

50376
1970
177

UNIVERSITE DE LILLE
FACULTE DES SCIENCES

50376
1970
177

Doctorat de 3^{ème} cycle

B. HOYEZ

ANALYSE SEQUENTIELLE
DES CALCAIRES VISEENS
DU MASSIF DU HAUT-BANC

Boulonnais -



1970

*Essentially all deposition
is cyclic or rhythmic*

Twenhofel, 1939

A. V. A. N. T. - P. R. O. P. O. S

Pressentie dès 1860, voilà aujourd'hui près d'un siècle, J. GOSSELET et M. BERTAUT définissaient dans leur "Etude sur le terrain carbonifère du Boulonnais" la stratigraphie générale des calcaires viséens de la région de Marquise. Ils démontraient par là même leur unicité et leur identité avec ceux de la Belgique. Après ce travail fondamental, de nombreuses mises au point se firent jour parmi lesquelles la "Topographie souterraine du Bassin houiller du Boulonnais ou Bassin d'Hardinghen" de A. OLRV, ouvrage essentiellement tectonique très détaillé dans l'optique particulière de l'exploitation du charbon des mines. Aux chapitres paléontologique et stratigraphique doivent être rattachés les noms de G. DELEPINE, A. SALEE et H. DE DORLODOT. En 1929, A.P. DUTERTRE dresse une esquisse stratigraphique du Dinantien du Boulonnais qui reste la base de la stratification actuelle. La terminologie des assises de cet auteur est reprise pour la carte au 50.000°. (2).

Cependant le seul ouvrage réellement spécifique des calcaires viséens reste celui de H. DERVILLE "Les marbres du calcaire carbonifère en Bas-Boulonnais". Cet auteur réalise une étude fine des organismes qui ornent les marbres et au terme d'une analyse pétrographique détaillée en définit les divers microfaciès. Une coupe lithologique plus complète que celle donnée par J. GOSSELET accompagne et situe les descriptions. Ce dernier titre date de 1931 et depuis lors aucune publication n'est venue augmenter ou modifier les schémas établis.

Parallèlement et par le fait de la vaste extension de leurs affleurements, des travaux de grande ampleur sont publiés sur les calcaires viséens belges. A. DUMONT apporte les premières subdivisions stratigraphiques (1830) amendées ensuite par les découvertes paléontologiques de DE KONINCK (1847). De nouvelles distinctions sont successivement proposées par DUPONT (1859, 1863, 1865) puis par H. DE DORLODOT (1893). La thèse de G. DELEPINE "Recherches sur le calcaire carbonifère de la Belgique" précise la stratigraphie antérieure et permet des corrélations entre les synclinoriums de Namur et de Dinant, ainsi qu'entre la Belgique et l'Angleterre. En 1929, la "Légende officielle de la carte géologique de la Belgique" scinde l'étage viséen en 3 assises préfigurant ainsi la définition actuelle (1). Le nom de F. DEMANET enfin, reste attaché aux derniers travaux macropaléontologiques.

D'autre part, les trente dernières années ont vu s'accomplir des progrès considérables dans le domaine de la sédimentologie tant actuelle qu'an-

(1) : Voir tableau I.

(2) : Voir tableau 2.

LEGENDE STRATIGRAPHIQUE DU VISEEN BELGE (TABLEAU I)

	: V 3c	: supérieur... schistes et calcaires argileux (passage au Namurien)		
	:	: inférieur... calcaires noirs à cherts (séquences a,b,c,d,)		
V 3 = VISEEN SUPERIEUR	:	:	: Bleu belge = séquences 7 et 8	
ASSISE DE BIOUL & WARNANT	:	: V 3b γ = bancs supérieurs d'Anhée	: Gris blancs = séquences 2 à 6	
	:	:	: Séquences - 2 à + 1	
	: V 3b	:		
	:	: V 3b β = Calcaires algaires & brèches de Poilvache... environ 14 séquences (A...K 2)		
	:	: V 3b γ = Petit granite de Thon... 6 séquences (1... 6)		
	:	: V 3a γ ... Calcaires à pâte fine		
	: V 3a	: V 3a β = Grande brèche ou brèche des Grands Malades		
	:	: V 3a α = Calcaire grenu ou oolithique ou calcaire de Seilles... environ 20 séquences (A...Q)		
	:	:	: V 2b ϵ séquences a,b,c,d	
	:	:	: V 2b δ	
V 2 = VISEEN MOYEN	: V 2b	: Calcaire inférieur d'Anhée ou	: V 2b γ séquences supérieures (+1...)	
	:	: Calcaire de Namèche et de Lives	: V 2b β Grosse séquence (0)	
ASSISE DE NAMECHE	:	:	: V 2b α Séquences inférieures (-1 à - 21)	
	:	:Banc d'or de Bachant		
	: V 2a	: Calcaire de Neffe		
V 1 = VISEEN INFERIEUR	: V 1b	: Marbre noir et Calcaire de Dinant	:	
ASSISE DE DINANT	: V 1a	: Calcaires et dolomies de Sovet	: + récifs waulsortiens	

cienne.

Aux méthodes classiques de la stratigraphie, essentiellement basées sur la biochronologie, est venu s'adjoindre un arsenal de techniques d'études nouvelles. Parmi ces techniques, l'analyse séquentielle, lorsqu'elle a lieu de s'appliquer, occupe un rôle de premier plan. Ainsi pour le Paléozoïque de la Belgique, une sédimentation cyclique a été reconnue au niveau de chacun de ses étages. Les caractères et les ordres des divers cycles peuvent évidemment être très différents; il paraît difficile à première vue de comparer le cyclothème détritique à charbon du carbonifère supérieur au cycle biologique du Frasnien. Bien que sa signification ne soit pas toujours claire, la valeur de la séquence est considérée comme un fait patent.

Le mérite revient à P. MICHOT d'avoir le premier mis en lumière la rythmicité des calcaires viséens (1949). Reconnue d'abord dans la sous-assise du V2b (1), elle fut étendue par cet auteur et son école de Liège à la quasi totalité de l'étage. Seules les sous-assises du V1 et V2a se révèlent arythmiques.

Le développement récent des recherches micropaléontologiques sur le Dinantien belge dû aux travaux de R. CONIL et M. LYS, et la définition de nouveaux critères chronostratigraphiques ont été une aide et une preuve pour démontrer l'authenticité stratigraphique de la séquence. Ainsi étayée, et du fait de sa maniabilité sur le terrain, l'analyse séquentielle s'est d'abord vue appliquée à des corrélations régionales (GERARDS 1955) puis à l'échelle du bassin (PIRLET, 1968).

Le Viséen du Boulonnais admet de telles corrélations. En 1966, au cours d'une excursion certains membres de la Société belge de Géologie ne manquèrent pas de remarquer l'analogie dans le détail de séquences particulières. L'objectif essentiel de cette étude est de reprendre de manière circonstanciée les travaux stratigraphiques antérieurs dans le cadre de la Sédimentologie, de fixer de nouvelles limites locales et enfin d'intégrer ces dernières aux échelles adoptées pour le Viséen belge.

STRATIGRAPHIE DU VISEEN BOULONNAIS (TABLEAU II)

NIVEAUX PARTICULIERS

	: Zone à <i>Pr. latissimus</i>	CALCAIRE NOIR DE RETY	
	:		
ASSISE A <i>PRODUCTUS GIGANTEUS</i>	: Zone à <i>Pr. giganteus</i>	MARBRE JOINVILLE	Notre Dame
	:		Napoléon gris
	:		Rubané n° 2
	: Zone à <i>Pr. undatus</i>	MARBRE NAPOLEON	Tigré "Pattes d'Alouettes"
	:		Napoléon Grand Mélange
	:		
ASSISE A <i>PRODUCTUS CORA</i>	: Zone à <i>Cyrt. carbonaria</i>		Fleuri Albert
	:	CALCAIRE LUNEL	Bouffée de Pipe
	:		Peau de Panthère
	: Zone à <i>Lithostr. Martini</i>		Dolomie à Lith. martini
	:		Marbre Macarné à phtanites
	:	CALCAIRE DU HAUT-BANC	Niveau argileux rouge
	:		Henriette et Caroline
	: Zone à <i>Dorlod. briarti</i>		Banc de onze pieds
ASSISE A <i>DAVIESIELLA LLANGOLLENSIS</i> ...	Zone à <i>Dav. llangollensis</i> ...	DOLOMIE DU HURE	
		(pro parte)	

(d'après DUTERTRE A.P.)

Chapitre I

La lithologie

l è r e P A R T I E

- MICROFACIES DES CALCAIRES

Peu de familles de roches ont été l'objet d'aussi nombreuses tentatives de classification que les roches carbonatées. Les travaux sur les bassins actuels de sédimentation avec leur cortège de découvertes récentes n'ont fait qu'amplifier le problème.

Cependant parmi toutes ces classifications, celle de FOLK (1959) est la plus couramment adoptée (voir "Essai de nomenclature des Roches sédimentaires"); elle concerne la série des calcaires de type clastique et fait intervenir le pourcentage relatif des 3 constituants fondamentaux : allochems, micrite, sparry calcite.

La classification de PIRLET (1963, 1965, 1968) s'inspire sensiblement des travaux de FOLK malgré une terminologie différente, elle la complète pour les calcaires d'origine algair. *H. Pirlet se distingue de R.L. Folk car il insiste sur les structures qui sont en relation avec les niveaux d'énergie.*

La nomenclature utilisée pour nos besoins reprend en majeure partie celle de l'auteur belge. Les synonymies seront au passage explicitées.

LES CONSTITUANTS

L'observation microscopique permet de distinguer dans une roche calcaire 3 types d'éléments constitutifs :

- des corpuscules = éléments figurés = allochems (FOLK);
- une vase ou boue, ou plus exactement une matrice cryptocristalline = micrite (FOLK);
- un ciment de calcite spathique = sparry calcite (FOLK).

Les deux dernières fractions peuvent se remplacer mutuellement. Le ciment ne peut exister seul ou alors localement.

La classification la plus élémentaire consiste à établir des catégories selon la prépondérance de l'un ou l'autre élément. Initialement descriptive, cette conception revêt un caractère génétique; en effet, nous verrons par la suite qu'il existe une relation directe entre le rapport éléments figurés/matrice et la turbulence du milieu de sédimentation.

Deux figurations peuvent être adoptées :

- le GMR (LEIGHTON PENDEXTER 1962) ou "Grain Micrite Ratio" qui équivaut à la somme des pourcentages de grains (corpuscules) divisée par le pourcentage de micrite (mud-like material);

- la représentation triangulaire : aux pôles du triangle sont portés les corpuscules, la vase, le ciment (PIRLET, 1965, p. 402).

La zone proche du pôle corpuscules correspond à la classe des somatites, celle voisine du pôle vase à la classe des cryptites. La zone intermédiaire délimite les cryptosomatites.

A. SOMATITES

Les somatites comportent différents types de corpuscules desquels elles tirent leur nom :

- 1) les organoclastes = bioclastes = skeletal grains.

Ils sont constitués par les fossiles ou leurs fragments : paléchinides (entroques), polypiers, tabulés, algues (ex. *Girvanella*), brachiopodes, lamellibranches, foraminifères, bryozoaires, calcisphères, etc... On distinguera les micro-organoclastes (inférieurs à 100 μ) et les macro-organoclastes (supérieurs à 2mm).

Les roches composées en majeure partie d'organoclastes sont les organoclastites. Elles peuvent être classées suivant :

- leur degré d'élutriation (winnowing);
- leur degré de triage (sorting);
- leur degré d'émoussé (rounding).

Ces trois facteurs dépendent de l'énergie hydrodynamique et déterminent la maturité des allochems.

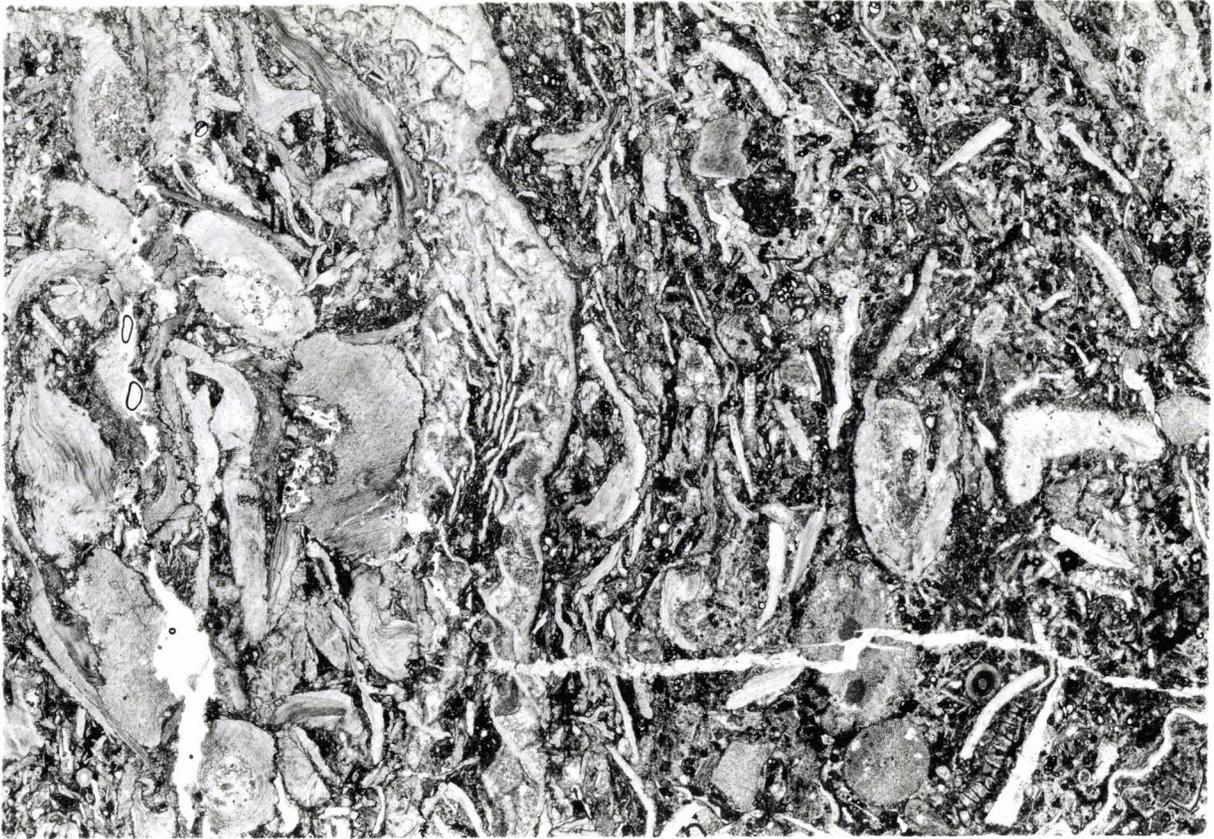
PIRLET (1963) distingue 4 types :

- organoclastites à grain grossier et mal classé;
- organoclastites à grain moyen et mal classé;
- organoclastites à grain moyen et bien classé;
- organoclastites à grain fin et bien classé.

D'après les études actuelles (J.J.H.C. HOUBOLT, 1957) ces sédiments se déposent dans la zone d'action directe des vagues et s'étagent vers le centre du bassin en granulométrie décroissante, fonction de la diminution d'énergie.

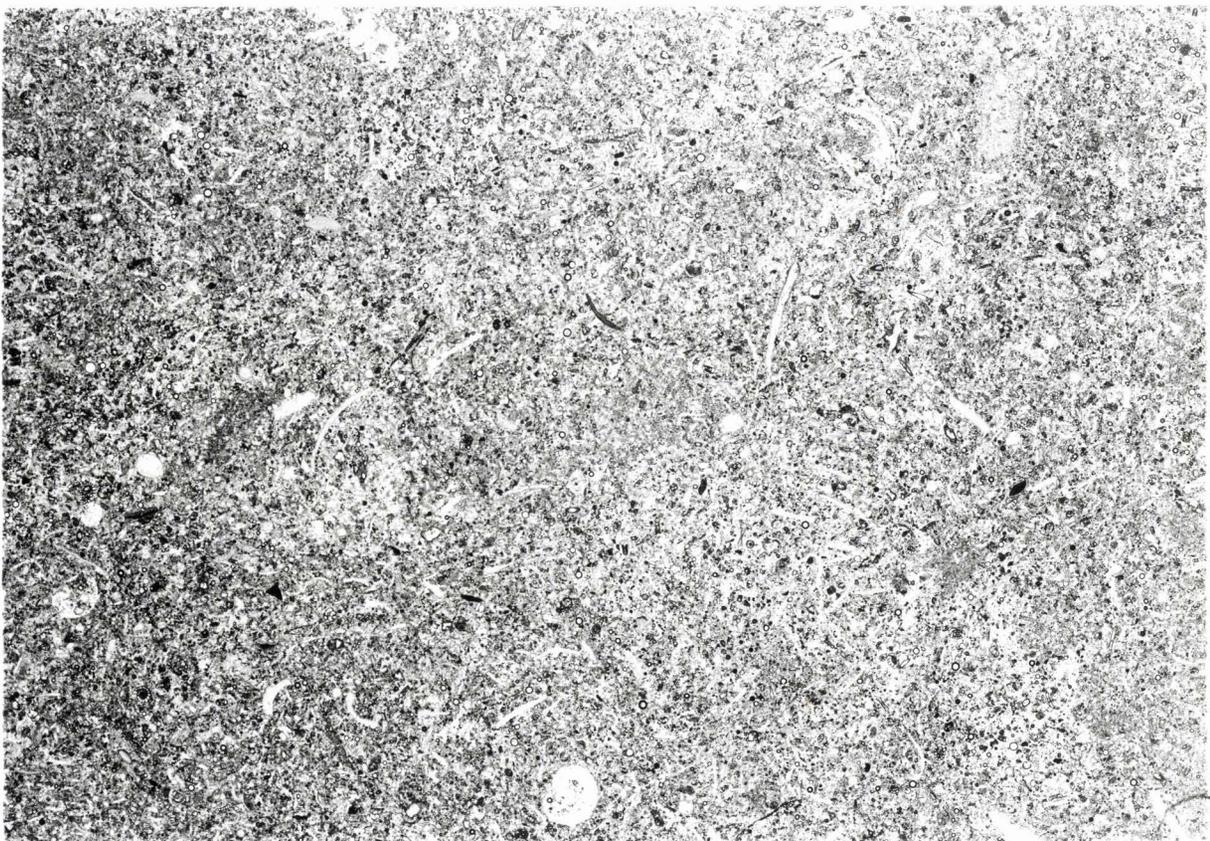
- 2) Les endoclastes = intraclasts = détritral grains

Ils représentent des débris de roches calcaires préexistantes et résultent du remaniement d'un sédiment pénécontemporain faiblement consolidé. Leur taille est éminemment variable. On distinguera les macro-endoclastes, les endoclastes (s.s.), les micro-endoclastes (mêmes limites que pour les organoclastes). Ces éléments s'apparentent à ceux des brèches ou des conglomérats, cependant contrairement à ces derniers qui peuvent avoir pour origine une érosion continentale, on impose aux endoclastes de provenir de la même patrie de dépôt que le sédiment sous-jacent.



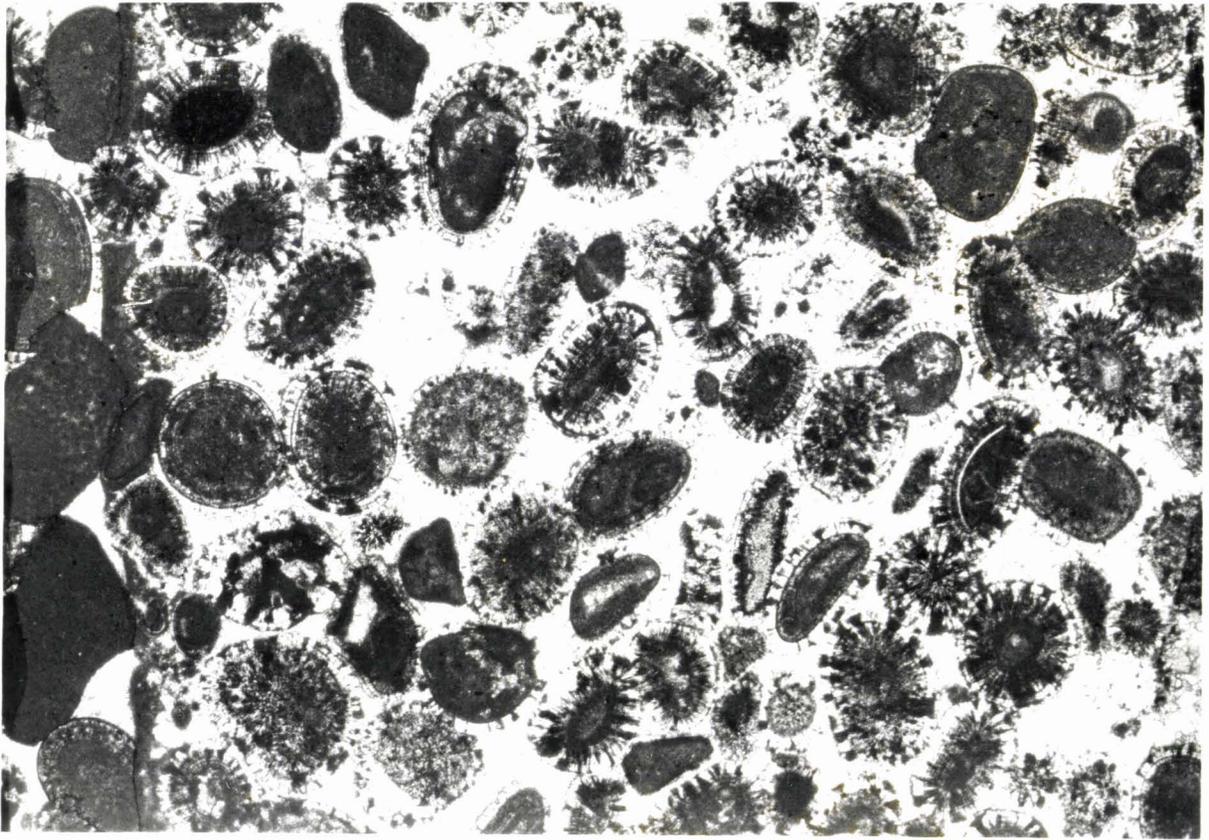
macroorganoclastite

x 10



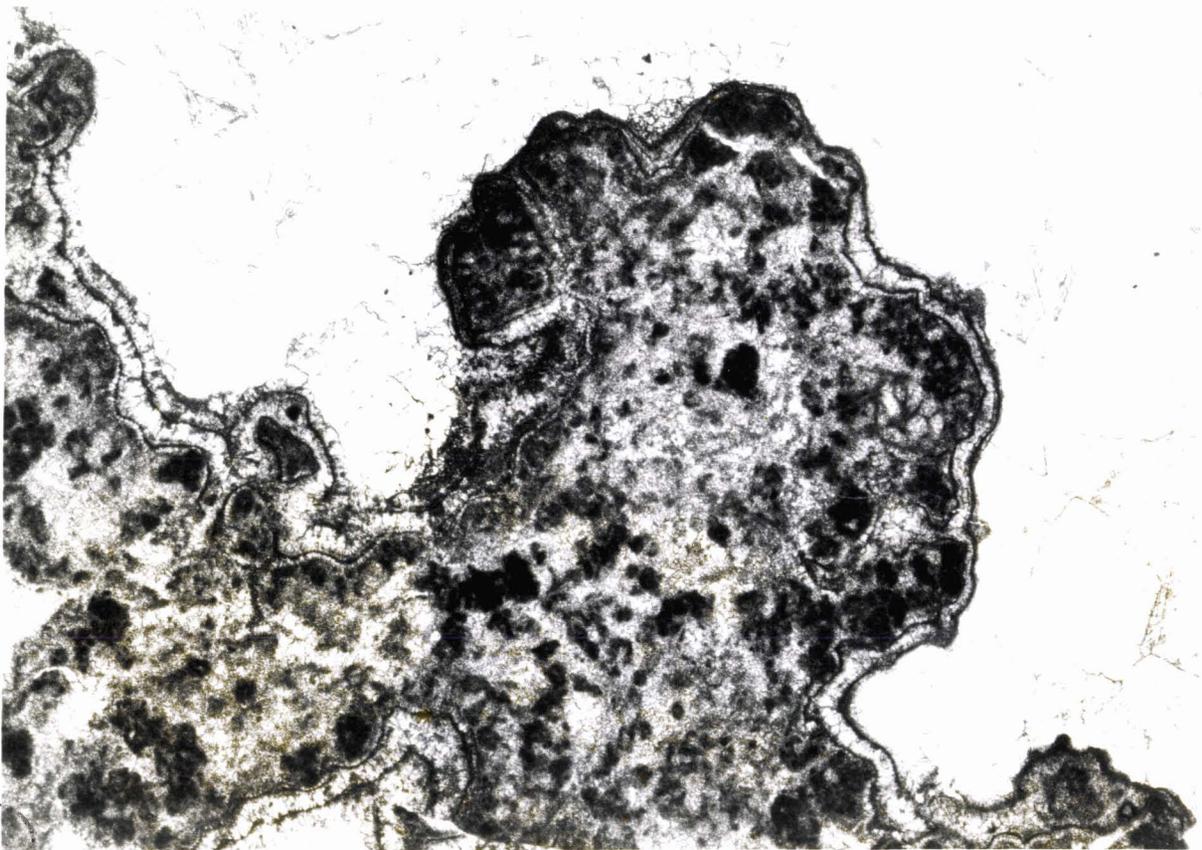
microorganoclastite

x 10



oolithite

x 20



calcaire construit

grumeleux

x 20

La nature des endoclastes est celle de la roche originelle; des organoclastes ou des oolithes peuvent donc être présents, mais dans ce cas ils sont joints par un liant (cryptite ou calcite spathique) prouvant leur appartenance à un sédiment antérieurement cohérent.

