

Bull. Soc. belge de Géologie	T. 90	fasc. 3	pp. 157-173	Bruxelles 1981
Bull. Belg. Ver. voor Geologie	V. 90	deel 3	blz.157-173	Brussel 1981

L'ETUDE DES «RECIFS ROUGES F2J» EN BELGIQUE (JUSQU'EN 1970)

par Francis TOURNEUR (*)

Notre intention n'est pas de dresser une liste exhaustive des études qui ont trait aux "récifs rouges", mais plutôt de relever dans quelques-unes de ces études, à côté de certaines conclusions qui nous font aujourd'hui sourire, des observations qui par leur justesse sont encore d'un grand intérêt, d'autant plus que la fermeture et le remblayage de nombreuses carrières ont fait disparaître beaucoup de points d'observation.

PRECURSEURS.

Dans la première moitié du XIX^{ème} siècle, Omalius d'Halloy et André DUMONT (cités par MAILLIEUX, 1926) avaient été frappés lors de leurs travaux de cartographie par l'allure bizarre qu'avaient les roches paléozoïques de Belgique : à la place de bancs bien réguliers, ils observaient des renflements isolés qui troublaient la continuité des calcaires dévoniens et carbonifères.

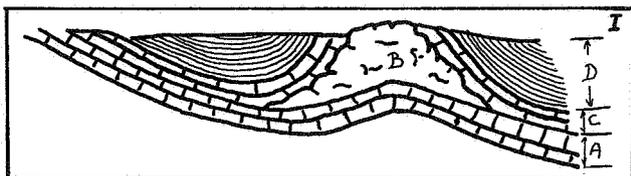
Gustave DEWALQUE fut parmi les premiers, dès 1863, à voir dans ces formations particulière une origine organique : il parle à propos des amas de marbre rouge de "récifs de polypiers, qui se sont développés sur le fond de la mer où se déposaient les "schistes" (cité par MAILLIEUX, 1926).

EDOUARD DUPONT.

Ces théories seront confirmées et développées par Edouard DUPONT dans une série d'articles (1881, 1882, 1885, 1892). Il reconnaît à la plupart des calcaires primaires de Belgique une origine organique. Dans le cas du Dévonien, l'allure lenticulaire des formations carbonatées et l'abondance des organismes - observables seulement en plaques minces ou sur les surfaces altérées - indiquent clairement que l'on se trouve en présence de "récifs coralliens". DUPONT distingue deux types de calcaires dévoniens (et aussi carbonifères) : les calcaires "construits" et les calcaires "détritiques" (ou "sédimentaires"). Comme dans les récifs actuels, les calcaires paléozoïques sont composés essentiellement de squelettes de coraux et d'une boue calcaire, constituée principalement

(*) Aspirant au F. N. R. S., Université Catholique de Louvain, Laboratoire de Paléontologie - Institut de Géologie Mercator, 3, place Louis Pasteur B-1348 Louvain-la-Neuve.

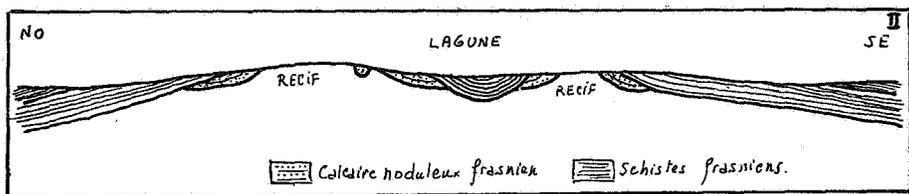
de menus débris organiques; c'est la proportion relative de ces deux éléments qui détermine le type de roche présent (DUPONT, 1882).



- I. Schéma des relations stratigraphiques entre le Givetien et le Frasnien :
- A. Calcaire givetien;
 - B. Calcaire construit frasnien;
 - C. Calcaire noduleux frasnien;
 - D. Schistes noduleux frasnien.
- (d'après E. DUPONT, 1892, p. 187).

DUPONT a été visiblement enthousiasmé par les théories séduisantes de DARWIN (1874) qu'il veut absolument appliquer à ses observations sur le Frasnien : un terrain privilégié à cet égard lui paraît le Massif de Philippeville, rebaptisé à cette occasion "Atoll de Philippeville" (1882). Toutes ses interprétations reposent néanmoins sur une supposition erronée : il pense que les effets des bouleversements post-houillers" (1892) ont été négligeables dans la région envisagée et que par conséquent, les roches se présentent de nos jours dans une disposition géographique quasi semblable à celle qu'elles avaient au Frasnien (conservation des "rapports primitifs", etc... 1892). En se basant sur cette hypothèse et sur une cartographie précise, il compare les récifs étudiés par Darwin à ceux de la région de Philippeville et parvient à la conclusion qu'ils sont exactement du même type (ce qui est pour lui une preuve éclatante de la "persistance des lois organiques à travers l'histoire de la Terre", 1882). Il pense reconnaître dans les affleurements du Frasnien les dispositions diverses rencontrées dans le Pacifique actuel : formes en atoll annulaire "ceinture continue avec des étranglements et des renflements, brusques et fréquents", 1881), récifs barrières et récifs frangeants.

Grâce à ces principes uniformitaristes, DUPONT estime qu'une reconstitution paléogéographique est aisée, puisque les plissements sont supposés négligeables : l'atoll corallien se serait installé sur un plateau sous-marin ondulé peu profond (car les coraux du Paléozoïque devaient, comme les espèces actuelles apparentées, être strictement limitées dans leur répartition bathymétrique); autour de ce haut-fond se trouvaient des fosses considérables, au vu des quantités impressionnantes de sédiments qu'il a fallu pour les combler. Les conclusions paléoécologiques s'imposent d'elles-mêmes : les coraux ne pouvaient se développer que dans des conditions favorables de température, de profondeur et de limpidité des eaux. Une conséquence directe de cette dernière exigence est d'ordre stratigraphique : tous les récifs du Frasnien se sont formés à la même époque et l'ensemble des schistes et calcaires impurs leur est strictement postérieur (puisque les coraux n'auraient pas pu supporter la turbidité résultant de ces apports terrigènes). Toutefois, on doit constater une grande similarité entre les faunes "conchyliologiques" de ces calcaires et schistes, qui les a fait ranger dans un même étage (à *Rhynchonella cuboides*, 1885).



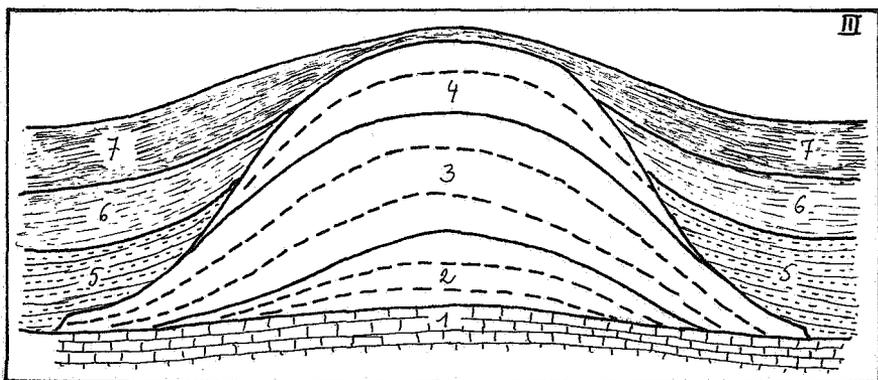
II. Coupe schématique de l'"Atoll de Roly".
(d'après E. DUPONT, 1882, planche 2).

