

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION
DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE
DU 6 NOVEMBRE 1985
CONSACRÉE A L'ÉTUDE DU SOMMET DU COUVINIEN
ET DU GIVETIEN AU BORD SUD DU BASSIN DE DINANT,
DE RESTEIGNE A BEAURAING

par M. Coen-Aubert (*), A. Préat (**) et F. Tourneur (***)

INTRODUCTION

Une étude sédimentologique et paléocéologique de la partie supérieure du Couvinien et du Givétien franco-belge est menée depuis plusieurs années dans nos régions dans le cadre d'une collaboration pluridisciplinaire. Différents groupes d'organismes fossiles ont fait l'objet d'investigations détaillées : citons principalement les Rugueux (M. COEN-AUBERT), les Tabulés (F. TOURNEUR) et les Algues (B. MAMET et A. PREAT). Une analyse sédimentologique détaillée (A. PREAT et F. BOULVAIN) fournit les bases nécessaires à l'intégration de ces données paléontologiques dans le cadre de l'évolution spatio-temporelle des environnements.

Les principaux résultats de ces travaux ont été présentés au cours de l'excursion du 6 novembre 1985 qu'a suivie une cinquantaine de participants venus de tous les horizons et parfois de l'étranger. Trois affleurements (carrières de Resteigne, de Wellin et d'Eclaye ; figure 1) ont été visités et ont fait l'objet de discussions portant sur des thèmes très variés (stratigraphie, sédimentologie, diagenèse, paléogéographie...). L'ancienne carrière de Resteigne expose en une succession pratiquement continue le sommet de la Formation de Jemelle, la Formation d'Hanonet et toute la partie inférieure du Groupe de Givet jusqu'à la base du "Gid" (Formation de Trois-Fontaines et Formation du Mont d'Haus *pro parte*). L'affleurement de Wellin (Fond des Vaux 2) permet l'observation d'un faciès très particulier du "Co2d", qui constitue en cet endroit un équivalent latéral de la Formation d'Hanonet. Quant aux carrières de Wellin proprement dites, elles présentent en une succession quasi continue l'entièreté de la Formation de Trois-Fontaines. Enfin, dans la carrière d'Eclaye, près de Pondrôme, les participants ont pu se rendre

compte de l'importante réduction d'épaisseur qui affecte les calcaires lagunaires de la Formation de Trois-Fontaines ("Gib") et de la présence de nombreux petits patch reefs caractérisant le troisième complexe récifal de la même formation ; celui-ci est situé à la base du "Gic" dans toute la région parcourue.

L'étude de ces affleurements a fourni aux participants l'ensemble des données de base nécessaires pour fixer le cadre sédimentologique et paléocéologique majeur des dépôts détritiques et carbonatés du Couvinien et du Givétien belges (A. PREAT *et al.*, 1984 ; A. PREAT, 1985a ; F. TOURNEUR, 1985).

Le modèle proposé repose fondamentalement sur l'établissement d'une séquence standard basée sur la définition de treize microfaciès ("MF1 à MF13") essentiellement carbonatés (A. PREAT, *op. cit.*). Cette séquence standard marque le passage des milieux marins francs aux milieux supratidaux de plus en plus restreints et parfois émergés (pseudomorphoses de gypse, beach rocks, cimentations vadoses, laminites, etc...). Un essai de comparaison de ces données avec les milieux actuels a pu être précisé : les faciès lagunaires semi-restreints à restreints, qui dominent nettement en représentant plus de 35 % de l'ensemble des sédiments, s'apparentent aux environnements lagunaires situés en milieux protégés (J.L. WILSON, 1975) et sont assez comparables aux "tidal flat ponds" actuels décrits aux îles Andros par L.A. HARDIE (1977).

La synthèse des données précédentes suivant la loi de Walther permet ensuite de proposer un modèle sédimentologique et paléocéologique qui tient compte de l'interaction des processus biologiques et mécaniques depuis le milieu marin ouvert, sous la zone d'action des vagues

(*) Département de Paléontologie de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, rue Vautier 29, B-1040 Bruxelles.

(**) Fina Petroleos de Angola c/o Pétrofina, rue de l'Industrie 52, B-1040 Bruxelles.

(***) Aspirant F.N.R.S., Laboratoire de Paléontologie, U.C.L., Place L. Pasteur 3, B-1348 Louvain-la-Neuve

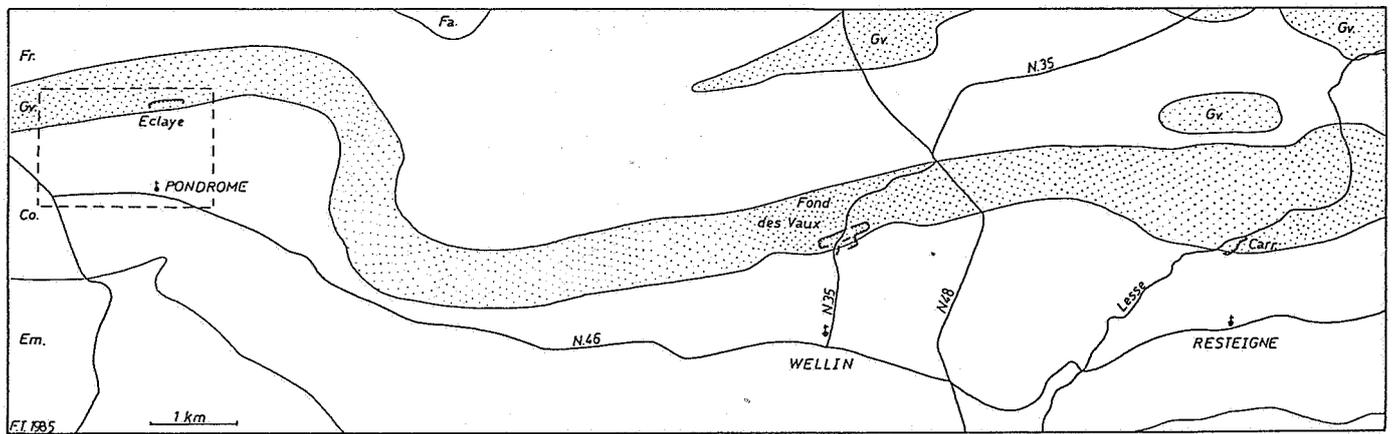


Figure 1. Carte de localisation des affleurements visités au cours de l'excursion. Le fond géologique est esquissé d'après les cartes géologiques au 1:40 000, la seule modification apportée étant celle de la klippe du Bois Niau (M. COEN, 1977). Pour une carte géologique plus précise et plus récente de la partie orientale, voir D. DELVAUX DE FENFFE (1985). L'encadré indique l'extension de la carte de la figure 2.

et des tempêtes jusqu'aux milieux supratidiaux proches de l'émergence. Ce modèle traduit le passage d'une sédimentation sur une rampe terrigène et carbonatée non structurée (sommet du Couvinien et extrême base du Givétien) à une sédimentation sur une plate-forme carbonatée asymétrique, sans barrière récifale au sens moderne du terme, et où la profondeur diminue de manière quasi exponentielle du large vers la plaine littorale (A. PREAT, 1985a et b).

