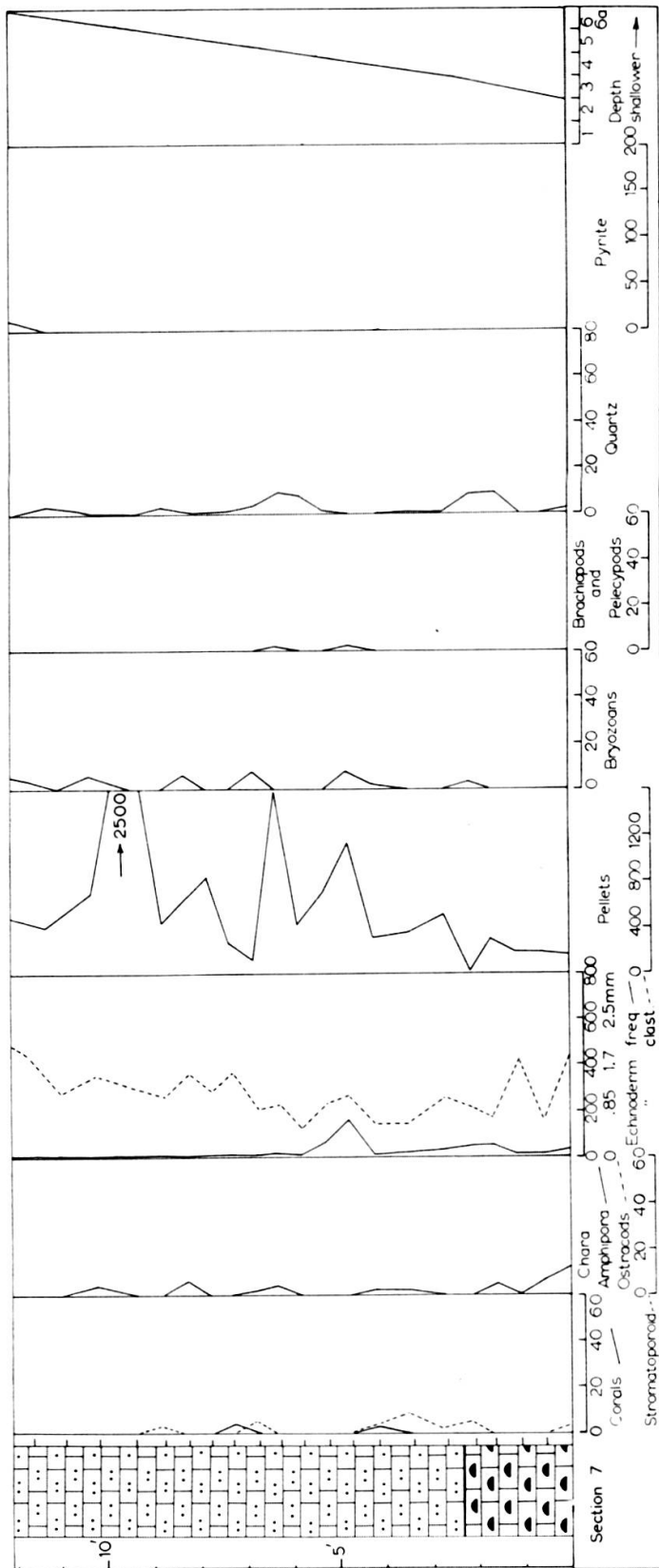


Fig. 10.
Coupe 7, Carrière « Meshberger Stone Company ».

épais de 1 pied qui passe rapidement vers le haut à des dolomies varvées. La « Coral Zone » est absente.

DÉVELOPPEMENT DU BANC A CORAUX ET STROMATOPORES

La « Coral Zone » du calcaire de Jeffersonville correspond à un banc étroit et allongé dans une direction NE.-SW. Son développement peut être envisagé en 4 stades successifs (fig. 11).

Le premier stade montre le substratum du calcaire de Jeffersonville qui correspond à une surface d'érosion plongeant vers le S.-W. et formée soit par le calcaire de Louisville soit par la Geneva Dolomite.

Sur cette pente sous-marine se dépose d'abord la calcisiltite à débris organiques (microfaciès 1). Ensuite, au-dessous de la limite inférieure d'action des vagues on observe la boue bioclastique du microfaciès 2 dans laquelle se développent les coraux solitaires associés à quelques colonies de stromatopores. Dans la zone d'action des vagues, les coraux sont remplacés par les stromatopores et les *Amphipora* qui construisent une barre sous-marine correspondant au microfaciès 3.