En ce qui concerne plus précisément les "récifs rouges", DUPONT (1882) les décrit comme de petits amas tumuliformes, non stratifiés, de taille souvent inférieure aux autres récifs; leurs parois très irrégulières ont souvent de fortes pentes, avec parfois même des excavations et des surplombs (1892). Ils sont constitués d'une pâte calcaire rouge avec des coquilles, des crinoïdes, des *Alveolites*, des *Acervularia*, entre autres polypiers, et des *Stromatactis*; c'est DUPONT (1885) qui définit pour la première fois ces structures, décrites comme suit : "une série de bandes concentriques à surface rugueuse dont le tissu blanchâtre et chatoyant au polissage est très finement rayonné dans un sens perpendiculaire". Il les considère comme des organismes apparentés aux stromatopores, dont seuls les caractères externes ont été préservés, malgré le remplacement du squelette par de la calcite cristalline; ceci permet de ranger les calcaires à *Stromatactis* parmi les calcaires construits. DUPONT constate que ces marbres rouges se présentent sous deux modes de gisements différents : ils forment des tertres isolés ou sont la base de masses construites grises plus importantes, les récifs à *Pachystroma*, dont ils constituent le soubassement ordinaire (1885). De ces observations, il déduit que les récifs rouges et les récifs gris ont été construits par des "coraux différents et à des profondeurs différentes" (1892) et que les récifs rouges ne constituent que le premier stade de développement d'un récif normal ("premier degré, phase inachevée de l'action corallienne générale", 1892); aussi, dans le cas de tertres rouges isolés, on se trouverait en présence de récifs qui n'ont jamais pu atteindre les conditions optimales de développement dans les eaux superficielles et qui sont restés à un stade peu évolué.

FERNAND DELHAYE.

Fernand DELHAYE a publié les résultats de ses importants travaux sur les récifs rouges en cinq articles (1907, 1908, 1913a et b, 1932). Les "marbres rouges", composés de coraux constructeurs dans une pâte corallique rouge (cette couleur, due à l'obligiste, serait d'autant plus prononcée que le calcaire s'est formé à des profondeurs plus grandes), se présentant sous la forme de lentilles "concavo-convexes à contour circulaire ou elliptique, ... de dimensions très réduites" (1908). Cette morphologie pourrait être due à l'établissement d'une surface d'équilibre entre l'action destructrice des vagues et le pouvoir constructeur des organismes (1908). On remarque souvent un passage en continu du calcaire massif aux schistes noduleux par l'intermédiaire de calcaires à nodules (1913). D'autre part, si les organismes ont joué un rôle très important dans la formation de ces récifs, ils n'en constituent que rarement et très localement la charpente, car la majeure partie de la masse est formée par la boue calcaire provenant de l'abrasion des organismes. Il suppose qu'un durcissement rapide de cette boue calcaire aurait permis le maintien du relief au cours du dépôt (1913).

On peut distinguer dans le développement de la plupart des récifs cinq zones d'accroissement - de forme sensiblement semblable, avec simplement une augmentation de la pente des flancs; ces zones sont séparées par des surfaces qui marquent des périodes de repos dans la croissance du récif (1908). L'extrême base est caractérisée par la présence d'*Acervularia* et d'*Alveolites* aux formes très régulières, indiquant un milieu très calme. Ces coraux construisent un petit mamelon schisteux qui, dès qu'il atteint la zone d'action des vagues, permet la croissance du récif par la création de conditions favorables. Le récif proprement dit commence par un niveau inférieur rouge, dont les organismes, moins réguliers, indiquent un milieu assez calme, et qui renferme des "concrétions de calcite" (1908) - ce sont les *Stromatactis* de DUPONT - disposés en rangées parallèles. Vient ensuite le niveau moyen, gris à rose, qui montre une extension latérale plus importante, où les constructeurs, branchus, sont plus rares et les coquilles plus abondantes. DELHAYE interprète cette partie comme s'étant formée près de la surface de la mer, avec des périodes d'émersion (dont on retrouve la trace dans de profondes poches de dissolution, remplies de coquilles ou de brèche (1913)) (1908). Le niveau supérieur rouge ressemble assez au niveau inférieur, si ce n'est que les organismes, plus abondants, y sont moins réguliers et les *Stromatactis* plus rares. Enfin, la vie corallienne subsiste quelque temps après le début de l'envasement, ce qui explique le niveau de schistes riches en organismes qui surmontent le récif et souvent se sont éboulés sur ses flancs. Ces cinq zones, qui constituent la succession idéale dans le développement des récifs, ne sont pas toujours présentes, par suite des conditions locales différentes, et on ne les retrouve pratiquement que dans quelques récifs importants du Massif de Philippeville (1913).



III. Coupe théorique d'un récif complet de marbre rouge :

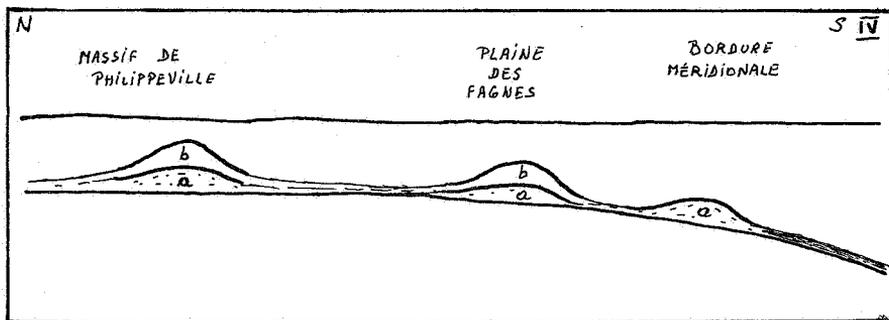
1. Schistes noduleux à *Acervularia* et *Alveolites*;
2. Niveau inférieur (calcaire rouge-brun);
3. Niveau moyen (calcaire rose à gris);
4. Niveau supérieur (calcaire rose à rouge-brun);
5. Schistes avec nombreux polypiers;
6. Schistes de Fragne;
7. Schistes de Matagne.

(d'après F. DELHAYE, 1908, p. B.248).

DELHAYE (1913a) a particulièrement étudié les passées schisteuses à l'intérieur des récifs, que les carriers appellent "terrasses". Parmi celles-ci; il distingue deux types : celles qui correspondent à des arrêts de la croissance récifale ayant permis des dépôts argileux et celles qui seraient dues à l'action destructrice des fortes tempêtes; il voit dans ces dernières une preuve de l'action des vagues, dont il tirera des conclusions paléocéologiques.

