

Bulletin de la Société belge de Géologie Bulletin van de Belgische Vereniging voor Geologie	T. 95 V. 95	fasc. 2 & 3 delen 2 & 3	pp. 151-166 blz. 151-166	Bruxelles 1986 Brussel 1986
--	----------------	----------------------------	-----------------------------	--------------------------------

LA «GRANDE BRECHE» VISEENNE (V3a) DES BASSINS DE NAMUR ET DE DINANT (BELGIQUE) EST PROBABLEMENT UNE BRECHE D'EFFONDREMENT

par B. MAMET (*), Ph. CLAEYS (◇,**))

A. HERBOSCH (**), A. PREAT(***) ,

et Ph. WOLFOWICZ (****).

RESUME. - Il s'agit d'une brèche calcaire massive, épaisse de 30 à 60 mètres, affleurant dans les bassins de Namur et de Dinant. Deux affleurements non tectonisés de "Grande Brèche" viséenne ont été étudiés, l'un à Namur aux "Rochers des Grands-Malades", l'autre près de Dinant dans la vallée de la Molinee, le long de la tranchée de chemin de fer. Dans les deux cas, la brèche est composée de blocs calcaires gris clair à gris noir, de formes anguleuses et de dimensions très variables, de quelques millimètres jusqu'à plus d'un mètre. Ces blocs sont emballés dans un ciment de couleur grisâtre.

L'analyse macroscopique de ces affleurements permet d'observer à différents niveaux des bancs continus d'épaisseur décimétrique, "flottant" dans la brèche. Ces bancs peuvent se suivre sur plus d'une dizaine de mètres et sont en position stratigraphique normale.

Les arguments suivants nous permettent de proposer pour la "Grande Brèche" viséenne un mode de formation par effondrement ("collapse breccia") :

- le passage de la brèche aux bancs stratifiés surincombants est graduel et progressif. Ces bancs stratifiés ont également subi une faible bréchification *in situ*;
- les fragments présentent dans presque tous les cas une forme anguleuse bien nette et un très mauvais classement;

★ "La Grande Brèche viséenne peut être considérée comme le plus obscur problème posé par la pétrographie sédimentaire d'Europe occidentale" (CAYEUX, 1894).

(*) Département de Géologie, Université de Montréal, C. P. 6128, H3C3J7, Montréal, Canada.

(◇,**) Boursier I.R.S.I.A. et

(**) Laboratoires associés de Géologie-Pétrologie-Géochronologie,
Université Libre de Bruxelles, 50, av. F.-D. Roosevelt, B-1050 Bruxelles (Belgique).

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

(****) B. P. Lumbumbashi, Zaïre.

Communication présentée à la réunion organisée conjointement par le GRECO 52 (CNRS, France), la Société Belge de Géologie et le Groupe de Contact de Sédimentologie (Belgique) sur le thème : "Evaporites pré-permiennes en Europe; aspects sédimentologiques, paléogéographiques et structuraux", les 9 et 10 mai 1985 à Bruxelles.

- la présence quasi-systématique de bancs continus "flottant" dans la brèche. Notons en particulier, et au sommet de la brèche située aux Grands-Malades, la présence d'un banc pouvant se suivre sur une quinzaine de mètres et constitué de grainstones à pisolithes et oncolithes à cimentation vadose;
- la présence de sédiments internes (grainstones à péloïdes) entre les blocs de la brèche;
- l'abondance de pseudomorphoses en forme de losanges, de lattes et de carrés, correspondant à d'anciens cristaux de gypse, d'anhydrite et de halite;
- la présence de lutécite;
- l'existence de deux phases de recristallisation dans le microspar et d'au moins trois phases de cimentation phréatique ou vadose;
- l'importance quantitative des faciès supratidaux qui constituent jusqu'à 75 % des sédiments formant les blocs de la brèche;
- l'existence à proximité (Saint-Ghislain) d'importantes masses d'anhydrite, reconnues en sondage dans des niveaux stratigraphiques équivalents;
- l'importance de la dédolomie.

La présence de plusieurs phases de brèchification nous permet de proposer différentes étapes dans le mode de formation de la brèche : l'effondrement est, dans un premier temps synsédimentaire, il se place dans un contexte semi-évaporitique et se poursuit ensuite lors de phases postsédimentaires ou plus tardives.

La plupart de ces arguments nous apparaissent incompatibles avec une origine dynamique.

ABSTRACT. - The "Grande Brèche" (V3a), a 30-to 60 meters massive breccia, composed of rather homogeneous visean limestone blocks, crops out in the Namur and Dinant Basins. The problem of its origin has remained a challenge for over a century. Proposed theories may be classified in two categories; a sedimentary explanation and a dynamic option.

We have studied two untectonized outcrops of the "Grande Brèche" : at the "Grands Malades" in Namur and along the railway trench of the "Vallée de la Malignée" close to Dinant. In both places, the breccia consists of limestone blocks of angular shape and very variable dimensions ranging from a few millimeters to a few meters. The blocks are usually embedded in a grey cement. Occasional continuous beds, "floating" in the breccia are also present. They can be followed over a dozen meters and are in stratigraphic position.

Microscopic study reveals the presence of 11 main microfacies, most of them belonging to the uppermost zone of a carbonate platform with restricted circulation. These microfacies are quite monotonous and often undifferentiable in the field. Seventy-five percent of the sediments belong to a supratidal, confined environment of evaporitic tendency.

A collapse breccia origin is compatible with the following observations :

- the passage from the top of the "Grande Brèche" to the overlying stratified limestone layers is gradual and progressive. These overlying beds seem to have gone through a weak *in situ* brecciation. The same progression also occurs at the bottom of the breccia in Namur;
- the angular shape of the fragments and their very large size range;
- the existence of big, continuous beds "floating" in the breccia. In particular the presence of 15 meters long beds of pisolites-oncolites vadose-cemented grainstones at the top of the breccia in Namur;
- the presence of a few patches of pelletoidal grainstone (sediment) between the blocks;
- the absence of deformed twin-lamellae in the blocks and in the cement;
- the high concentration of lozenge-shaped, lath-shaped and square-calcite or chert pseudomorphs after gypsum, anhydrite and halite;
- the presence of lutecite;
- the existence of two phases of recristallisation among microspar fillings and of at least three phases of phreatic and vadose cementation phases;
- the association with supratidal facies and the presence of laterally equivalent evaporites in subsurface;
- the occurrence of dedolomite.

The existence of two or possibly three phases of brecciation suggests that the collapse could be partly syn-sedimentary in semi-
evaporitic environment, followed by later post-sedimentary phases.

Most of these observations are uncompatible with a dynamic origin.

INTRODUCTION - HISTORIQUE.

L'origine et le mode de formation des brèches viséennes affleurant dans les bassins de Dinant et de Namur (figure 1) ont suscité de vastes polémiques et ont fait couler beaucoup d'encre depuis plus d'un siècle. CAUCHY (1825) et d'OMALIUS d'HALLOY (1842) sont les premiers auteurs à mentionner la présence de ces niveaux bréchiques du Carbonifère. DUPONT (1859) et GOSSELET (1860) constatant ensuite leur présence systématique au même niveau stratigraphique en déduisent une origine sédimentaire. Peu après, BRIART (1894) nie l'équivalence stratigraphique de ces brèches et propose une hypothèse dynamique liée au broyage et au remaniement par failles. Cette dualité d'opinion va se retrouver par la suite chez tous les autres auteurs.

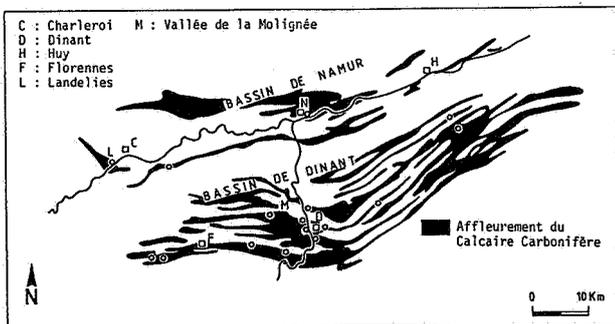


Fig. 1 - Situation géographique et cadre géologique des principaux affleurements de la "Grande Brèche" viséenne des bassins de Namur et de Dinant.