Selon l'action hydrodynamique subie et le degré de lithification du sédiment d'emprunt, les endoclastes pourront revêtir divers aspects :

- contour net et anguleux : roche indurée, faible maturité;
- contour net et émoussé : roche indurée, maturité;
- contour flou : remaniement d'une vase non encore consolidée.

Dans ce troisième cas, les grumeaux ainsi formés peuvent être fondus avec des agrégats de calcite microcristalline; cette homéomorphie est génétiquement très distincte. Les roches à prédominance d'endoclastes sont des endoclastites.

PIRLET (1963, 1968) groupe sous le terme de "pseudoolithes" des éléments de cryptite en forme de pastilles plates. Selon cet auteur, elles "proviennent de la fragmentation d'un calcaire cryptogrenu de type algaire". DERVILLE (1931, p. 60-61) signale et figure des articles en bâtonnets qu'il rapporte à des formes soit de reproduction, soit de désagrégation. Ces pseudoolithes se rencontrent fréquemment à divers niveaux des calcaires étudiés, dans la partie supérieure de la séquence, associées à des algues et plus communément aux stromatolithes. Bien que procédant d'un faciès algaire, ces pseudoolithes devraient se classer parmi les endoclastes car elles résultent d'un processus de fragmentation. Nous avons conservé ce terme dans ce sens restreint.

3) Les oolithes = ooids = coated grains

Sous ce vocable sont réunis :

a) les oolithes sensu stricto : petites balles constituées d'une ou plusieurs enveloppes de calcite entourant un débris quelconque (carbonate ou autre minéral); leur taille est inférieure à 2 mm. On distingue :

- les oolithes normales avec plusieurs enveloppes;
- les oolithes superficielles avec une seule enveloppe.

Elles présentent généralement une structure à la fois concentrique et radiale. Dans la nature actuelle (RUSNAK in SANDERS & FRIEDMAN, 1967) l'orientation dans chaque écaille des cristaux d'aragonite est fonction du taux de précipitation et du degré d'agitation :

- précipitation rapide : orientation quelconque;
- précipitation plus lente, faible agitation : orientation radiale;
- précipitation très lente, forte agitation : orientation concentrique.

En plus de leur valeur de niveaux-repères, ces oolithes reflètent des conditions paléogéographique et climatologique particulières : mer chaude, évaporation intense. Au Grand Lac Salé (U.S.A.), la zone de formation des oolithes normales correspond à la ceinture des brisants. Selon VATAN (manuel de Sédimentologie) "les calcaires oolithiques apparaissent à la fin du cycle calcaire, juste avant les évaporites". Cette remarque, valable pour le cycle sédimentaire général, l'est également à l'échelle de la séquence élémentaire; ces oolithes se placent après les organoclastes.

b) les oolithes encroûtées par les foraminifères ou les algues (ex : *Girvanella*). Les roches à oolithes sont encore appelées oolithites.

4) Les lumps et les pellets

Sous ces termes les auteurs anglo-saxons désignent des corpuscules formés par un processus d'agrégation.

a) Les lumps ont généralement un contour lobé avec des rentrants. Ils apparaissent comme des amas d'un ou plusieurs types de corpuscules (oolithes, pellets).

b) Les pellets montrent une grande uniformité d'aspect (ronds ou ovoïdes) et de taille (très petite : 0,04 à 0,15 mm) et sont dépourvus de toute structure interne. Ils pourraient résulter d'une agglutination de particules très fines de vase (poussière d'algue par exemple). Il est très délicat, voire impossible de distinguer ces corpuscules des endoclastes, aussi les rangerons nous le plus souvent dans cette catégorie.

B. LA CRYPTITE, ou MATRICE, ou MICRITE

On entend indifféremment par cryptite le constituant c'est-à-dire la calcite microcristalline et la roche qui en est presque totalement composée. La granulométrie des cristaux de calcite n'excède pas trois microns ce qui confère à la roche son aspect dépoli en lame mince. Les cryptites sont décrites par DERVILLE (1931) sous le terme de calcaires granuleux; elles répondent encore plus communément à la définition des calcaires à pâte fine. A l'affleurement, sur les parements altérés ces cryptites contrastent par leur teinte claire avec les organoclastites toujours plus sombres.

Deux processus contribuent à la formation de la cryptite :

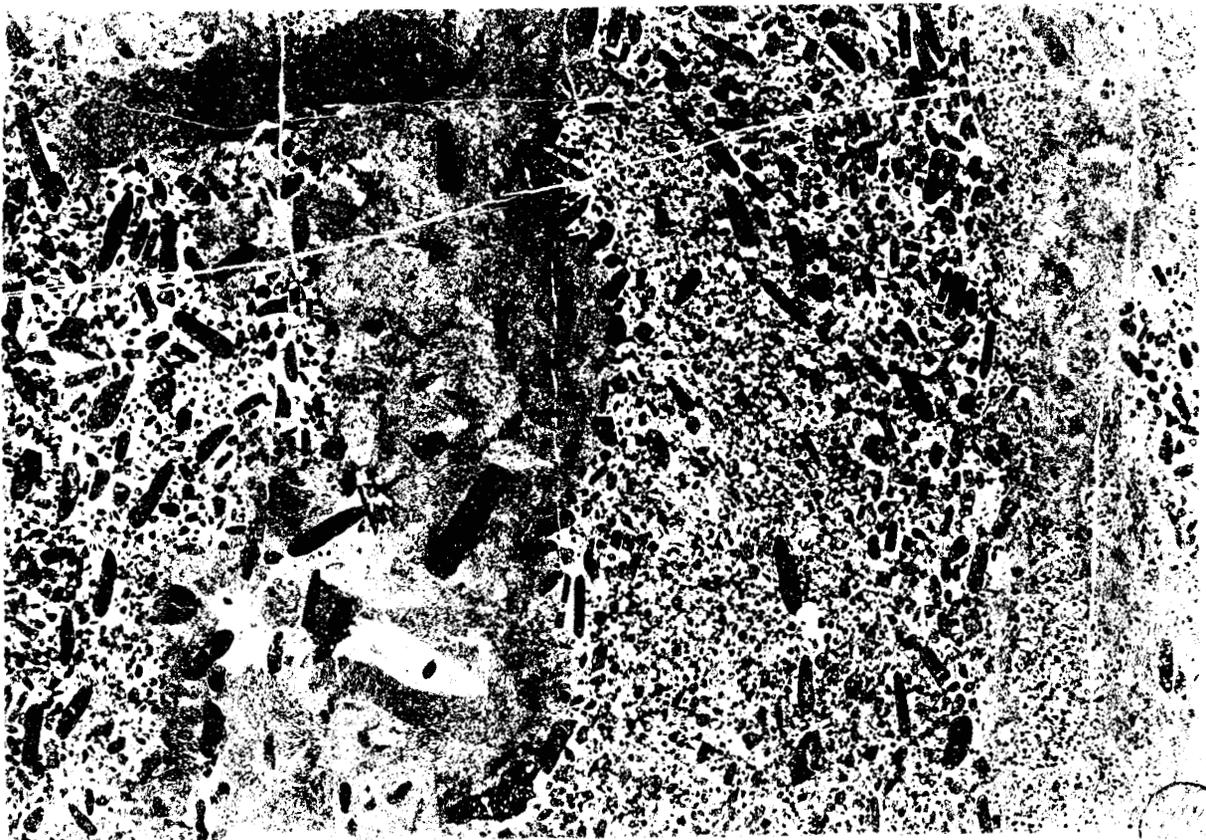
- un processus chimique ou biochimique, par précipitation rapide et chute sur le fond. Les algues siphonnées qui imprègnent leur membrane de carbonate de calcium, les échanges chimiques au niveau des matières organiques en décomposition sont autant d'agents responsables de l'élaboration de cette boue calcaire.



cryptite avec ostracodes



calcaire grumeleux
avec serpules



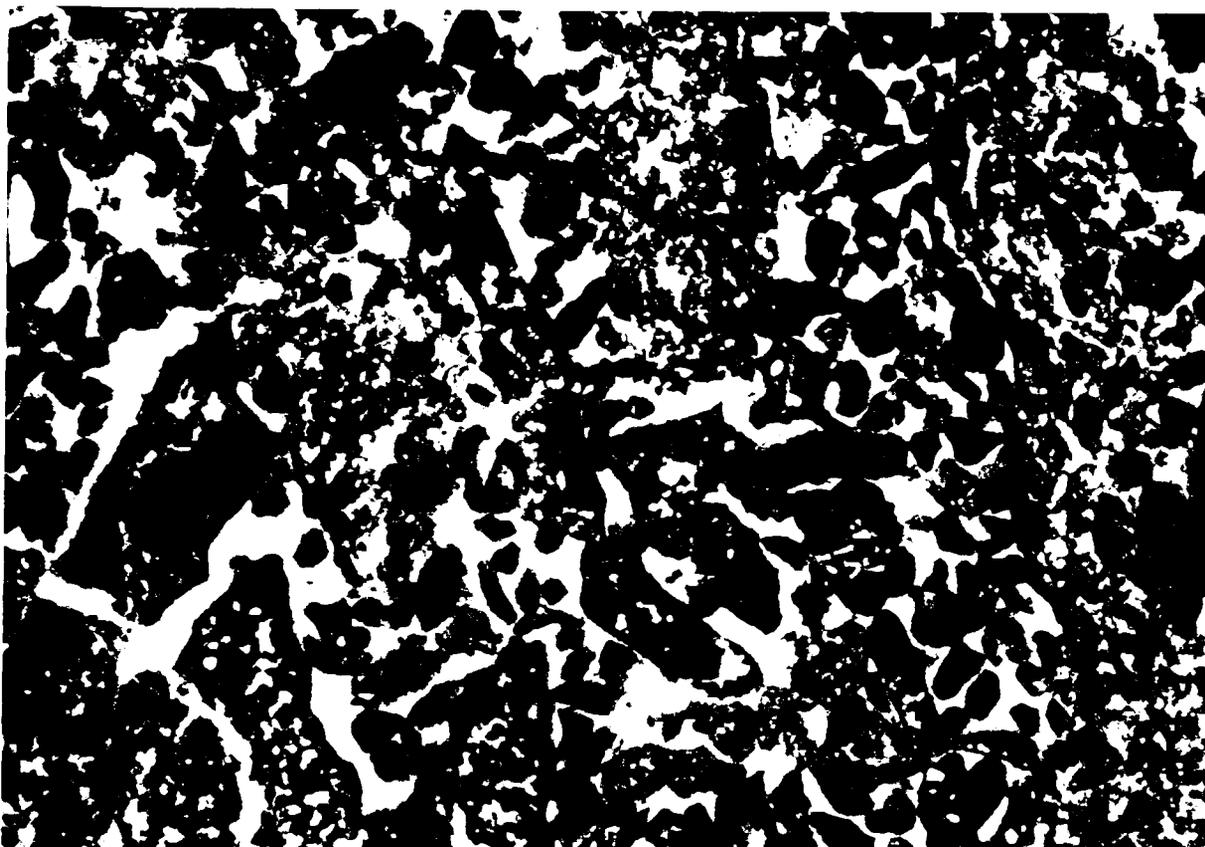
pseudolithite

x 10



calcaire dolomitisé
à cristaux de calcite orientés

x 10



endoclastite

x 10



- un processus mécanique : JJHC HOUBOLT (1957) a montré que les fines particules résultant du broyage des débris organiques sont transportées dans les zones de sédimentation les plus calmes.

Les cryptites peuvent se charger de corpuscules et évoluer vers les cryptosomatites, mais le plus souvent elles sont dépourvues d'éléments figurés, mise à part une maigre population d'ostracodes ou de lamellibranches à test mince.

Dans la catégorie des cryptites se rattachent les calcaires à texture microgrumeleuse ou floconneuse dont l'origine est discutée. Dans ce type, des plages de cryptite aux contours indécis et flous s'individualisent au sein d'une calcite spathique. Des trabécules lâches réunissent parfois les divers flocons.

L. CAYEUX (1935) distingue deux processus de formation :

- certains calcaires grumeleux résulteraient de la recristallisation progressive d'un calcaire homogène conduisant à la différenciation de grumeaux isolés (= structure grumeleuse d'origine secondaire);
- d'autres procèderaient d'un remaniement par des courants d'une boue calcaire non consolidée (= structure grumeleuse d'origine dynamique). Ce type se classerait donc pour nous dans les endoclastites.

H. PIRLET (1968) réfute la première interprétation et ne conserve que la seconde. Cependant L. CAYEUX et H. PIRLET émettent une troisième hypothèse : ces grumeaux seraient engendrés par floculation et agglutination.

Les cristaux élémentaires de cryptite dans leur chute vers le fond du bassin rencontrent des conditions physico-chimique différentes (pH, température, salinité...). A la manière d'un sol très fin au contact d'un électrolyte, ces cristaux floculent par neutralisation des charges négatives de surface. Sous l'effet de la pression des sédiments sus-jacents, ces agrégats, d'abord minuscules et reliés très lâchement en structure floconneuse, s'agencent en structure en nid d'abeilles, puis en structure élémentaire (TERZAGHI, 1965). On conçoit que la précipitation de la calcite dans les pores fige plus ou moins précocement cette architecture, d'où les intermédiaires observables.

C. LES AUTRES TYPES DE CALCAIRES

1) Les calcaires algaires

L. CAYEUX (1935) qualifiait la période primaire comme étant "par excellence l'époque des algues calcaires". L'étage Viséen en est une illustration évidente.

Les calcaires à algues échappent totalement du fait de leur origine à la classification énoncée pour les arénocryptites (PIRLET, 1965). En effet, ils procèdent non plus d'une origine mécanique, mais organique. Leur architecture dépendra donc ici du type d'algue constructeur et résultera souvent d'associations de plusieurs microfaciès.

Nous n'insisterons pas sur ces calcaires qui ont fait l'objet d'études détaillées de la part de H. DERVILLE (1931). On mettra à part :

- les algues nodulaires (*Ortonella*, *Girvanella*...) présentes dans divers faciès;
- les charophytes;
- les calcisphères qui, malgré leur activité et leur répartition importantes, posent encore le problème de leur appartenance.
- Les algues vertes dasycladacées (ex. : *Koninckopora inflata*, à biotope à foraminifères).

On groupe sous le nom de calcaires algaires :

- les biostromes ou calcaires construits en buisson, d'extension horizontale;
- les accumulations stratifiées ou zonaires de débris d'algues, au sein desquelles peuvent s'interstratifier des formations en place;
- les calcaires à spongiostromides à texture varvoïde (PIRLET 1963, 1968);
- les calcaires à stromatolithes (PIRLET 1963, 1968).

Ces faciès sont le produit d'algues bleues; ils présentent une remarquable valeur écologique et paléogéographique.

Le microfaciès de type grumeleux se manifeste le plus fréquemment dans ces calcaires; il consiste en un réseau d'éléments flous de cryptite, de forme et de taille variables mais généralement assez volumineux, séparés par des plages de calcite spathique. La calcite cryptogrenue représente les vestiges d'un thalle encroûté, plus ou moins oblitéré par la recristallisation. Dans ce réseau parfois très dense peuvent courir des faisceaux de tubes ou des ampoules de calcite hyaline correspondant aux tissus vivants de l'algue. Le thalle calcifié affecte communément une silhouette laminaire et bourgeonnante. Entre les portions organiques, les vides sont comblés par de la calcite spathique provenant de la circulation des solutions au travers du thalle; d'autre fois quand ceux-ci sont ouverts sur l'extérieur, ils sont remplis d'un matériel légère-

ment cryptitique contenant de très fins débris fossiles, des ostracodes ou pé-lécypodes à test mince entier, des serpules ou des gastéropodes sertis sur les parois.

Dans certains cas, toute structure organique typique peut être absente, seule la forme générale subsiste. Ainsi les stromatolithes constitués de lames ondulées et emboîtées de nature quelconque, sont comparables aux *Collenia* actuelles, colonies d'algues vertes ^{et bleues} précipitant un tapis calcaire à leur surface. Le résultat de l'activité biologique témoigne exclusivement de leur existence.

2) Les calcaires argileux

Ce type de calcaire se rencontre souvent sous forme de plaques ou de plaquettes séparées par des joints argileux. Il apparaît au sommet de certaines séquences, associé à des cryptites ou des calcaires algaires. La matière phylliteuse se répartit en minces feuillets irréguliers suivant grosso modo la stratification, ou se concentre dans les stylolithes.

Ce faciès n'est pas rare dans le V2b (1). Les calcaires argileux (MAMET, 1963) sont riches en carbone et correspondent à un milieu réducteur. La faune a laissé peu de traces, excepté quelques ostracodes.

3) Les calcaires bréchiques

Dans le bassin de Namur-Dinant, des brèches sont décrites dans certains horizons du Viséen; pour notre part, nous n'en avons décelé que deux; la première, au niveau du V3a β (1) appelée "Napoléon Grand Mélange" depuis longtemps assimilée à la Grande Brèche de Namur ou Brèche des Grands Malades (H. DE DORLODOT, A. SALEE, 1911); la seconde, au niveau du V2a qui n'a pas encore à notre connaissance été mentionnée et qui doit vraisemblablement s'apparenter à la "Petite Brèche".

On trouvera dans la thèse de H. DERVILLE (1931) une description détaillée du "Napoléon Grand Mélange".

Aucune formation dinantienne n'a suscité tant de réflexions et fait couler autant d'encre que la Grande Brèche. Parmi toutes les hypothèses avancées concernant son origine et sa genèse, il semble qu'il faille exclure celle invoquant un glissement gravitationnel en masse (interprétation de P. BOURGUIGNON, 1951) ayant réparti à la manière d'un olistostrome ses éléments sur toute l'étendue du bassin. En effet, P. MICHOT (1951) considérant la distance le long de laquelle on trouve cette brèche, émet l'opinion suivante : "Si... on admet pour la pente d'écoulement une inclinaison moyenne de 1°, il y aurait donc entre les deux extrémités de ce parcours sous-marin une différence de profondeur de 1200 mètres. Or, c'est à l'extrémité distale de ce transport qu'apparaît la sédimentation normale, constituée par le faciès calcaire oolithique, sédimen-

(1) : Voir tableau I.

tation dont le caractère de faible profondeur se trouve donc être en contradiction avec la déduction précédente".

Un autre argument à l'encontre de cette interprétation est que des niveaux d'algues siphonnées et des paquets de productidés en position de vie se trouvent interstratifiés dans la brèche. On conçoit mal que ces organismes aient pu se développer dans une masse mouvante. Enfin les bancs bréchiens prennent place au sein de calcaires de même type (calcaires à pâte fine et calcaires algaires). Leur avènement ne semble pas avoir perturbé la sédimentation qui reste identique à elle-même, celle d'un milieu peu agité.

Une des hypothèses de L. CAYEUX (1931) invoquant les phénomènes séismiques s'accorde avec l'opinion de P. MICHOT (1951) pour qui "les brèches en question sont des formations pour ainsi dire *in situ*, formées en milieu marin à l'intervention de légères déformations épicrostales".

4) Les calcaires dolomitiques

Les niveaux V2a, V2b α , β , γ , (1) et la base du V3a α présentent fréquemment des phénomènes de dolomitisation avec un paroxysme au V2b γ pour l'horizon dit à *lithostrotion martini*.

Toutes ces dolomies sont d'origine métasomatique comme en témoignent des reliquats de structures primitives au sein de certains calcaires incomplètement contaminés.

Une progression se manifeste depuis les "calcaires ponctués de cristaux de dolomite" (DERVILLE, 1931) à cristaux idiomorphes équigranulaires de 50 à 100 μ , jusqu'aux "dolomies grenues" à cristaux xénomorphes généralement plus petits. Les porphyroblastes sont rares et doivent être de nature tardive. En lame mince, la dolomitisation est le plus souvent uniforme, mais elle peut se concentrer en plages ou le long de discontinuités telles que les stylolithes. Ce processus affecte tous les faciès calcaires : biostromes, organoclastites, oolithites, cryptites, calcaires algaires... et pour tous à des degrés variables. La granulométrie varie sensiblement avec celle du calcaire originel.

Les conditions physico-chimiques nécessaires à la formation de la dolomite sont particulières et de ce fait intéressantes pour la genèse :

- hypersalinité (= hyperchlorinité) due à l'évaporation;
- rapport Mg/Ca élevé de la solution (l'accroissement de la teneur en Mg est l'objet de diverses hypothèses : précipitation de gypse, périodes orogéniques;

(1) : Voir tableau I.

- pH élevé, généralement supérieur à 8; la présence de végétaux extrayant le CO₂, ainsi que la décomposition de matières organiques, contribuent à augmenter ce pH;
- température élevée (en relation avec l'évaporation).

Considérant la paléogéographie du bassin et les conditions physico-chimiques strictes J.J. MENNIG et A. VATAN (1959) admettent que les dolomies viséennes sont liées aux zones de shelf, isolées des influences du large par des barrières récifales.

D. LES FACIES NON CARBONATES

1) Les accidents siliceux = cherts et silexites

Au sein des assises du V2b et V3a α (1) s'interstratifient des lits de silexites. Bien que procédant du même mécanisme ces masses siliceuses se présentent le plus souvent sous forme de nodules ou de rognons et sont teintés en blanc contrairement à celles de la région de Namur qui généralement sont noires et se disposent en plaques.