Celles-ci apparaissent évidentes pour DELHAYE (1908) : les récifs ont commencé leur développement dans une zone relativement peu profonde (limitation bathymétrique des coraux, supposés tolérant à la boue, et action des vagues présente à tous les niveaux); les mouvements du sol et l'édification de la masse récifale les auraient amenés ensuite dans une partie plus superficielle (action des vagues plus marquées dans les niveaux gris moyens), avant que la profondeur augmente à nouveau par un "basculement". Cette augmentation de profondeur a "noyé" le récif en l'entraînant dans des conditions inhospitalières; c'est alors qu'à commencé l'envasement, d'abord par les schistes à *Spirifer pachyrhynchus*, suivis des schistes de Matagne (qui indiquent par leur faune et leur lithologie un milieu calme et plus profond).

La répartition actuelle des récifs frasniens permet de se faire une idée de leur disposition ancienne : DELHAYE (1913) imagine une longue plate-forme sous-marine, qui s'approfondit vers le sud suivant une ligne jalonnée par les petits récifs du bord méridional du Bassin de Dinant. Le phénomène corallien a connu son plus grand développement dans les Massifs de Philippeville et de Rance, alors que les récifs méridionaux de la bande Trélon-Beauraing sont limités au niveau rouge inférieur à *Stromatactis*; en outre, ces derniers récifs se seraient développés plus tardivement que ceux du Massif de Philippeville, et seraient l'équivalent stratigraphique du niveau gris moyen de ces récifs.



- IV. Schéma des conditions bathymétriques du bord sud du bassin de Dinant vers la fin de la formation du niveau moyen des récifs de calcaire rouge :
- a. niveau inférieur rouge;
 - b. niveau gris
- (d'après F. DELHAYE, 1913b, p. B484).

DELHAYE (1907) remarque l'importance de la tectonique dans la région : au Frasnien, le seuil d'approfondissement de la mer correspondait avec une ligne structurale hercynienne; cette limite de plate-forme continentale devait être une zone de disloca-

tion, car on observe parfois dans les récifs de profondes fissures dont le remplissage indique qu'elles sont contemporaines du développement récifal, et qui ne peuvent avoir été créés que par des mouvements sismiques violents (1932). Les plissements de la fin du Primaire expliquent la disposition particulière des récifs rouges et des schistes environnants : dans les dépôts argileux déformables, les récifs se comportent comme de simples nodules et leurs mouvements peuvent être importants. De plus, la compaction et les réactions aux poussées à l'interface calcaire-schistes font que les relations originelles entre les récifs et les schistes sont souvent difficiles à reconnaître (modification de l'inclinaison initiale, stries de glissement à la surface). Enfin, on pourrait supposer, comme GOSSELET l'avait déjà fait, que certains récifs intercalés dans les schistes de Matagne se trouvent en position anormale, bien que des mouvements d'une telle ampleur soient difficilement explicables dans ce cas.

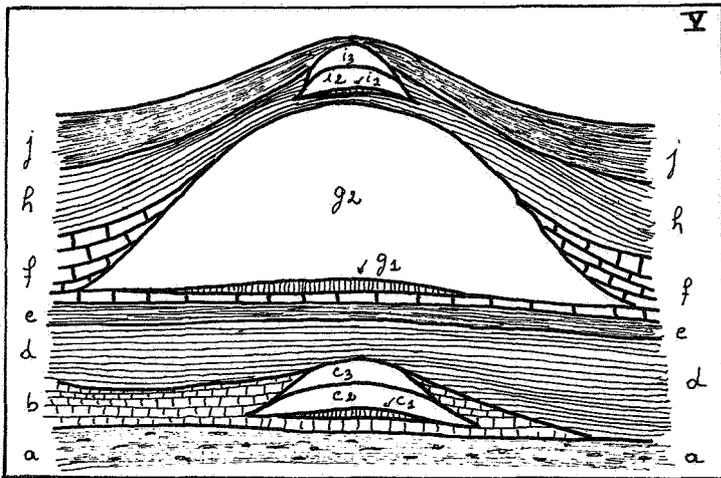
JULES HARROY.

Une contribution intéressante de J. HARROY paraît en 1910. HARROY partage en général les opinions de DELHAYE (1908) quant à la genèse des récifs rouges mais apporte quelques idées originales. Il ne reconnaît pas de zonation zoologique verticale dans les masses récifales et pense que la diversité de couleurs observée (rouge et gris) pourrait être due à une circulation différente d'eaux oxydantes; ces mêmes eaux auraient fourni la calcité nécessaire aux concrétions observées (s'agit-il des *Stromatactis* de DUPONT ?). C'est aussi le passage d'eaux calcaires, mais avant l'envasement, qui aurait permis la consolidation des récifs. Ces récifs ont eu à subir des plissements intenses, auxquels ils ont réagi diversement (bombements, failles, ...). Enfin, en ce qui concerne les terrasses, HARROY les distingue suivant la couleur des schistes, verts ou noirs; il n'est pas de l'avis de DELHAYE (1908) pour les terrasses à schistes noirs : il y verrait plutôt une accumulation de particules argileuses contenues dans le calcaire et peut-être concentrées lors d'une dissolution.

EUGENE MAILLIEUX.

E. MAILLIEUX a consacré de nombreux travaux au Frasnien de l'Ardenne, et il s'est surtout intéressé aux problèmes stratigraphiques posés dans cette région fortement tectonisée; il a étudié et employé dans cette intention la paléontologie. En 1913 a et b, il critique sévèrement les positions d'E. DUPONT (1882) (y compris les limitations bathymétriques pour la vie des coraux, qui ne peuvent être comparés aux coraux actuels puisqu'ils appartiennent à des phylum différents, 1922), mais approuve complètement les conclusions de F. DELHAYE (1908, 1912) en insistant davantage sur le rôle important des coraux (1913a). Pour ce qui concerne les *Stromatactis*, MAILLIEUX (1913a) leur reconnaît une origine organique (qu'il croit confirmée par la présence de "matières charbonneuses"), mais ne croit pas que ces organismes mous aient pu contribuer directement à l'édification des récifs; la préservation de ces formes pourrait être due à un durcissement rapide de la boue coralligène, dû à des causes d'ordre physiologique ou chimique (1913a). Toutefois, il semble que E. MAILLIEUX changea par la suite d'avis sur ces structures, qu'il dit "d'origine purement minérale" (1922).