La sédimentation est sous le contrôle de rythmes régressifs élémentaires de 1^{er} et 2^{ème} ordres. Leurs épaisseurs moyennes rapportées aux épaisseurs totales de la sédimentation à laquelle elles correspondent indiquent (relation de proportionnalité) qu'en des "temps égaux" le taux de sédimentation est proportionnel à celui de subsidence (A. PREAT, 1985a). Cette relation est générale et s'applique quelle que soit l'aire paléogéographique considérée, qu'il s'agisse des aires subsidentes (Resteigne, Wellin) ou, au contraire, des zones de hauts-fonds (Eclaye, Pondrôme) mises en évidence à partir de l'analyse séquentielle à échelle moyenne. C'est donc bien la subsidence qui contrôle en premier lieu la sédimentation.

Le mécanisme général marquant en définitive le passage Couvinien-Givétien correspond probablement à une stabilisation durable du niveau marin. C'est dans ce contexte général que peuvent alors être précisées les notions de "biostromes", "patch reefs", "biohermes", "complexes lagunaires" et "marais maritimes".

Nous allons maintenant présenter les différentes carrières visitées lors de la journée d'excursion : elles permettent l'étude de l'ensemble des phénomènes dont il vient d'être question et ont été choisies pour leur qualité d'exposition qui facilite grandement l'analyse des mécanismes de la sédimentation couvinienne et givétienne.

RESTEIGNE

Cette carrière présente un intérêt exceptionnel par la qualité d'exposition qu'elle offre, et par l'épaisseur consi-

dérable des sédiments du Couvinien supérieur (sommet de la Formation de Jemelle et Formation d'Hanonet) et du Givétien inférieur (Formations de Trois-Fontaines et du Mont d'Haus *pro parte*) qui peuvent s'étudier pratiquement sans aucune lacune stratigraphique sur environ 250 mètres de puissance. Comme elle a fait récemment l'objet de publications (B. MAMET et A. PREAT, 1982 et 1983 ; A. PREAT *et al.*, 1984) traitant surtout des unités bioconstruites et des complexes lagunaires de la Formation de Trois-Fontaines, nous nous attacherons ici à rapporter uniquement de nouvelles données concernant le sommet du Couvinien à la base de la coupe et le "Gic-Gid" dans sa partie supérieure.

Lors de l'excursion, l'examen de la carrière aux différents niveaux d'exploitation nous a permis de présenter pour l'ensemble de la section une synthèse sur la distribution et sur les rôles écologiques des Rugueux (M. COEN-AUBERT), des Tabulés (F. TOURNEUR) et des Algues (A. PREAT). Les principaux résultats sédimentologiques ont également été communiqués aux participants (A. PREAT et F. BOULVAIN) avec une attention toute particulière sur la présence de laminites constituant peu en dessous du troisième complexe récifal de la Formation de Trois-Fontaines une séquence supratidale, épaisse d'une dizaine de mètres (A. PREAT et F. BOULVAIN, 1986).

Description du Couvinien

Le long du chemin d'accès situé à l'extrémité occidentale de la carrière, on observe de justesse un peu de schistes gréseux appartenant au sommet de la Formation de Jemelle. Ensuite, la Formation d'Hanonet débute de part et d'autre du chemin par 7,25 mètres de calcaire argileux, bien stratifié et relativement riche en Brachiopodes, Calcéoles et autres Rugueux solitaires, *Favosites* et Tabulés lamellaires, accompagnés éventuellement de Crinoïdes, *Chaetetes* et *Heliolites*. Un hiatus de 9 à 10 mètres d'épaisseur sépare ces couches du reste de l'unité lithostratigraphique, particulièrement bien exposée aux niveaux 1 et 2 de la carrière où l'on reconnaît successivement :

- 31,6 m : minces bancs de calcaire ar-

gileux à Brachiopodes dont de nombreuses Gypidules, Crinoïdes et Calcéoles avec très localement quelques autres Rugueux solitaires souvent en débris, *Favosites*, Tabulés lamellaires, *Thamnopora* ainsi que de rares Gastéropodes et Fénestelles ; des Stromatopores massifs et lamellaires apparaissent sporadiquement dans les 5 derniers mètres ;

- 3 m à 3,5 m : calcaire moins argileux, contenant toujours des Brachiopodes et des Crinoïdes, mais aussi des organismes constructeurs plus fréquents : Stromatopores massifs et lamellaires, *Favosites*, Tabulés lamellaires, Rugueux solitaires et fasciculés ;
- 2,1 m : schistes vaguement carbonatés ;
- 15,5 m : calcaire argilo-silteux à patine brun vert devenant très argileux au sommet ; ces bancs contiennent localement des lits et des lentilles de calcaire bioclastique avec éventuellement des Brachiopodes, Crinoïdes, Gastéropodes, Orthocères, *Favosites*, *Thamnopora* et fragments de Rugueux solitaires.

Description du "Gic-Gid"

Au niveau inférieur de la carrière, on observe au-dessus du troisième complexe récifal de la Formation de Trois-Fontaines :

- 3 m : bancs minces de calcaire foncé et bioclastique, souvent argileux et comportant des intercalations schisteuses à la base ; un lit construit au sommet avec des Stromatopores massifs, Rugueux fasciculés et solitaires, *Pachyfavosites polymorphus* et Alvéolitides branchus ;
- 16,25 m : calcaire foncé, bien stratifié, parfois argileux et souvent bioclastique ; on y reconnaît notamment un niveau à débris de Brachiopodes près de la base, puis plusieurs bancs avec des Gastéropodes et enfin des calcaires crinoïdiques au sommet ; quelques joints schisteux dans la partie inférieure ;
- 1,5 m : calcaire finement bioclastique avec un lit riche en *Disphyllum* près du sommet ainsi que quelques Rugueux solitaires en fragments, *Thamnopora patula*, Alvéolitides et Gastéropodes ;
- 11,8 m : calcaire fin, d'abord argileux et souvent délité, puis finement crinoïdique ;
- 4,9 m : calcaire bioclastique en bancs minces à débris de Brachiopodes et de Crinoïdes ; occurrence de quelques Gastéropodes au milieu et de Coraux épars à la base et au sommet : *Xystriphyllum quadrigeminum*, Rugueux solitaires, *Pachyfavosites polymorphus*, *Thamnopora patula*, *Hillaepora spicata* et Alvéolitides ; l'un ou l'autre joint schisteux ;
- 8,1 m : calcaire finement bioclastique à rares Brachiopodes, Gastéropodes, *Thamnopora*, débris de Rugueux solitaires et d'*Hillaepora spicata* ; un lit à *Trypanopora* près de la base ;
- 10,25 m : calcaire foncé et bioclastique, bien stratifié ; on y observe des Brachiopodes, Crinoïdes et Gastéropodes ainsi que quelques Rugueux solitaires souvent en débris, *Favosites*, *Thamnopora*, *Hillaepora spicata*, Coenitides et Alvéolitides branchus ;
- 1,9 m : minces bancs de calcaire foncé et souvent argileux, passant à un niveau schisteux au sommet.