L. CAYEUX (les roches siliceuses, 1929, p. 506-552) fournit une description détaillée et une interprétation de la genèse des silexites du Calcaire carbonifère.

Des études récentes (G. MILLOT) ont montré que la silice était transportée en solution vraie sous forme de monomères Si (OH)₄ et provenait du lessivage du continent sous des conditions tropicales humides.

Comme pour les roches dolomitiques et suivant un processus analogue, la silicification se fait généralement par épigénie d'un sédiment mou dans un stade précoce, généralement avant la dolomitisation (L. CAYEUX, 1925).

Parmi les facteurs, qui contribuent à la précipitation de la silice, citons :

- la croissance de la teneur en CO₂;
- la concentration en ions Al³⁺ (H. PIRLET note certaines associations argile-chert) et Ca²⁺;
- l'abaissement de la température.

Les variations de pH n'ont pratiquement aucune influence.

Pour ce qui concerne le V2b γ (1) les cherts semblent localisés à la phase inférieure de la séquence c'est-à-dire aux organoclastites. Nous avons pu les observer contrairement à H. PIRLET dans des microfaciès grossiers (macro-

(1) : Voir tableau I.

organoclastites et biostromes à polypiers). A l'intérieur du V2b α (1) un lit discontinu de silixite est associé à une cryptite et une dolomie. BURTIN (1962) a montré dans le Bajocien de Côte d'Or qu'à chaque niveau de chailles correspond une séquence qui se marque par un accroissement de la teneur en SiO_2 . Une telle séquence n'équivaut pas à notre séquence unité puisqu'on peut rencontrer plusieurs lits de cherts; il s'agit peut-être d'une rythmicité d'un autre ordre, d'une autre origine.

Le quartz de néoformation apparaît dans certains cas, soit sous forme de minuscules prismes bipyramidés au sein de quelques faciès grumeleux ou algaires, soit en cristaux xénomorphes remplissant les loges de polypiers ou épigénisant les tests de brachiopodes et d'ostracodes (DERVILLE).

2) Les argilites

L'occurrence de minéraux argileux au milieu d'une sédimentation de type carbonaté est normale; nous avons déjà évoqué les calcaires argileux. Quand ces argiles se déposent en lits, eu égard à leur granulométrie très fine, elles s'épandent généralement sur des étendues considérables de bassin, et ceci de manière synchrone. Si l'épaisseur du niveau sédimenté est suffisamment importante, il peut alors servir de niveau-repère dans la stratigraphie.

Plusieurs horizons ont été observés dans le Viséen de Ferques, plus particulièrement dans le V2b α , V2b β , V3b α (1). Ils appartiennent le plus souvent à la phase supérieure de la séquence.

H. PIRLET (1963, 1966) signale dans la séquence 2 du V3b α (1) la présence d'un niveau de kaolinite qu'il attribue à un tonstein.

3) Les charbons

Deux veines de houille ont été décrites à la partie supérieure de l'assise à *Gigantoproductus giganteus* et anciennement exploitées aux fosses des plaines. Elles n'apparaissent plus à l'affleurement, mais devaient être associées à des calcaires noirs organoclastiques.

(1) : Voir tableau I.

Chapitre II

|
La méthode :

|
l'analyse séquentielle

|

II - LA METHODE : l'ANALYSE SEQUENTIELLE

"Une série sédimentaire gagne à être considérée non plus comme une superposition de termes lithologiques, mais comme une succession de termes déposés dans un continu. Ainsi chaque terme ou niveau individuel est à considérer en fonction de celui qui le précède et de celui qui le suit". A. LOMBARD résumait ainsi en 1952 l'étude des séries sédimentaires.

En effet, on s'aperçoit à l'examen de certaines coupes naturelles que chaque terme lithologique se retrouve périodiquement et toujours à une place déterminée. Il s'agit alors d'une série rythmique et la suite logique des termes prend le nom de séquence fondamentale. Suivant l'assise considérée la séquence fondamentale peut présenter des variantes; H. PIRLET (1968) définit la séquence standard comme étant "la séquence idéalement la plus complète suivant laquelle les différents microfaciès s'ordonnent au sein des rythmes réalisés dans l'assise considérée". Elle équivaut à la série virtuelle locale de A. LOMBARD.

A. LA SEQUENCE STANDARD

De manière générale, la séquence standard des calcaires viséens se scinde en deux phases :

- une phase inférieure ou phase zoogène;
- une phase supérieure ou phase phytogène.

La transition de phase inférieure à phase supérieure se fait de manière progressive bien que souvent assez rapide. Elle peut être monotone ou récurrente. Des faciès intermédiaires ou particuliers apparaissent à ce niveau dans certains types de séquences.

L'évolution de phase supérieure à phase inférieure se marque au contraire par des variations brutales. Il n'est pas rare de voir débiter la phase inférieure par un ravinement de la séquence précédente, affectant des termes plus ou moins profonds de cette dernière. De même, cryptites ou calcaires algaires sont fréquemment remaniés en éléments allant des endoclastes microscopiques aux galets volumineux. Selon le degré de lithification et les actions hydrodynamiques subies, ces galets peuvent être roulés, déformés, impressionnés.

D'autre part, le matériel bioclastique et endoclastique de la séquence inférieure se classe et s'affine vers le haut (macro-organoclastite évoluant vers une micro-organoclastite). Ce processus est couplé avec un en-

(1) : Voir tableau I.

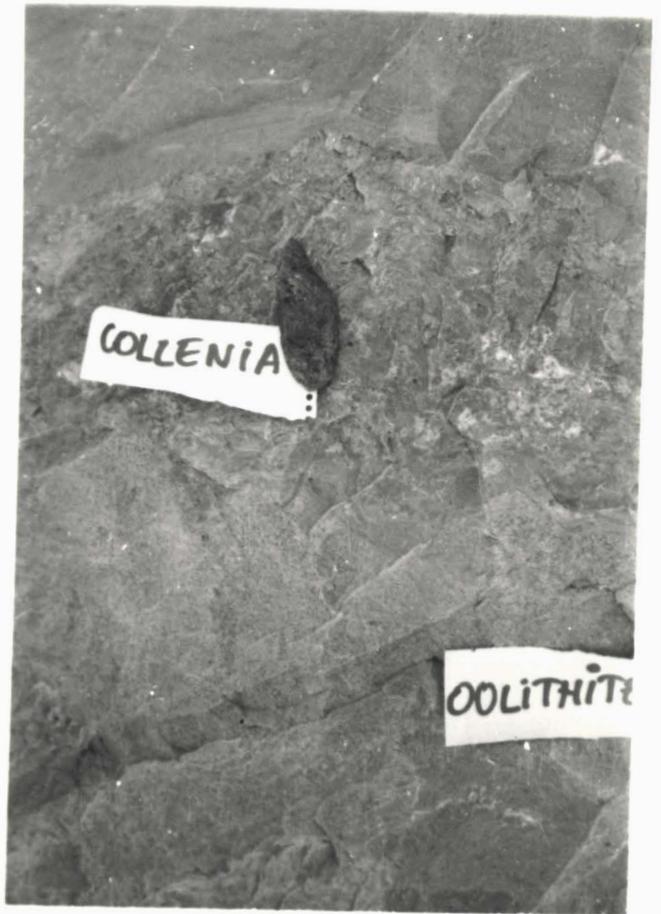
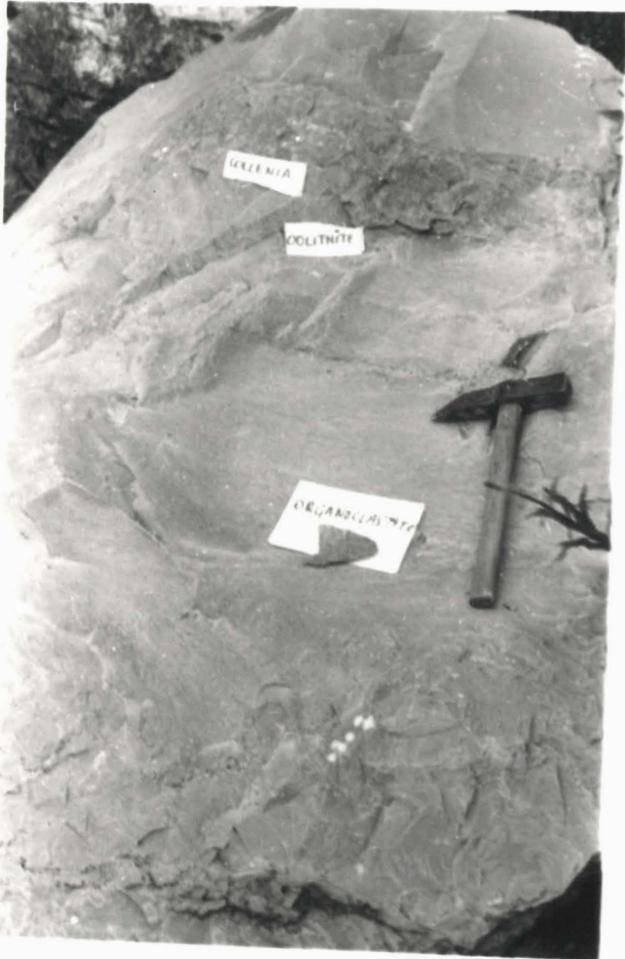
richissement du ciment en matière cryptitique. Cette phase inférieure obéissant à des lois mécaniques, il est possible à l'image des formations détritiques, de parler de "séquence granuloclassée". Ces deux caractères, contact franc ou ravinant et série granuloclassée, permettent de délimiter l'origine de la séquence et de constater qu'elle est positive (A. LOMBARD). A l'endroit d'une base de séquence, on peut cependant parfois observer une ébauche de séquence négative, mais celle-ci est de courte durée.

Les séquences envisagées sont caractérisées par l'exclusion des lithotopes détritique et terrigène de la séquence standard. L'occurrence de tels termes dans un rythme présente un caractère accidentel et pourra être utilisée comme élément d'identification ou de corrélation.

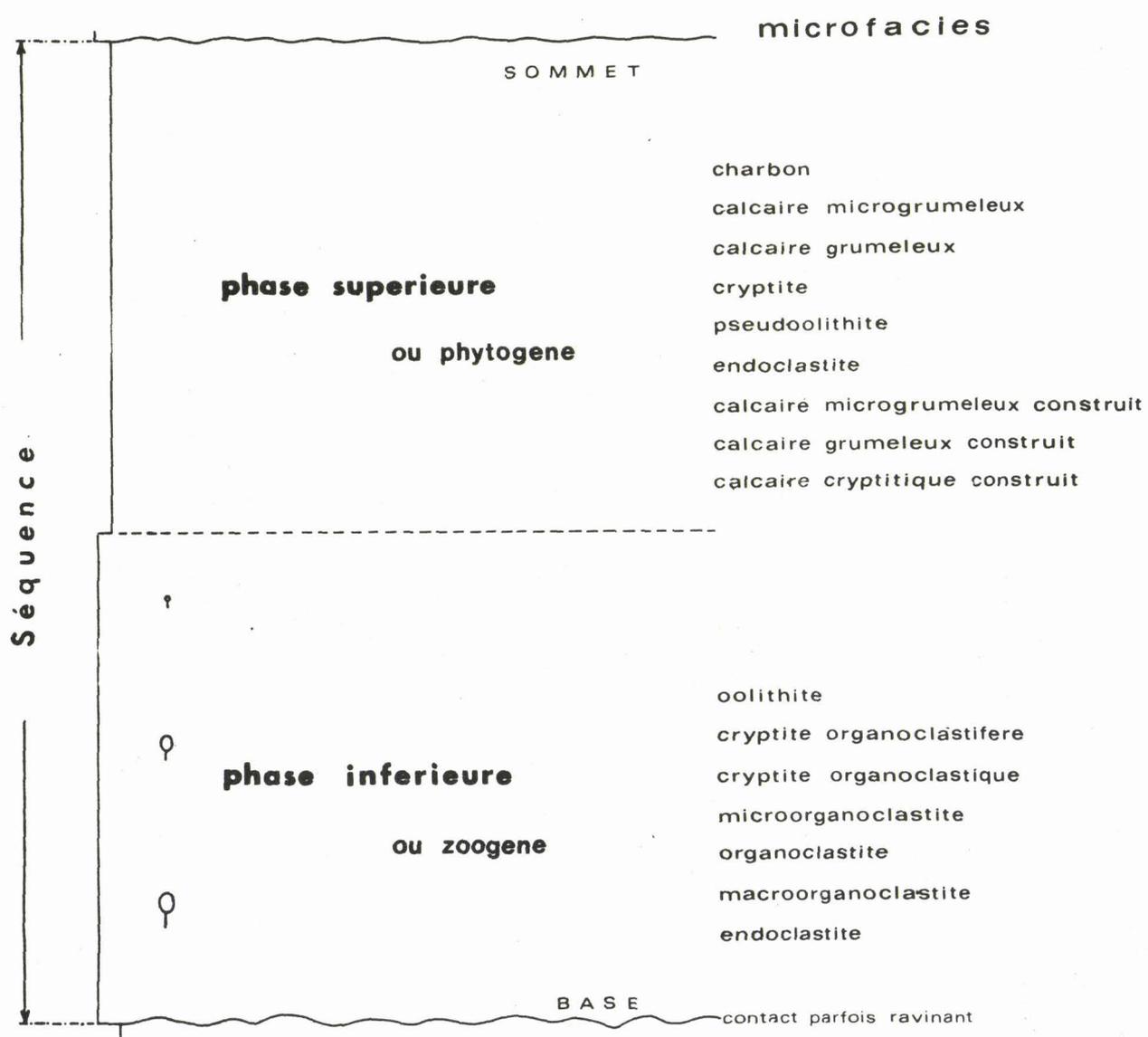
L'échelle des séquences est métrique, dans une fourchette de 20 cm à 15 m, c'est-à-dire qu'elles correspondent aux séquences macroscopiques de A. LOMBARD. Des séquences - unités (=séquences microscopiques) s'observent en certains cas à l'intérieur de la séquence macroscopique : alternance macro-micro-organoclastite, rubans oolithiques, structures varvoïdes. Les séquences macroscopiques s'intègrent elles-mêmes dans des séquences d'ordre supérieur : à l'échelle de l'étage B. MAMET (1963) considère le Viséen comme une grande biséquence) ou à l'échelle du cycle sédimentaire (cycle dévono-carbonifère).

Hormis les faciès nécessaires à la définition du rythme, c'est-à-dire organoclastite et calcaire algaire, d'autres faciès particuliers à telle ou telle assise s'intercalent dans la séquence standard. Ils se disposent logiquement dans un horizon déterminé en soulignant l'évolution du rythme. Des exemples sont fournis : par le lithotope oolithique qui prend place entre les phases inférieure et supérieure, par les niveaux à stromatolithes (*Collenia*) ou les tapis varvaires de spongiostromides qui surmontent les faciès algaires construits au sommet de la phase phytogène. Ces rythmes originaux ont une extension latérale locale ou générale; dans ce dernier cas une définition de l'assise ou de la sous-assise basée sur les caractères spécifiques de ses séquences, pourra être pris en considération.

La séquence standard est une séquence optimale, elle n'est que rarement représentée en sa totalité : soit qu'un des termes ait été "shunté" lors de la sédimentation, soit qu'il ait été érodé après son dépôt. La partie supérieure du rythme est le plus souvent escamotée par érosion, de même si les conditions de milieu et de matériel ne s'y prêtent pas, la phase inférieure grossière sera absente, (par exemple, la phase zoogène débute par une cryptite organoclastique). Les séquences présentent ainsi des types plus ou moins



SUS
LILLE



SEQUENCE DES CALCAIRES VISEENS



contrastés avec des pôles plus ou moins tranchés.

Enfin à l'intérieur de la séquence ou des phases de la séquence, se manifestent des variations thanatocoeniques essentiellement dues à des causes mécaniques; ainsi pour ce qui concerne les foraminifères, les formes benthiques grandes à test épais (*Tetrataxis*, *Lituotubella*, *Koskinotextularia*) se disposent généralement à la base de la phase inférieure, alors que la phase supérieure s'enrichit en petites formes à test mince.

B. LES NIVEAUX-REPERES

Après avoir mis en évidence des rythmes, il convient de les vérifier et de les ^{comparer} ~~corrélés~~ dans un ensemble de coupes. Or, bien souvent au sein d'une assise, les séquences se révèlent ubiquistes, d'autre part une séquence mal individualisée ou peu épaisse peut passer inaperçue tandis qu'elle se développera amplement dans une certaine direction. Ces raisons nous conduisent donc à chercher d'autres critères d'identification. Ceux-ci vont nous être fournis par les niveaux-repères. Un niveau-repère, comme un bon fossile, ne se vérifie comme tel qu'à posteriori, c'est-à-dire s'il garde sur une vaste étendue des caractères analogues et aisément identifiables. Ces faciès originaux pourront être :

- d'ordre sédimentologique :
 - développement d'un faciès particulier au sein d'une séquence (oolithes, varvoïde, charbon...);
 - intercalation d'une passée argileuse;
 - caractère ravinant ou non de la phase inférieure;
 - importance relative de l'épaisseur des séquences;
 - occurrence de lithotypes divers (cherts, dolomies).
- d'ordre paléontologique (lorsque l'organisme conditionne à lui seul l'aspect de la roche :
 - faune : serpules, biostrome à polypiers;
 - flore : niveaux algaires en "bouffées de pipe", nodulaires, *Collenia*.

Ces quelques exemples ne sont présentés que pour illustrer les critères utilisés. Ils n'ont, à eux seuls, aucun caractère stratigraphique; ce n'est que leur faisceau et leur association à d'autres principes qui justifient leur intérêt. Ils ne peuvent en aucun cas se substituer à la stratigraphie classique.

C. LA MICROPALÉONTOLOGIE

Jusqu'aux travaux récents de R. CONIL & M. LYS (1964), les divisions

du Dinantien belge ne s'appuyaient que sur les macrofossiles : zones à *Productus*, zones à polypiers... Depuis lors cependant, la richesse en foraminifères des calcaires dinantiens a permis de dresser une nouvelle stratigraphie détaillée qui, d'abord étayée par la macropaléontologie, en a pris la relève.

Les ouvrages suivants fournissent des tableaux d'extension de la microfauve : R. CONIL & M. LYS (1964); R. CONIL & H. PIRLET (1964); R. CONIL & H. PIRLET & M. LYS (1967); H. PIRLET (1968).

Parallèlement aux foraminifères, signalons les progrès des connaissances relatives aux conodontes et aux pollens.

INTERPRETATION DE LA SEQUENCE

Depuis que les géologues ont eu l'esprit attiré par le phénomène rythmique de sédimentation, ils ont cherché à en expliquer la nature et les causes. Ainsi le Viséen de Belgique, dont le caractère rythmique avait été constaté dès 1949 par P. MICHOT, est analysé dans son assise moyenne V2b par GERARDS (1955). A l'issue de son mémoire, cet auteur démontre clairement l'intervention des courants dans l'élaboration des faciès organoclastiques, et l'importance de l'ouverture et de la fermeture de l'aire sédimentaire aux courants, dans la formation de la séquence. La nature des rythmes est ensuite détaillée par H. PIRLET (1963) dans la partie inférieure du V3a; on y remarque l'intercalation de calcaires oolithiques entre le calcaire organoclastique à la base et le calcaire grumeleux ou construit au sommet. Par la suite, dans son remarquable mémoire sur la sédimentation rythmique du V3b, V3c inférieur, H. PIRLET (1968) étudie la pétrographie des divers termes de la séquence, démontre sa valeur stratigraphique à l'aide de la micro-faune, et s'appuie sur celle-ci pour mettre en évidence des lacunes et des mouvements épérogeniques sur l'étendue du bassin de Namur-Dinant. Enfin il propose une interprétation fondamentale de la genèse de la séquence. La thèse de cet auteur sera ici reprise dans ses grandes lignes; une tentative de comparaison avec la sédimentation actuelle au banc des Bahamas pourra nous aider à résoudre ou du moins à éclaircir la signification des rythmes, et d'autre part, nous essayerons d'intégrer et d'expliquer les lithotopes oolithiques et dolomitiques (absents dans le V3 supérieur) au sein de la séquence générale.

I. Milieux sédimentaires du Banc des Bahamas

a) Situation générale

Le banc des Bahamas constitue un grand plateau sous-marin s'étendant en longueur sur 600 km et d'une superficie totale d'environ 150.000 km². De manière générale, la profondeur de la lame d'eau ne dépasse pas 12 m, sauf en quelques endroits ou "canaux" qui atteignent - 2000 m. Les bords de la plateforme sont de tous côtés très abrupts.

Le climat peut être considéré comme subtropical (température moyenne d'hiver 22° C, été 28° C - Hauteur moyenne de chute de pluie environ 120 cm). Le climat subtropical est maintenu par la présence de courants chauds dont le "courant de Floride".