MAILLIEUX distingue par leurs lithologie, morphologie et paléontologie deux types essentiels de récifs (1913a) : les récifs gris à stromatopores et les récifs rouges à *Stromatactis*; parmi ces derniers, on peut reconnaître d'après leurs positions



- V. Schéma transversal des trois niveaux récifaux frasniens :
- a. Schistes à *R. neptuni* (F2c);
 - b. Calcaire à *P. brevirostris* (F2c);
 - c. Récif à *Phacellophyllum* (F2d) - c1 phase initiale, c2 niveau inférieur, c3 niveau moyen;
 - d. Schistes à *L. formosus* (F2e);
 - e. Schistes à *C. megistana* (F2f);
 - f. Calcaire gris stratifié (F2g);
 - g. Récif à *Pachystroma* (F2h) - g1 phase initiale, g2 récif proprement dit;
 - h. Schistes à *S. pachyrhynchus* (F2i);
 - i. Récif à *Acervularia* (F2j) - i1 phase initiale, i2 niveau moyen, i3 niveau moyen;
 - j. Schistes à *B. palmata* (F3b).
- (d'après E. MAILLIEUX, 1913, p. 95).

stratigraphiques les récifs à *Phacellophyllum* des schistes à *Receptaculites neptuni*, ceux à *Acervularia* des schistes à *Spirifer pachyrhynchus*, et ceux en partie compris dans les schistes de Matagne, à *Buchiola palmata* (1913a). Les schistes à *Spirifer pachyrhynchus* sont nommés F2i et les récifs qui leur sont contemporains, F2j : ils sont définis comme des "récifs de calcaire rouge à *Stromatactis* et *Acervularia* " (1913b).

E. MAILLIEUX tente d'intégrer l'ensemble de ses observations sur le Frasnien en proposant une reconstitution des variations de conditions - essentiellement de profondeur - à cette époque (1913a); ces variations de profondeur peuvent avoir essentiellement deux causes : l'accumulation de sédiments ou les mouvements d'oscillation du fond de la mer, qui créent momentanément et localement un environnement favorable au développement des organismes constructeurs de récifs (1925). Toutefois, la profondeur s'accroît brutalement et rapidement à la fin du F2j (où elle était assez faible), pour aboutir aux conditions "nettement bathyales" qui caractérisent le dépôt des schistes de Matagne. Il constate en 1914 que généralement les récifs des trois niveaux F2d, F2h et F2j se trouvent superposés l'un au dessus de l'autre (comme c'est le cas par exemple au Tienne du Village, à Frasné), ce qu'il propose d'expliquer par le maintien des conditions favorables au développement récifal, grâce aux hauts-fonds subsistant à l'emplacement des récifs précédents (par la compaction différentielle).

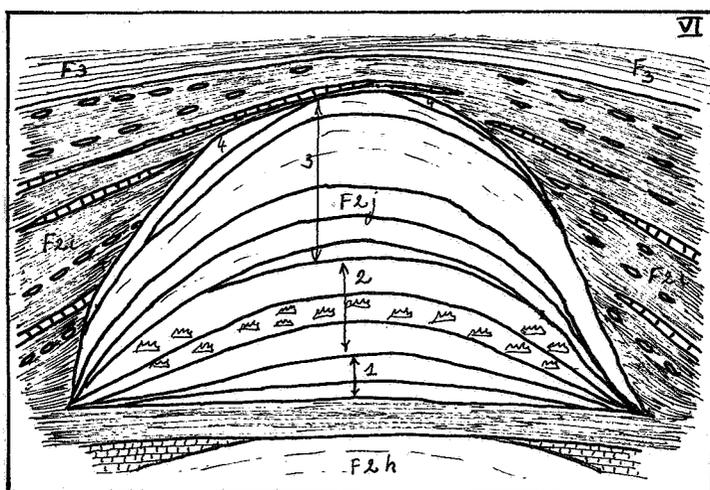
P. DUMON a suivi pendant longtemps l'évolution de la carrière de Petit-Mont, à Vodelée, en tant qu'ingénieur-géologue. De plus, il a recueilli les notes inédites de F. DELHAYE; c'est donc dans la lignée de celui-ci qu'il poursuivra ses études.

Il préfère nommer les formations F2j "biohermes", plutôt que "récifs", car ce dernier terme fait trop penser à des coraux, peu importants dans le cas qui concerne. Ces biohermes sont formés de plusieurs zones différentes (cf. DELHAYE, 1912) qui sont dues à des conditions de formation changeant au gré de la subsidence.

P. DUMON (1927) décrit les différents constituants organiques des "biohermes" et leurs importances respectives : d'abord, les polypiers (tétracoralliaires et tabulés), ensuite, les "*Stromatactis*" (dont l'origine organique est douteuse, mais qui peuvent constituer un volume important de la roche); les céphalopodes et les bryozoaires; les crinoïdes peuvent former des amas considérables; les algues sont présentes mais apparemment peu nombreuses.

P. DUMON (1957) a parfois constaté des variations semblables aux différentes zones verticales du bioherme à l'intérieur d'un même niveau "horizontal" : au Hautmont (Vodelée), le calcaire gris ("Royal") passe latéralement à du calcaire rouge ("Griotte") supposé contemporain, ce qui prouve, d'après DUMON, que le calcaire rouge s'est formé à des profondeurs plus grandes que le calcaire gris. Le bioherme a été recouvert par les schistes F2i et par les schistes de Matagne, interprétés comme une formation néritique profonde (plutôt que d'environnement "bathyal", MAILLIEUX, 1913).

La forme générale de ces biohermes serait en "cloche" (DUMON, 1957), plutôt qu'en "chapeau de gendarme" (comme le pensait DELHAYE) et l'on peut observer de petites indentations de calcaire dans les schistes environnants. Toutefois, les contacts entre le bioherme et les schistes sont souvent anormaux (stries de glissement, ...) par suite de la compaction différentielle et de l'action



VI. Le gisement de marbre rouge du Petit Mont à Vodelée :
 1. stade préliminaire;
 2. griotte inférieure (avec *Stromatactis*);
 3. stade royal;
 4. griotte supérieure.
 (d'après P. DUMON, 1932, 1957, 1964).

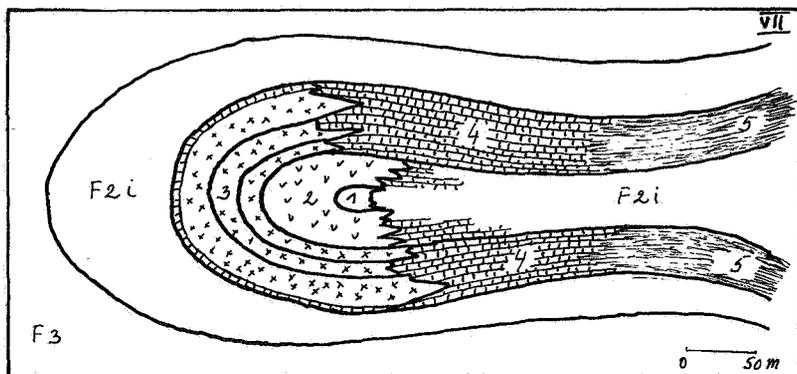
de la tectonique. Celle-ci peut expliquer les irrégularités de morphologie du bioherme, à moins qu'elles ne soient le résultat d'une érosion contemporaine de la formation du bioherme (car DUMON pense que les "récifs rouges" auraient pu se former "jusque fort près de la surface de la mer", 1937).