Aux bancs très délités décrits jusqu'ici et appartenant au "Gic" succèdent des bancs plus épais et rapidement cons-

truits, caractéristiques du "Gid". La coupe se poursuit en effet par :

- 8,8 m : calcaire crinoïdique et ce de plus en plus vers le haut ; on y reconnaît en outre des Brachiopodes et des Gastéropodes ainsi que près de la base de rares *Thamnopora patula*, Alvéolitides et Rugueux solitaires en fragments ;
- 5,3 m : calcaire crinoïdique, contenant quelques Brachiopodes et surtout des Coraux : Rugueux solitaires, Alvéolitides, *Thamnopora patula* et plus rares *Heliolites* ;
- 7,8 m : calcaire foncé et bioclastique, devenant dolomitique au sommet et plus ou moins riche en organismes constructeurs : Stromatopores massifs et lamellaires, *Heliolites*, Rugueux solitaires et fasciculés, Alvéolitides massifs et lamellaires, Scolioporides et *Thamnopora patula* ;
- 3,3 m : calcaire fin et foncé, souvent bien stratifié, argileux et dolomitique à la base, contenant des débris de Rugueux solitaires au milieu ;
- 2,5 m : calcaire foncé et parfois argileux ou dolomitique, à nouveau construit par des Stromatopores massifs, Alvéolitides massifs et branchus, *Thamnopora* et Rugueux solitaires.

Note sur la faune de Tabulés de Resteigne

Les Tabulés du Couvinien n'ont pas été étudiés en détail. Quelques prélèvements indiquent cependant la présence de *Favosites e.g. goldfussi*, de plusieurs espèces de *Thamnopora*, dont *T. tumefacta*, de "*Syringopora*" *crispa*, de formes lamellaires à rapporter aux Alvéolitides et aux Coenitides et de rares Chaetétidés.

Dans le biostrome de la base du Givétien, la faune de Tabulés est variée et abondante. Dans la sole crinoïdique, on trouve notamment *Favosites e.g. goldfussi*, plusieurs espèces de *Thamnopora* STEININGER J., 1831 - surtout *T. reticulata* DE BLAINVILLE H., 1830) en grands réseaux ou en fragments épars, mais aussi *T. tumefacta* Lecompte M., 1939, des Alvéolitides - dont des représentants de *Crassialveolites* SOKOLOV B.S., 1955 et de *Planocoenites* SOKOLOV B.S., 1952 -, quelques *Hillaepora circuli-pora* (KAYSER E., 1879), "*Syringopora*" *crispa* SCHULTER C., 1889, *Dendropora explicita* MICHELIN J.H., 1846, ainsi que de rares *Pachyfavosites polymorphus* (GOLDFUSS G.A., 1826). Entre les Stromatopores du biostrome, on rencontre quelques fragments de *Favosites e.g. goldfussi*, des *Thamnopora proba* DUBATOLOV V.N., 1952 et les premiers *Hillaepora spicata* (GOLDFUSS G.A., 1826) ; ceux-ci se retrouvent dans la lumachelle à Stringocéphales.

Les passées bioclastiques qui interrompent la série des calcaires lagunaires sont caractérisées par de très fréquents fragments remaniés d'*Hillaepora spicata*, accompagnés de *Thamnopora proba*, de divers Scolioporides - représentants des genres *Scoliopora* LANG W.D., SMITH S. et THOMAS H.D., 1940 et de *Natalophyllum* RADUGIN K.V., 1938 - et beaucoup plus rarement de petites colonies de *Pachyfavosites polymorphus*.

Dans le troisième biostrome, autour des grandes colonies de *Xystriphyllum quadrigeminum*, on rencontre de nombreux *Pachyfavosites polymorphus*, *Thamnopora cervicornis* (DE

BLAINVILLE H., 1830), en buissons ou plus souvent en fragments dispersés, *Hillaepora spicata* localement abondant et quelques encroûtements d'*Aulopora* GOLDFUSS G.A., 1826 et de *Mastopora* SOKOLOV B.S., 1955.

Dans les calcaires argileux du "Gic", on peut noter l'occurrence sporadique d'*Hillaepora spicata*, de *Pachyfavosites polymorphus*, d'Alvéolitides et de formes très squamuleuses de *Thamnopora*, rapportées à *Thamnopora patula* TCHUDINOVA I.I., 1964.

Ces dernières persistent au "Gid", accompagnées de nombreux Alvéolitides variés et d'*Heliolites*.

Synthèse sédimentologique et paléocéologique

L'ensemble des données précédentes a permis aux participants de tenir compte non seulement des constituants paléontologiques en tant que tels, mais également de la succession des sédiments auxquels ils appartiennent. A différents moments de la visite de la carrière, des synthèses sédimentologiques et paléocéologiques ont pu être proposées et discutées à partir des données précédentes et à partir de nombreuses photographies des microfaciès présents. Rappelons les éléments essentiels à prendre en considération :

- l'analyse séquentielle de l'ensemble du passage Couvinien-Givétien montre la présence d'une mégaséquence (ou séquence de 3^{ème} et 4^{ème} ordres au sens de J. DELFAUD, 1975) d'accrétion littorale par progradations et remblaiements successifs d'un vaste domaine sédimentaire en comblement. En supposant une subsidence faible durant toute cette succession, on peut estimer que sa puissance correspond approximativement à la paléobathymétrie des dépôts de mer ouverte qui caractérisent sa base ; ceux-ci se seraient donc formés dans la région de Resteigne par 20 à 25 mètres de fond (A. PREAT *et al.*, 1984). Cette profondeur est sous la limite d'action moyenne des vagues et, de ce fait, il y a accumulation de sédiments fins (microfaciès "MF 1") sous leur zone d'influence. Il ne s'agit donc pas de véritables conditions "océaniques" et il est probable que ces milieux de mer ouverte à circulation normale étaient déjà fermés par une barrière située plus au sud. C'est d'ailleurs ce que confirme d'une manière tout à fait indépendante, l'étude de la répartition au sein de ces faciès des Algues, et en particulier l'absence systématique des Algues Rouges (B. MAMET et A. PREAT, 1986). De plus, du fait de la progradation continue, l'épaisseur du "beach-rock" occupant le sommet de la mégaséquence est le reflet de l'amplitude des paléomarées (J.M. TAYLOR et L.V. ILLING, 1969), une trentaine de centimètres en l'occurrence ;

- l'examen détaillé des séquences élémentaires de 1^{er} et 2^{ème} ordres des milieux lagunaires de la Formation de Trois-Fontaines montre qu'elles traduisent dans tous les cas des évolutions régressives du milieu de sédimentation. Ceci permet de définir un rythme régressif élémentaire

qui traduit le passage progressif du milieu subtidal aux milieux inter à supratidiaux, puis un retour brutal au milieu subtidal.