CAYEUX, en 1894, admet une dualité d'origine pour les brèches du Carbonifère franco-belge. Pour BRIEN (1909, 1911), ces niveaux bréchiques sont stratigraphiquement constants dans toute la Belgique, mais avec de légères variations dans la couleur des ciments. Il est partisan farouche d'une origine sédimentaire marine. Quant à DE DORLÉDOT (1900, 1908), il prône lui aussi l'origine sédimentaire de la Grande Brèche Viséenne.

Selon DELEPINE (1912), il existerait deux types distincts de brèches, d'abord la Grande Brèche, grise, massive, sédimentaire et d'âge viséen; ensuite la brèche rouge qui, pour lui, n'occuperait pas partout la même position stratigraphique et qui, à Landelies, serait d'origine sub-aérienne et d'âge tertiaire. De même pour ANTHOINE (1922), la Grande Brèche de Landelies n'est pas interstratifiée dans le Viséen et serait postérieure au plissement hercynien de nos régions.

Si la plupart des géologues du début du siècle sont en faveur d'une origine sédimentaire, leurs hypothèses diffèrent néanmoins fortement les unes des

autres tant par le mode de formation, le processus d'accumulation, la position stratigraphique, etc..., de sorte que les mécanismes à l'origine de ces niveaux bréchiques restent fondamentalement mal compris ou très imprécis.

D'après les études de KAISIN (1922, 1935, 1942), les brèches grises et rouges sont lithologiquement équivalentes, d'origine sédimentaire marine et d'âge viséen. En accord avec cette hypothèse, BOURGUIGNON (1951) envisage un bombement lié à une phase de déformation préhercynienne, entraînant un plissement en masse des débris. Les particules les plus fines ont pu jouer le rôle de lubrifiant en facilitant le transport. Selon cet auteur, la Grande Brèche Viséenne est toujours stratigraphiquement comprise entre les bancs parfaitement stratifiés du V2b et du V3b.

En 1972, PIRLET reprend le problème et réfute cette théorie. Pour lui, la Grande Brèche viséenne est d'origine dynamique et constitue un olistostrome formé d'éléments de plusieurs assises du Viséen supérieur et même du Namurien, fracturés et broyés par le glissement d'un vaste olistolithe. Il base partiellement sa théorie sur la présence au sein de la brèche de blocs dont l'étude micropaléontologique des Foraminifères (PIRLET, 1972) donne des âges viséens tout à fait supérieurs et namuriens.

MAMET (1974) conteste l'interprétation de cette zonation micropaléontologique. Pour lui, la plupart des Foraminifères décrits sont à répartition large dans le Viséen et ne peuvent donc pas qualifier de façon univoque le Viséen supérieur ou le Namurien. Il note toutefois l'évidence dans la Brèche de Florennes d'une "faune de passage entre *Neoarchaediscus* et *Asteroarchaediscus*" référable à *Neoarchaediscus parvus* (RAUZER-CHERNOUSSOVA, 1948). La première apparition de ce taxon souligne le V3b, c'est-à-dire des couches qui stratigraphiquement sont plus jeunes que la Grande Brèche.

Depuis lors, aucun travail n'a été consacré à cette intéressante question. Citons cependant tout récemment l'étude de JACOBS *et al.* (1982) qui proposent un modèle de brèche de dissolution et d'effondrement pénécemporain pour la genèse de la Brèche de l'Ourthe (Viséen inférieur). Mentionnons enfin la découverte en 1976 d'importantes formations d'anhydrite dans le sondage de Saint-Ghislain, à un niveau stratigraphique équivalent à celui de la Grande Brèche. Leur étude a permis à ROUCHY *et al.* (1984) de supposer l'existence d'un vaste domaine affecté par des conditions évaporitiques s'étalant au sud du Massif du Brabant et d'avancer avec prudence que des processus de dissolution d'évaporites pourraient être un agent important, mais

non exclusif, des brèchifications du Viséen.

ANALYSE DE TERRAIN.

Notre propos ne sera pas ici d'aborder l'étude exhaustive des nombreux affleurements et des nombreux niveaux de brèches viséennes. Nous nous concentrerons sur l'interprétation d'un affleurement non tectonisé de la Grande Brèche aux Rochers des Grands Malades (figure 1 et pl. 1, photo 1) situé à Beez près de Namur.

La base et une partie de ces affleurements étaient complètement cachées par des bâtiments démolis en 1977 lors des travaux d'agrandissement de l'écuse de Beez et des travaux de réaménagement de la route de Beez sur la rive gauche de la Meuse. Suite à ces travaux une excellente coupe d'une trentaine de mètres de hauteur et longue de 400 mètres est actuellement visible et permet de suivre la formation en détail depuis le sommet du "Calcaire de Lives" (V2b, figure 2a, b) jusqu'aux calcaires stratifiés du Viséen supérieur (V3b). L'essentiel de cet affleurement est constitué par la Grande Brèche. Cette dernière, à première vue dépourvue de stratification, présente un aspect massif et est constituée de blocs calcaires généralement fissurés, de teinte gris clair à gris noir, aux formes anguleuses ou irrégulières et de dimensions très variables (de quelques millimètres à plus de dix mètres). Ces blocs sont complètement enrobés dans un ciment de couleur grisâtre. Un examen plus attentif permet cependant de distinguer la présence à divers niveaux de grands bancs continus "flottant" dans la brèche. Ces bancs qui, par leur taille et leur forme, ne peuvent être considérés comme des fragments de la brèche, atteignent jusqu'à une dizaine de mètres de longueur pour un à deux mètres d'épaisseur. Ils sont en position stratigraphique normale, ne sont pas basculés et ont le pendage général de l'affleurement.

DESCRIPTION DE LA COUPE.

Ayant donné les caractéristiques principales de l'affleurement, un levé détaillé nous a ensuite permis d'établir une coupe synthétique reprenant les différents niveaux reconnus. La figure 2 nous donne une représentation schématique de cette coupe. On y reconnaît de la base au sommet :

1. packstones algaires partiellement dolomités avec cherts,
2. packstones oolithiques passant à des packstones laminaires à Algues,
3. mudstones et wackestones slumpés,
4. wackestones et packstones à oncoïdes et birdseyes,
5. passage progressif à la brèche avec passées brèchiques dolomitiques dans les wackestones, présence de pseudomorphes de cristaux sulfatés,