Deux problèmes ont plus particulièrement intéressé DUMON : les terrasses et l'induration du calcaire. Les terrasses sont sans doute dues à des arrêts localisés de l'activité organique sur le bioherme et ne peuvent être attribuées entièrement à des stylolithes, parce qu'elles contiennent des organismes calcaires conservés; il se peut toutefois que ces joints schisteux aient été des endroits de stylolithisation préférentielle (celle-ci restant très limitée). Plusieurs arguments sont avancés en faveur d'un durcissement rapide de la boue calcaire après le dépôt : d'abord, la présence de profondes fissures, remplies de sédiments contemporains de la formation du bioherme et qui traversent parfois toute la masse récifale; ensuite, la conservation de la morphologie extérieure des *Stromatactis*, si l'on suppose à ceux-ci une origine organique ("organismes mous" envasés); enfin, la préservation du relief d'une telle masse au moment de la sédimentation ne peut se concevoir que si un durcissement précoce du calcaire a permis une "résistance aux courants marins possibles" (DUMON, 1957).

Paul DUMON a établi une carte générale des récifs rouges F2j en Belgique : on peut estimer leur nombre total à environ deux cents. Ils sont limités au Bassin de Dinant et sont plus fréquents dans la partie méridionale de celui-ci; ils connaissent un développement maximal dans la région de Neuville.

CONTRIBUTIONS DIVERSES.

F. KAISIN (1927) aborde le sujet des "récifs" dans son étude sur les calcaires de Belgique et fait remarquer le double rôle joué par les organismes qui peuvent construire les édifices récifaux, mais aussi contribuer à l'édification en augmentant la masse par la simple accumulation de leurs squelettes. Il rappelle aussi



VII. Le récif rouge de Rome (Barvaux) :

1. griotte inférieure;
2. stade royal;
3. griotte supérieure;
4. calcaire crinoïdique;
5. schistes noduleux.

(d'après I. de MAGNEE, 1932, p. 280).

l'importance probable de l'activité bactérienne dans la précipitation de ces énormes quantités de boue calcaire.

I. de MAGNEE (1932) guide la Société Belge de Géologie et la Société Géologique de Belgique lors de la Session Extraordinaire à Barvaux-sur-Ourthe; à cette occasion, il décrit les quelques récifs rouges de cette région et leurs particularités. D'abord, il propose une modification de la stratigraphie de MAILLIEUX pour l'adapter à la région de Durbuy : les récifs rouges sont séparés des schistes F2i par un horizon calcaire noduleux avec du calcschiste noir; celui-ci permet de séparer les schistes F2i des schistes latéraux aux récifs F2j, qui sont baptisés F2k.

Les principaux récifs rouges de cette région (La Jastrée et Rome) offrent une particularité intéressante : l'importance d'un calcaire crinoïdique "noir et stratifié" qui constitue le soubassement et les faciès latéraux des récifs, et se retrouve en lentilles dans le marbre "griotte". Le récif de Rome se présente comme un amoncellement de lentilles récifales surbaissées entièrement entourées de ce calcaire crinoïdique grossier; I. de MAGNEE interprète cette disposition comme le résultat de la lutte entre les organismes constructeurs et l'action nivellatrice des vagues, qui prédominent en alternance. Ce récif a été intensément plissé ("pli diapir") et est entouré par une "faille-enveloppe".

A. MOUREAU (1933), dans une étude du Frasnien de la région Givet-Beauraing, fait remarquer les caractères particuliers des récifs rouges de cette région (particulièrement, ceux de Baronville et de Fromelennes) : l'importance des calcaires crinoïdiques et l'absence complète d'*Acervularia*. D'un point de vue stratigraphique, A. MOUREAU reconnaît une variation latérale dans les schistes F2i, qui sont plus calcaires et plus fossilifères à proximité des récifs; il pense que les niveaux gris des récifs F2j des régions de Givet et de Durbuy sont synchrones. Il estime que les dénominations F2d, F2h et F2j attribuées par MAILLIEUX aux niveaux récifaux de la région de Frasnes sont maladroites, car ces récifs sont indépendants des zones et ne devraient pas être intégrés dans la succession stratigraphique normale du Frasnien moyen; il propose de baptiser les niveaux récifaux respectivement F2w, F2x (pour des récifs intercalés dans F2e), F2y et F2z.

L. DUBRUL (1939), lorsqu'il étudie les variations du Frasnien en Belgique, remarque que les schistes à rares polypiers dans lesquels sont intercalés les récifs rouges F2j passent vers l'Est à un complexe de schistes riches en polypiers et de calcaires coralliens plus ou moins stratifiés. Ces variations de faciès et de faunes sont dues à des différences de profondeur de la mer frasnienne : les récifs indiquent que seuls quelques endroits surhaussés sont favorables à la vie corallienne, tandis qu'à l'Est, de grande étendue présentent des conditions propices aux coraux qui s'étaient en "récifs-barrières".

L. DUBRUL découvre également que le faciès F2i a un âge variable dans les bassins belges et qu'il est plus jeune au bord sud du Bassin de Namur qu'au bord sud du Bassin de Dinant. En conclusion, il propose d'utiliser les notations introduites par MAILLIEUX pour désigner le faciès particulier d'une couche plutôt que dans une signification stratigraphique.

MARIUS LECOMPTE.

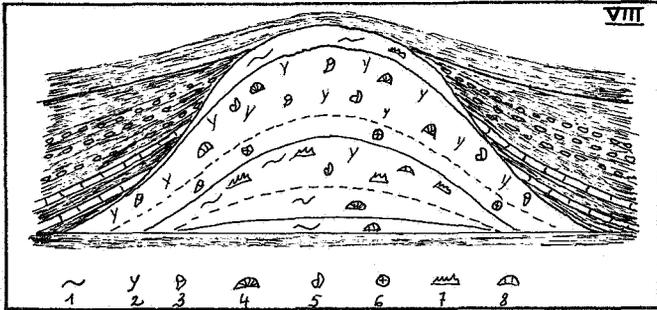
Marius LECOMPTE a consacré la majeure partie de sa vie à l'étude du Dévonien et plus particulièrement au phénomène récifal de cette époque en Ardennes. Les nombreux articles (de 1936 à 1970) qu'il a publiés apportent une contribution essentielle à la compréhension de ces récifs et de leur environnement.

En général, LECOMPTE juge le terme de "récif" trop vague en soi, car il fait penser directement aux récifs actuels, qui sont peu comparables avec les édifices paléozoïques; si on l'emploie, il faut donc le qualifier plus précisément, par exemple, par la nature des organismes présents. LECOMPTE préfère toutefois utiliser les termes de "biohermes" et de "biostromes", qui apportent des précisions sur la morphologie de l'ensemble considéré.