A ces évolutions régressives correspondent des changements importants des principales caractéristiques des sédiments : changements de texture, de bathymétrie, d'énergie, de diagenèse et parfois même dans la composition de la microflore algale. L'épaisseur moyenne des rythmes régressifs élémentaires nous donne également un ordre de grandeur de la profondeur moyenne des dépôts lagunaires situés à la base du rythme (de 1,5 à 3,0 m) : nous voyons ainsi que l'essentiel de la sédimentation a lieu dans la partie tout à fait superficielle de la plate-forme (A. PREAT, 1985a). En prenant un facteur de correction de 30 à 50 % (E.A. SHINN, 1983) pour tenir compte des phénomènes de compaction de ces boues micritiques, la profondeur moyenne des milieux subtidiaux lagunaires protégés est comprise entre deux et six mètres ;

- l'analyse détaillée de l'enchaînement vertical des six microfaciès reconnus dans la séquence laminaire de la Formation de Trois-Fontaines et leur comparaison avec des sédiments actuels de même type montrent que ce sont des tempêtes, parfois même des ouragans violents qui constituent le mécanisme à l'origine des inondations de la plaine littorale (A. PREAT, 1985a ; F. BOULVAIN, 1985 ; A. PREAT et F. BOULVAIN, 1986). C'est lors d'inondations successives de la plaine littorale qu'a lieu l'essentiel de la sédimentation, la fraction fine étant principalement piégée par des mattes algaires, alors que la fraction sableuse se dépose surtout en lentilles sous le contrôle des courants. Au terme de chaque inondation, un doublet caractéristique "mudstone-packstone" est ainsi déposé dans des environnements à taux d'exposition important, caractérisés par une vie végétale abondante à l'abri des organismes brouteurs (F. BOULVAIN, *op. cit.*) ;

- les trois complexes récifaux de la Formation de Trois-Fontaines ont chacun des caractéristiques sédimentologiques et paléocéologiques spécifiques (A. PREAT *et al.*, 1984) : le premier complexe à faune et flore abondantes et diversifiées presque à l'infini, s'inscrit dans un contexte sédimentaire de forte énergie, à une vingtaine de mètres de profondeur et dans la zone d'action des vagues. Le second complexe, dominé par une microflore algale abondante, s'inscrit dans un environnement lagunaire restreint dont une faible ouverture permet à la fois le développement et le démantèlement de grands buissons de Tabulés. Le troisième complexe, à faune corallienne abondante, mais peu diversifiée, correspond à la colonisation d'un substrat meuble, situé dans un environnement de faible énergie et passant latéralement à des milieux lagunaires restreints dominés par deux types d'associations algaires. La comparaison de ces données avec celles concernant les récifs actuels montre qu'aucun des sédiments étudiés n'est l'analogue des boundstones actuels.

Description du Couvinien

Le second affleurement visité se situe le long de la route allant de Wellin au Sourd d'Ave ; il a été décrit par J. GODEFROID (1968, p. 19) qui l'a dénommé "Fond des Vaux 2" (F.d.V. 2) et localisé sur la figure 1 de son travail. Divers Conodontes trouvés par cet auteur ainsi que par P. BULTYNCK et J. GODEFROID (1974, p. 29) permettent de le corrélérer avec le "Co2d" de la région de Couvin représenté par la Formation d'Hanonet.

La coupe montre sur 28 mètres d'épaisseur des bancs bien stratifiés de calcaire crinoïdique, parfois argileux et séparés par des joints schisteux ; des intercalations plus franchement schisteuses existent à la base et au sommet. Ces couches contiennent des organismes constructeurs très variés, particulièrement nombreux dans la partie supérieure : Stromatopores massifs, *Heliolites*, Chaetétides, *Favosites* ainsi que divers Tabulés branchus, Rugueux massifs, fasciculés et solitaires. Par sa richesse en Stromatopores massifs, *Heliolites*, Chaetétides, Rugueux massifs et fasciculés, cette faune est très différente de celle du faciès plus argileux de la Formation d'Hanonet exposé notamment à Resteigne et à Ponderôme où dominant au contraire des Rugueux solitaires, *Favosites*, *Thamnopora*, Alvéolitides et Coenitides lamellaires.

En ce qui concerne plus précisément les Rugueux de cet affleurement de Wellin, les polypiers solitaires, plutôt rares appartiennent à des genres se rencontrant également dans la Formation d'Hanonet ; il s'agit en effet d'*Acanthophyllum* DYBOWSKI, W.N., 1873, *Cystiphyllodes* CHAPMAN, E.J., 1893 et de formes attribuées à *Amplexiphyllum* STUMM, E.C., 1949 par H.H. TSIEN (1969). Les Rugueux fasciculés, très diversifiés sont caractérisés par des *Thamnophyllum* PENECKE, K.A., 1894, *Lyrilasma* HILL, D., 1939, *Sociophyllum* BIRENHEIDE, R., 1962 et *Dendrostella* GLINSKI, A., 1957. Ce dernier genre n'avait jamais été signalé dans le "Co2d" de la Belgique. Il en est de même pour les Rugueux massifs de la coupe représentés à la fois par des *Xystriphyllum* HILL, D., 1939 et des *Cyatophyllum* GOLDFUSS, G.A., 1826.

L'abondante faune de Tabulés est caractérisée tout d'abord par de très nombreux Chaetétides ; la plupart de ceux-ci sont à rapporter au genre *Rhaphidopora* NICHOLSON, H.A. et FOORD, A.H., 1886. C'est d'ailleurs de la région de Wellin que proviennent les spécimens mésodévonien décrits par M. LECOMPTE (1939) sous le nom de "*Chaetetes*". Signalons en outre pour la première fois en Belgique la présence de quelques *Pachythea stellimicans* SCHLUTER, C., 1885. Les *Favosites*, de morphologie et de taille très variées, font tous partie du groupe de *F. goldfussi*. Les Tabulés branchus comprennent, outre des Alvéolitides et des Coenitides, des formes proches de *Thamnopora reticulata*. Enfin, on trouve sporadiquement quelques *Calipora* (*Mariusilites*) *chaetetoïdes* (LECOMPTE, M., 1939).