Le substratum des sédiments actuels est représenté par un calcaire pléistocène qui affleure sur certains îlots. Des sondages pétroliers ont, par ailleurs, montré que la sédimentation calcaire se poursuivait jusqu'au Crétacé


 Sédiments prélevés à des profondeurs de plus de 600 pieds: sables fins et vases provenant de débris de squelettes calcaires, surtout d'origine planctonique

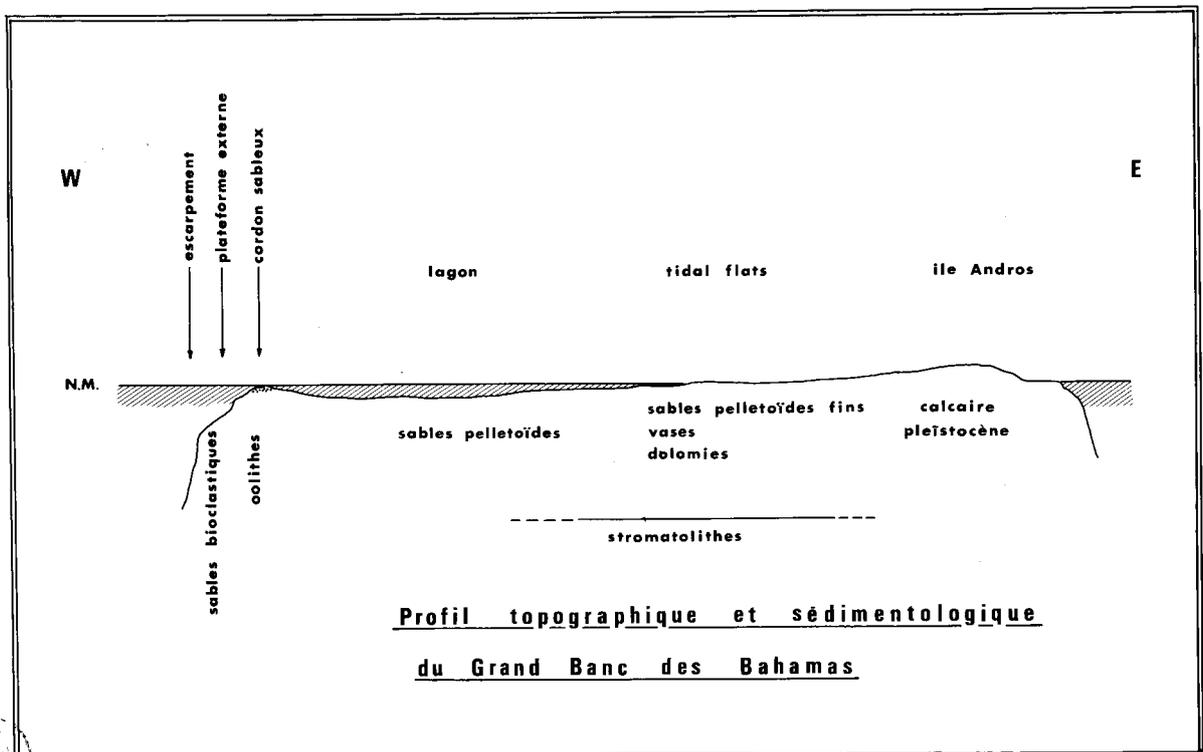
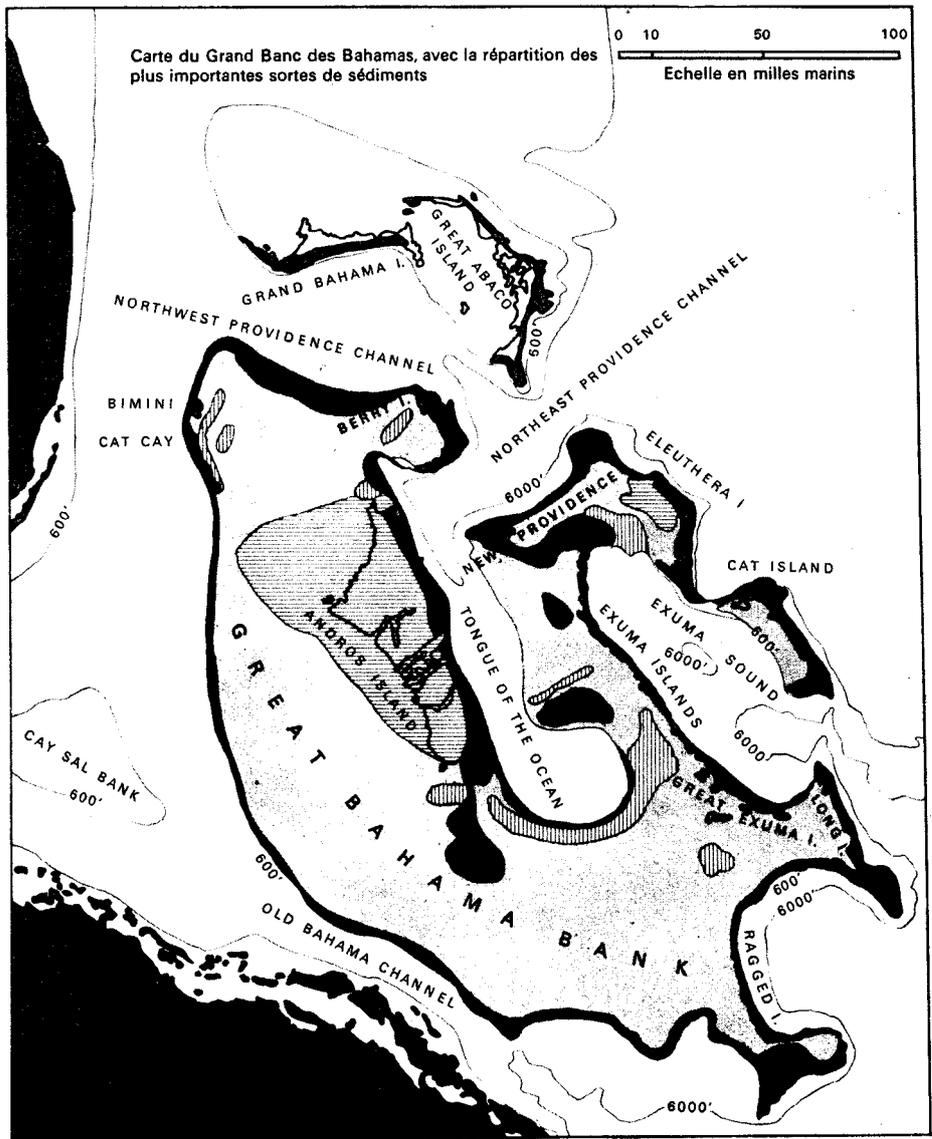

 Sables essentiellement composés de restes de squelettes calcaires; régions avec coraux isolés; récifs de coraux


 Sables oolithiques


 Sables pellétoïdes


 Sables pellétoïdes fins et vases; formations dolomitiques


 Sédiments calcaires pléistocènes (parties des îles constamment émergées)



inférieur sur une épaisseur de 4,5 km. Le milieu de dépôt peu profond ayant peu varié depuis cette époque, il est donc nécessaire d'admettre une subsidence continue de la plateforme bahamienne.

La sédimentation actuelle est typiquement calcaire et exempte de particules terrigènes.

b) Les faciès

A l'examen d'une carte de répartition des dépôts actuels, nous constatons que la majeure partie du banc est occupée par un faciès dit de "sables pelletoides". Cependant, à l'intervention de conditions locales soit de profondeur, soit d'ouverture au large, ce type sédimentaire est modifié, des faciès particuliers apparaissent : oolithiques, bioclastiques, stromatolitiques...

1) Les sédiments bioclastiques

Ils sont constitués essentiellement de mollusques, d'échinodermes, de foraminifères, et de récifs coralliens. Ils sont très peu abondants et localisés à la périphérie du banc ou dans les zones en communication avec la mer ouverte.

2) Les sédiments oolithiques

Au large des îles Bimini ou à l'extrémité méridionale du canal "Tongue of the Ocean" s'étendent de vastes surfaces couvertes de sédiments oolithiques. Leur profondeur ne dépasse pas une dizaine de mètres. Selon l'opinion de Newell, Purdy et Imbrie (1960) : "Les eaux de moins de six pieds de profondeur sont optimales pour la formation des oolithes. Le plus fort pourcentage des grains oolithisés et de grains avec le plus grand nombre d'écailles sont concentrés dans et juste au-dessous de la zone de balancement des marées, où ils sont en contact avec une eau de mer jugée sursaturée (métastable) quant à l'aragonite".

Les oolithes se formeraient au passage de courants froids sur des bancs peu profonds. Le réchauffement et la sursaturation consécutifs de l'eau de mer entraîneraient la précipitation directe de l'aragonite. Les conditions de température se situent entre 20 et 30° C, et la salinité est normale ou supérieure à la moyenne (Fairbridge, 1967).

Le banc de Cat Cay (Bimini) est la plus typique des formations oolithiques actuelles. Il a fait l'objet de plusieurs travaux, dont celui de M.M. BALL (1967). Celui-ci a montré que :

- la ceinture oolithique est parallèle à la rupture de pente existant entre le grand banc des Bahamas et le détroit de Floride.

- Des crêtes ornent le banc :

- . des crêtes majeures, obliques au grand axe. Elles possèdent

une pente raide vers la plateforme, une pente douce vers le détroit.

- . des crêtes mineures de direction subparallèle au grand axe;

- les stratifications sont obliques

- la séquence typique des sables oolithiques comprend :

- . une série basale avec des stratifications obliques à échelle grande ou moyenne.

- . une série sommitale avec des stratifications obliques à petite échelle.

- la direction moyenne de pendage des stratifications obliques est perpendiculaire à l'axe du banc.

- le déplacement des sables oolithiques se fait de préférence vers la plateforme.

- les sables oolithiques à stratification oblique recouvrent des sables pelletoides (ceux du Grand Banc), avec des transitions entre les deux sans doute dues au remaniement.

- dans les zones restées pendant un certain temps immobiles et soumises à l'action des organismes fousseurs, les oolithes s'entourent d'une frange de cristaux radiaux d'aragonite. Cette cimentation se produit à la surface du banc. Elle est donc contemporaine de la sédimentation.

3) Les sédiments fins du Grand Banc.

Une région désolée et plate couverte d'une végétation halophile et de mangrove très dispersée s'étend à l'ouest de l'île Andros, isolée vers l'est par une barrière récifale et une crête d'affleurements pleïstocènes. Une vase calcaire s'y sédimente actuellement, connue sous le nom de Drewite (cf. BLACK M., 1932). Ce type de dépôt est relayé vers l'ouest, vers la mer ouverte du détroit de Floride, par les sables pelletoides du Grand Banc des Bahamas, et enfin par un cordon de sédiments bioclastiques. La profondeur des eaux est très faible et cette zone est directement sous l'influence des courants de marées qui la submergent lors du flot; alors qu'au jusant elle est en partie asséchée.

Ces courants de marée empruntent pour leur cheminement un système très dense de chenaux d'affouillement.

a) Les dépôts d'origine algale

Les premiers travaux de M. BLACK (1933) ont montré l'importance de la sédimentation algale dans cette région. En effet, de très larges surfaces de la zone de balancement des marées (et au-dessous, MONTY, 1965) sont tapissées d'une pellicule d'algues unicellulaires filamenteuses (cyanophycées et chlorophycées).

Les structures engendrées par ces algues sont tout à fait analogues

aux stromatolites de la nature ancienne et ne dépendent pas uniquement de l'espèce d'algue constructrice - (ces espèces sont en nombre très limité), mais sont essentiellement une réponse aux conditions de milieu avec en premier chef la vitesse du courant et l'apport de sédiment. Les implications géologiques sont importantes en ce sens que des changements de milieu vont se traduire par une séquence de structures stromatolitiques. Ainsi GEBELEIN (1969) propose la séquence suivante par ordre d'énergie décroissante :

- sables ondulés avec conglomérat de galets plats > 15 - 20 cm/sec;
- Tapis algaire s'épaississant vers le haut;
- domes algaires
- biscuits algaires 1 - 11 cm/sec
- tapis algaire épais.

Logan et autres (1964) considèrent 3 grands types de formes élémentaires de stromatolites, pouvant se relayer et donner naissance à différents types :

- LLH = laterally linked hemispheroids = Structure *Collenia*;
- SH = discrete, vertically stacked hemispheroids = Structure *Cryptozoon*;
- SS = spheroidal structures = Structure oncolithe

A ces types, correspondent 3 milieux :

- LLH = plateforme protégée et vaseuse, dans la zone de balancement (tidal flat)
- SH = promontoire exposé, dans la zone de balancement;
- SS = partie inférieure agitée de la zone de balancement.

Les stromatolites sont non seulement intéressants pour la reconstitution du paléomilieu, mais également par leur action spécifique sur la sédimentation et c'est en ce domaine que la sédimentologie actuelle est précieuse.

Les algues principalement filamenteuses qui les composent, secrètent un mucilage (polysaccharides) hors des membranes cellulaires, et sont ainsi recouvertes d'une gaine gluante. Les particules fines et très fines de la taille du silt ou de l'argile, entraînées par les courants, sont à leur passage accrochées et bientôt entourées par suite de la croissance et de l'entrelacement de filaments. Les corpuscules de taille supérieure ne peuvent donc se sédimenter. L'épaisseur du film sédimentaire sera évidemment maximale pour une vitesse de courant optimale permettant le renouvellement de l'apport. Cependant cette vitesse ne devra tout de même pas être trop importante, afin de permettre l'installation et la pérennité du tapis végétal.

Les couvertures les plus étendues se trouveront donc dans des zones de courant continu, modéré, et transportant une importante charge en matériel fin.

Des mesures faites sur des stromatolites actuels de types biscuit (GEBELEIN, 1969) ont montré qu'une lamine complète d'environ 1 mm était réalisée en une journée. Pendant la phase diurne les filaments croissent verticalement (phototropisme) et rapidement, ils captent un grand nombre de particules et une demi-lamine épaisse et riche en sédiment prend ainsi naissance. Pendant la nuit, les filaments croissent horizontalement et lentement, ils enserrant le dépôt sous-jacent : la demi-lamine supérieure est donc à prédominance algair. Les études de BLACK puis de GINSBURG sur la rapidité d'accroissement ont donné des valeurs sensiblement identiques.

La présence d'une pellicule algair, dense et coriace, à consistance de caoutchouc a donc 2 effets principaux :

- elle permet, *contrairement aux données physiques* (courants, marées) qui expriment une certaine énergie du milieu, de réaliser une sédimentation *très fine*.

- elle joue le rôle d'une *couverture protectrice*, constamment renouvelée et laissant la diagenèse s'opérer précocement.

La propriété incrustante et cariante de nombreuses algues bleues d'eau douce, consécutive à la photosynthèse, ne semble pas correspondre aux stromatolites actuels dont l'accroissement est purement mécanique.

D'autre part un des traits typiques du faciès stromatolitique est la présence de fragments plats produits par l'abrasion du tapis. Ces copeaux se déposent préférentiellement dans les dépressions. GEBELEIN note et figure par ailleurs (1969, p. 59) des particules allongées (inférieures à 0,5 mm) qui se déposent parallèlement à la lamination et qui, pour cette raison, résulteraient d'une agglutination sur les filaments mucilagineux.

Les stromatolites de la zone supérieure de balancement des marées, ainsi que ceux situés au-dessus du niveau de haute-mer qui ne bénéficient de l'immersion qu'au cours de tempêtes, subissent un assèchement pendant des périodes plus ou moins prolongées. Les formes résultantes sont assez caractéristiques (Types C et D. de BLACK, 1933) avec des fentes de dessiccation, des polygones de dessiccation modifiés par les croissances successives mais gardant une silhouette en assiette, des taches ou des tubes de calcite spathique (structure birdeye). Ces formes sont aisément décollées et remaniées et donnent naissance à des brèches à galets plats.

b) Les sables pelletoides

Bien que la classification de FOLK soit assez restrictive sur la définition du termet pellet, les sables qui couvrent la quasi totalité du Grand Banc des Bahamas portent le nom de sables pelletoides.

Les grains possèdent habituellement une forme ellipsoïdale avec un grand axe entre 0,5 et 0,7 mm et un rapport entre les longueurs extrêmes d'environ : 2. Selon le degré d'énergie des courants de marée, les sables pelleteïdes seront susceptibles de changer d'apparence : plus l'agitation est intense, plus ils seront sphériques et polis.

Ils sont constitués de granules micro ou cryptocristallins d'aragonite agglutinés par un processus organique ou inorganique. Certains pellets (fecal) représenteraient les excréments d'animaux fouisseurs, dans une proportion qu'il est difficile d'apprécier.

Le nom de bahamite a encore été donné par BEALES (1958) aux formations pelleteïdes. Fréquemment les grains de sable adhèrent l'un à l'autre par l'intermédiaire d'un ciment d'aragonite et simulent des grappes ou "lumps", la roche est alors désignée par le terme de grapestone.

A l'exemple de F.W. BEALES (1965), il est nécessaire d'inclure les calcaires à intraclastes dans les calcaires pelleteïdes, car ces 2 types de faciès sont très voisins et sont souvent mélangés. Les figures de diagenèse fournies par cet auteur (op. cit. p. 61-63-65-67) correspondent tout à fait à nos endoclastites et calcaires grumeleux décrits au chapitre pétrographique.

4) Les sédiments dolomitiques

a) Les dolomies de concentration capillaire

Dans plusieurs régions sous de faibles latitudes, des sédiments dolomitiques récents ou actuels ont été mis en évidence, parmi lesquelles le Golfe Persique, la Floride (Sugarloaf Key) et les Bahamas.

Ces trois domaines ont en commun que de la dolomie se forme dans la bande au-dessus de la zone de balancement des marées (supratidal flats).

Cette sédimentation occupe toute la partie occidentale de l'île Andros, ainsi que les îles Abaco au nord, soit plusieurs centaines de Km² (Shinn, 1965).

La dolomie constitue une croûte, grise ou noire en surface, ayant l'aspect d'une "vieille route asphaltée". Son épaisseur est de l'ordre de 2-3 cm. Des laminations semblables à celles des tapis algaires peuvent s'y rencontrer. Cette carapace repose sur une vase pelleteïde à fentes de dessiccation et terriers de vers, tandis qu'elle s'enfonce sous le niveau de la mer où vient la recouvrir un autre type de vase pelleteïde à caractère "intertidal" avec nombreux foraminifères marins.

L'observation des structures sédimentaires et des relations stratigraphiques, étayée par des déterminations d'âge absolu au radiocarbone, permettent d'affirmer que ces dolomies se sont formées au-dessus du niveau moyen des hautes eaux.

L'eau interstitielle des couches de surface a montré à l'analyse une salinité 5 à 6 fois supérieure à la normale et un rapport Mg/Ca de 40 (dans l'eau de mer normale ce rapport est de 5). Les remontées capillaires et l'évapotranspiration conditionneraient la sursaturation de la frange supérieure. Le calcium serait précipité sous forme de cristaux de gypse et de ciment de calcite, et en surface la dolomie pourrait apparaître.

b) Les dolomies de reflux

Ce processus a été décrit par DEFFEYES et al. (1965) dans l'île de Bonaire au large du Venezuela. Au sud de cette île, se situe une zone très plate d'une vingtaine de km carrés, occupée par plusieurs lacs peu profonds et hypersalins dont le plus grand s'appelle le "Pekelmeer". Cette surface est isolée de la mer ouverte par une crête corallienne. Les apports d'eau de mer ne peuvent s'établir que par infiltration au travers de la crête, ou lors de rares tempêtes.

Des boues pelletoides, des tapis algaires disséminés dans les parties humides, couvrent cette région comme à l'île Andros; et de même, on rencontre des croûtes dolomitiques superficielles. Des analyses d'eau montrent une perte significative en calcium, que l'on retrouve sous forme de gypse (R-X) dans les sédiments. L'étude du régime hydrologique du Pekelmeer et le fait que la salinité de ses eaux ne soit jamais assez forte pour précipiter le chlorure de sodium, ont prouvé que les solutions sursaturées devaient refluer vers le bas et être remplacées par des eaux moins denses (1,14 pour 1,02 g/cc).

Ce reflux s'effectuant au travers des sédiments carbonatés sous-jacents, il pourrait se produire une transformation de la calcite en calcite magnésienne, aboutissant à une dolomite "idéale".

Nombre de phénomènes anciens de dolomitisation, tel celui du "Permian Reef Complex" (NEWELL et al, 1953) ou celui des coeurs dolomitisés des atolls du Pacifique, peuvent être ainsi expliqués par la filtration au travers des formations coralliennes des eaux hypersalines de lagons soumis à une évaporation intense.

II. GENESE DE LA SEQUENCE CARBONIFERE DANS LE BOULONNAIS

1) Les conditions générales

A l'issue du Viséen inférieur, les grands récifs barrières de type waulsort qui avaient pris naissance au cours du Tournaisien, ont disparu ou peut-être régressé vers le sud à la suite de mouvements épigéniques. Les irrégularités topographiques qu'ils avaient déterminées sont rapidement comblées et aplanies, de telle sorte qu'à l'aurore du Viséen moyen, on se trouve en présence d'une très large zone de shelf bordant peut-être le sud d'un continent, vestige du Massif du Brabant.

Le régime de subsidence amorcé dès le Dévonien affecte irrégulièrement cette plateforme : de façon générale; plus intensément vers le sud que vers le Nord; et dans le détail, certains îlots ou hauts-fonds restent plus stables.

Plus au sud encore, ce plateau passe brutalement ^{à des zones plus profondes} ~~aux fonds océaniques~~ où se déposent les flyschs de la zone rhéno-hercynienne.

Le climat régnant est de type tropical ou subtropical comme en témoignent la pétrographie (avec des dolomies, des niveaux de cherts, des oolithites, des charbons), la faune et la flore très riches et très variées.

2) Déroulement de la séquence

a) la phase inférieure

A la suite d'un phénomène de subsidence, la plateforme s'affaisse lentement, l'équilibre hydrodynamique établi est rompu. A la fois conséquence de la montée du niveau des eaux et de la dislocation des bancs sableux de protection, le shelf est submergé et les courants du large le pénètrent et le balayent. Ce renouvellement des eaux entraîne une décroissance de la salinité et de ses fluctuations, une augmentation de la teneur en oxygène dissous. Enfin, l'agitation et les apports continus de particules organiques permettent le développement d'une vie benthonique et planctonique intense.

Analysant les variations latérales de la granulométrie pour une séquence ou un ensemble de séquences, H. PIRLET (1968) a montré qu'à une certaine distance des hauts-fonds ou des aires émergées s'étendait une zone de biostrome, séparant un lagon de zones de shelf plus profondes. Cette zonation est conforme à la répartition des faciès au large de la presqu'île de Qatar (JJHC. HOUBOLT, 1957).

Les dépôts bioclastiques sont également comparables aux "skeletal sands" qui ceinturent le Grand Banc des Bahamas, associés aux récifs de corail et sous l'influence de courants dont le Gulf Stream.

Au sommet du Viséen moyen plus particulièrement, des biostromes à Polypiers apparaissent et déterminent par leur croissance rapide des hauts-fonds isolant des lagons peu profonds et hypersalins. Par un processus d'infiltration ou de reflux, les récifs seraient contaminés et progressivement dolomitisés : ils seraient donc à l'origine de dolomies de la phase inférieure. Le remplacement de la calcite peut de cette façon affecter des sédiments plus ou moins profondément et produire ultérieurement des bancs de dolomie, plus ou moins épais sans égard pour le faciès original.

L'affaissement de la plateforme se ralentissant puis s'annulant, un équilibre entre les forces hydrodynamiques et la topographie sous-marine va tendre à s'établir. Les bancs sableux constamment déplacés lors de la période d'instabilité, vont s'adapter sous les influences complexes de relations cause à effet et prendre une position plus fixe. La rupture de pente entre le shelf et le talus constitue un lieu privilégié pour l'implantation des bancs sableux (BALL M.M., 1967 : Cat Cay en bordure du Grand Banc des Bahamas).

Graduellement les courants perdent leur énergie, les particules clastiques se déposent donc en granoclassement normal. Cependant la profondeur est encore suffisamment appréciable, les eaux trop froides, pour modifier le caractère purement mécanique de cette sédimentation.

Par suite du comblement progressif, la lame d'eau diminue, les courants du large quoique ralentis parviennent encore sur la plate-forme, et séjournent plus ou moins longtemps sur les bancs insolés où leur température s'élève. Le carbonate de Ca instable précipite sous forme d'aragonite, généralement sur des germes constitués de débris squelettiques fins. Les oolithes ainsi constituées s'accroissent sphériquement du fait de l'agitation et de l'abrasion qu'elles subissent l'une contre l'autre. La présence d'un abondant ciment de calcite spathique et le classement excellent est caractéristique du milieu turbulent dans lequel elles prennent naissance. D'autres types d'oolithes de forme irrégulière, plus volumineuses et associées à un ciment à fort pourcentage de cryptite sont l'indice d'un milieu moins énergétique, on les trouve alors fréquemment mélangées à de fausses oolithes d'origine organique (algaire) aplaties dans le plan de stratification.