LECOMPTE (1956) a étudié les récifs actuels, en essayant de distinguer les facteurs qui contrôlent leur développement, leur morphologie et les formes de croissance des organismes. Il estime toutefois que ces récifs sont fort influencés par l'association des coraux avec des algues symbiotiques, qui imposent des limitations bathymétriques strictes, et surtout par les variations eustatiques importantes qu'on subies les océans au cours des derniers millénaires (glaciations pléistocènes) et qui ont affecté particulièrement l'environnement des mers péricontinentales. Il est donc illusoire de vouloir comparer étroitement (comme on l'a fait trop souvent) les récifs actuels à leurs "analogues" dévoniens, d'autant plus que les mers relativement peu profondes du Dévonien ne présentaient pas les mêmes caractéristiques que nos plates-formes marines actuelles protégées (1958).

C'est ce qui rend difficile l'étude des récifs anciens; leur approche doit être pluridisciplinaire : il faut faire intervenir la paléontologie, la paléocéologie, la sédimentologie, la stratigraphie et la tectonique. Aussi, pour le Paléozoïque, on ne peut déterminer actuellement avec certitude que les bathymétries relatives (LECOMPTE, 1958) : le mot "bathymétrie" n'implique pas seulement une profondeur, mais aussi d'autres facteurs associés, dont le principal est sans doute la turbidité des eaux (LECOMPTE, 1960). Ces indications nous seront fournies par l'étude des adaptations morphologiques de la macrofaune aux différents milieux, et si la macrofaune est absente, il faudra recourir au microorganismes pour analyser les faciès (LECOMPTE, 1970).

LECOMPTE (1954) décrit les "récifs rouges" comme de petites lentilles subhémisphériques, à base plane ou peu convexe (LECOMPTE, 1956), de taille relativement réduite (100 mètres de diamètre et 75 mètres de hauteur sont les dimensions maximales); elles sont constituées de calottes successives à accroissement rapide au centre, qui ne présentent pas d'épanouissement latéral, car le contact avec les schistes environnants est tranché et l'on n'y remarque pas d'indentations de calcaire dans les faciès latéraux. On peut généralement observer une succession verticale composée de trois phases : la phase inférieure, rouge, est caractérisée par le développement en surface des organismes présents, ce qui indique une décantation argileuse importante; à ce moment, la subsidence était plus ou moins équilibrée par la croissance verticale du récif (LECOMPTE, 1960). La seconde phase, plus claire, montre un caractère plus homogène (1970) : les organismes se développent plutôt en volume (LECOMPTE, 1960) et l'on note la présence de quelques stromatopores lamellaires; ce sont des indices de la proximité de la zone de subturbulence (1970). La troisième phase, rouge et peu épaisse, présente des caractères analogues à ceux de la première zone, avec une plus grande abondance de crinoïdes (LECOMPTE, 1960); elle marque une augmentation de la subsidence qui interrompt la phase de stabilité relative pendant laquelle s'est développée la seconde zone. Il arrive que cette zonation ne soit pas bien marquée, ce que l'on peut interpréter par une subsidence quasi continue, qui maintient pendant tout le développement des conditions équivalentes.

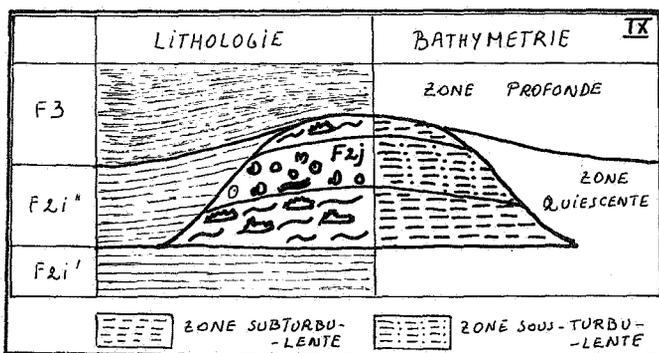


VIII. Coupe d'un bioherme F2j du bord sud du bassin de Dinant :

1. *Alveolites* lamellaires;
 2. Tabulés branchus;
 3. Rugueux solitaires;
 4. *Alveolites* massifs;
 5. Brachiopodes;
 6. *Receptaculites*;
 7. *Stromatactis*;
 8. "*Acervularia*"
- (d'après M. LECOMPTE, 1958b, p. 387).

On peut tirer des conclusions générales sur le milieu de formation : celui-ci était calme et subsident, avec un envasement continu. En effet, les récifs ne se sont pas développés à proximité de la surface de la mer, car ils ne montrent ni caractères séniles (abrasion, preuves d'émergence), ni zonation faunique horizontale. Les eaux n'étaient pas turbulentes, car les constructeurs sont souvent en position de vie et l'on ne trouve ni talus, ni classement des éléments, ni dispersion du sédiment récifal dans l'environnement immédiat. Enfin, on observe de nombreux critères indiquant un milieu calme, situé sous la zone de turbulence et défavorable, en général, au développement d'un récif (c'est pourquoi LECOMPTE traite les récifs rouges de "biohermes avortés", 1958) : la petite taille des organismes constructeurs, la pauvreté en espèces, le contact tranché avec les schistes, la pigmentation rouge due à une décantation continue d'argile. Tous ces caractères pourraient se retrouver en des endroits protégés, mais c'est peu probable, étant donné que l'on est loin du rivage (à peu près 150 km), dans une zone de forte subsidence.

Le seul rapprochement possible (LECOMPTE, 1956) avec des formes récifales actuelles concernaient les "patch reefs" et les "knolls" (que l'on rencontre dans les lagons des atolls), mais il s'agit là d'une simple convergence morphologique due à l'adaptation à des conditions calmes.



IX. Coupe théorique d'un bioherme tronqué.
(d'après M. LECOMPTE, 1970, p. 38).

Un problème qui a particulièrement intéressé LECOMPTE (1937 et 1954) est celui des *Stromatactis*. Leur constance morphologique et la régularité de leur répartition stratigraphique (ils apparaissent toujours dans les mêmes niveaux des récifs) les fait considérer comme d'origine organique : ils pourraient être dus à la précipitation de calcite à l'intérieur de cavités ouvertes dans le sédiment par la décomposition d'algues. Leur rôle dans la construction des récifs est considérable et apparemment actif, car ils représentent souvent un pourcentage volumétrique important de la roche. Toutefois, leur origine incertaine empêche de les utiliser comme indicateurs écologiques.

La stratigraphie des sous-étages F2i et F2j a pu être affinée grâce à l'étude des conodontes (MOURAVIEFF, in LECOMPTE 1967) et on peut désormais subdiviser les schistes en une unité antérieure au développement des récifs (appelée F2i') et une unité contemporaine des récifs (nommée F2i''); la limite est marquée par l'apparition d'*Ancyrognathus triangularis*.