Avant d'atteindre le Calcaire de Givet, on observe encore au nord de l'affleurement visité deux niveaux de calcaire crinoïdique, souvent massif et à faune récifale abondante. A la base des carrières en activité du Fond des Vaux sont finalement exposés quelques bancs de calcaire argileux typiques de la Formation d'Hanonet. Quant au Calcaire de Givet, proprement dit, il débute par 37,5 à 68 mètres de calcaire grossièrement crinoïdique, fréquemment massif et très riche en Stromatopores massifs. Cette épaisseur est tout à fait anormale pour la région et ce n'est qu'au sommet de cette série que l'on retrouve à Wellin les faciès caractéristiques du premier complexe récifal du Groupe de Givet tel qu'il est connu à Resteigne. Ensuite, les calcaires lagunaires de la Formation de Trois-Fontaines et les calcaires coralliens du troisième complexe récifal sont parfaitement comparables à Wellin et à Resteigne.

Synthèse sédimentologique et paléocéologique

L'analyse détaillée de la région de Wellin s'est donc montrée à bien des points de vue riche en surprises et ce malgré la mauvaise qualité des affleurements intéressants le Couvinien : nous y avons en effet rencontré une macrofaune corallienne tout à fait spécifique, des faciès différents de ceux visités le matin même dans des couches stratigraphiquement équivalentes à Resteigne et une surépaisseur de la base du Calcaire de Givet.

L'ensemble de ces résultats est également confirmé par une analyse systématique de la microflore algale associée à ces sédiments du passage Couvinien-Givétien (B. MAMET, A. PREAT, I. WEMAERE, étude en cours). Toute une série de nouveaux genres et espèces algaires sont en effet créés ici pour la première fois et permettent avec l'analyse sédimentologique de préciser les conditions du milieu de dépôt.

Certaines de ces Algues constituent de plus des associations biologiques à part entière et semblent bien présenter une continuité stratigraphique à l'échelle de la région parcourue. Signalons par exemple la présence à Wellin d'un niveau riche en Codiaccées-Udotéacées (*Pseudopalaeoporella lummatonensis* ELLIOT, 1961 et *Paralitanaiia baileuxensis* MAMET et PREAT, 1985) d'épaisseur décamétrique.

L'extension géographique de ce niveau a déjà fait l'objet d'une étude (B. MAMET et A. PREAT, 1985) et la présence de ce niveau à Wellin permet de compléter les informations déjà disponibles.

L'analyse sédimentologique de ces couches montre que l'essentiel de la sédimentation a lieu dans les milieux marins ouverts d'énergie modérée à relativement élevée et situés à proximité de la zone d'action des vagues (I. WEMAERE, 1985). Les corps sédimentaires s'y empilent sous formes de rides, de barres présentant de nombreux contacts érosifs. Leur stabilisation temporaire, parfois durable, par cimentation syntaxiale, constitue un substrat stable pour l'instal-

lation des différents types de constructions. Ces dernières présentent généralement plusieurs phases de développement : organismes d'abord filtrants (bafflestones), puis encroûtants et stabilisants (bindstones) et enfin édifiant des charpentes (framestones). Ces bioconstructions sont de taille modeste et semblent diachroniques à l'échelle étudiée (I. WEMAERE, *op. cit.*).

L'ensemble des caractères présents permet enfin de mettre en évidence un modèle de sédimentation de type rampe terrigène et carbonatée plutôt qu'un modèle de type "plate-forme classique". Cette rampe présente de très faibles pentes et la succession des faciès montre que le passage des zones côtières agitées aux zones plus profondes et calmes se fait sans rupture de pente marquée. De plus, aucune tendance au développement de barrières récifales continues ne s'observe et la plupart des faciès de haute énergie sont localisés le long des zones littorales. Ces conclusions, rappelons-le, concernent la partie tout à fait supérieure du Couvinien.

Description du Givétien

N'ayant pas eu le temps de visiter les deux carrières de Wellin ("Fonds des Vaux" ou "Wellin Est" et "Wellin Ouest" *in* A. PREAT, 1985a) nous n'en donnerons qu'une analyse sommaire.

On y retrouve la succession étudiée le matin dans la carrière de Resteigne : présence des trois complexes récifaux composés de macrofaunes coralliennes et de microflore algaires assez semblables à celles de Resteigne, complexes lagunaires présentant également le même type d'évolution sédimentologique et laminites supratidales enregistrant les mêmes événements.

Les points essentiels à retenir sont les suivants :

- une grande séquence régressive caractérise la base du Givétien et marque le passage des milieux ouverts aux milieux protégés. Dans le détail, il s'agit d'une évolution se faisant en deux étapes qui se relaient et qui correspondent à une séquence de progradation littorale épaisse d'une dizaine de mètres à une quinzaine de mètres chacune (une des deux séquences est entièrement sous le contrôle d'organismes constructeurs remaniés sur place, "Wellin Est", A. PREAT, 1985a). Il en va de même dans la coupe de "Wellin Ouest" où une séquence identique traduit la fermeture du milieu. A mesure que se poursuit la progradation, la sédimentation, initialement sous le contrôle des agents purement mécaniques ou physiques (voir partie consacrée au Couvinien), passe progressivement sous celui des organismes. Ces derniers, stabilisant les sédiments, peuvent alors proliférer et assurer une productivité carbonatée élevée qui se traduit par une accentuation importante du cycle régressif. La sédimentation lagunaire est alors entièrement sous le contrôle de rythmes régressifs élémentaires de 1^{er} et 2^{ème} ordres et a lieu sur une plate-forme de type "classique" :

- on note par rapport à la coupe de

Resteigne à la fois une réduction de l'épaisseur des calcaires lagunaires de la Formation de Trois-Fontaines et de la valeur moyenne du rythme régressif qui lui est associée. Ces réductions sont relativement faibles et n'atteignent pas 10 % : nous verrons cependant par la suite l'importance en termes paléogéographiques qu'il faudra leur accorder.

ECLAYE

La carrière abandonnée, qui s'étire parallèlement à la stratification sur près de cinq cents mètres, expose une bonne partie de la Formation de Trois-Fontaines. A la base, quelques affleurements médiocres, envahis par la végétation, montrent un calcaire crinoïdique grossier, en bancs épais, à faune corallienne localement abondante (gros *Favosites e.g. goldfussi* globulaires, Rugueux solitaires). Par comparaison avec la tranchée de chemin de fer à l'entrée du tunnel de Pondsôme, toute proche (point 1 de la figure 2 ; *log in* M. COEN *et al.*, 1974, p. 10, E. 4), on peut estimer que l'on se trouve près du contact avec la Formation sous-jacente d'Hanonet.