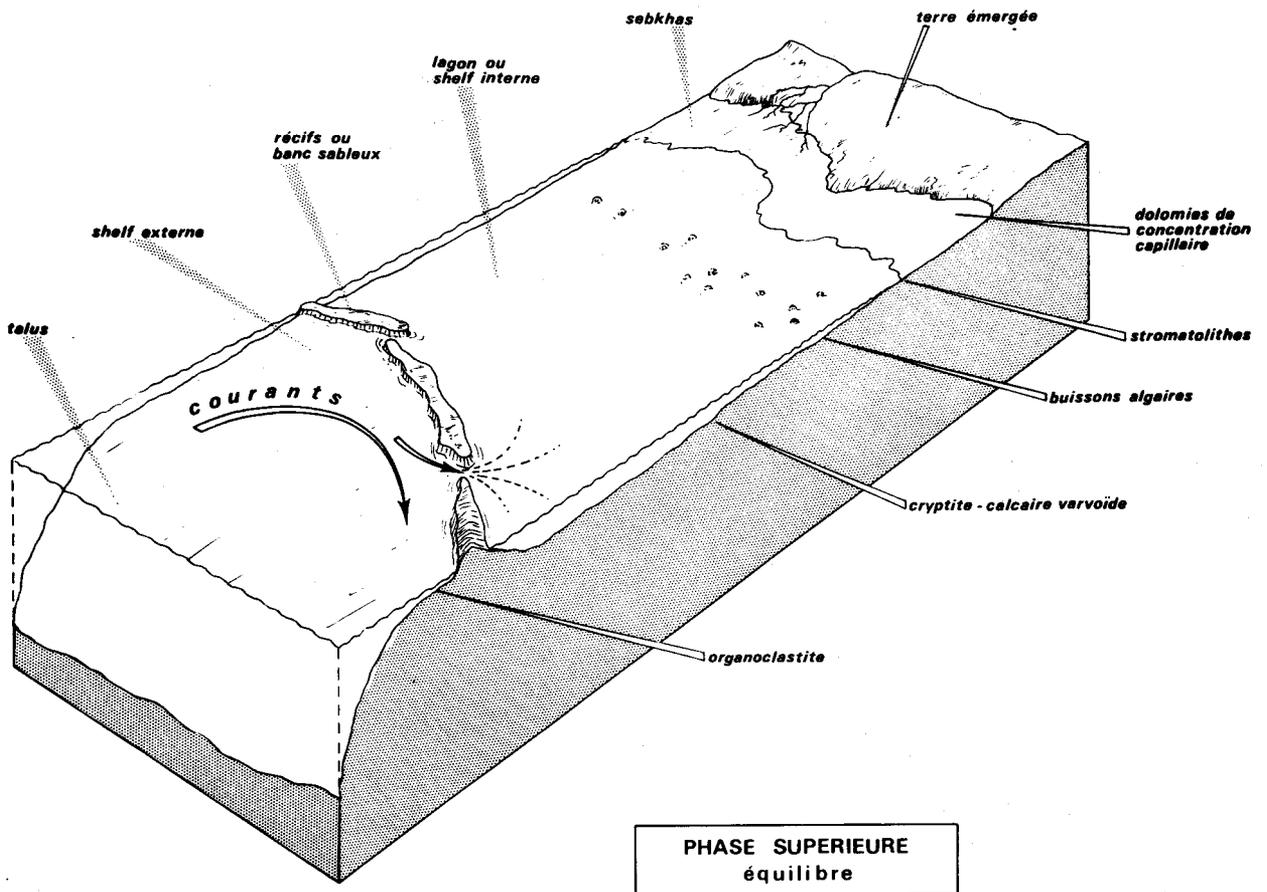
Pour des raisons diverses : isolement trop rapide du lagon alors que les conditions de profondeur ne sont pas remplies, température, épaisseur plus ou moins grande du banc en mouvement, etc... le lithotype oolithique peut être absent de la séquence.

Ce fait paraît être le cas des séries suivantes :

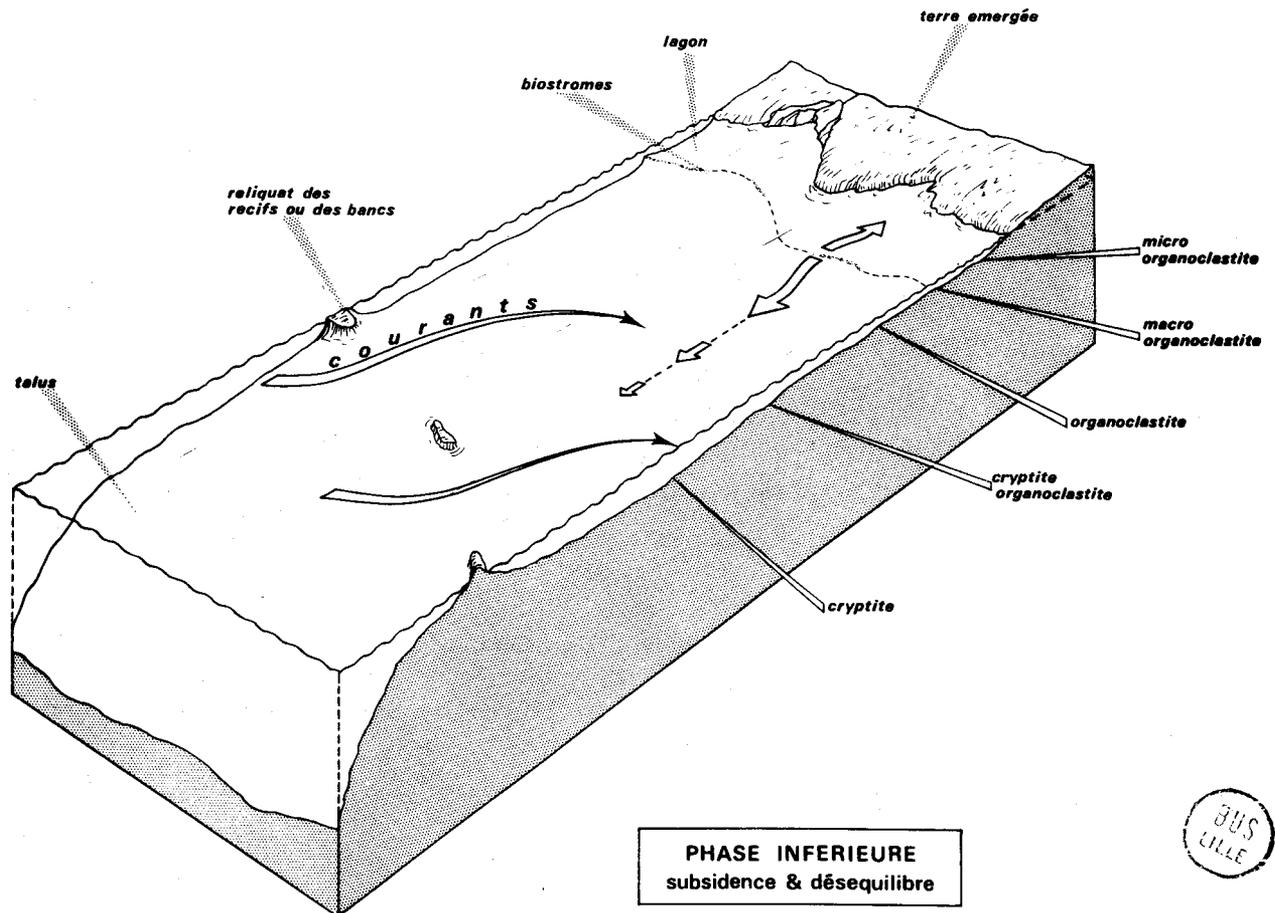
- V2 b α (partie supérieure)
- V2 b β
- V2 b γ
- V3 b (sauf quelques passages d'oolithes de faible turbulence)
 et au dessus.

La présence au sein d'une séquence de l'élément oolithe peut difficilement être utilisée à fins de corrélations latérales, des variations très sensibles et souvent locales pouvant être enregistrées.

Planche VIII : Bloc diagramme interprétatif du déroulement de la séquence 



PHASE SUPERIEURE
équilibre



PHASE INFERIEURE
subsidence & déséquilibre



L'incertitude se fait encore plus sentir (allant jusqu'à la diagnose de la séquence) lorsqu'on ne dispose que du faciès oolithique comme seul représentant de la phase inférieure.

b) Phase supérieure

Un lagon s'étend maintenant sur la plateforme, protégé des influences du large soit par :

- le développement d'un mur récifal, marginal au shelf
- ou la formation de ceintures sableuses de bordure, dues à la concentration et à l'accumulation rapide de débris d'organismes ou de sables oolithiques.

L'effet de la houle et des courants marins est lui-même fortement réduit par friction sur le fond, du fait de la réduction progressive de la tranche d'eau.

Les seuls agents moteurs sont représentés par les courants de marée et les fortes tempêtes qui, à intervalles plus ou moins réguliers fournissent le matériel calcaire soit sous forme dissoute, soit sous forme de particules extrêmement ténues d'aragonite.

Selon l'énergie du milieu se déposeront :

- des *cryptites*, dans les aires calmes (zones profondes ou zones protégées) résultant :
 - . soit de la sédimentation mécanique de fins débris squelettiques (mouture de tests, résidus d'animaux à corps mou mais imprégné de calcaire);
 - . soit de l'accumulation de "poussière d'algue".

La faune est extrêmement pauvre, seuls parfois les ostracodes abondent (1) (ostracodes minces non-ornementés, ostracodes à test épais à épines).

- des *endoclastites*, dans les aires plus agitées, avec des éléments pouvant revêtir divers aspects :
 - . soit irréguliers, flous et mal triés, dans une matrice allant de la cryptite à la calcite spathique;
 - . soit réguliers et mieux triés, à ciment généralement plus spathique. Ces formes seraient présentes dans les eaux mieux brassées.

(1) : Ce trait est conforme aux études de KORNICKER L.S. (1964) qui, étudiant l'écologie des ostracodes aux îles Bimini, a montré qu'aux provinces les plus isolées (successivement : shelf externe, shelf restreint, lagon restreint, lagon hypersalin) correspondait le plus grand nombre d'ostracodes.

A cette classe se rattachent les calcaires à pellets (pelsparite, pelmicrite de FOLK), ainsi que certains calcaires grumeleux.

Il n'est pas inutile de rappeler que la diagenèse apporte parfois de profondes modifications : des cryptites peuvent recristalliser en calcaires grumeleux ou en pseudo-endoclastites, des pellets ou des endoclastes peuvent mimer une cryptite en se mêlant à leur matrice cryptitique.

Aux endoclastites s'ajoute quelquefois une proportion plus ou moins grande d'organoclastes, généralement brisés; ces apports ont dû s'effectuer lors de tempêtes particulièrement fortes dispersant le matériel des biostromes marginaux.

Les biostromes à polypiers se rencontrent très rarement dans la phase supérieure et sont en tout cas peu épais et lenticulaires (on ne les suit pas sur l'étendue d'une carrière). Ils ont dû se développer dans le lagon à l'intervention de circonstances temporairement favorables.

Les algues calcaires prennent une vaste extension dans la phase supérieure et sont même souvent responsables de la totalité de celle-ci, d'où le nom encore donné de phase phytogène.

3 types de formes seront distinguées :

- les formes buissonnantes et les biohermes
- les formes laminaires et onduleuses
- les formes nodulaires.
- les premières s'étendraient sous la zone de balancement des marées, avec des vitesses de courant faibles.
- les dernières au contraire indiqueraient un milieu plus turbulent, permettant à l'algue d'occuper différentes positions lors de sa croissance (structure SS de LOGAN et al.). Ce type serait cantonné dans les régions submergées en permanence, ou à la base de la zone "intertidale". Les algues nodulaires ne caractérisent pas la phase supérieure, il s'en présente fréquemment dans la moitié supérieure de la phase zoogène, associées avec des algues encroûtant des fragments de tests.
- les formes laminaires sont rapportées aux stromatolithes. Primitivement décrits dans les zones inter et supratidales, leur présence a été mise en évidence aux Bermudes sous la zone de balancement des marées; leur aire de répartition est donc assez vaste.

De nombreuses études sur les stromatolithes actuels ont montré que leur structure dépendait de l'énergie du milieu.

Les tapis varvoïdes (H. PIRLET, 1968) traduiraient un milieu extrêmement calme. La structure *Collenia*, onduleuse, mamelonnée (LLH de LOGAN et al) est localisée par ces auteurs dans la zone de balancement des marées. Le microfaciès pseudoolithique est fréquemment impliqué dans ce type de structure.

Les tapis algaires à fissures et polygones de dessiccation correspondraient aux surfaces soumises à l'émergence et à des assèchements périodiques.

La faune des faciès algaires est pauvre : rares ostracodes, gastéropodes, serpules accrochées ou non sur les thalles, vestiges de terriers d'organismes fouisseurs. Les thalles calcaires bien conservés montrent parfois, piégés entre leurs ramifications, des foraminifères, montrant qu'une vie animale était localement possible.

Les structures *Collenia* ainsi que le mentionnait H. PIRLET (1963) pour l'assise du V3a α , succèdent habituellement aux calcaires algaires construits.

Au terme de la séquence, l'isolement de la plateforme est quasi-complet. Bordant un lagon en voie de comblement, s'étendent de vastes étendues plates, comparables aux "sebkhas" du Golfe Persique (1). Ces régions ne sont submergées que lors de marées très fortes. Le niveau de la nappe gît à peu de distance de la surface du sol, de telle sorte que la tranche d'eau capillaire est soumise à une évaporation, intense sous le climat.

Cette eau capillaire se concentre en une saumure dans laquelle précipitera d'abord le gypse (2). L'élévation consécutive du rapport Ca/Mg est suffisante pour qu'en surface l'aragonite soit transformée en protodolomite très proche de la dolomite idéale.

Ce type de dolomite de "concentration capillaire" appartient donc à la phase très supérieure de la séquence. Il se distingue des autres types car il est impliqué avec des dépôts de phase supérieure, d'une part, et qu'il est généralement peu épais (au plus quelques décimètres) d'autre part. Malheureusement, par un processus de contamination la base organoclastique de la séquence suivante est le plus souvent dolomitisée de telle sorte qu'il est difficile d'en reconnaître les limites.

(1) : ILLING et al. notent que les lagons en voie de comblement du golfe persique présentent sous les sédiments dolomités de "sebkhas", des stromatolites, puis des boues peltoïdes. Cette séquence présente des analogies frappantes avec la séquence des calcaires viséens.

(2) : voir page suivante.

Le phénomène d'infiltration et de reflux, évoqué précédemment à propos de l'île de Bonaire semble devoir s'appliquer aux masses dolomitiques importantes (tels les niveaux supérieurs du V2b) que seule la concentration capillaire ne peut expliquer. Dans ce cas en effet, des séquences entières sont (ou doivent être) dolomitisées : il devient nécessaire d'imaginer le reflux de solutions hypersalines au travers des sédiments. Ce processus s'appliquerait assez bien (seconde hypothèse) aux biostromes polypifères qui possèdent une très forte porosité initiale.

Dans cette occurrence encore, la dolomitisation serait un évènement de la phase supérieure bien qu'ayant son support sur un matériau de la phase inférieure.

A l'issue de la séquence certaines zones émergées verront s'implanter une végétation, laissant des traces de radicelles. H. PIRLET (1968) a décrit des niveaux charbonneux autochtones associés à des calcaires argileux. Du fait de la disparition des affleurements, il n'a pas été possible d'examiner les relations des couches de charbon avec leur encaissant et donc de déterminer

(2) : Cette hypothèse n'est pas gratuite : A plusieurs reprises, j'ai observé dans des formations de phase supérieure, gagnées par la dolomitisation, des cristaux ou plutôt des formes cristallines. Ce qui les rendait remarquables est qu'elles présentaient une pointe tournée vers la partie supérieure de l'échantillon, tandis qu'elles ne se développaient pas vers le bas. En fait ces formes cristallines très nettes sont remplies d'une mosaïque de cristaux de calcite : elles ne forment donc pas un individu. Elles s'alignent d'autre part suivant le plan de stratification généralement facile à reconnaître dans les faciès stromatolithiques. 2 formes ont été rencontrées : soit des cristaux aigus, soit des cristaux à angle au sommet très obtus.

On peut penser que ces figures cristallines étaient à l'origine des évaporites, précipitées à la surface ou plutôt à faible hauteur sous la surface.

Ces cristaux ont dû croître préférentiellement vers le haut à cause de l'anisotropie du milieu d'une part, des dépôts sus-jacents moins consolidés d'autre part.

Il est probable que le minéral était le gypse, car la halite, l'anhydrite et la célestite sont soit aisément redissoutes, soit rares. Au cours de la diagenèse le gypse aurait disparu et sa trace colonisée par de la calcite cristallisant en mosaïque. Il est encore plausible que les nodules de calcite à la base de la dolomie de la séquence - 7 aient été à l'origine de gros cristaux de gypse.

De telles concentrations de selenite ont été analysées et figurées par ILLING et al. (1965) dans les sédiments dolomitiques du Sebkhā Faishakh (golfe persique.).

leur origine autochtone ou allochtone.

Enfin, un mouvement de subsidence du shelf se produit, les courants l'envahissent brutalement et remanient plus ou moins profondément les sédiments de la phase phytogène.

La dislocation se traduit par un contact ravinant et par des brèches ou des conglomérats à galets empruntés à la séquence sous-jacente. Un nouveau type de sédimentation adapté à la nouvelle dynamique du milieu va apparaître, le cycle est bouclé, un autre peut recommencer.

Chapitre III

Les macrofacies

LOCALISATION DES COUPES ET DES CARRIÈRES

Les coupes analysées plus loin se répartissent dans 4 carrières, successivement du SE au NW : la carrière de Basse Normandie; la carrière de la Vallée Heureuse, la carrière de Joinville, la carrière Napoléon.

SITUATION TECTONIQUE

Le massif auquel appartiennent les carrières représente une unité charriée appelée Massif du Haut-Banc. Il s'agit d'une écaille dont on observe à l'E la terminaison au lieu dit Hénichart. Vers l'W celle-ci s'épaissit et sa structure est mal connue.

Les contacts anormaux qui la délimitent sont décrits sous les noms de Faille d'Hydrequent (contact supérieur ou méridional) et Faille du Haut-Banc (contact inférieur ou septentrional). Le Massif d'Hardinghen sur lequel elle repose est supposé autochtone. En fait, le paysage tectonique est surtout marqué par la présence d'une faille d'âge postérieur aux mouvements tangentiels et dont l'effet a été de cisailer l'autochtone et les écailles sus-jacentes. Cette faille ou Faille de Ferques sépare l'autochtone en deux massifs : "Massif d'Hardinghen" s. stricto au S, et "Massif de Ferques" au N.

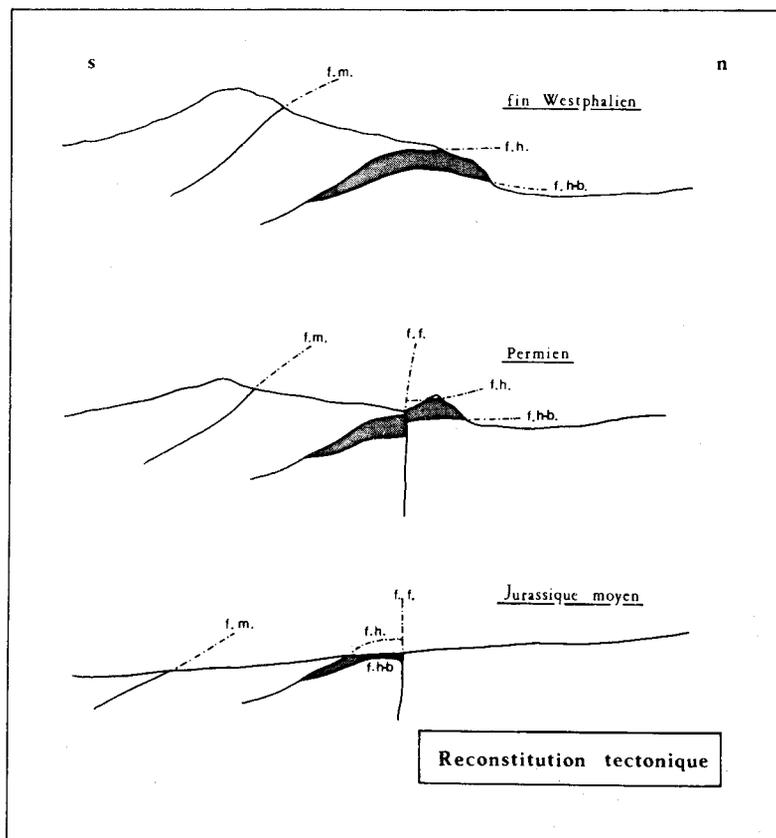
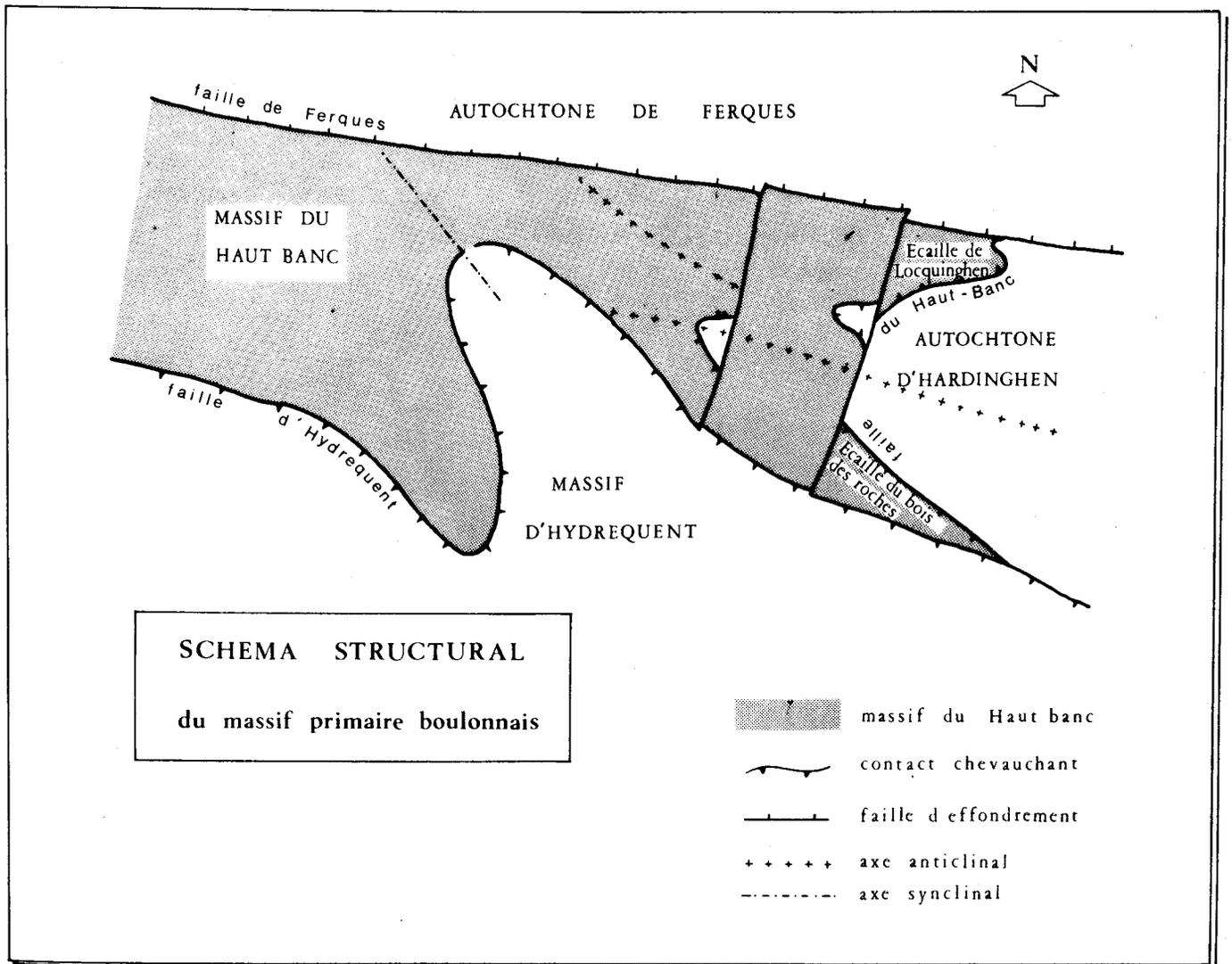
Ultérieurement, la pénéplanation post-hercynienne et anté-bajocienne a raboté dans le compartiment nord de la Faille de Ferques jusques et au-delà du contact anormal du Haut-banc. Si bien, qu'il ne reste plus trace de l'Écaille du Haut-banc dans ce même compartiment.