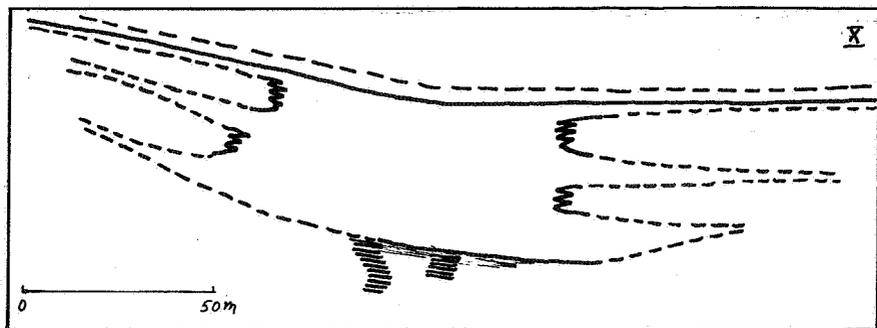
A partir de 1956, LECOMPTE met en évidence le rôle prépondérant de la tectonique dans le développement des récifs. En effet, on obtiendra un bioherme ou un biostrome suivant la position par rapport à la charnière des oscillations, qui détermine la vitesse de subsidence. Cette ligne de flexure migre vers le Nord au cours du Frasnien, provoquant un déplacement dans le même sens de la limite septentrionale des biohermes. Ces oscillations épirogéniques ont commencé au début du Dévonien (LECOMPTE, 1956) et sont liées à l'évolution du Géosynclinal hercynien. De plus, il est probable qu'une grande partie des traits structuraux hercyniens était déjà inscrite dans le bassin lors de la sédimentation (LECOMPTE, 1959). Les directions Est-Ouest les plus marquées correspondent aux Bassins de Namur et de Dinant, mais il ne faut pas négliger l'existence d'aires de subsidence transversales (de direction grossièrement Nord-Sud) : on rencontre d'Est en Ouest le Massif de Stavelot, la fosse de l'Ourthe, le haut-fond de Rochefort, la fosse de Givet, le haut-fond de Couvin et la fosse de l'Artois. On peut facilement extrapoler ce "schéma structural" aux bassins dévoniens du Rheinisches Schiefergebirge. Une circonstance importante pour l'activité récifale (et particulièrement pour le développement des "récifs rouges") est l'activité tectonique du dôme anticlinal de Philippeville au Frasnien (futur "Massif de Philippeville").

M. G. RUTTEN.

M. G. RUTTEN (1956) s'est basé sur les études et publications de LECOMPTE (1954) pour comparer l'évolution du géosynclinal hercynien et le phénomène récifal qui s'y est développé, avec les bassins parallèles houillers du Carbonifère. Il remarque la concordance entre les phases de sédimentation terrigène et les approfondissements du milieu (indiqués par les caractères de la faune); il suppose que ce n'est pas là une coïncidence mais que les périodes de subsidence rapide correspondent par un effet de "tilting" à des surrections du continent situé au Nord, suivies d'une reprise de l'érosion qui constitue la source des matériaux terrigènes. Dans le cas plus précis des F2j, les coraux, qui marquent la phase initiale de construction, prouvent un milieu relativement profond; la partie médiane, avec ses stromatopores lamellaires et ses calcaires détritiques, indique une certaine action des vagues; le récif est surmonté par une mince séquence de calcaires crinoïdiques ou coralliaires. Il ne peut construire assez vite pour compenser la subsidence accélérée et est recouvert par des schistes, dont les "fore-set beddings" prouvent le relief formé par le récif. RUTTEN conclut en remarquant qu'il s'agit essentiellement là de considérations théoriques !

E. van WINKEL.

Dans sa thèse (1964), E. van WINKEL aborde le problème des récifs rouges à propos de la carrière des Bulants (Neuville) et de ses rapports avec la coupe du chemin de fer de Neuville : ses conceptions quant à la genèse de ces récifs rejoignent celles de M. LECOMPTE. C'est une accumulation sédimentaire locale dans la zone quiescente qui a permis, dès qu'elle a atteint le milieu "sous-turbulent", une colonisation corallienne importante. La construction du récif sur ce bombement local s'est effectuée dans un bassin subsident, mais des ralentissements passagers de la subsidence ont permis des expansions latérales du récif. Ces indentations de calcaire dans les schistes environnants sont bien visibles à Neuville. Cette observation constitue une innovation par rapport aux conceptions de M. LECOMPTE, qui supposait un contact tranché entre le calcaire récifal et les schistes latéraux.



X. Le récif rouge F2j des Bulants (Neuville).
(d'après E. van WINKEL, 1964, f. 5).

BIBLIOGRAPHIE.

- DARWIN, C (1874) - The structure and distribution of coral reef. *Second edition*, Smith, Elder and Co, London.
- DELHAYE, F. (1907) - La stratification et la schistosité des schistes argileux au voisinage des récifs de calcaire rouge à *Acervularia* et *Rhynchonella cuboides*. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, v. XXXV, pp. B342-346.
- DELHAYE, F. (1908) - Etude de la formation des récifs de calcaire rouge à *Rhynchonella cuboides* (note préliminaire). *Ann. Soc. Géol. Belg.*, v. XXXV, pp. B343-353.
- DELHAYE, F. (1913a) - Etude de la formation des récifs de calcaire rouge à *Acervularia* et *Hypothyris cuboides* (2ème note). *Ann. Soc. Géol. Belg.*, v. XL, pp. B469-481.
- DELHAYE, F. (1913b) - Sur les relations des schistes de Matagne avec les récifs de calcaire rouge du bord sud du bassin de Dinant. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, v. B481-491.
- DELHAYE, F. (1932) - Les différences de faciès des récifs à "*Acervularia*" de la bande Fromelenne-Trélon et du massif de Philippeville. *Bull. Soc. Belge Géol., Paléont. et Hydrol.*, T. XLII, pp. 86-94.
- DE MAGNEE, I. (1932) - Compte-rendu de la Session Extraordinaire de la Société Géologique de Belgique et de la Société Belge de Géologie, Paléontologie et Hydrologie, tenue à Barvaux-sur-Ourthe, les 16, 17, 18 et 19 septembre 1932. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, v. LV, pp. B251-313.
- DUBRUL, L. (1939) - La stratigraphie et les variations de faciès du Frasnien en Belgique. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, v. LXIII, pp. B299-323.
- DUMON, P. (1929) - Etude du Frasnien en Belgique. *Publ. Assoc. Ing. Ec. Mines Mons*, f. 2, pp. 117-240.
- DUMON, P. (1932) - Compte-rendu de l'excursion du 11 juin 1932 aux carrières de marbre rouge de Vodelée et de Souleme. *Bull. Soc. Belg. Géol., Pal. et Hydr.*, T. XLII, pp. 118-128.
- DUMON, P. (1936) - Note sur un sondage à la carrière du Petit-Mont à Vodelée. *Bull. Soc. Belg. Géol., Pal. et Hydr.*, T. XLVI, pp. 377-379.
- DUMON, P. (1957) - Note sur les marbres rouges de Belgique. *Publ. Assoc. Ing. Fac. Pol. Mons*, fasc. 3, pp. 1-41.
- DUMON, P. (1964) - La géologie des carrières, 2e partie, Chapitre VI : La Carrière du Petit-Mont à Vodelée. *Le Mausolée, Revue des Arts et Techniques des Roches de Qualité*, n 336, 337 et 340.
- DUMON, P., DUBRUL, L. et FOURMARIER, P. (1954) - Le Frasnien, in : FOURMARIER, P. - *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, Liège, pp. 145-216.
- DUPONT, E. (1881) - Sur l'origine des calcaires dévoniens de la Belgique. *Bull. Acad. Royale Belg.*, 3ème série, T. II, pp. 264-280.
- DUPONT, E. (1882) - Le terrain dévonien de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Les îles coralliennes de Roly et de Philippeville. *Bull. Mus. Roy. Sciences Nlles Belg.*, T. I, pp. 89-160.
- DUPONT, E. (1885) - Sur les calcaires frasnien d'origine corallienne et sur leur distribution dans le massif paléozoïque de la Belgique. *Bull. Acad. Royal. Belg.*, "ème série, T. X, pp. 21-38.