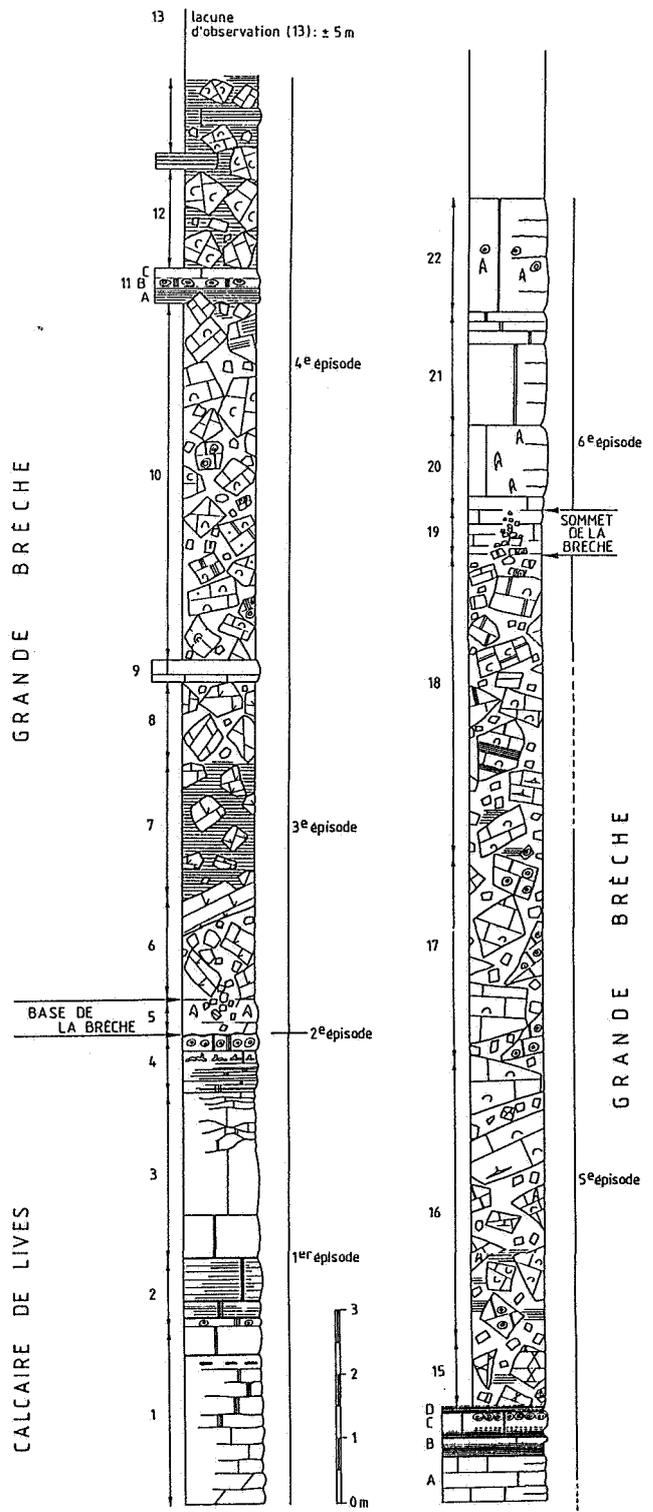


Fig. 2a - Coupe schématique de la "Grande Brèche" aux Rochers des Grands Malades à Namur.

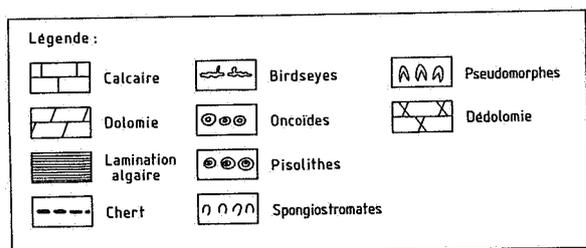


Fig. 2b - Légende des symboles utilisés dans la Figure 2a.

6. premiers niveaux de brèche franche dolomitique,
7. laminations de Spongiostromates avec passées bréchiques et dolomitiques (*Sphaerocodium* dissouts, *Bevoastria*, *Aphralysia*),
8. second niveau de brèche hétérogène à fragments dolomitiques,
9. banc flotté de mudstones,
10. brèche chaotique formée de fragments de mudstones à Spongiostromates, quelques blocs de wackestones, packstones et grainstones. Une passée de grainstone à oncolithes et birdseyes,
11. banc flotté de A) laminations algaires, B) packstones à oncoïdes et C) mudstones algaires,
12. brèche chaotique formée de fragments de Spongiostromates mêlés à de petits bancs flottés (2 à 5 mètres de longueur),
13. lacune d'observation d'environ 5 mètres,
14. banc flotté de A) mudstones, B) laminations algaires avec mudstones, C) grainstones à oolithes et pisolithes (pl. 2, photo 1) avec cimentation vadose et D) laminations algaires,
15. brèche hétérogène de blocs de dédolomie,
16. brèche hétérogène de fragments de mudstones algaires à pseudomorphes,
17. brèche hétérogène de fragments de mudstones algaires et de grainstones pisolithiques à cimentation vadose,
18. brèche hétérogène de fragments de mudstones algaires,
19. passage progressif de la brèche à des mudstones,
20. mudstones à pseudomorphes,
21. wackestones passant à des packstones à péloïdes,
22. grainstones bioturbés à oïdes, Algues et pseudomorphes.

RELATIONS STRATIGRAPHIQUES.

L'ensemble des données précédentes nous permet de mieux préciser les relations de la brèche avec les bancs stratifiés qui l'encadrent. Le contact de la brèche avec les bancs stratifiés sous-jacents est parfaitement visible et récurrent. La stratification disparaît progressivement vers le haut au profit d'une brèche de plus en plus grossière. Ces calcaires stratifiés attribués au sommet du V2b, présentent des structures laminaires riches en birdseyes planaires, parfois même des stratifications entrecroisées et contiennent alors des fragments anguleux de teinte plus claire.

Le passage aux bancs stratifiés surincombants est, quant à lui, encore plus progressif. Une zone de transition de quelques mètres seulement marque le passage progressif et graduel de la brèche aux bancs calcaires stratifiés surincombants. Ces bancs apparaissent décalés, fissurés et fracturés. Ils semblent avoir subi un faible phénomène de bréchification "in situ".

Il est important de noter qu'on retrouve dans ces bancs stratifiés des microfaciès en tous points identiques à ceux reconnus plus bas dans les fragments de la brèche. Son sommet, de même que sa base, ne coïncide donc pas à un changement de faciès et ne correspond donc pas à un changement sédimentologique majeur.

MILIEU DE DEPOT.

L'étude sédimentologique des blocs de la brèche nous a permis de reconnaître 11 microfaciès carbonatés (tableau 1) relativement monotones et le plus souvent difficilement reconnaissables sur le terrain.

Ces microfaciès appartiennent aux zones supérieures d'une plate-forme carbonatée à faible tranche d'eau et à circulation restreinte. Leur succession correspond à l'étagement des milieux de lagon semi-restreints intertidaux aux milieux supratidaux de plus en plus confinés. Le maximum de confinement est représenté par le microfaciès 9 ("MF 9", mudstone à pseudomorphes).

L'absence de faciès marins francs (ouverts) explique la grande rareté des Foraminifères, réduits à quelques Archæodiscidae, Earlandiidae et Endothyridae. Par contre les Algues prolifèrent à tous les niveaux et on observe notamment *Aphralysia*, *Bevoastria*, *Coelosporrella*, *Girvanella*, *Kamaena*, *Koninekopora*, *Mitcheldeania*, *Nostocites*, *Ortonella*, *Paleoberesella*, *Proninella*, *Pseudohedstroemia*, *Sphaerocodium* et *Stacheoides*. Il faut y ajouter les Calcisphères et les innombrables Spongiostromates (*Malacostroma*, *Pycnostroma*, et *Spongiostroma*).

TABLEAU 1

MICROFACIES	INTERPRETATION	REPRESENTATION QUANTITATIVE.
MF 1 Wackestone à fossiles marins	lagon subtidal semi-restreint	5 %
MF 2 Wackestone à péloïdes	intertidal	3 %
MF 3 Packstone à Serpules	intertidal hypersalin	1 %
MF 4 Mudstone bioturbé	intertidal	2 %
MF 5 Wackestone à <i>Bevocastrìa</i>	intertidal	4 %
MF 6 Bindstone à <i>Sphaerocodium</i>	intertidal	3 %
MF 7 Mudstone à Ostracodes	supratidal	2 %
MF 8 Bafflestone laminaire à Spongiostromates	supratidal	60 %
MF 9 Mudstone à pseudomorphes	supratidal semi-évaporitique	14 %
MF 10 Packstone et grainstone à oïdes éclatés	supratidal	5 %
MF 11 Grainstone-packstone à pisolithes	supratidal vadose	1 %

PETROGRAPHIE ET RELATIONS ENTRE BLOCS.

A première vue, l'analyse de terrain suggère une relation très simple de blocs à blocs : ceux-ci sont cimentés par une ou deux générations de ciment. Nous avons également mentionné la présence de cimentation vadose dans les niveaux associés aux pisolithes-oncolithes ("MF 11").