L'action des vagues sur la partie du microfaciès 2 adjacente à la barre, remanie les coraux solitaires et la boue bioclastique qui les entoure, les transporte sur une certaine distance vers le haut de la pente et finalement les dépose de façon intermittente en bordure de la barre et en partie au-dessus de celle-ci. Ce mécanisme de remaniement et de redéposition est responsable de la formation du microfaciès 4 (à coraux solitaires remaniés et texture fluidale) ainsi que de sa position particulière.

Le second stade est caractérisé par la continuation et l'amplification des mêmes mécanismes. Ces conditions permettent à la calcarénite à coraux solitaires (microfaciès 2) d'augmenter graduellement d'épaisseur jusqu'à atteindre la zone d'action des vagues qui limite son développement. La barre construite par les stromatopores et *Amphipora* continue à s'accroître vers le haut et latéralement en direction de la mer ouverte à mesure que le microfaciès 2 lui offre un substratum favorable. Ce développement latéral est interrompu à maintes reprises par les intercalations de zones à produits de remaniement (microfaciès 4) qui donnent lieu à une sur-épaisseur locale de la barre.

Le troisième stade montre l'extension générale des calcaires construits à stromatopores et *Amphipora* vers la mer ouverte avec changement de la morphologie d'une barre sous-marine à celle d'un véritable banc. A l'arrière de ce dernier, dans des conditions d'isolement se développent quelques petites colonies de stromatopores semblables à celles décrites dans la carrière de Meshberger (Carozzi et Lundwall, 1959).

Dans le quatrième stade, les diverses coupes étudiées ont été placées dans leurs positions géographiques respectives. Si la croissance des stromatopores s'était pour-