Ensuite, on peut reconnaître la succession suivante (figure 3) sur le front de taille occidental :

- A - 5,50 m : calcaire grossier à très grossier, mal stratifié, crinoïdique, localement dolomitique ; faune dispersée : quelques Rugueux solitaires, et *Favosites e.g. goldfussi*, Brachiopodes ;
- B - 2,15 m : calcaire crinoïdique, plus fin dans la partie supérieure ; faune corallienne abondante et variée, concentrée dans la moitié inférieure (Stromatopores globulaires, *Favosites e.g. goldfussi*, *Thamnopora ssp.*, Rugueux massifs et solitaires) ; ensuite, Tabulés branchus, Brachiopodes et Gastéropodes ;
- C - 1,75 m : calcaire grossier, crinoïdique, d'aspect massif mais bien stratifié, avec essentiellement des Brachiopodes ;
- D - 0,60 m : biostrome à Stromatopores globulaires, Rugueux massifs, Tabulés branchus et lamellaires ; apparition de *Pachyfavosites polymorphus* ;
- E - 0,30 m : lumachelle à Stringocéphales ;
- F - 2,80 m : calcaire fin à birdseyes et grands Ostracodes (*Leperditia*) ; un joint schisteux dans la partie inférieure de l'unité a livré, outre des Tabulés branchus (*Thamnopora proba* et Alvéolitides), quelques spécimens de *Xystriphyllum quadrigenum*, dont c'est l'occurrence la plus précoce en Belgique ;
- G - 2,45 m : calcaire fin à birdseyes et grands Ostracodes (*Leperditia*), fré-

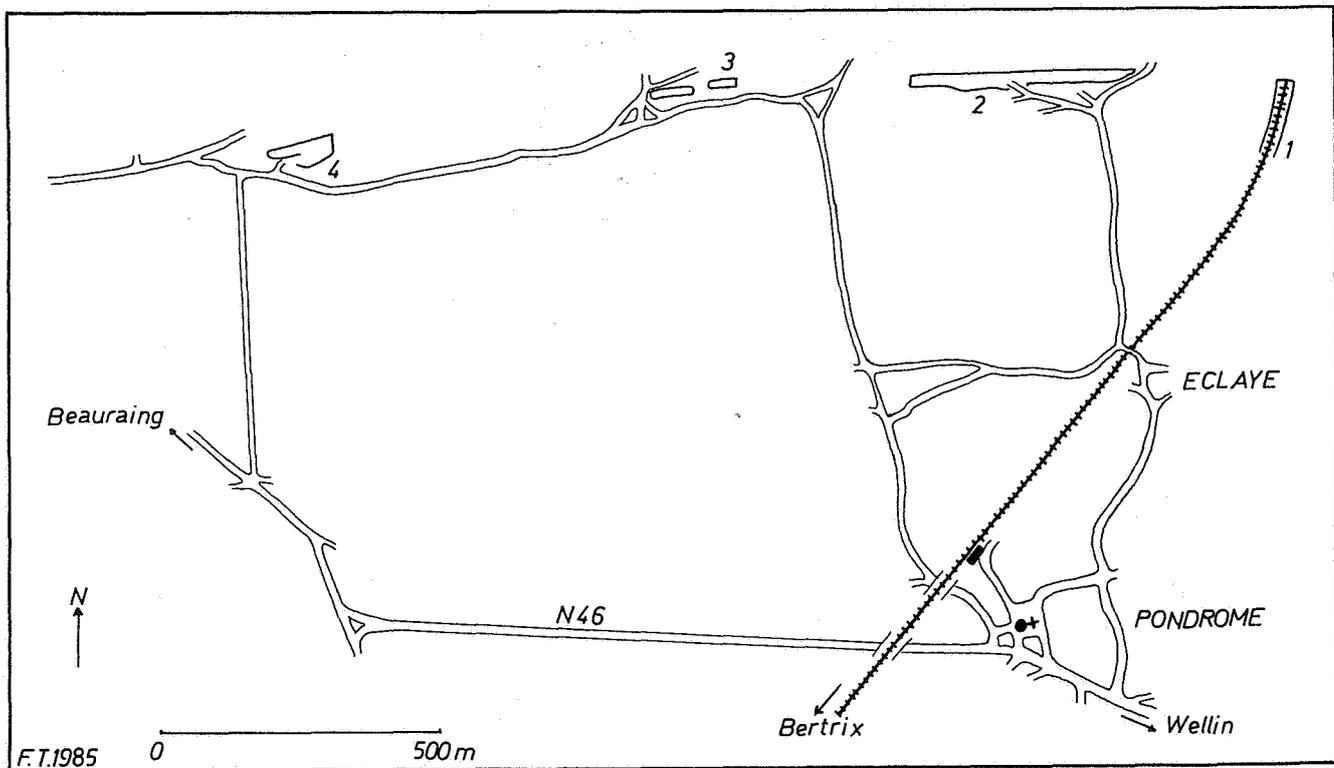


Figure 2. Carte de localisation des affleurements de la région de Pondrôme : 1. tranchée du chemin de fer à l'entrée du tunnel de Pondrôme ; 2. carrière d'Eclaye ; 3. carrière de Martouzin-Neuville ; 4. carrière de Bois-le-Ban.

quement dolomitique ;

- H - 5,60 m : calcaire fin à birdseyes, présentant dans sa partie inférieure deux épisodes de laminites argileuses ;
- I - 3,60 m : calcaire bioclastique, crinoïdique, avec quelques petites lumachelles à Brachiopodes ;
- J - 1,30 m : deux bancs de calcaire crinoïdique, séparés par une forte passée schisteuse de 30 à 40 cm d'épaisseur ; localement, et surtout dans le deuxième banc, se développent des patch reefs de diamètre métrique, formés par de grandes colonies aplaties de *Xystriphyllum quadrigeminum* entourées de *Pachyfavosites polymorphus* globulaires et de grands buissons radiaires de *Thamnopora cervicornis* ; accessoirement, quelques *Hillaepora spicata* sont disséminées entre les grandes colonies, ainsi que de rares Alvéolitides et *Temnophyllum* ; entre les patch reefs, la faune est dispersée, avec quelques Brachiopodes.

La grande surface du fond de la carrière, qui expose tantôt l'un, tantôt l'autre de ces deux derniers bancs, montre la distribution très irrégulière des patch reefs regroupés par trois ou quatre ou très largement espacés. Les relations existant entre ces deux niveaux de patch reefs et le troisième complexe récifal de Resteigne et de Wellin seront précisées dans une synthèse régionale, concernant à la fois la sédimentologie, la paléoécologie et la stratigraphie de ces dépôts.

L'assemblage très caractéristique - *Xystriphyllum quadrigeminum*, *Pachyfavosites poly-*

morphus, *Thamnopora cervicornis*, *Hillaepora spicata* - a été trouvé à la fois à Eclaye et dans le troisième biostrome de Resteigne. Il a été reconnu également jusque dans le Bergisches Land et l'Eifel, où il caractérise les "quadrigeminusbanken" ; ces derniers sont localisés à la base des Formations de Torringen et d'Oberhonsel ainsi que dans la Formation de Rodert (comm. R. BIRENHEIDE) ; ces niveaux ont été mis en parallèle avec celui du troisième complexe récifal de Resteigne par M. COEN (1985) sur base des microfaines. Il conviendrait donc d'attribuer une certaine valeur stratigraphique à cette association.