L'étude pétrographique montre qu'en plus de ces relations générales, on observe également :

- 1° des remplissages de sédiments internes sous forme de grainstone à péloïdes ou de microspar grossier entre les blocs. Ceci montre que la période de bréchi-fication peut être suivie d'un épisode sédimentaire qui se traduit par l'infiltration de Spongiostromates dans les fissures. L'effondrement devait donc être très précoce;
- 2° au moins deux types de microspar de recristallisation d'une matrice. Le premier, fort fin, à grains de taille et forme hétérogènes (15-30 μm) est souvent tronqué par un microspar subséquent, beaucoup plus régulier et à grains supérieurs à 30 μm ;
- 3° du silt microsparitique vadose (pl. 2, photo 2) dans les fissures et craquelures de retrait qui est pénécemporain de la première génération de ciment sparitique. Il pouvait y avoir plusieurs générations de silts vadoses;
- 4° la grande majorité des blocs est constituée de fragments anguleux mal classés. Il existe, en plus, des blocs de microspar échancrés dont le contour externe est la contreempreinte de cristaux sulfatés (figure 3). Ils présentent des profils échancrés, crénelés,



Fig. 3 - Blocs de microsparites à profils crénelés, échancrés et découpés en escaliers. Dessin réalisé à partir de l'observation d'une lame-mince sous la loupe binoculaire.

en escalier, parfois même déchiquetés et indiquent que le microspar baignait à l'origine dans une masse sulfatée ("porphyroblastes de sulfates", ROUCHY *et al.*, 1984);

5° des "blocs de blocs", c'est-à-dire des fragments de brèches repris dans la brèche (pl. 2, photo 3). La bréchification ne s'est donc pas faite en une phase.

Ces observations laissent à penser que les premières phases de dissolution seraient syn-sédimentaires dans un environnement semi-évaporitique à grande fluctuation de salinité. Elles seraient alors suivies par une phase majeure de bréchification post-sédimentaire dont l'âge est difficilement identifiable.

Nous n'avons par contre jamais observé de blocs impressionnés et d'évidences de stress tectonique important (mâcles déformées, etc...).

PETROGRAPHIE ET EVAPORITES.

Nulle part nous n'avons eu la possibilité de prouver l'existence de couches évaporitiques en place. Les seuls témoins que nous observons directement sont des reliques de minéraux sulfatés (anhydrite) conservés dans les quartz de néoformation. Nous n'avons pas observé de structures entérolithiques comme il en existe, par exemple dans la Grande Brèche rouge de Landelies. Nous pensons toutefois qu'une phase évaporitique était présente avant la bréchification. Ceci est suggéré par la présence :

- 1° de pseudomorphoses ubiquistes de forme carrée, losangique ou en lattes, maintenant remplis de calcite, de dolomite ou de chert et qui témoignent de la présence temporaire de cristaux sulfatés;
- 2° de lutécite dans les mudstones en tous points semblables aux figures 9 et 35 d'ARBEY (1980). Ils s'accompagnent de quartzine, de mégaquartz pétaloïdes (pl. 2, photo 4), de mégaquartz automorphes et de mégaquartz en mosaïques (ARBEY, 1980, p. 357);
- 3° latéralement de couches prouvées d'évaporites cette fois en place et de même âge (sondages de Saint-Ghislain, ROUCHY *et al.*, 1984). ZIEGLER (1982) suggère même qu'il existait une ceinture continue d'évaporites bordant tout le Massif de Brabant.

Notons que la rareté des dolomies associées à ces niveaux est à première vue surprenante. Elle peut s'expliquer toutefois par la présence de niveaux de dédolomie, comme il s'en observe par exemple au niveau 15 (figure 2a), au-dessus des bancs flottés à pisolithes.

Des solutions riches en SO_4^{--} et Ca^{++} provenant de la dissolution de sulfates peuvent en effet recalifier les dolomies et "dédolomie" est alors synonyme de dépôts sulfatés en voie de dissolution (BACK *et al.*, 1983).

MODELE PROPOSE POUR LE MECANISME DE BRECHIFICATION (FIGURES 4a, b, c, d).

En tenant compte des différentes observations que nous avons énumérées, nous proposons ici un modèle des processus géologiques qui se sont déroulés dans le temps.

1er épisode (observable)

Dépôt au Viséen moyen du Calcaire de Lives, caractéristique d'une plateforme oscillante restreinte-non restreinte. Très bien stratifié, il présente toute la gamme des mudstones-wackestones-packstones-grainstones. Si l'on n'y observe guère de dolomitisation (de reflux), la silicification est par contre abondante, les niveaux de chert étant liés à la dissolution d'Eponges. Les Foraminifères sont abondants : Archædiscidae, Erlandiidae, Endothyridae, Endothyropsidae, Globoendothyridae dans les grainstones marins à bioclastes. Les Algues sont abondantes et en particulier les Paléobéréselles qui forment des bafflestones à certains niveaux. Le dernier banc se caractérise par des laminites algaires, des packstones à oncolithes et des niveaux à birdseyes qui indiquent la fermeture du milieu.

2e épisode (conjectural) (figure 4a)

Dépôt d'une couche principale d'évaporite. Deux possibilités sont à envisager suivant que le niveau principal d'évaporite est de type "profond" (d'eau libre) ou de type sabkha. Dans le premier cas, on assiste à une transgression rapide, l'ennoiement de la plateforme et le dépôt d'évaporites stratifiées. Dans le second cas, il n'y a pas de modification importante de la paléogéographie et la régression observée au sommet du Calcaire de Lives se poursuit.

3e épisode (observable) (figure 4a)

Sur cette couche de sulfates (?) et de sels (?) se dépose une série rythmique de calcaires principalement supratidaux à forte proportion de Spongiostromates interstratifiés de fines couches d'évaporites. Les conditions sont défavorables à la vie marine et les Foraminifères, Brachiopodes et Bryozoaires disparaissent. Les calcaires sont souvent partiellement dolomités par reflux. Les premières phases de bréchification synsédimentaire sont liées à la dissolution locale et sporadique des fines couches de sulfates. Les phénomènes ont lieu dans des environnements supratidaux à forte fluctuation de salinité (modèle des petites brèches viséennes de l'Ourthe proposé par JACOBS *et al.* (fig. 5, p. 115-117, 1982).

4e épisode (observation) (figure 4a)