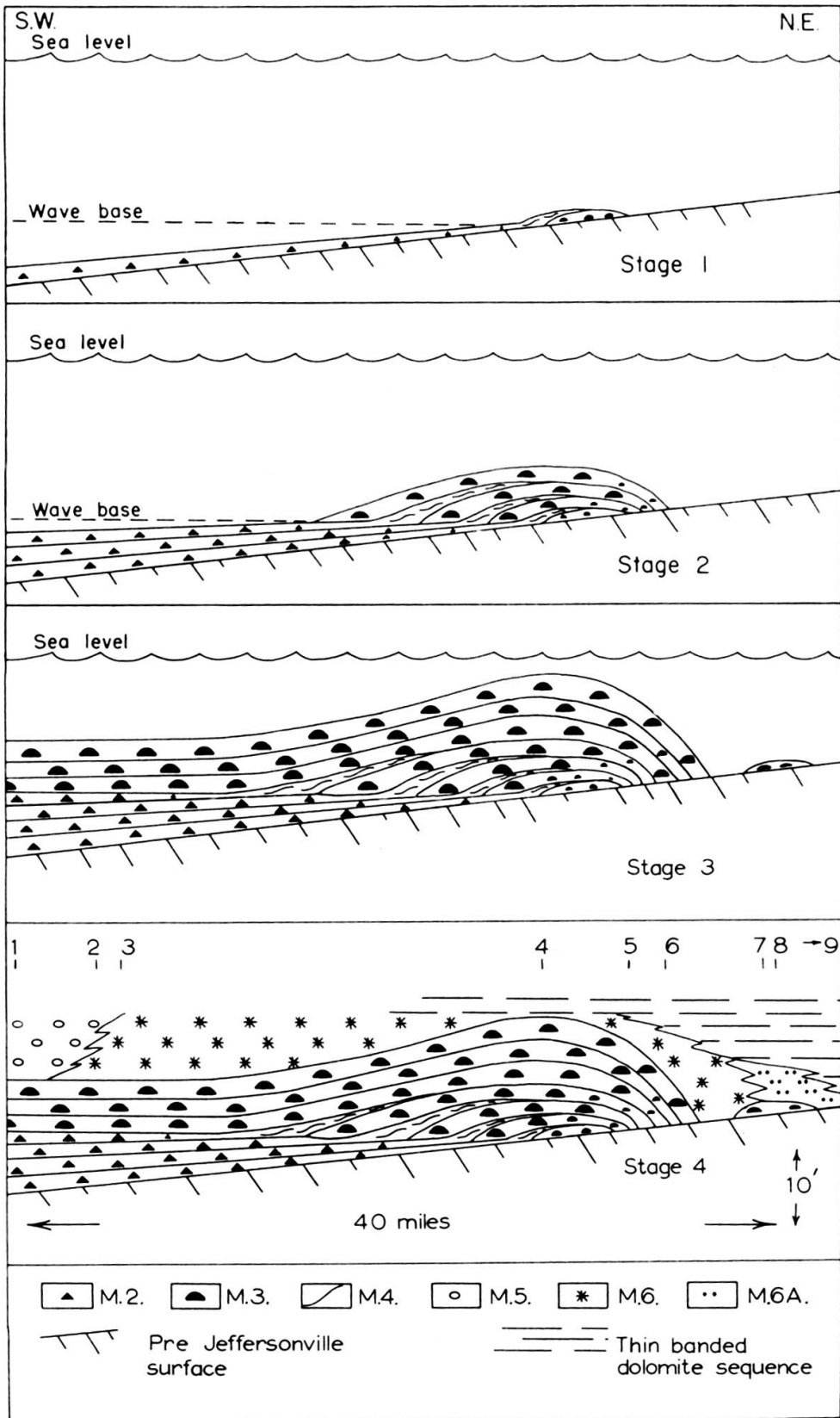


Fig. 11.

Stades de développement du banc à coraux et stromatopores.

suivie sans obstacles, il est probable que la forme du banc aurait été tabulaire alors qu'elle est en fait asymétrique avec son épaisseur maximale au haut de la pente. Ces conditions proviennent en partie de la position initiale des colonies de stromatopores et de la sur-épaisseur introduite par les phénomènes de remaniement. En outre il est évident que la partie la plus épaisse du banc (coupe 4) a presque pu atteindre le niveau de la mer tandis que celle située plus bas dans la pente a cessé de croître avant d'atteindre sa position d'équilibre. Cette situation particulière est due à l'invasion soudaine des parties basses du banc par les calcisiltites à oogones de *Chara* flottés en provenance de la bordure septentrionale de la région étudiée. Il est intéressant de noter que ces caecisiltites ne se sont en apparence pas déposées sur la partie la plus épaisse du banc, sans doute à cause de l'agitation à cet endroit très peu profond, mais seulement sur la partie frontale en eau plus profonde et en arrière.

Cette arrivée soudaine de calcisiltites dans un milieu où se développaient les stromatopores est démontrée par le contact net entre les microfaciès 5 ou 6 et 3 dans les coupes 1, 2 et 3. Le microfaciès 5 paraît contemporain de cette invasion et déposé plus au large dans des conditions légèrement plus profondes. Les traînées de petits coraux solitaires en position inversée qui ont été observées dans les coupes 1, 5 et 6 correspondent probablement à des épisodes d'eau claire qui ont temporairement interrompu le dépôt des calcisiltites.

L'origine septentrionale des calcisiltites à oogones de *Chara* flottés est aussi démontrée par l'accroissement de la fréquence de leur quartz détritique vers le nord (coupes 5 et 6). Le passage latéral des calcisiltites aux dolomies varvées également riches en quartz clastique et la prédominance graduelle de ces dernières vers le nord conduisent aux mêmes conclusions.

RELATIONS PALÉOGÉOGRAPHIQUES

La distribution des microfaciès dans les coupes étudiées et les rapports de leur épaisseur indiquent l'existence d'un banc à coraux et stromatopores, large d'environ 25 miles et dont la crête est orientée approximativement NE.-SW. Selon Cumings (1922, p. 466) le calcaire de Jeffersonville diminue d'épaisseur au nord et au sud des chutes de l'Ohio, tandis que Dawson (1941, p. 15) a montré qu'il s'épaissit vers le nord et atteint son maximum d'épaisseur dans la partie nord de Scott County, la partie ouest de Jefferson County et le sud de Jennings County.

Le banc correspondant à la « Coral Zone » apparaît lui-même asymétrique (fig. 11). En effet, sa pente la plus forte, du côté du milieu isolé et peu profond, fait face au dôme de Cincinnati tandis que sa pente douce du côté de la mer ouverte fait face au bassin de l'Illinois vers lequel d'ailleurs les conditions stratigraphiques montrent un pendage régional et une augmentation générale d'épaisseur (Harris et Esarey, 1940). Le banc à coraux et stromatopores est orienté parallèlement à la