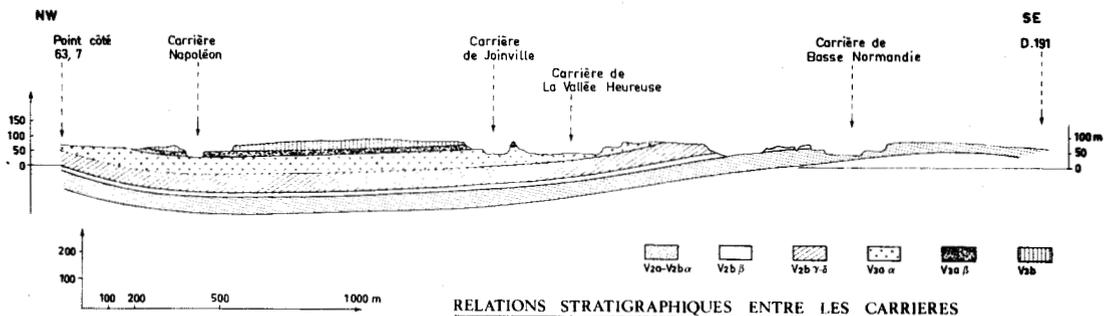
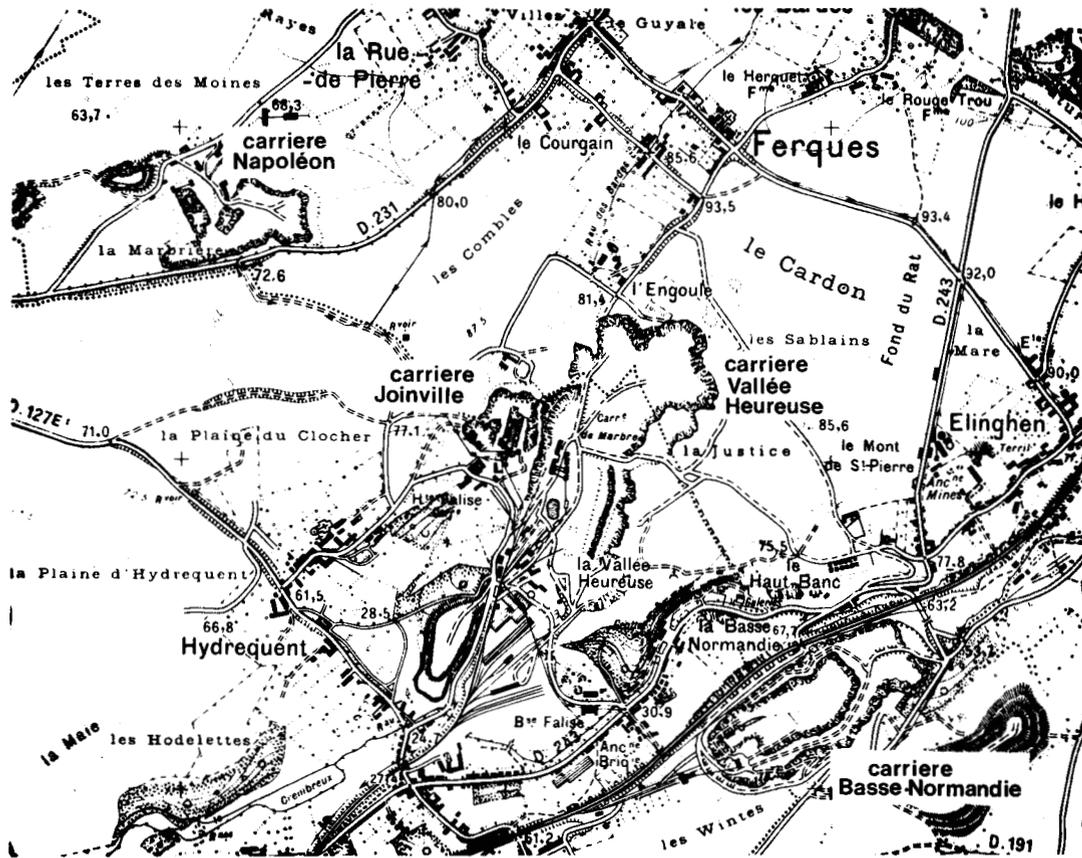
En résumé, si l'on n'envisage pas la tectonique et les recouvrements du cycle alpin, l'Écaille du Haut-Banc se trouve limitée :

- au N par la Faille de Ferques;
- à l'W et à sa base, par la Faille du Haut-Banc;
- au S. par la Faille d'Hydrequent.

A l'intérieur de son cadre de failles, le Massif du Haut-Banc possède une structure en brachyanticlinal, d'axe oblique à la Faille de Ferques, plus connu sous le nom de Dôme du Haut-Banc. Le sommet de ce pli se situe approximativement au NE de la carrière de Basse-Normandie.

Les carrières sus-nommées sont installées sur le flanc sud ou le sommet de cet anticlinal qui s'enneie vers le NW et exploitent par conséquent dans cette direction des horizons de plus en plus récents.





LOCALISATION DES COUPES DANS LES CARRIERES

Carrière de Basse Normandie

Echantillons BNV 19 à A 20	: niveau inférieur, paroi nord-est et Nord
Echantillons A 19 à BN 48	: niveau inférieur, paroi ouest
Echantillons BN 47 à BN 13	: niveau supérieur, paroi nord et nord-ouest
Echantillons BN 12 à B 28	: niveau inférieur, paroi ouest et sud-ouest
Echantillons B 29 à B 44	: niveau inférieur, paroi sud, cap au nord du poste de concassage
Echantillons B 45 à B 68	: niveau inférieur, paroi ouest et sud-ouest, face aux pompes n° 5 et 6
Echantillons B 69 à C 2	: plan incliné entre les niveaux inférieur et supérieur (suite)
Echantillons C 3 à C 13	: niveau supérieur, le long du raccordement de chemin de fer en cul de sac
Echantillons C 14 à C 39	: plan incliné entre la bascule et le pont supérieur sur le chemin de fer, paroi ouest.

Carrière de la Vallée Heureuse

Echantillons D 12 à C 70	: à l'W du lieu dit "la Justice", au N du plan incliné reliant "la Justice" aux concasseurs
Echantillons C 71 à C 81	: sous le passage du portique, paroi est, chemin de roulement est
Echantillons C 82 à D 36	: sur le chantier marbrier
Echantillons D 37 à D 53	: front ouest au NW des trémies à concassés
Echantillons D 54 à D 96	: front ouest face aux trémies à concassés

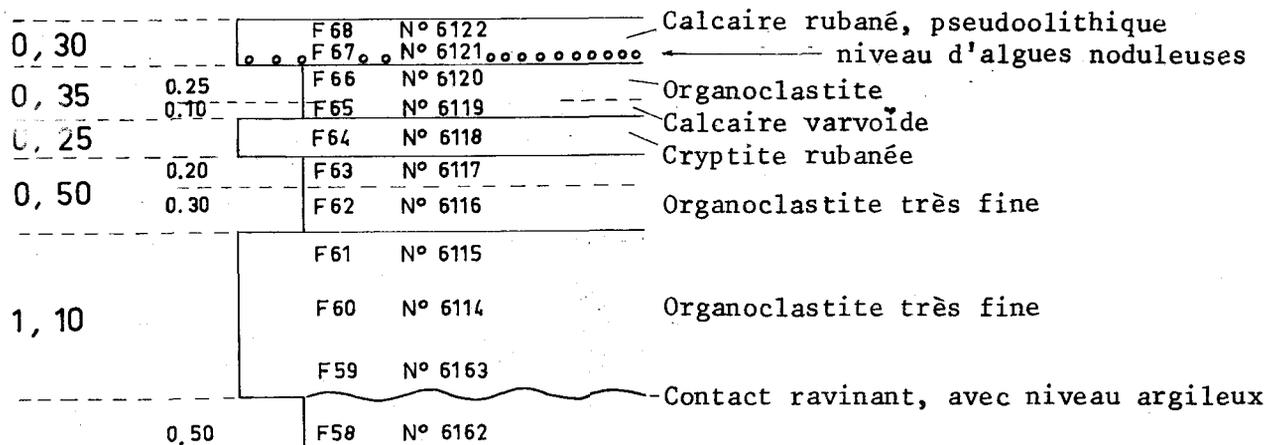
Carrières de Joinville

Echantillons E 15 à E 18	: niveau supérieur, front nord est
--------------------------	------------------------------------

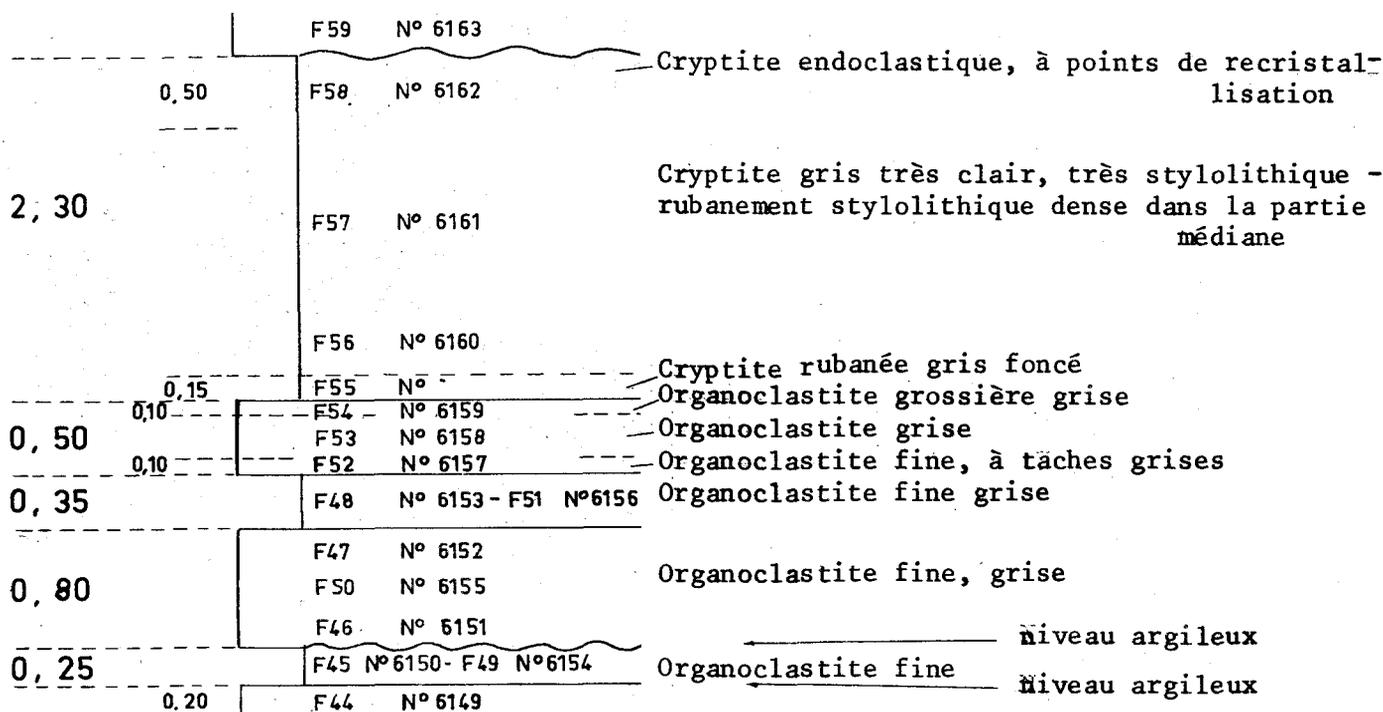
Carrière Napoléon

Echantillons D 62 à E 14	: nouveau chantier marbrier
Echantillons E 19 à E 31	: excavation à 100 m à l'Est du petit derrick
Echantillons E 32 à F 16	: au NE du chantier de sciage en blocs des marbres, au-dessous d'un point d'appui nord est des filins du grand derrick
Echantillons F 17 à F 22	: niveau inférieur, angle sud est
Echantillons F 23 à F 44	: sous le point d'appui nord est des filins du grand derrick
Echantillons F 49 à F 67	: niveau supérieur, angle sud est