La sédimentation supratidale entièrement sous le contrôle des Spongiostromates

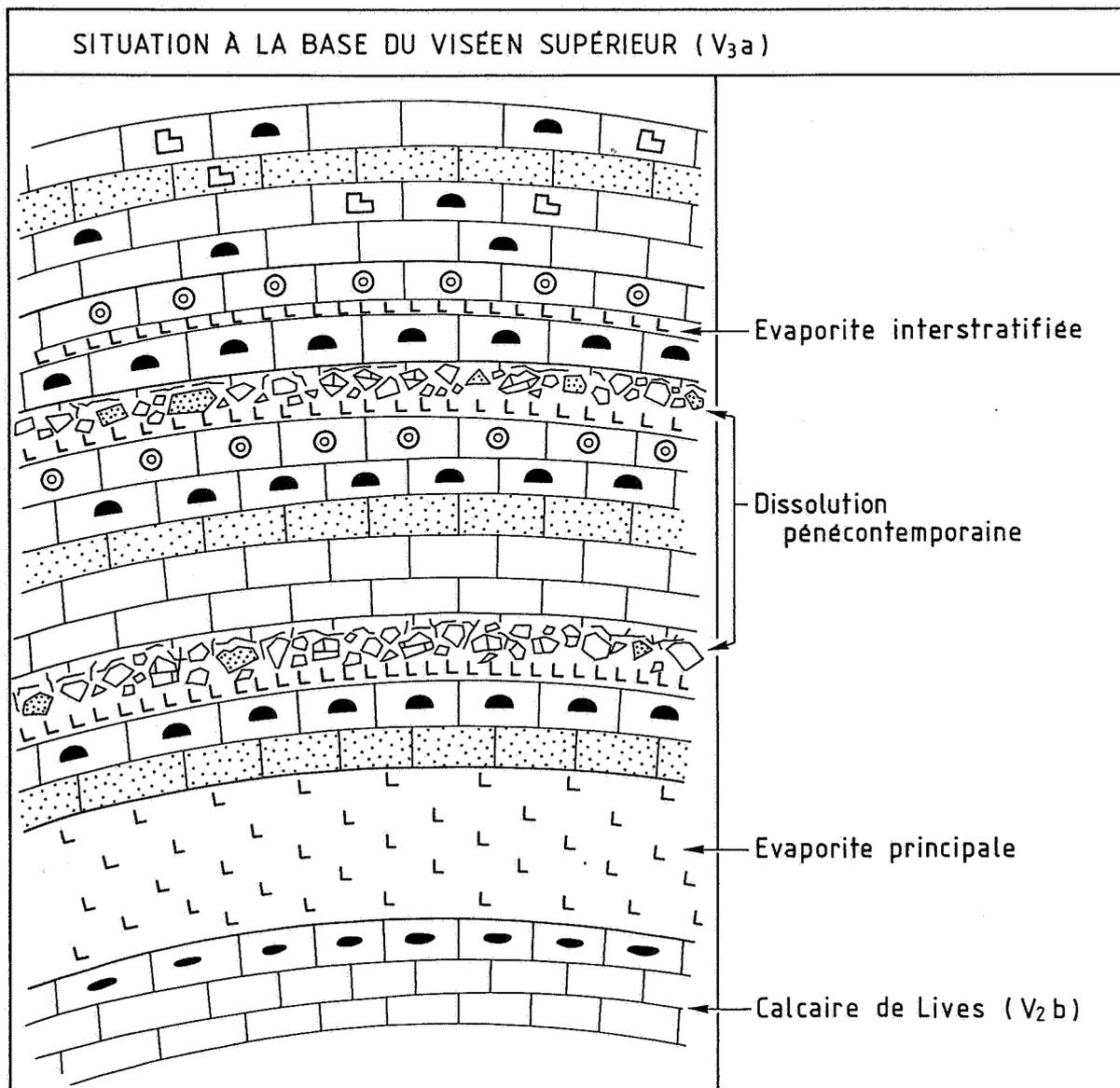


Fig. 4a - Situation à la base du Viséen supérieur : premières phases de bréchification syn-sédimentaires liées à la dissolution locale de petits niveaux évaporitiques interstratifiés. Présence d'une évaporite principale à la base de la série (2^{ème} épisode, voir texte).

se poursuit. Les bancs algaires sont encore entrelardés de niveaux de bréchification locale.

5e épisode (observable) (figure 4a)

La sédimentation devient de plus en plus complexe, car dans les niveaux de Spongiostromates et de brèches syn-sédimentaires, s'intercalent des niveaux de pisolithes-oncolithes-oolithes éclatées, à granoclassement inverse et des niveaux de dédolomie. La cimentation en cristaux en pendeloques et les silts vadoses apparaissent. Quelques intrusions marines mineures sont cependant présentes comme en témoignent les packstones à Foraminifères associés à cet épisode.

6e épisode (observable) (figure 4a)

La sédimentation de mudstone-wackestone à Spongiostromates reprend et les épisodes évaporitiques sont maintenant réduits à quelques cristaux isolés dans les mudstones (pseudomorphes de calcite).

A la fin du V_{3a}, la succession se présentait donc comme un empilement d'une quarantaine de mètres de petits niveaux bréchiés intercalés dans une masse stratiforme de calcaires à Spongiostromates reposant sur une évaporite d'épaisseur inconnue.

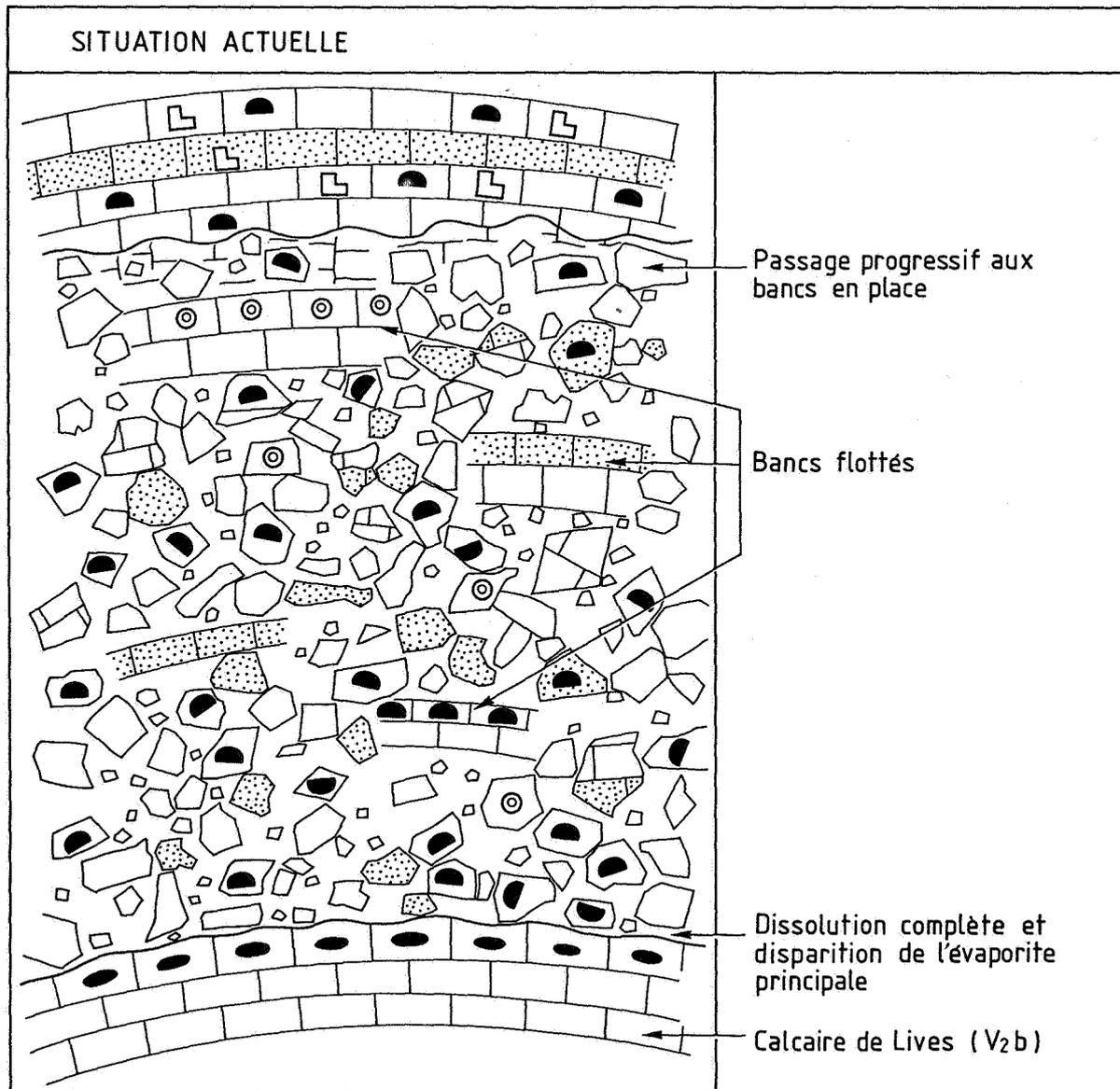


Fig. 4c - Situation actuelle : les sulfates ont complètement disparu et il ne subsiste plus que des pseudomorphes carbonatés ou silicifiés.

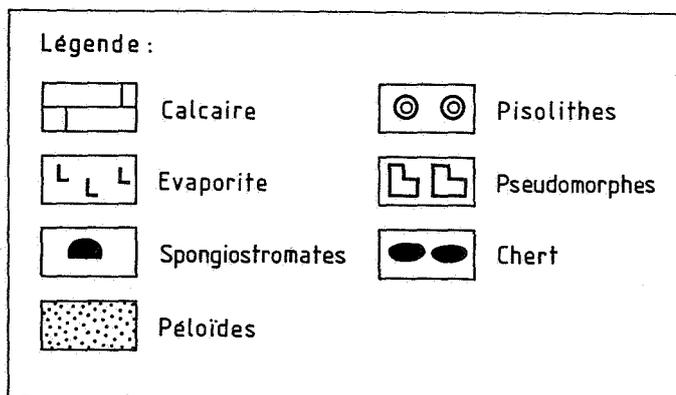


Fig. 4d - Légende des symboles utilisés dans les figures 4a, 4b et 4c.

anguleux de mudstones. Dans ces derniers, ce sont les faciès à Spongiostromates qui dominent. La seule différence notable serait ici la présence de ciment rosâtre et même de blocs rubéfiés, qui sont inconnus à Namur, mais reconnus depuis longtemps à Landelies. Les mêmes microfaciès sont présents à l'exception des "MF 3" et "MF 9" qui sont d'ailleurs fort rares à Namur. Les relations entre blocs sont identiques et en particulier on observe de nombreux "blocs de blocs", des blocs à contrempeintes échancrées, des sédiments à péloïdes interblocs et deux types de microsparites intersticielles. Il n'y a toujours pas de couches évaporitiques en place. De très nombreux pseudomorphes de sulfates et même de halite sont associés à la lutécite, aux mégaquartz et à la quartzine. Il y a un peu plus de dolomie et de dédolomie qu'à Namur.