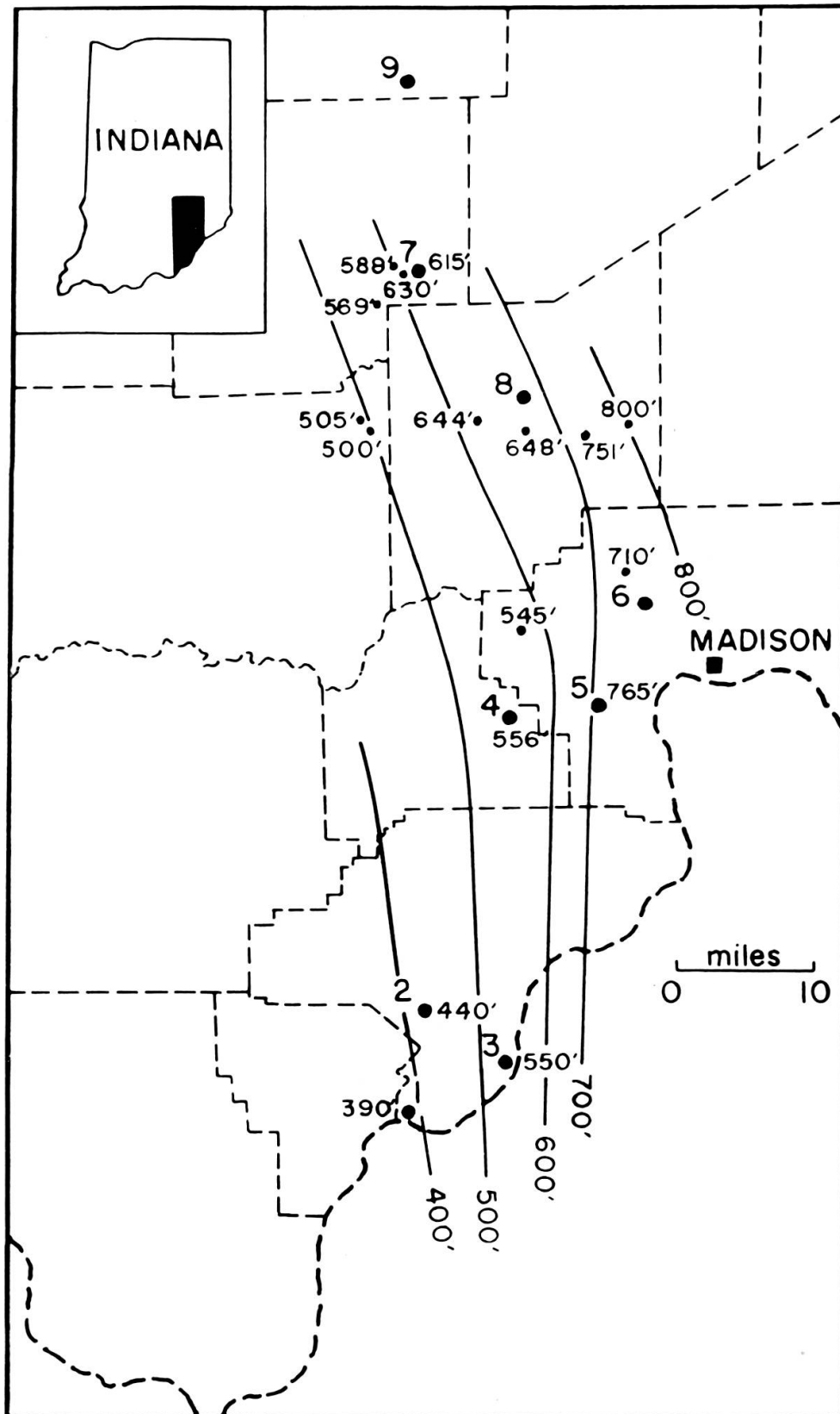


Fig. 12.

Esquisse structurale de la base du calcaire de Jeffersonville, équidistance: 100 pieds.

direction structurale régionale et s'encadre bien dans l'esquisse structurale de la base du calcaire de Jeffersonville (fig. 12) établie sur les données inédites aimablement fournies par le Geological Survey de l'Indiana.

COMPARAISON OCÉANOGRAPHIQUE

Des bancs à coraux ont été décrits récemment sur le plateau continental au large du Nigeria (Allen et Wells, 1962) avec lesquels la « Coral Zone » présente des analogies morphologiques et génétiques très intéressantes.

Trois bancs parallèles de coraux solitaires ont été signalés à la surface de sables holocènes à des profondeurs de 26, 42 et 48 fathoms sur le plateau continental au large du delta du Niger. Les coraux formant ces bancs sont morts et appartiennent à des formes non-récifales parmi lesquelles se trouvent des espèces de *Madracis* et *Dendrophyllia*. Les bancs sont allongés parallèlement à la côte et s'étendent sur une longueur d'environ 300 miles; ils sont surbaissés et asymétriques en coupe transversale. Les pentes douces et irrégulières face au large ont des gradients de 1:15 à 1:70. Elles s'élèvent à travers les argiles plus récentes et se terminent par des crêtes dénudées, aiguës ou arrondies. Les pentes plus fortes et plus courtes face au continent ont un gradient de 1:5 à 1:10. La distance verticale entre la crête de chaque banc et la base de la pente face au large définit la hauteur des structures qui varie entre 22 et 34 pieds (Allen et Wells, 1962, p. 383-384).