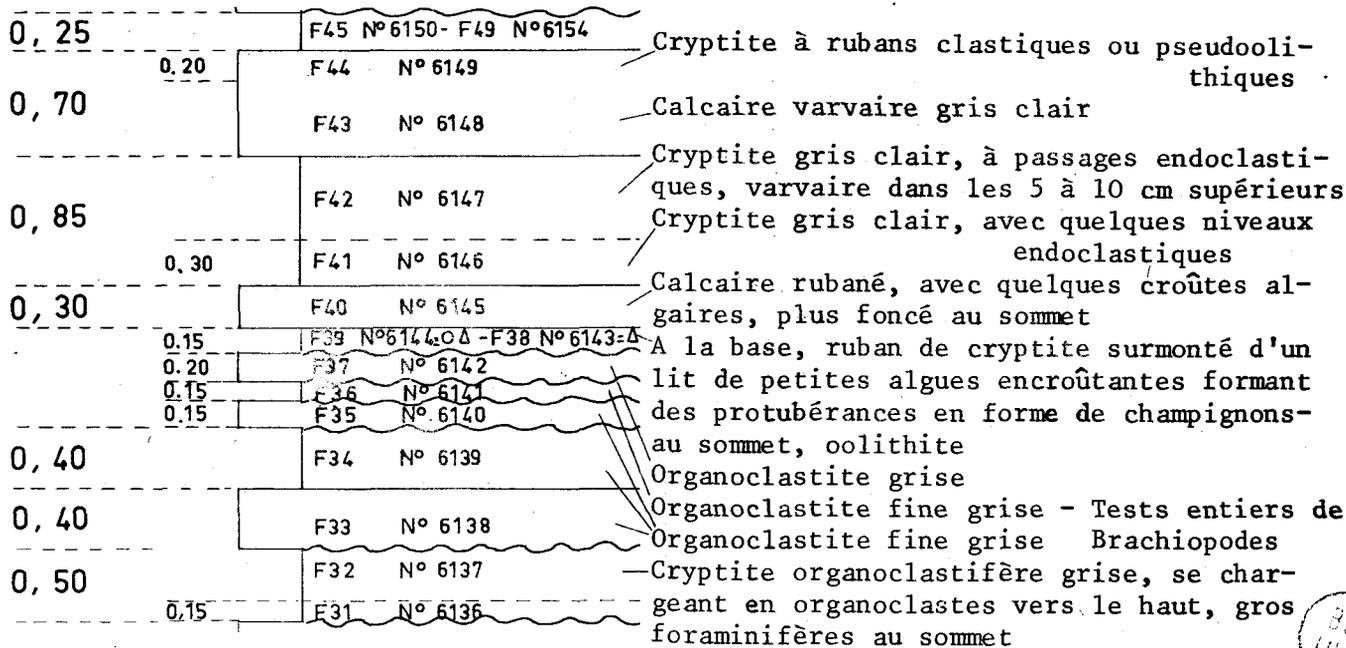
description des coupes



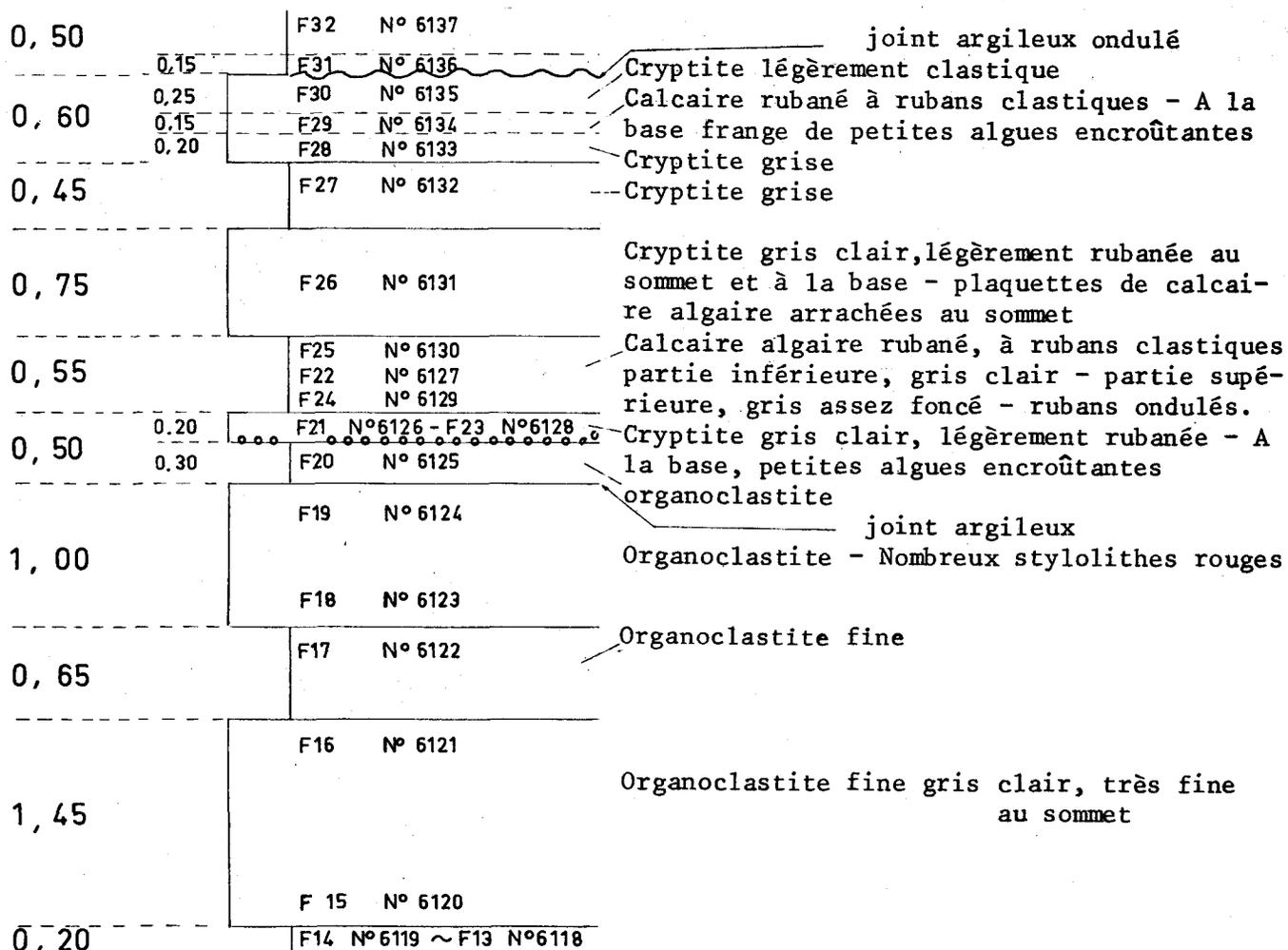
Séquence 4



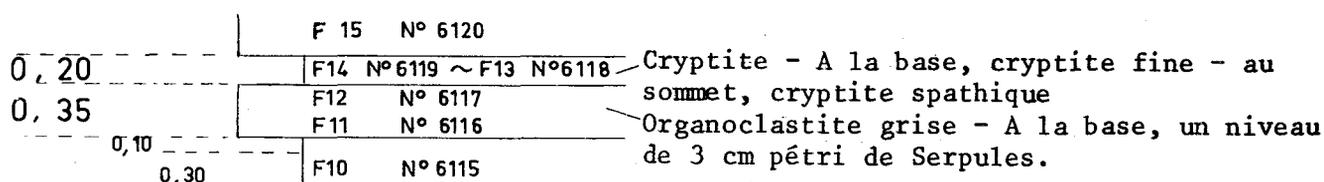
Séquence 3



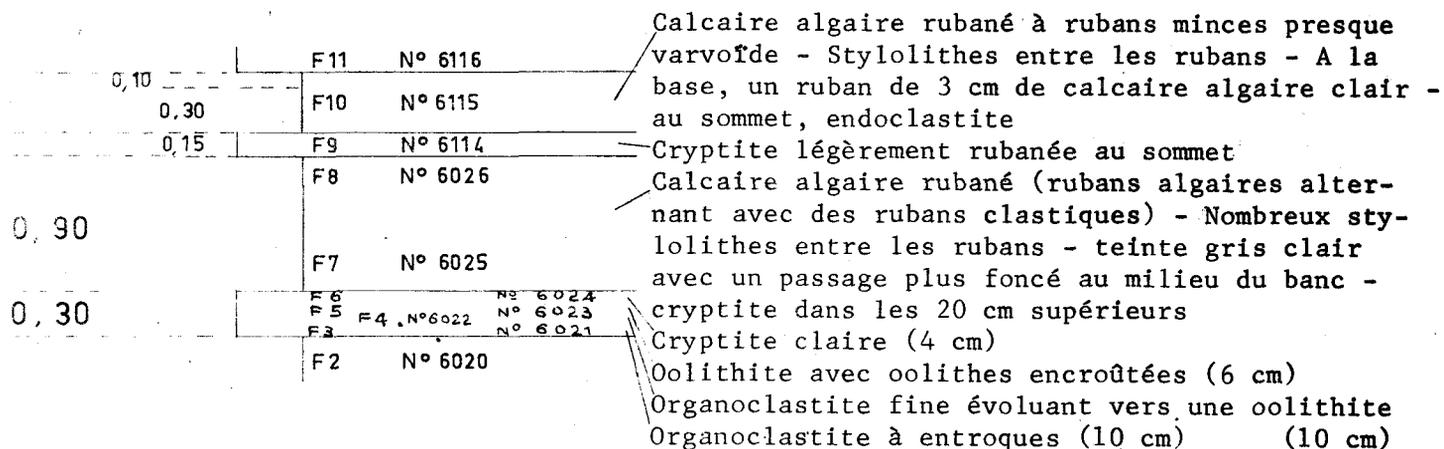
Séquence 2



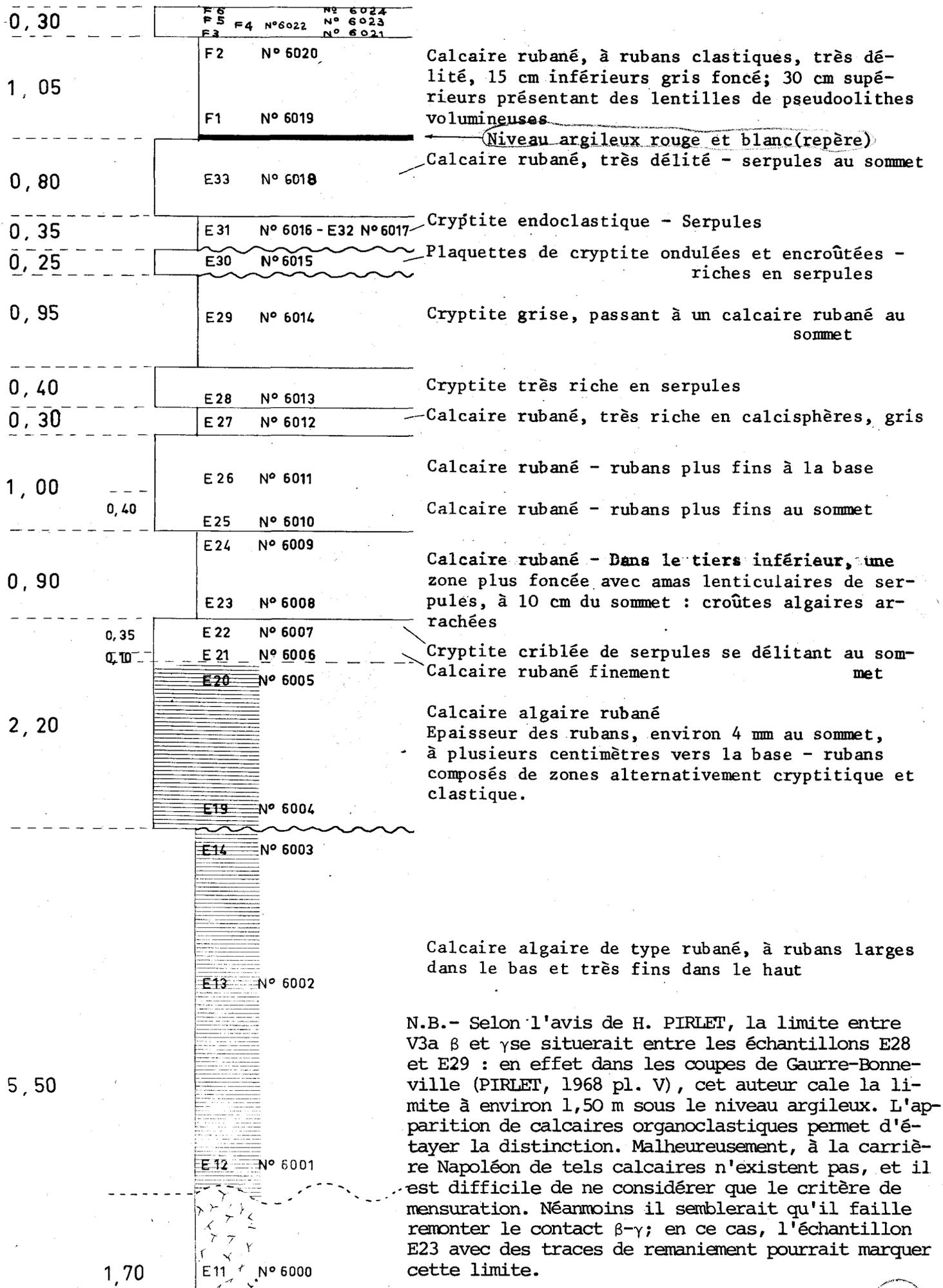
Séquence 1



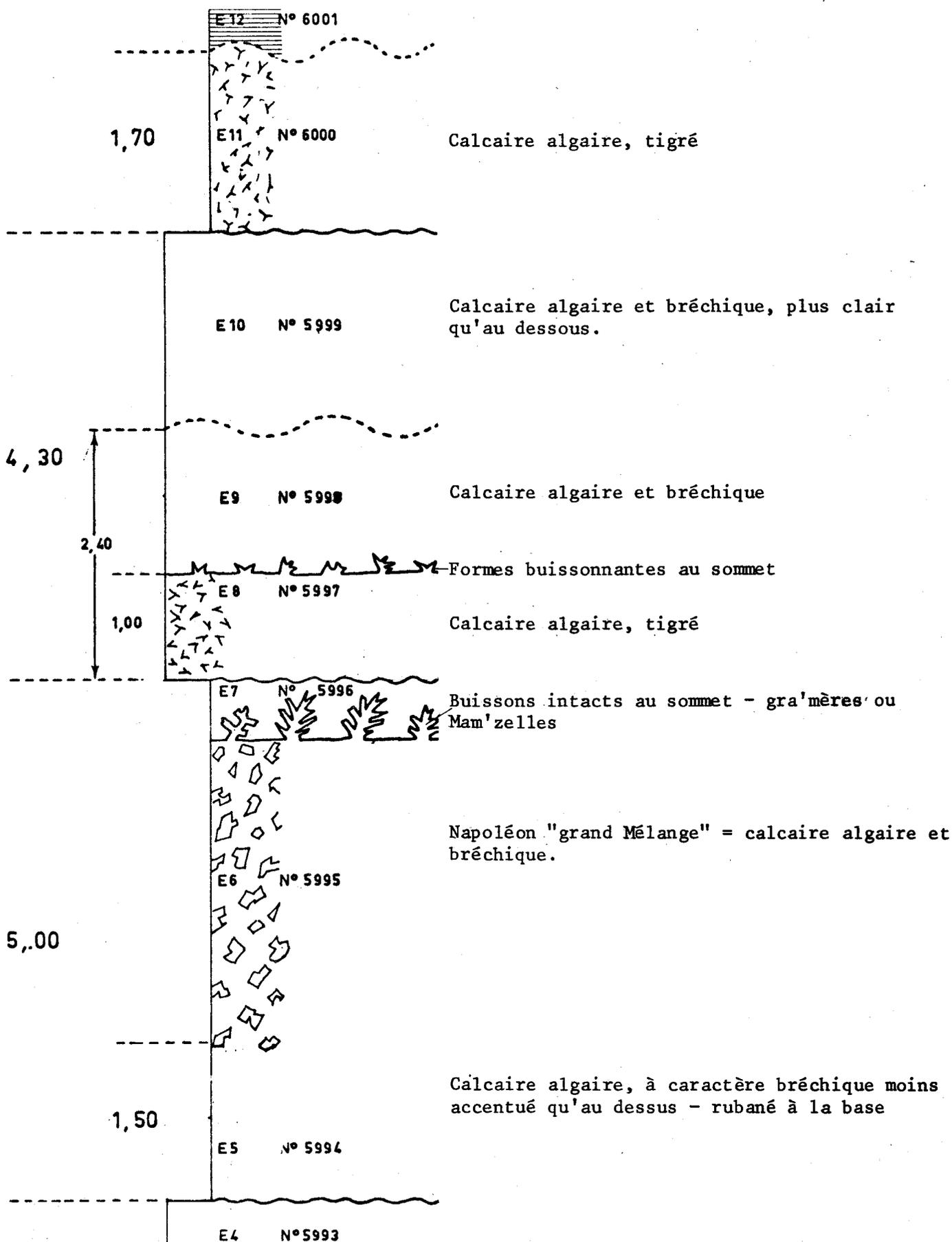
Séquence 0 (V_{3a} γ)



V 3a γ

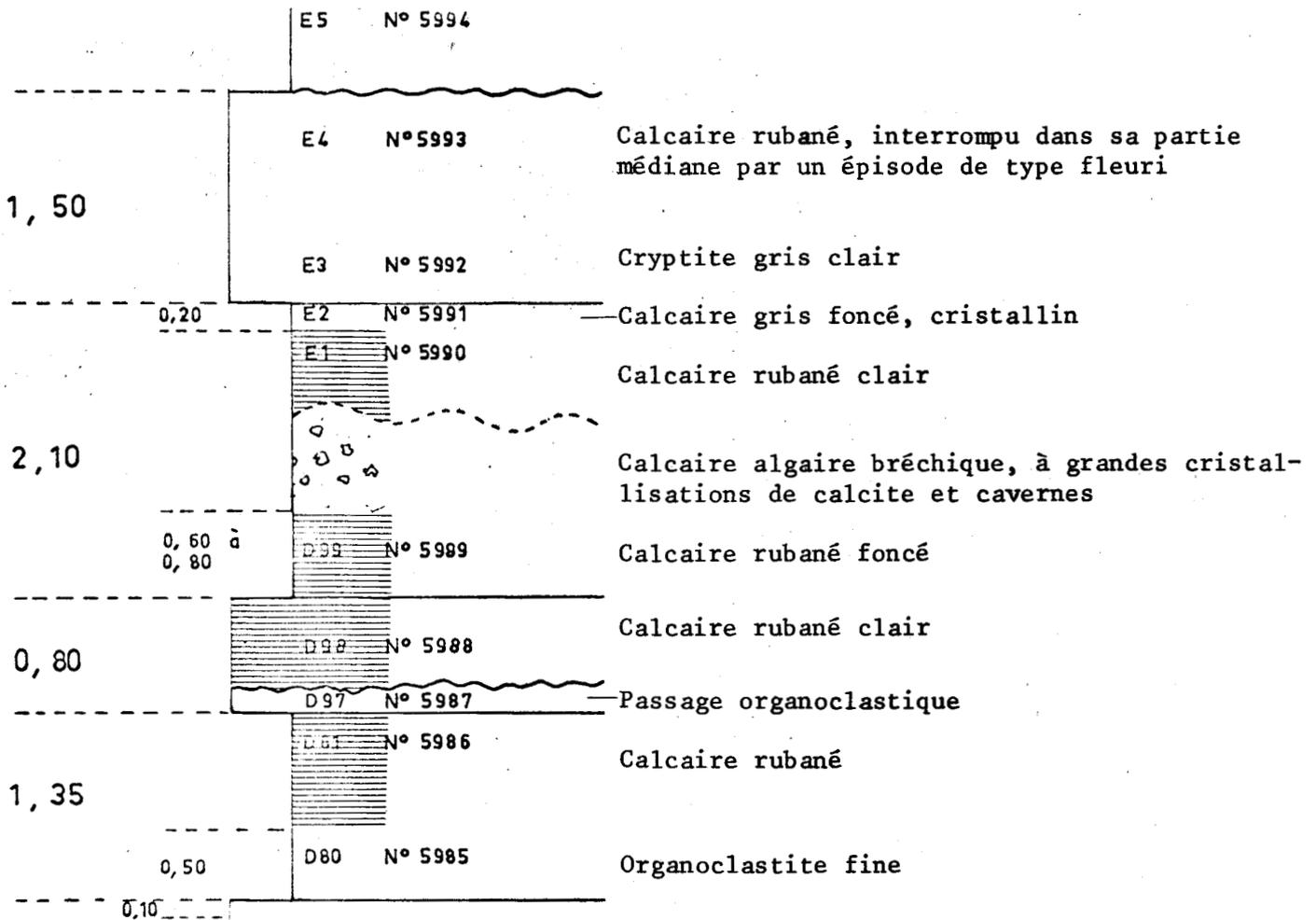


V3a_β

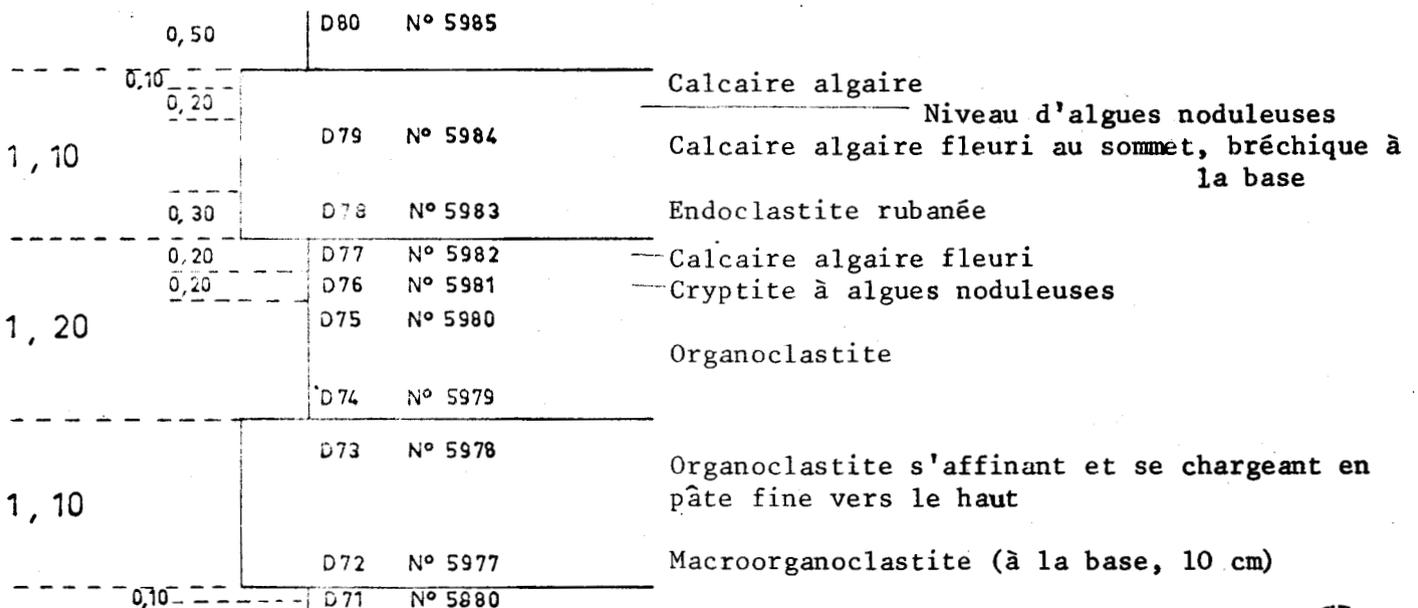


Séquence 17 ?

V302



Séquence 16



Séquence 15

		D72 N° 5977	
1, 25	0,10	D71 N° 5980	Calcaire algairé fleuri
	0,40	D70 N° 5879	Oolithite grise - grand développement des algues nodulaires
			Organoclastite
		D69 N° 5878	

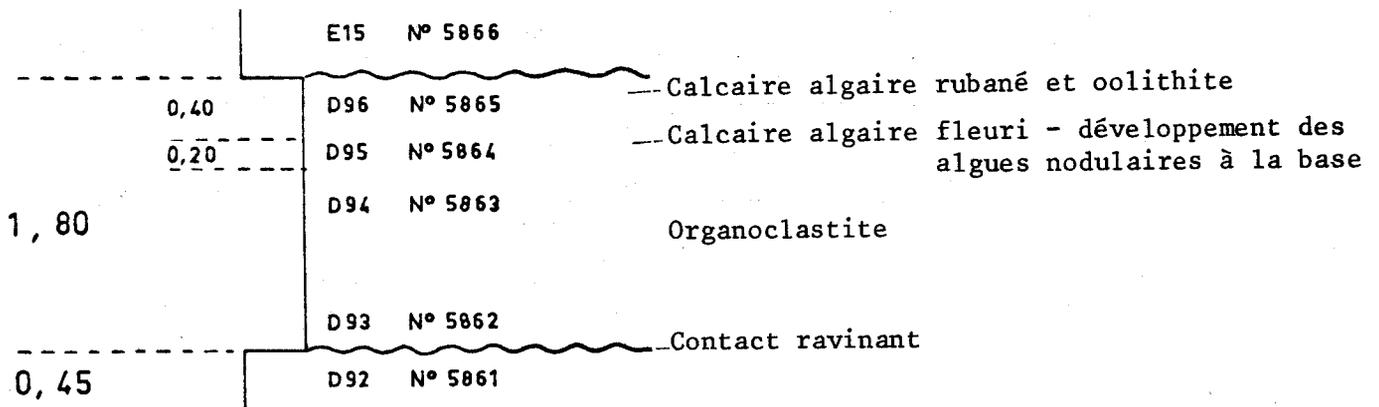
Séquence 14

		D69 N° 5878	
2, 25	0,60	D68 N° 5877	Calcaire algairé fleuri
	0,30	D67 N° 5876	Oolithite
		D66 N° 5875	Organoclastite s'affinant vers le haut
		D65 N° 5874	
	0,45	D64 N° 5873	

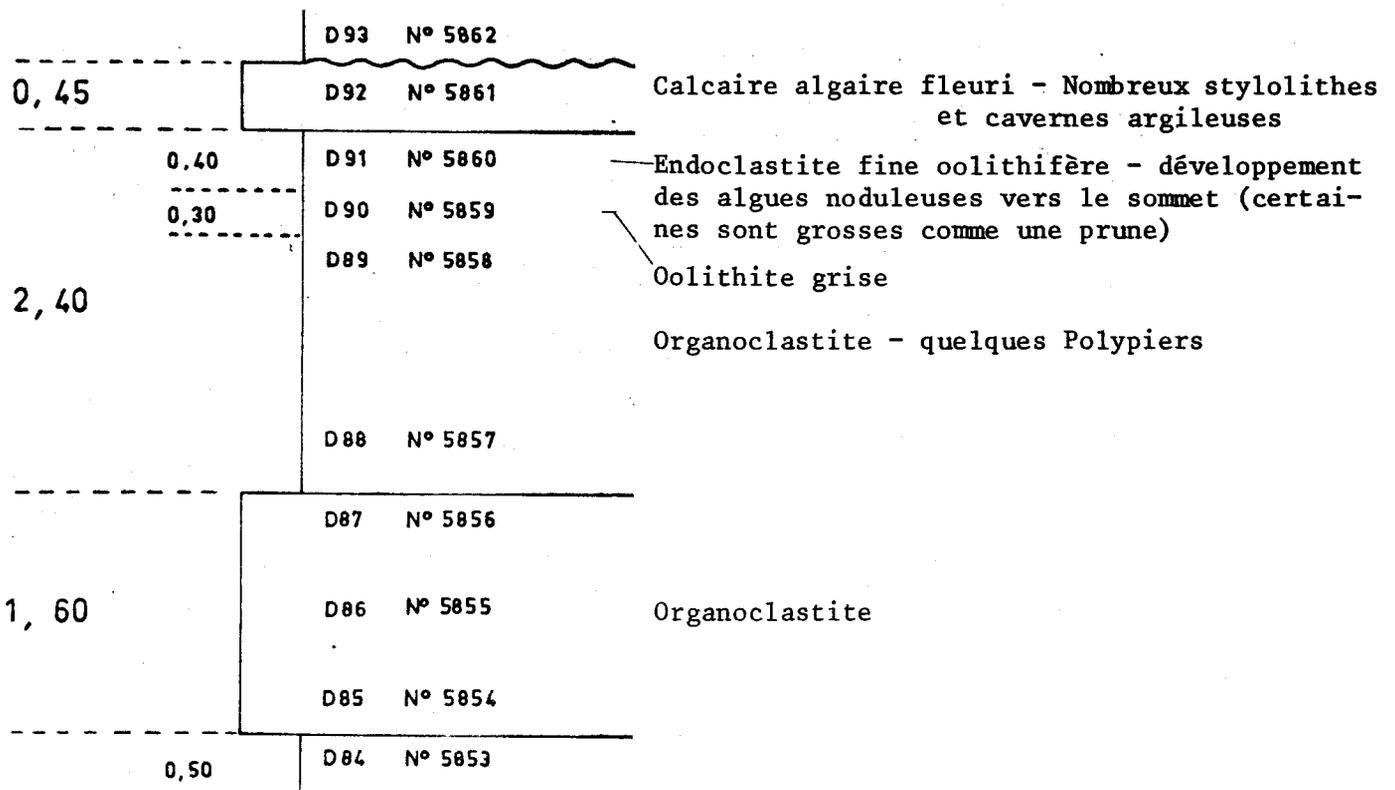
Séquence 13

		D65 N° 5874	
3, 10	0,45	D64 N° 5873	Calcaire algairé fleuri
	0,15	D63bis N° 5872	Calcaire algairé rubané et ondulé, de type <i>Collenia</i>
	0,20		Oolithite - Nombreuses algues nodulaires
		D63 N° 5871	Organoclastite fine - développement des algues nodulaires vers le sommet - quelques lits de Polypiers.
		D62 N° 5870	
2, 75		E18 N° 5869	
		E17 N° 5868	
		E16 N° 5867	Organoclastite
		E15 N° 5866	A la base, macroorganoclastite avec tests entiers de Brachiopodes - quelques Polypiers
	0,40	D96 N° 5865	