On peut conclure que dans ces deux cas précis, les Grandes Brèches des bassins de Namur et de Dinant sont semblables et que leur mode de formation est donc identique.

COMPARAISON AVEC LES BRECHES D'ÉCOULEMENT EN MASSE.

Peu de modifications ont été proposées sur le mécanisme de transport des brèches d'écoulement en masse ("debris flows"), depuis l'étude théorique de BAGNOLD (1954). Pour ces brèches "the matrix strength is large enough to support clasts up to boulder size" (COLLINSON *in* READING, 1978). Il en résulte une suite de structures qui ont certaines analogies avec celles observées dans la Grande Brèche : mauvais classement, mauvais grano-classement aussi bien normal qu'inverse, très grande dispersion pouvant atteindre plusieurs milliers de kilomètres carrés, présence de blocs hétéroclites allant jusqu'à des exotiques énormes, fragments anguleux à arrondis flottant dans la matrice ou parfois en contact, etc... Pour des articles récents sur ce type de transport qui s'effectue tant en milieu continental que marin, voir RUPKE *in* READING (1978), WALKER (1979), TAKAHASHI (1981) et les nombreux cas géologiques décrits dans KOSTER et STEEL (1984).

Il existe toutefois de nombreux caractères de la Grande Brèche qui ne se concilient pas avec un transport en masse :

- la Grande Brèche possède à plusieurs niveaux des "bancs flottés" qui, par leur grande taille, pourraient se confondre avec des blocs exotiques. Nous avons montré qu'au contraire ces bancs sont tous en position stratigraphique normale, qu'ils s'intègrent parfaitement avec le contexte sédimentologique qui les entoure et qu'ils n'ont subi aucun déplacement latéral. En conséquence, ce ne sont pas des blocs hétéroclites;
- si la Grande Brèche montre parfois un peu de silt vadoso, celui-ci reste assez limité. En général, il n'y a pas de matrice microcristalline intersticielle et l'hypothèse de BAGNOLD ne s'applique pas;
- les blocs échanrés de la Grande Brèche ne se forment pas par transport. Ils n'acquièrent leur forme que par la croissance suivie de dissolution sur place de cristaux de sulfates;
- les dépôts chaotiques sous-marins remanient généralement les sédiments préexistants. Les exotiques sont plus anciens que la séquence sédimentaire (ABBATE *et al.*, 1970; ELTER et TREVISAN, 1973; RUPKE *in* READING, 1978). A Namur, où le contact est bien visible, il n'existe aucune trace de remaniement sous la brèche. Au contraire, c'est le toit de celle-ci qui s'effondre. S'il y a une inversion stratigraphique, c'est par *descensum* qu'elle s'explique;
- on ne connaît aucune relation entre les évaporites et les mud-flows sous-marins.

En conclusion, rien ne montre l'existence d'un déplacement latéral important des blocs de la Grande Brèche. A fortiori, l'hypothèse de "debris flow" n'est pas à retenir.

COMPARAISON AVEC D'AUTRES BRECHES DE DISSOLUTION.

Les caractéristiques que nous venons d'énumérer sont-elles exceptionnelles ou, au contraire, cadrent-elles avec ce que nous connaissons des brèches de dissolution ?

Les brèches de dissolution et d'effondrement (collapse breccia) sont bien connues en Amérique du Nord (MIDDLETON, 1961; BOWLES et BRADDOCK, 1963; STANTON, 1966; CLIFTON, 1967; BLOUNT et MOORE, 1969; BEALES et OLDERSHAW, 1969). Au Carbonifère Inférieur, la répartition stratigraphique de ces brèches a été illustrée par MAMET (1984). A cheval sur le Wyoming et le Montana, les calcaires de Mission Canyon et de Madison renferment trois niveaux d'évaporites associés à des brèches de dissolution et d'effondrement. L'intérêt de ces successions est qu'elles sont très bien exposées, dans une région semi-désertique, dans des affleurements continus et avec une tectonique très simple. Aucune complication structurale ne vient brouiller les cartes et de nombreux affleurements se suivent latéralement sur plusieurs kilomètres. Le premier niveau de brèches est d'âge Tournaisien Supérieur (partie médiane de la Zone 9) et souligne la base de Clifty Limestone Member. Sa distribution géographique a une forme d'ellipse recoupant le Wyoming en oblique et dont les axes mesurent approximativement 500 par 300 kilomètres. L'épaisseur de la zone bréchifiée passe de quelques mètres (5 m à Horse Creek, Wyoming) à une vingtaine de mètres dans le centre du bassin évaporitique (20 m à West Stillwater River, Montana et à Ben Bow Mine, Montana, 22 m à Shoshone Canyon, Wyoming). Le maximum atteint 33-35 mètres à Little Tongue River, Wyoming et à Devils Canyon, Montana. Le second niveau évaporitique est d'âge Viséen basal (Zone 10) avec des blocs éboulés des Zones 10-11. Il souligne la base du Bull Ridge Member. Encore plus étendu que le premier niveau, il couvre plus de 600 kilomètres par 200 kilomètres au Wyoming, Idaho et Montana. Les épaisseurs de la zone bréchifiée et leurs aspects sont semblables à ceux de la première évaporite. L'épaisseur va de quelques mètres dans la partie septentrionale du bassin (20 m à Baldy Mountain, 26 m à Sacajewea Peak) pour atteindre un maximum de 30 m à Monarch-US 89, Montana. Enfin, la troisième évaporite est d'extension apparente beaucoup plus réduite, car elle a été profondément entaillée par l'érosion du Big Snowy et du Darwin. Elle est d'âge Viséen Inférieur (Zone 11) et se caractérise par la plus épaisse brèche d'effondrement du bassin, qui atteint 43 m à Haystack Peak, Wyoming.

Si l'on compare ces données avec ce que nous connaissons de la Grande Brèche, on peut conclure que son extension n'est nullement exceptionnelle ou extraordinaire. Les brèches de Mission Canyon sont beaucoup plus étendues. En ce qui concerne les épaisseurs, nous constatons que les brèches carbonifères américaines sont semblables à leurs homologues européennes. Il est également intéressant de

souligner que ces brèches d'âge uniforme peuvent contenir des fragments de blocs effondrés des couches surincombantes. Ainsi à Shell Canyon, Wyoming, retrouve-t-on des blocs éboulés de la Zone 12 (Viséen Moyen) au niveau de la Zone 11 (Viséen Inférieur).

Bien que dans les deux affleurements que nous venons de décrire de tels phénomènes d'effondrement (et on pourrait même s'attendre à des inversions stratigraphiques) n'aient pas été observés, on peut concevoir qu'ils pourraient se produire en Belgique au niveau des V3b-V3c-Namurien dont les blocs se seraient effondrés au niveau du V3a.

CONCLUSIONS.

La dissolution et l'effondrement d'évaporites sont sans conteste des phénomènes lents et continus. De ce fait, les brèches formées pendant une phase précoce de dissolution-effondrement peuvent être rebréchifiées ensuite par une phase plus tardive.

La partie la plus faible de l'argumentation est évidemment le postulat de l'existence, puis de la disparition de la couche principale d'évaporite. Par contre, le modèle, bien que fort compliqué, se concilie avec la grande majorité des faits d'observation.

BIBLIOGRAPHIE.