L'analyse sédimentologique de cette coupe est particulièrement intéressante, car elle nous a permis au terme de cette journée d'aborder sous forme de synthèse les éléments essentiels à prendre en considération dans la sédimentation couvinienne et givétienne. L'intérêt majeur de cette coupe réside dans le fait qu'elle enregistre ou "mémoire" sous forme de séquences très caractéristiques l'évolution de la sédimentation dans une zone où la subsidence est apparemment moins active. L'épaisseur des calcaires lagunaires de la Formation de Trois-Fontaines y est en effet réduite à une quinzaine de mètres alors que les dépôts équivalents suivant les zones isotopiques sont épais de 60 à 70 mètres à Resteigne et à Wellin. Cependant, malgré sa position paléogéographique tout à fait différente ("zone de haut-fond", A. PREAT, 1985a ; A. PREAT et F. TOURNEUR, 1984) par rapport aux régions mentionnées ci-dessus, l'évolution de la sédimentation y est la même. La succession des séquences élémentaires de 1er et 2ème ordres, qui se marquent par une évolution régressive de la sédimentation, est du même type que celle qui caractérise les coupes visitées au cours de la journée.

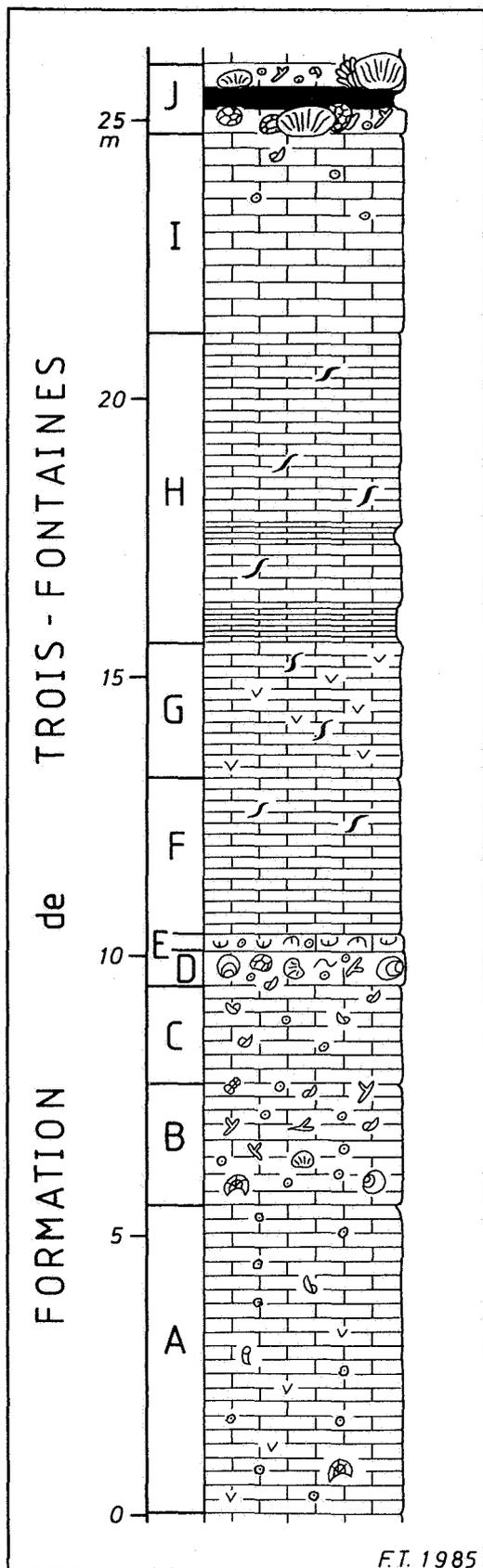


Figure 3a. Log schématique du front occidental de la carrière d'Eclaye.

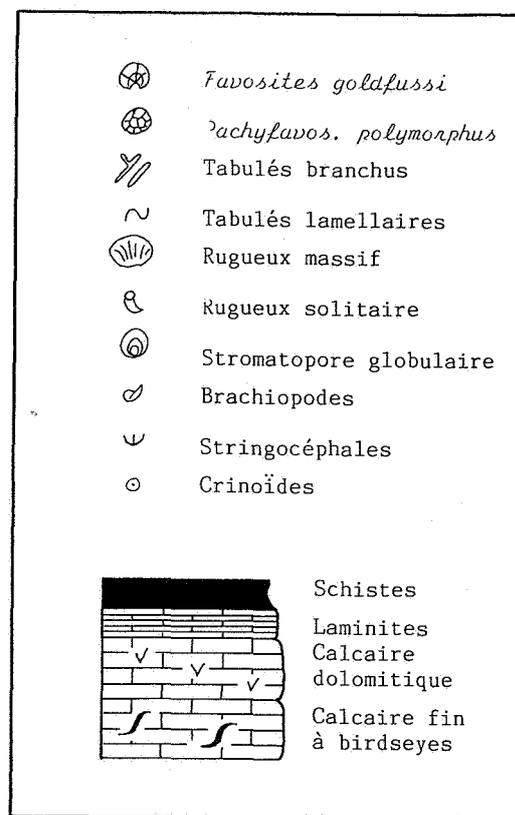


Figure 3b. Légende des symboles utilisés dans le log.

CONCLUSIONS

Au terme de cette journée, une synthèse donnant les éléments essentiels à la base de la sédimentation couvinienne et givétienne peut être tentée. Cette synthèse, qui est valable pour l'ensemble des bassins de Dinant et de Namur (A. PREAT, 1985a), est parfaitement illustrée dans la petite région de Resteigne à Beauraing, région parcourue tout au long de l'excursion. Cette région permet en effet dans une zone d'extension géographique, limitée à 16 kilomètres seulement, d'opposer les différences majeures entre sédimentation couvinienne et sédimentation givétienne tout en soulignant à la fois les importantes variations latérales dans le Couvinien et en montrant les situations paléogéographiques les plus contrastées du Givétien. C'est donc dire l'intérêt de cette région où "analogies" et "différences" sont complémentaires d'un étage à l'autre et au sein de chacun d'eux. De ce point de vue il est certain que l'actualisme est à nouveau d'application.

L'ensemble des observations faites au cours de la journée témoigne de la présence au sommet du Couvinien (Formation d'Hanonet) et à l'extrême base du Givétien (partie inférieure de la Formation de Trois-Fontaines) d'une rampe carbonatée présentant un fond incliné, sans ruptures de pentes, uniquement balayé par des courants littoraux superficiels accumulant sous forme de rides allongées le matériel bioclastique, oolithique et péloïdique. Ce n'est qu'en suite que ce fond littoral, initialement hérité du Couvinien, deviendra horizontal par suite de l'accroissement latéral de

la plaine littorale. Il s'agit donc de la structuration de cette rampe en une plate-forme carbonatée d'origine sédimentaire formée par progradation des mégaséquences de remblaiement. C'est bien le développement d'une sédimentation constante à un moment donné qui change la morphologie d'un "bassin" donné, entraînant le passage d'un modèle de sédimentation (rampe terrigène et carbonatée) à un autre (plate-forme carbonatée).