Les abondants coraux solitaires de la « Coral Zone » à la base du calcaire de Jeffersonville qui n'ont jamais formé de cadre rigide construit apparaissent semblables à ceux formant les bancs du plateau continental du Nigeria. L'analogie est aussi intéressante en ce qui concerne l'allure transversale asymétrique des bancs et leur allongement parallèle à la structure régionale.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 1

- | | |
|---------------------|---|
| A. MICROFACIES 1. | Calcsiltite à débris de crinoïdes et ostracodes, abondants pigments de pyrite. |
| B. MICROFACIES 2. | Biocalcarénite à coraux solitaires et pâte de fond bioclastique formée par des fragments de crinoïdes, bryozoaires et lamellibranches en contact réciproque. |
| C. MICROFACIES 3. | Calcaire construit à stromatopores dont les cellules sont remplies de calcite hyaline. La pâte de fond est formée essentiellement de pseudoolithes de calcite sombre cryptocristalline. |
| D. MICROFACIES 4. | Calcsiltite rubanée à débris d'échinodermes et de coraux remaniés montrant une texture fluidale. |
| E. MICROFACIES 4. | Détail de la texture fluidale autour d'un large débris de crinoïde. |
| F. MICROFACIES 5. | Biocalcarénite à crinoïdes avec ciment interstitiel de calcite hyaline. |
| G. MICROFACIES 6. | Calcsiltite à débris de crinoïdes et de bryozoaires, section d'oogone de <i>Chara</i> flotté dans le coin droit inférieur. |
| H. MICROFACIES 6 A. | Calcarénite pseudoolithique à débris de crinoïdes et bryozoaires avec ciment de calcite hyaline. Pour toutes les figures, nicols non croisés, X 25. |

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN, J.R.L. and J.W., WELLS, 1962. Holocene coral banks and subsidence in the Niger Delta. *Jour. Geology*, vol. 70, pp. 381-397.
- BEALES, F.W., 1963, Baldness of bedding surface. *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.* vol. 47, pp. 681-686.
- CAROZZI, A.V., 1950. Contribution à l'étude des rythmes de sédimentation. *Archives des Sciences*, Genève, vol. 3, pp. 1-76.
- 1958. Micro-mechanisms of sedimentation in the epicontinental environment. *Jour. Sed. Petrology*, vol. 28, pp. 133-150.
- 1961. Reef petrography in the Beaverhill Lake Formation, Upper Devonian, Swan Hills area, Alberta, Canada. *Jour. Sed. Petrology*, vol. 31, pp. 497-513.
- , and W.R. LUNDWALL, Jr., 1959. Microfacies study of a Middle Devonian bioherm, Columbus, Indiana. *Jour. Sed. Petrology*, vol. 29, pp. 343-353.
- CUMINGS, E.R., 1922. *Nomenclature and description of the geological formations of Indiana*. Handbook of Indiana Geology, pt. 4 pp. 405-570.
- DAWSON, T.A., 1941. *The Devonian formations of Indiana*, Part 1, Outcrop in southern Indiana. State of Indiana Department of Conservation, Division of Geology, pp. 1-48.
- FOLK, R. L., 1962. Spectral subdivision of limestone types in Classification of carbonate rocks — A symposium, *Am. Assoc. Petroleum Geologists*, Memoir 1, pp. 62-84.
- HARRIS, J. R. and R. E., ESAREY, 1940. *The Devonian formations of Indiana*, Part 2, Structural conditions. State of Indiana Department of Conservation, Division of Geology, pp. 1-32.
- LECOMPTE, M., 1958. Les récifs paléozoïques en Belgique. *Geologische Rundschau*, vol. 47, pp. 384-401.
- MURRAY, H. H., 1955. *Sedimentation and stratigraphy of the Devonian rocks of southeastern Indiana*. Indiana Department of Conservation, Geol. Surv., Field conference guidebook, n° 8, pp. 1-73.
- PERKINS, R. D., 1961. *The petrology of the Jeffersonville Limestone at the Falls of the Ohio*. Guidebook Series. The Geological Society of America. Guidebook for Field Trips, Cincinnati Meeting, pp. 319-321.
- , 1962. Petrology of Jeffersonville Limestone, (Middle Devonian) of southeastern Indiana (Abstract). *Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geologists*. vol. 46, p. 275.

*Department of Geology,
University of Illinois,
April, 1963*