- ABBATE, E., BORTOLOTTI, V. et PASSERINI, P. (1970) - Olistostromes and olistoliths. *Sedim. Geol.*, 4, p. 521-557.
- ANTHOINE, R. (1922) - Contribution à l'étude de la brèche de Landelies. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 46, p. 3-5.
- ARBEY, F. (1980) - Les formes de la silice et l'identification des évaporites dans les formations silicifiées. *Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine*, 4(1), p. 309-365.
- BACK, W., HANSHAW, B., PLUMMER, N., RAHN, P., RIGHTMIRE, C. & RUBIN, M. (1983) - Process and rate of dedolomitization: mass transfert and C14 dating in a regional carbonate aquifer. *Geol. Soc. Ann. Bull.*, 94 (12), p. 1415-1429.
- BAGNOLD, F. (1954) - Experiments on a gravity-free dispersion of large solid spheres in a Newtonian fluid under shear. *Proc. R. Soc. London*, ser. A, 225, p. 49-63.
- BEALES, F. & OLDERSHAW, A. (1969) - Evaporite-Solution brecciation and Devonian carbonate reservoir porosity in Western Canada. *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.*, 53 (3), p. 503-512.
- BLOUNT, D. & MOORE, C. (1969) - Depositional and non-depositional carbonate Breccias, Chiantla Quadrangle, Guatemala. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 80, p. 429-442.
- BOURGUIGNON, P. (1951) - Etude géologique et sédimentologique des brèches calcaires viséennes de Belgique. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 74, p. 105-211.
- BOWLES, C. & BRADDOCK, W. (1963) - Solution breccias in the Minnelusa Formation in the Black Hills, South Dakota and Wyoming. *U. S. Geol. Survey, Prof. Paper*, 475 c, p. 91-95.
- BRIART, A. (1894) - Géologie des environs de Fontaine l'Evêque et de Landelies. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, 21 B, p. 35-104.
- BRIEN, V. (1911) - Quelques considérations sur la Brèche du Calcaire Carbonifère de Belgique. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 38, p. 279-297.
- CAUCHY, P. (1825) - Mémoire sur la constitution géologique de la Province de Namur. Bruxelles, 148 p.
- CAYEUX, L. (1894) - Dualité d'origine des brèches du Carbonifère franco-belge. *Ann. Soc. Géol. Nord*, 22, p. 94-100.
- CLIFTON, H. (1967) - Solution-collapse and cavity filling in the Windsor Group, Nova Scotia, Canada. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 78, p. 819-832.
- COLLINSON, J. D. (1978) - Alluvial sediments. In READING, H. G. (Ed.), *Sedimentary environments and facies*, p. 15-59, Elsevier, Amsterdam, New York.
- DE DORLODOT, H. (1900) - Compte-rendu des excursions sur les deux flancs de la crête du Condroz. *Bull. Soc. belge Géol.*, 14, p. 127-129.
- DE DORLODOT, H. (1908) - Sur l'origine de la Grande Brèche viséenne et sa signification tectonique. *Bull. Soc. belge Géol.*, 22, p. 29-38.
- DELEPINE, G. (1912) - A propos de la brèche rouge de Landelies. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 39, 108-111.
- DEMANET, F. (1924) - Notice explicative de la carte géologique n° 166 de Bioul-Yvoir. *Serv. Géol. Belgique*, 39, 108-111.
- DUPONT, E. (1859) - Notice sur le Calcaire Carbonifère de Belgique. *Bull. Acad. Roy. Belgique*, 2e série, Tome 14, 86 p.
- d'OMALIUS d'HALLOY, K. J. (1842) - Coup d'oeil sur la géologie de la Belgique, Bruxelles.
- ELTER, P. et TREVISAN, L. (1973) - Olistostromes in the tectonic evolution of the Northern Apennines. In : de JONG K. A. et SCHOLTEN, R. (Eds). *Gravity and tectonics*, John Wiley, New York, p. 175-188.
- GOSSELET, J. (1860) - Sur les terrains primaires de la Belgique des environs d'Avesnes et du Boulonnais. *Thèse Fac. Sc. Paris*, 225, 164 p.

- JACOBS, L., SWENNEN, R., VAN ORSMAEL, J., NOTEBAERT, L. et VIAENE, W. (1982) - Occurrences of pseudomorphs after evaporitic minerals in the Dinantian carbonate rocks of the eastern part of Belgium. *Bull. Soc. belge Géol.*, 91 (2), p. 105-124.
- KAISIN, F. (1922) - Les brèches dinantiennes de Belgique. *Congrès Géologique International*, p. 1271-1301.
- KAISIN F. Jr (1935) - Analogie tectonique entre trois coupes de l'étage viséen à Landelies, à Denée-Maredsous et à la station de Dinant. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 45, p. 184-190.
- KAISIN, F. Jr (1942) - La brèche dynamique de la station de Dinant. (Etude lithologique). *Bull. Soc. belge Géol.*, 51, p. 71-80.
- KAISIN, F. Jr (1942) - Age géologique et milieu générateur de la Grande Brèche. *Bull. Soc. belge Géol.*, 51, p. 84-92.
- KOSTER, E. et STEEL, R. (1984) - Sedimentology of gravels and conglomerates. *Can. Soc. Petrol. Geol.*, Mem. 10, 441 p.
- MAMET, B. (1974) - Remarques sur la microfaune des brèches viséennes de la Belgique et du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 96, p. 469-473.
- MAMET, B. (1984) - Carboniferous small Foraminifers and stratigraphy. *Compte-rendu, 9ème Congrès International du Carbonifère, 1979, Washington and Champaign-Urbana*, p. 3-18.
- MIDDLETON, J. (1961) - Evaporite solution breccias from the Mississippian of Southwest Montana. *Journ. Sed. Petr.*, 31, p. 189-195.
- PIRLET, H. (1972) - La Grande Brèche viséenne est un olisthostrome. Son rôle dans la constitution du géosynclinal varisque en Belgique. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 95 (1), p. 54-134.
- ROUCHY, J. M., GROESSENS, E. et LAUMONDAIS, A. (1984) - Sédimentation de la formation anhydritique viséenne du sondage de Saint-Chislain (Hainaut, Belgique). Implications paléogéographiques et structurales. *Bull. Soc. belge Géol.*, 93 (1-2), p. 105-141.
- RUPKE, N. A. (1978) - Deep clastic seas. In : READING, H. G. (Ed.), *Sedimentary environments and facies*, p. 372-411, Elsevier, Amsterdam, New York.
- STANTON, R. J. Jr (1966) - The solution brecciation process. *Geol. Soc. Am. Bul.*, 77, p. 843-848.
- TAKAHASHI, T. (1981) - Debris flows. *Ann. Rev. Fluid. Mech.*, 13, p. 55-77.
- WALKER, R. G. (1979) - Turbidites and associated coarse clastic deposits. In : WALKER, R. G. (ed.), *Facies Models*, p. 91-103, Geol. Ass. of Canada.
- ZIEGLER, P. (1982) - Geological Atlas of Western and Central Europe. *Shell International Petroleum Maatschappij, Elsevier, Amsterdam*, 130 p.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 1.

Affleurement de la "Grande Brèche" aux Rochers des Grands-Malades à Namur. On distingue nettement à différents niveaux des "bancs flottants" d'épaisseur métrique et d'extension plurimétrique à décimétrique. Seuls les deux-tiers inférieurs de la série sont ici visibles, la partie supérieure étant exposée dans une ancienne petite carrière située immédiatement en retrait et à l'est des Rochers des Grands-Malades.

PLANCHE 2.

Photo 1 : Grainstone à pisolithe ("MF 11"). Parfaitement reconnaissables sur le terrain, ces corpuscules forment des niveaux continus d'une quinzaine de mètres d'extension.

Photo 2 : Silt microsparitique vadose (10-20 μm) infiltré dans une fissure en retrait.

Photo 3 : "brèche de brèche" témoignant de la nature polyphasée des processus de bréchification.

Photo 4 : Mégaquartz pétaloïde : cristaux rayonnants, à extinction ondulante, disposés en éventail autour d'un noyau de plus petits cristaux.