Le mécanisme général marquant en définitive le passage du Couvinien au Givétien correspond probablement à une stabilisation durable du niveau marin. A cette stabilisation correspond également un arrêt de l'arrivée des détritiques terrigènes, favorisant la colonisation du milieu par les organismes constructeurs érigeant des bioconstructions généralement de faible relief et diachroniques.

La stabilisation du niveau marin dès la base du Givétien permet ensuite aux mécanismes de subsidence d'orienter la sédimentation suivant les composantes locales. Ces mécanismes deviennent ensuite prépondérants et conditionnent entièrement l'évolution de ce qui est devenu, au terme de l'accrétion littorale, une plate-forme carbonatée. L'absence de variations importantes du niveau marin au cours du Givétien ne fait que renforcer l'influence des mécanismes précédents, la sédimentation se faisant alors dans des milieux de plus en plus restreints sur l'ensemble de la plate-forme.

L'ensemble de ces données nous indique clairement que la base du Calcaire de Givet est diachronique dans toute la région parcourue. Dans le but de mieux caractériser la nature de ce diachronisme, l'étude des macrofaunes coralliennes et des microflores algaires associées aux couches de passage du Couvinien au Givétien pourrait s'avérer d'une grande utilité. En relation probable avec ce problème, il faut rappeler que la Formation d'Hanonet n'est qu'un faciès latéral des masses crinoïdiques, souvent même récifales, si développées à Wellin de part et d'autre de la limite Couvinien-Givétien. Celles-ci feront prochainement l'objet d'une publication commune dans laquelle nous décrirons notamment les changements d'épaisseur et de faciès très rapides qui affectent la base du Calcaire de Givet dans les carrières du Fond des Vaux.

BIBLIOGRAPHIE

- BOULVAIN, F. (1985) - Etude sédimentologique des calcaires laminaires du Givétien du Bassin de Dinant (Belgique). Mémoire inédit D.E.A. Pétr.-Min. Université de Paris XI-Orsay.
- BULTYNCK, P. & GODEFROID, J. (1974) - Excursion G. *Guidebook Int. Symp. on Belgian micropaleontological limits from Emsian to Viséan*, Namur 1974 edited by J. BOUCKAERT et M. STREEL.
- COEN, M., BULTYNCK, P. & PEL, J. (1974) - Excursion E. *Guidebook Int. Symp. on Belgian micropaleontological limits from Emsian to Viséan*, Namur 1974 edited by J. BOUCKAERT et M. STREEL.

- COEN, M. (1977) - La klippe du Bois Niau. *Bull. Soc. belge Géol.*, 86, 41-44.
- COEN, M. (1985) - Ostracodes du Givétien de l'Ardenne. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, 32.
- DELFAUD, J. (1975) - Typologie scalaire des séquences sédimentaires en fonction du milieu de dépôt. *Bull. Soc. Géol. France*, 7e série, 16, n° 6, 643-650.
- DELVAUX DE FENFFE, D. (1985) - Géologie et tectonique du parc de Lesse et Lomme au bord sud du Bassin de Dinant (Rochefort, Belgique). *Bull. Soc. belge Géol.*, 94, 81-95.
- GODEFROID, J. (1968) - Contribution à l'étude du Couvinien entre Wellin et Jemelle (bord sud du Bassin de Dinant). *Mém. in quarto Cl. Sc. Acad. R. Belg.*, 2e série, XVII, 3.
- HARDIE, L.A. (1977) - Sedimentation of the Modern Carbonate Tidal Flats of Northwest Andros Island, Bahamas. *John Hopkins Univ. Stud. Geol.*, 22, 12-49.
- LECOMPTE, M. (1939) - Les Tabulés du Dévonien moyen et supérieur du bord sud du Bassin de Dinant. *Mém. Mus. R. Hist. Nat. Belgique*, 90.
- MAMET, B. & PREAT, A. (1982) - *Givetianella tsienii*, une Dascycladacée nouvelle du Givétien de la Belgique. *Bull. Soc. belge Géol.*, 91, 209-216.
- MAMET, B. & PREAT, A. (1983) - *Resteignella resteignensis*, une Phylloïde nouvelle du Givétien de la Belgique. *Bull. Soc. belge Géol.*, 92, 293-300.
- MAMET, B. & PREAT, A. (1985) - Sur quelques Algues Vertes du Givétien de la Belgique. *Rev. Micropal.*, 28, n° 1, 67-74.
- MAMET, B. & PREAT, A. (1986) - Algues givétiennes du bord sud du Bassin de Dinant et des régions limitrophes. *Ann. Soc. belge Géol.*, 109, 2, (sous presse).
- PREAT, A., COEN-AUBERT, M., MAMET, B. & TOURNEUR, F. (1984) - Sédimentologie et paléocéologie de trois complexes récifaux du Givétien inférieur de Resteigne (bord sud du Bassin de Dinant, Belgique). *Bull. Soc. belge Géol.*, 93, 227-240.
- PREAT, A. & TOURNEUR, F. (1984) - Dynamique sédimentaire de deux complexes récifaux du Givétien Inférieur du bord sud du Bassin de Dinant (Belgique). *Abstract 5e Congrès Européen de Sédimentologie*, Marseille.
- PREAT, A. (1985a) - Etude lithostratigraphique et sédimentologique du Givétien belge (Bassin de Dinant). Thèse de doctorat inédite déposée à l'Université libre de Bruxelles.
- PREAT, A. (1985b) - Beach-rocks associated with Lower Givetian reefal sequences of the south border of the Dinant Basin (Belgium, France). *Symp. on Modern and Ancient Clastic Tidal Deposits*, Utrecht, 26-28 August 1985, 106-108.
- PREAT, A. & BOULVAIN, F. (1986) - Les calcaires laminaires du Givétien Inférieur du Bassin de Dinant : témoins paléogéographiques et paléoclimatiques. *Ann. Soc. Géol. Nord* (sous presse).

- SHINN, E.A. (1983) - Birdseyes, Fenestrae, Shrinkage pores and Loferites : a Reevaluation. *J. Sediment. Petr.*, 53, 619-628.
- TAYLOR, J.M. & ILLING, L.V. (1969) - Holocene intertidal calcium carbonate cementation, Qatar, Persian Gulf. *Sedimentology*, 12, 69-107.
- TOURNEUR, F. (1985) - Contribution à l'étude des Tabulés du Dévonien moyen de la Belgique. Thèse de doctorat inédite déposée à l'Université Catholique de Louvain.
- TSIEN, H.H. (1969) - Contribution à l'étude des Rugosa du Couvinien de la région de Couvin. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, XXV.
- WEMAERE, I. (1985) - Etude sédimentologique et paléocéologique du Couvinien supérieur de la région de Couvin à Wellin (bord sud du Bassin de Dinant). Mémoire inédit déposé à l'Université libre de Bruxelles.
- WILSON, J.L. (1975) - Carbonate Facies in Geologic History. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.