- DUPONT, E. (1892) - Les calcaires et schistes frasniens dans la région de Frasne. *Bull. Soc. Belg. Géol., Pal., Hydrol.* - Mém. T. VI, pp. 171-218.
- HARROY, J. (1910) - Les masses de calcaire construit et leur relation avec les schistes qui les environnent. Contribution à l'étude du frasnien. *Ann. Soc. Belg. Géol., Pal., Hydrol.*, T. XXXVII, Mém. pp. 315-336.
- KAISIN, F. (1927) - Contribution à l'étude des caractères lithologiques et du mode de formation des roches calcaires de Belgique. *Mém. Cl. Sc. Acad. Roy. Belg., 2ème Série*; T. VIII, 118 p.
- LECOMPTE, M. (1936) - Contribution à la connaissance des récifs du Frasnien de l'Ardenne. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, T. X, pp. 31-114.
- LECOMPTE, M. (1937) - Contribution à la connaissance des "récifs" du Dévonien de l'Ardenne. Sur la présence de structures conservées dans les efflorescences cristallines du type "Stromatactis". *Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg.*, V. XII - n°15 - 14 p.
- LECOMPTE, M. (1954) - Quelques données relatives à la genèse et aux caractères écologiques des "récifs" du Frasnien de l'Ardenne. *Volume jubilaire Van Straelen*, v. 1, pp. 151-181.
- LECOMPTE, M. (1956) - Quelques précisions sur le problème récifal dans le Dévonien de l'Ardenne et sur le rythme sédimentaire dans lequel il s'intègre. *Bull. Roy. Sc. Nat. Belg.*, T. XXXII, n°21, 38 p.
- LECOMPTE, M. (1958a) - Les récifs dévoniens de Belgique. *Bull. Soc. Géol. de France*, 6ème série, T. VII, pp. 1045-1068.
- LECOMPTE, M. (1958b) - Les récifs paléozoïques en Belgique. *Geol. Rund.*, Bd. 47, n°1, pp. 384-401.
- LECOMPTE, M. (1959) - Le phénomène calcaire dévonien dans le géosynclinal belgo-rhénan. Sa genèse, ses enseignements, ses problèmes. *Revue des Questions Scientifiques*, numéro de juillet 1959, pp. 321-354.
- LECOMPTE, M. (1960) - Compte-rendu de la Session Extraordinaire de la Société Géologique de Belgique et de la Société Belge de Géologie, Paléontologie et Hydrologie, les 27 et 28 septembre 1959. *Bull. Soc. Géol. de Belg.*, V. LXXXIII, 134 p.
- LECOMPTE, M. (1965) - Quelques concepts généraux sur les récifs, résultant de l'étude du Dévonien de Belgique. *La Scuola in Azione, Scuola Enrico Mattei di Studi Superiori sugli Idrocarburi*, San Donato, Milano, n°2.
- LECOMPTE, M. (1968) - Le Dévonien de la Belgique et du Nord de la France. *Int. Symp. Dev. Syst.*, V. 1, pp. 15-51.
- LECOMPTE, M. (1970) - Die Riffe im Devon der Ardennen und Ihre Bildungsbedingungen. *Geologica et Paleontologica*, V. 4, pp. 525-571.
- MAILLIEUX, E. (1908) - Quelques mots sur le récif de marbre rouge de l'Arche, à Frasnes. *Bull. Soc. Belg. Géol.*, T. XXII, pp. 340-344.
- MAILLIEUX, E. (1913a) - Nouvelles observations sur le Frasnien et en particulier sur les paléorécifs de la plaine des Fagnes. *Bull. Soc. Géol., Pal. et Hydrol.*, T. XXVII, pp. M. 67-104.
- MAILLIEUX, E. (1913b) - Quelques mots sur les récifs frasniens de la plaine des Fagnes, entre Nismes et Chimay. *Bull. Soc. Belg. Géol., Pal. et Hydr.*, T. XXVII, pp. 114-125.

- MAILLIEUX, E. (1914) - Nouvelle contribution à l'étude des récifs coralligènes du Frasnien. *Bull. Soc. Belg. Géol., Pal. et Hydrol.*, T. XXVIII, pp. 82-93.
- MAILLIEUX, E. (1926) - Contribution à l'étude du "Massif" de Philippeville. *Bull. Soc. Belg. Géol., Pal. et Hydrol.*, T. XXXVI, pp. 86-112.
- MOUREAU, A. (1933) - La stratigraphie du Givetien et du Frasnien dans la région de Givet-Beauraing. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, V. LVI, pp. B172-194.
- RUTTEN, M. G. (1956) - Devonian Reefs from Belgium : relation between geosynclinal subsidence and hinterland erosion. *Am. Journ. of Sc.*, V. 254, n°11, pp. 685-692.
- van WINKEL, E. (1964) - Contribution à l'étude écologique du Frasnien moyen dans le Bassin de Dinant et au bord sud du Bassin de Namur. *Thèse de doctorat U. C. L. inédite.*

Manuscrit déposé en octobre 1981.

le pétrole vert



une réalité pour Solvay

Pendant combien d'années disposerons-nous de pétrole en quantités suffisantes? Cette question est d'actualité. Et pourtant SOLVAY n'a pas attendu la crise de l'énergie. Depuis 14 ans déjà, ses chercheurs ont mis au point un procédé permettant de fabriquer ses matières plastiques au départ de canne à sucre au lieu de dérivés du pétrole. Au Brésil, ELETRO CLORO, filiale de SOLVAY, produit ainsi 11.000 tonnes/an d'éthylène qu'elle transforme en polyéthylène haute densité ELTEX, ou en polychlorure de vinyle (PVC).

Tirer le meilleur parti des ressources que nous offre la nature, les transformer pour les adapter aux besoins d'un monde en évolution constante, n'est-ce pas le rôle de la chimie?

C'est pourquoi les 2.000 chercheurs de SOLVAY consacrent tant d'efforts à la mise au point des produits et procédés nouveaux qui, demain, contribueront à l'amélioration de la qualité de la vie.

SOLVAY & Cie - Rue du Prince Albert 33 - 1050 Bruxelles



Solvay construit l'avenir