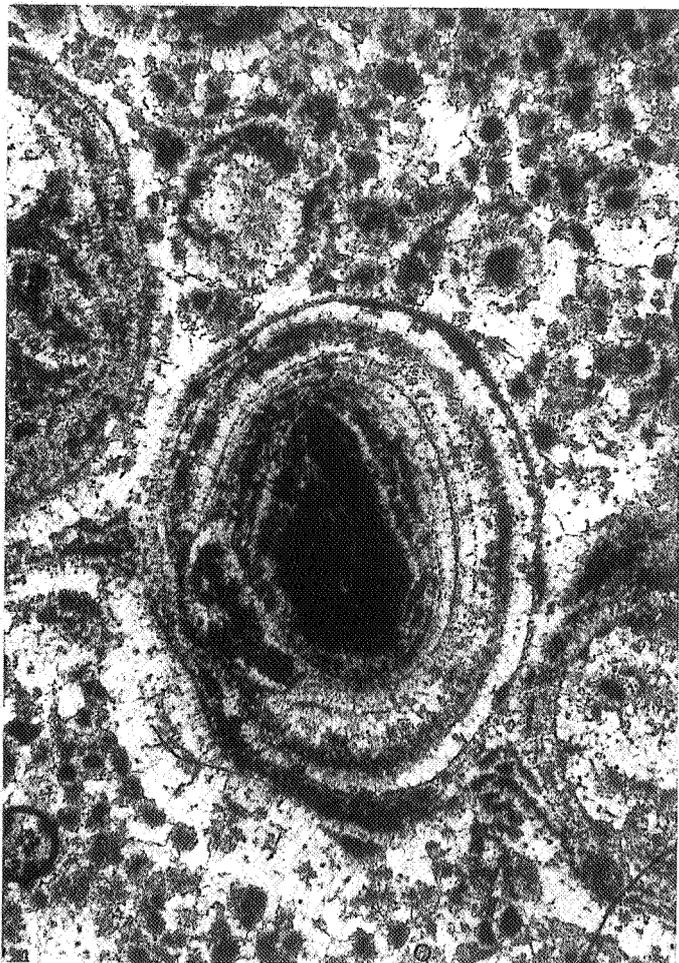
Planche I

photo 1



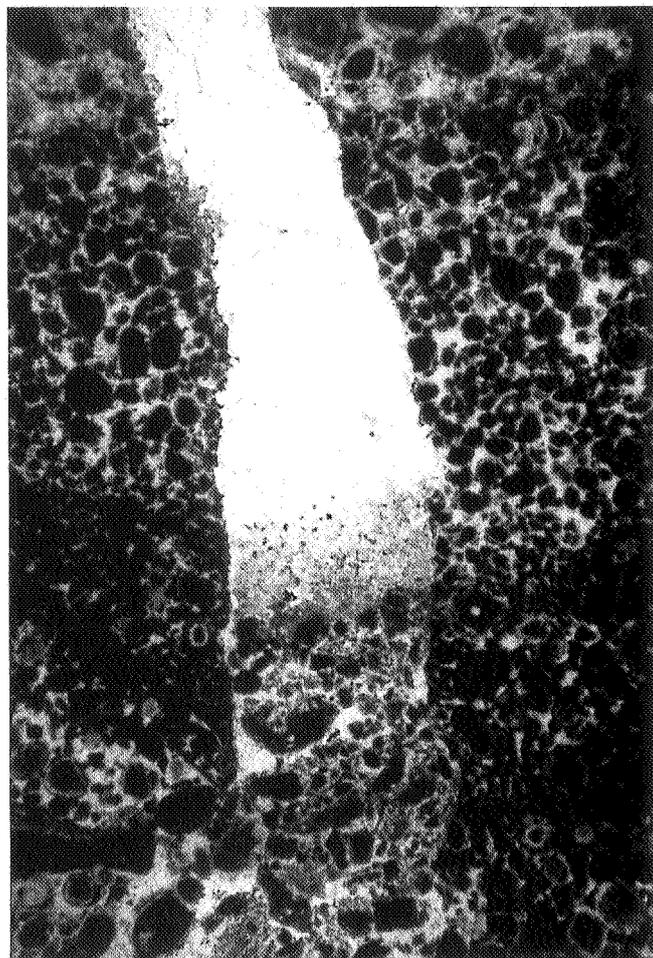
2 m

PLANCHE II : photos 1, 2, 3, 4.



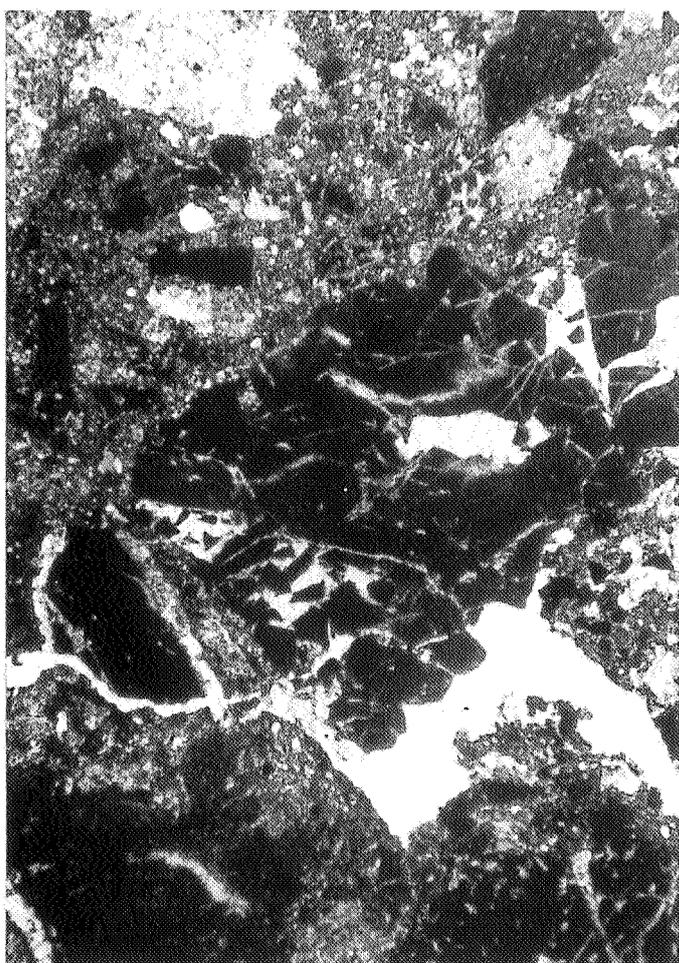
1 mm

1



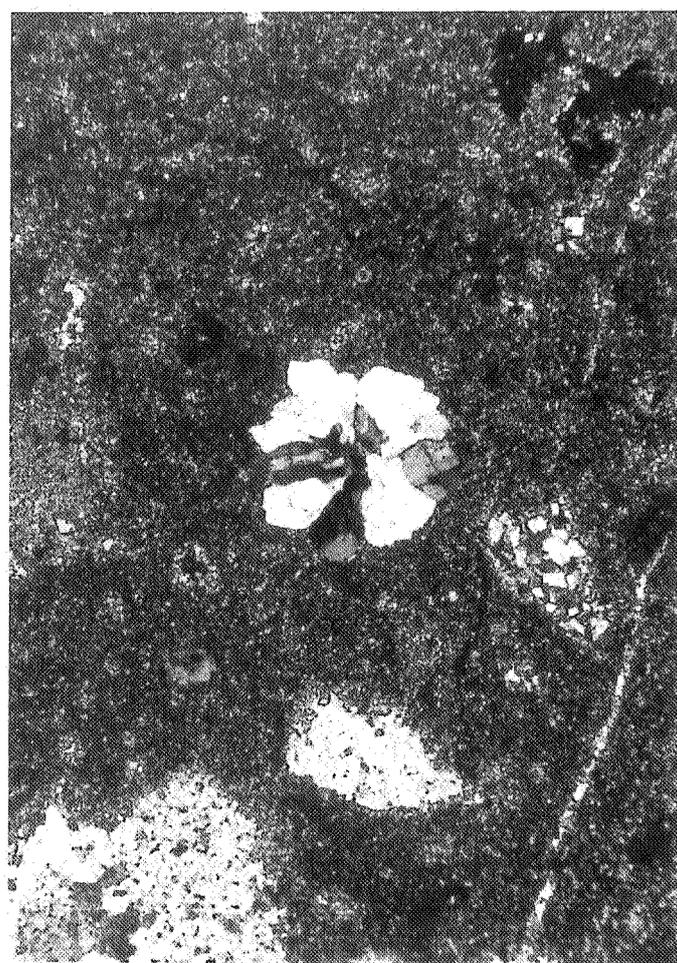
1,5 mm

2



5 mm

3



1 mm

4