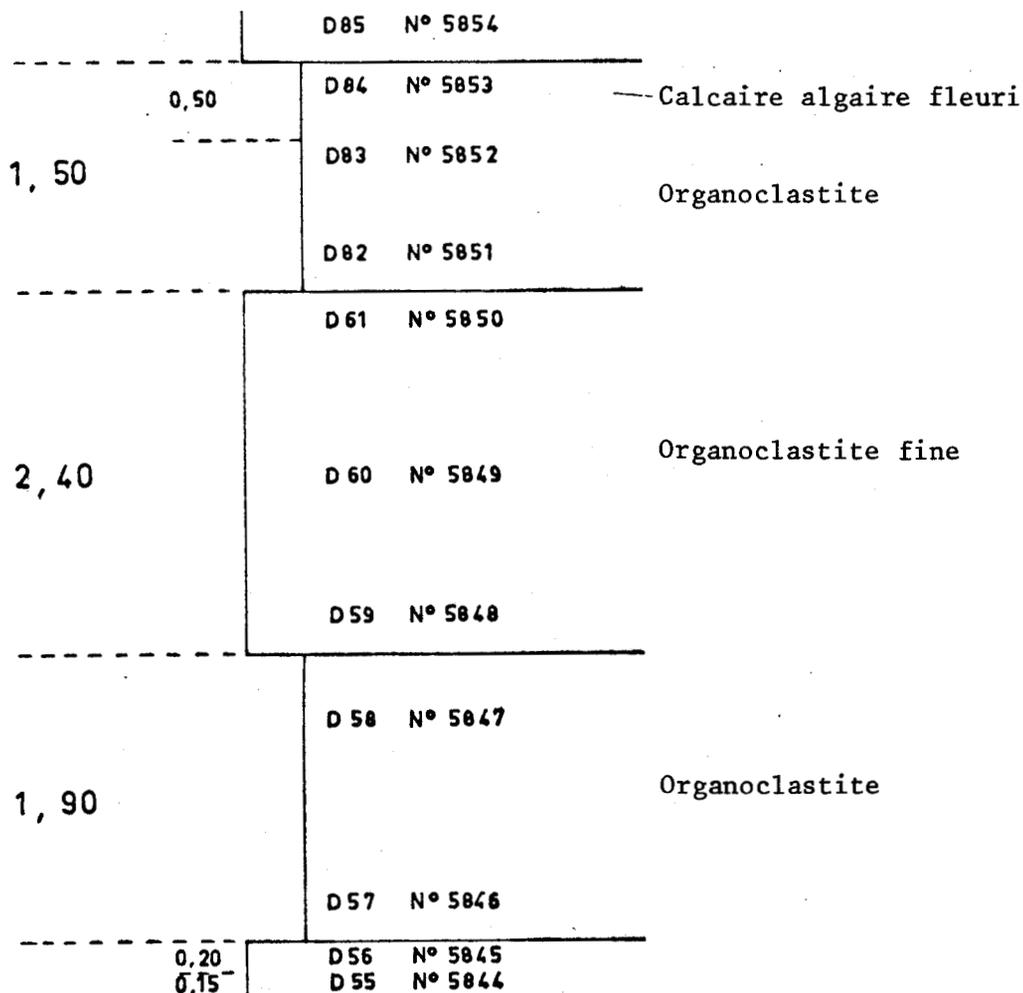
Séquence 12



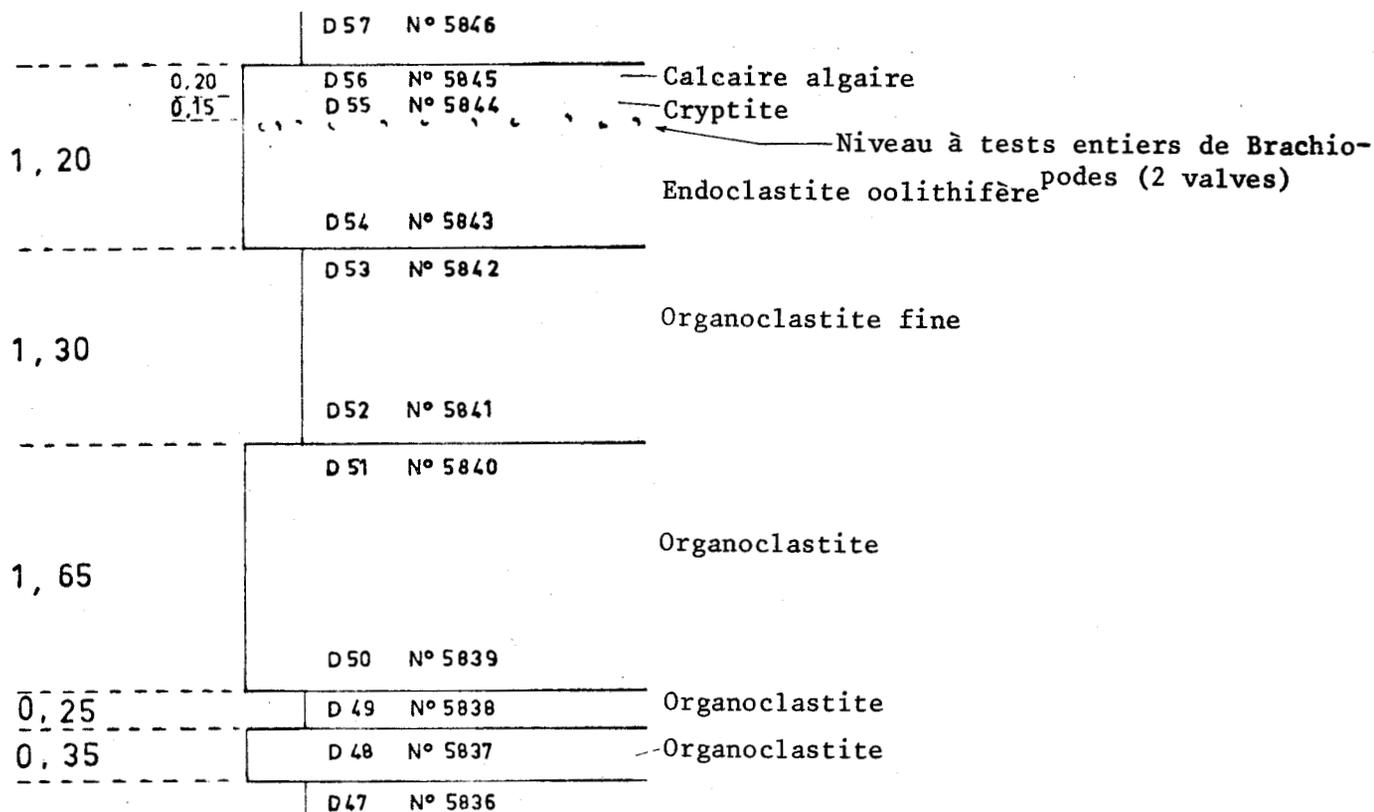
Séquence 11



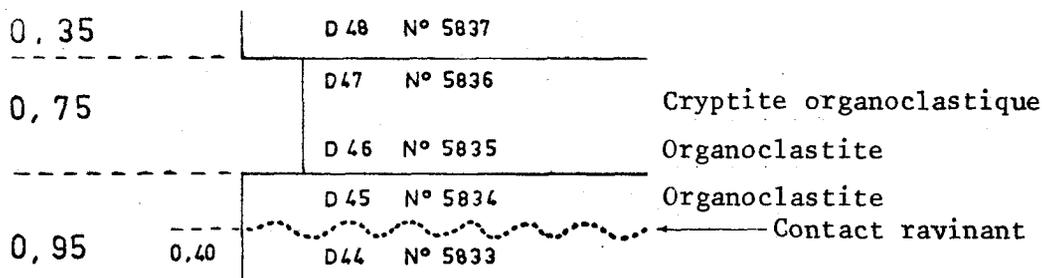
Séquence 10



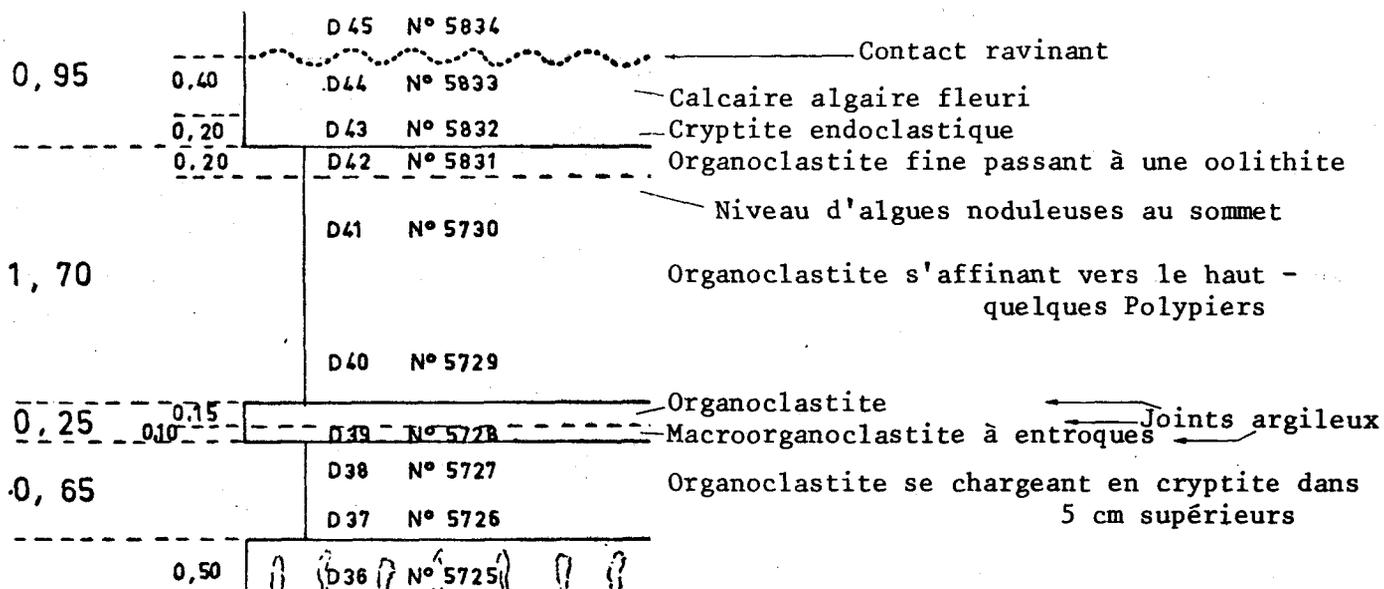
Séquence 9'



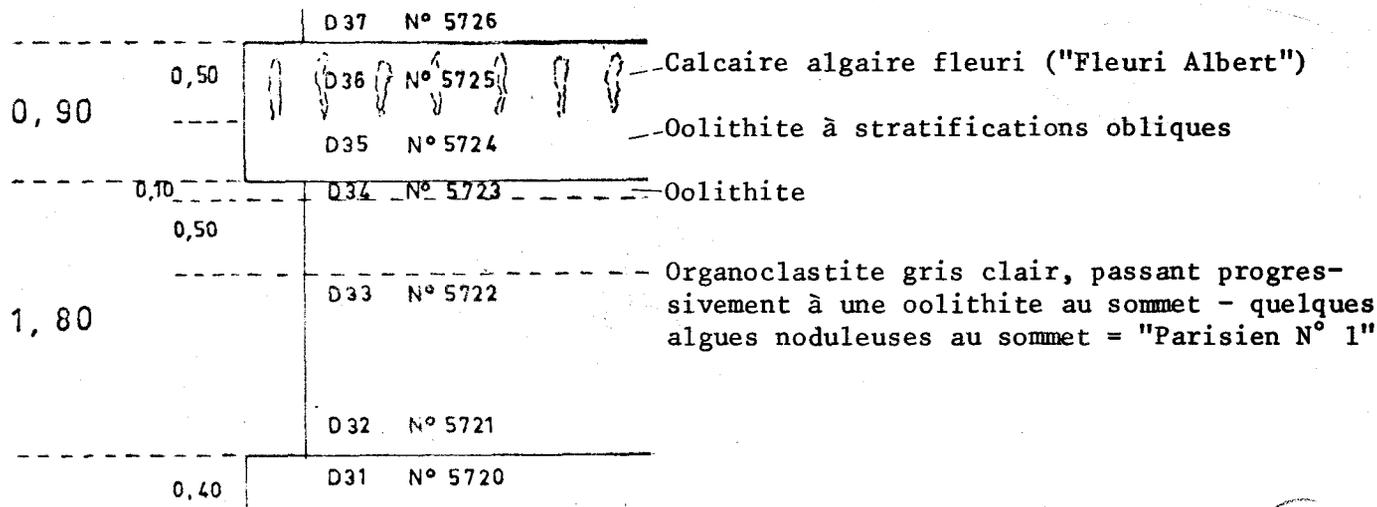
Séquence 9



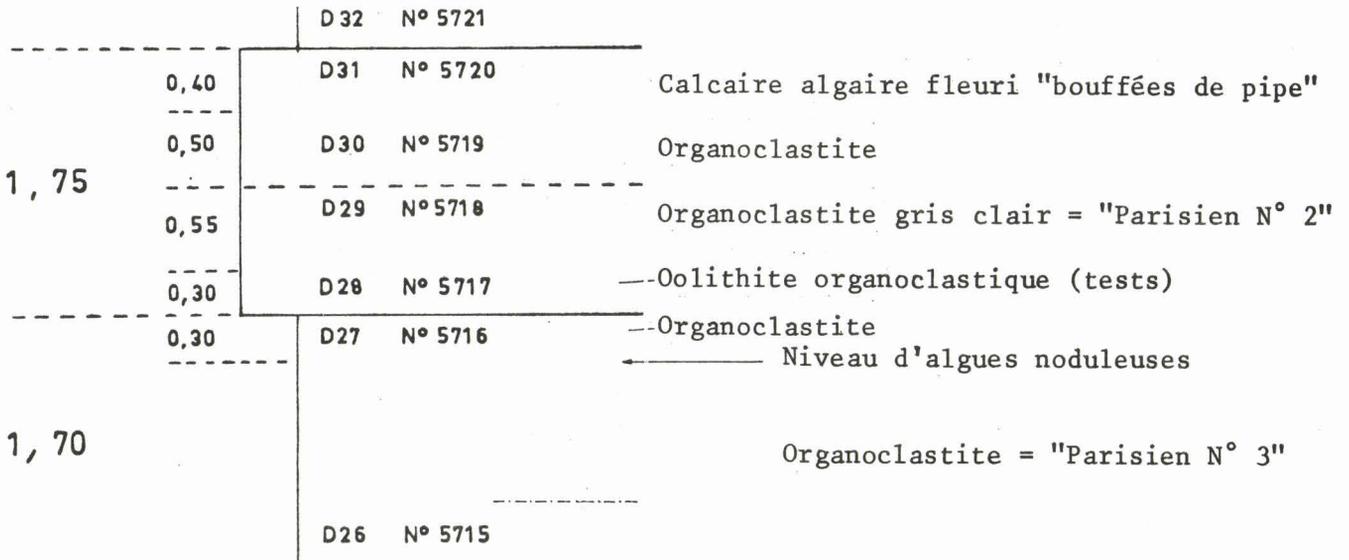
Séquence 8



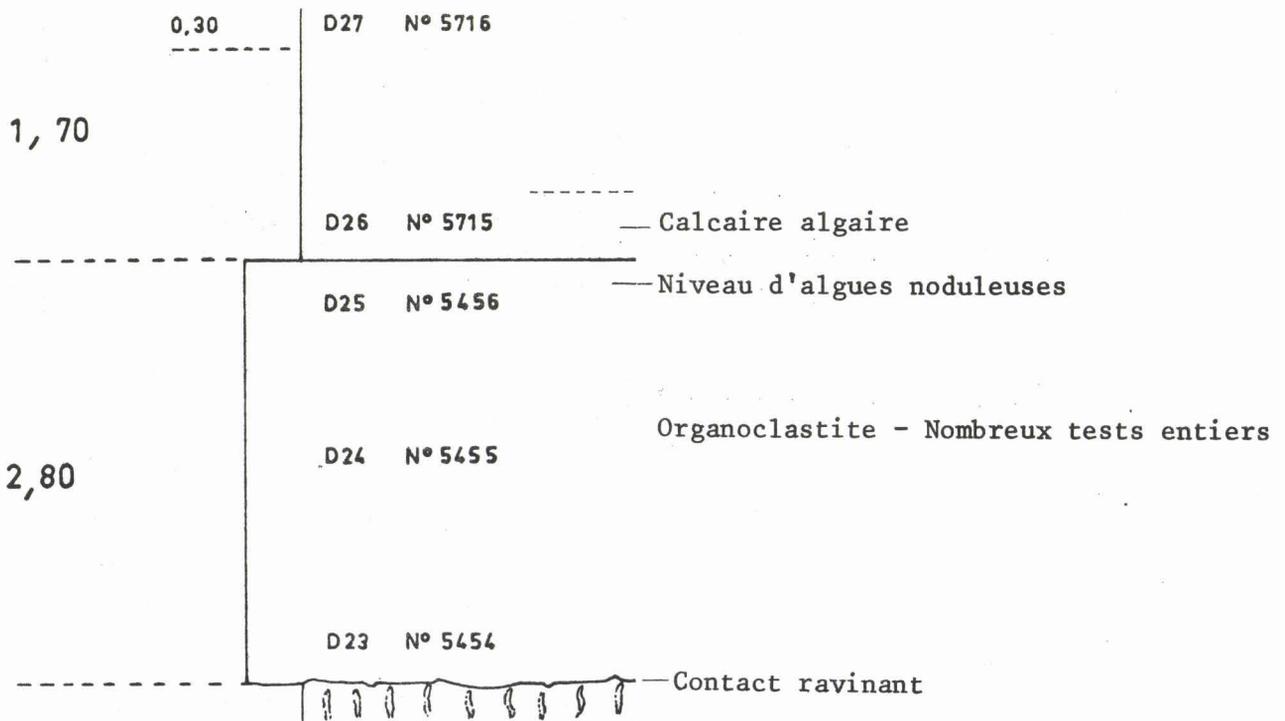
Séquence 7



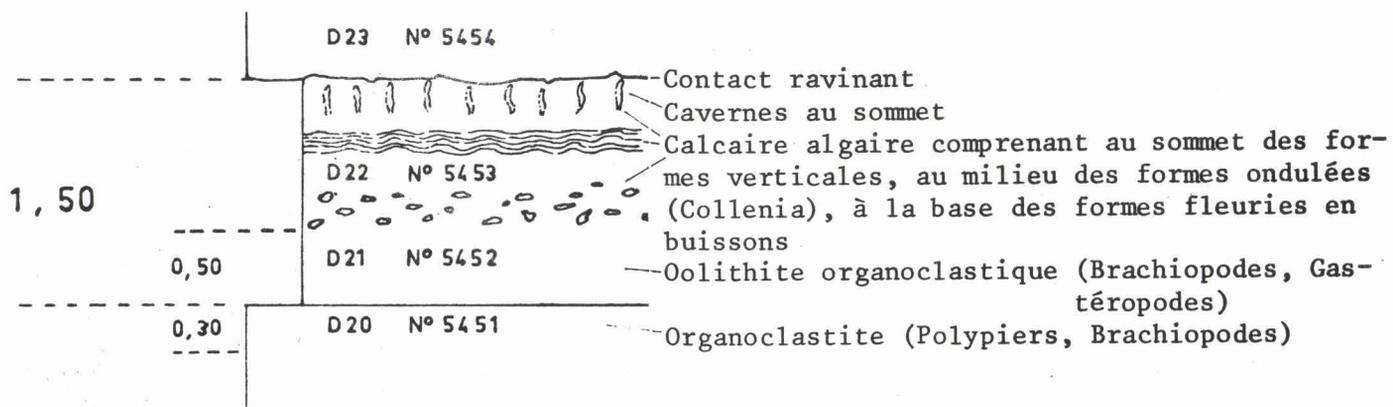
Séquence 6



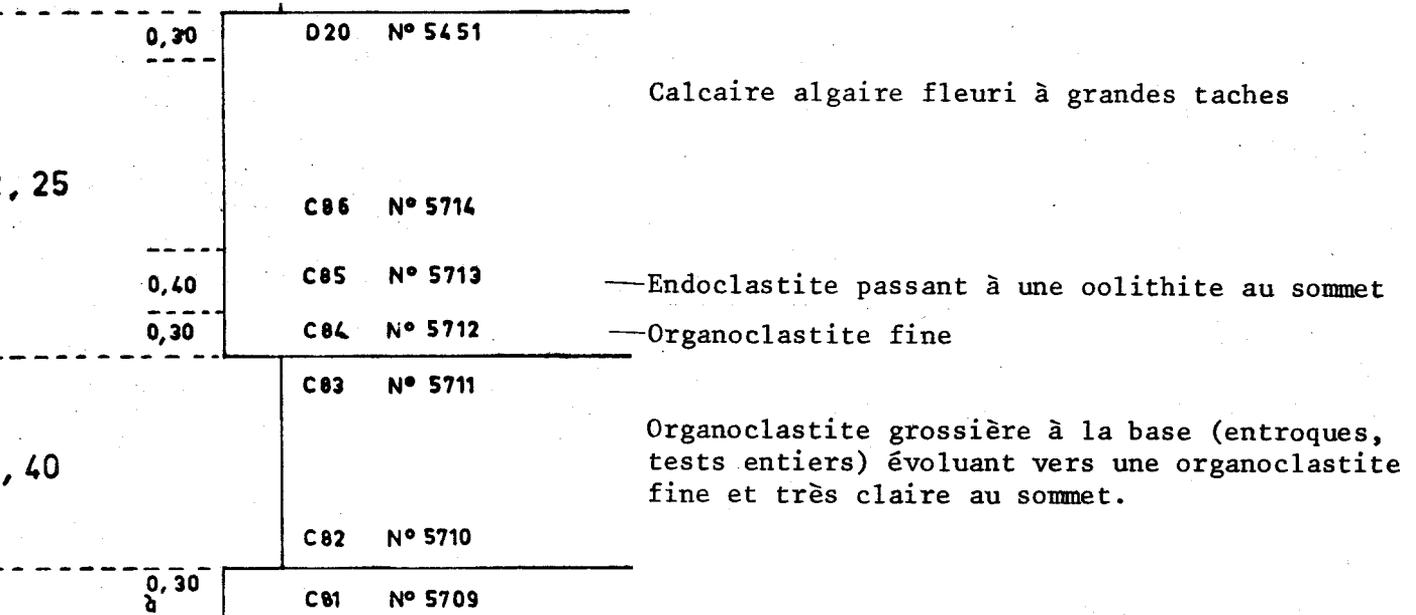
Séquence 5



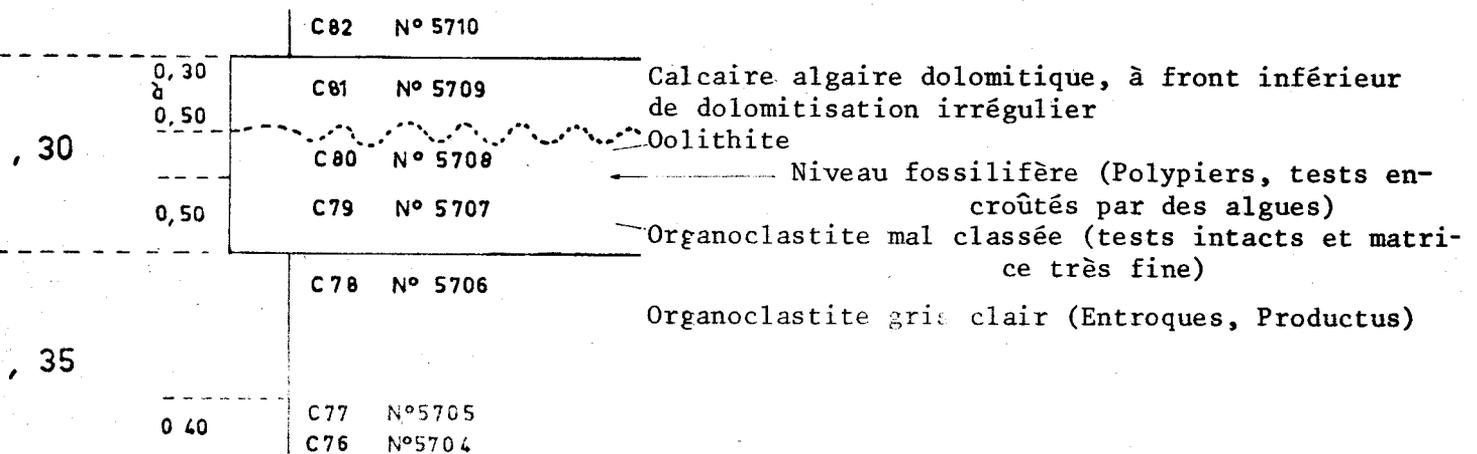
Séquence 4



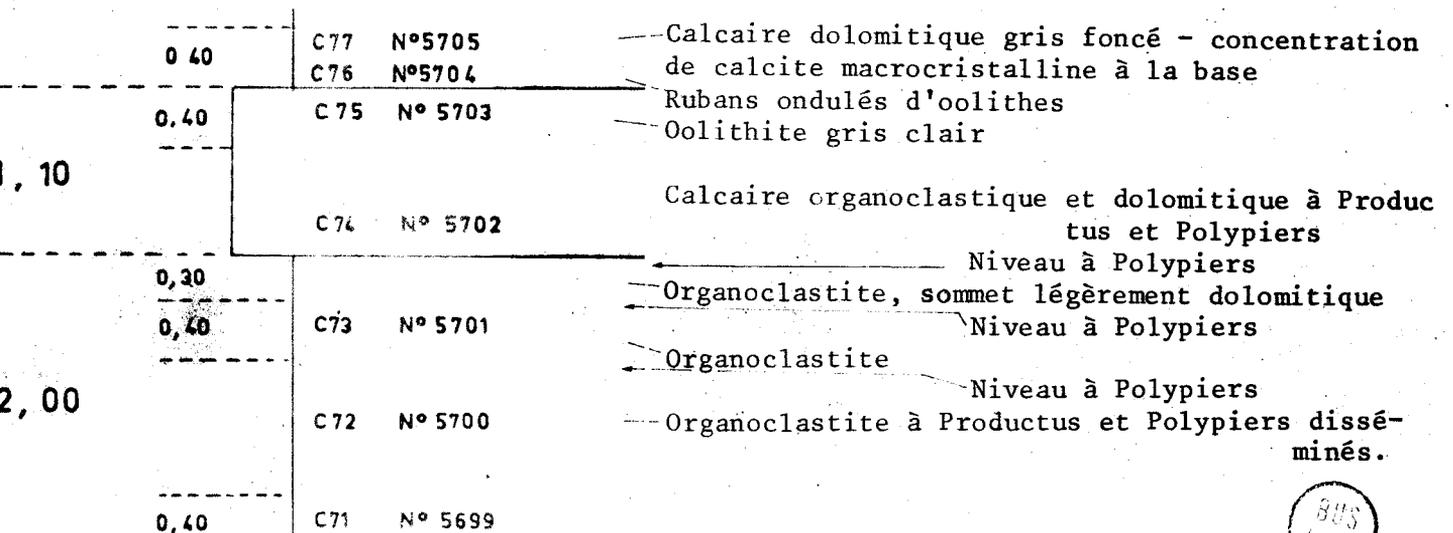
Séquence 3



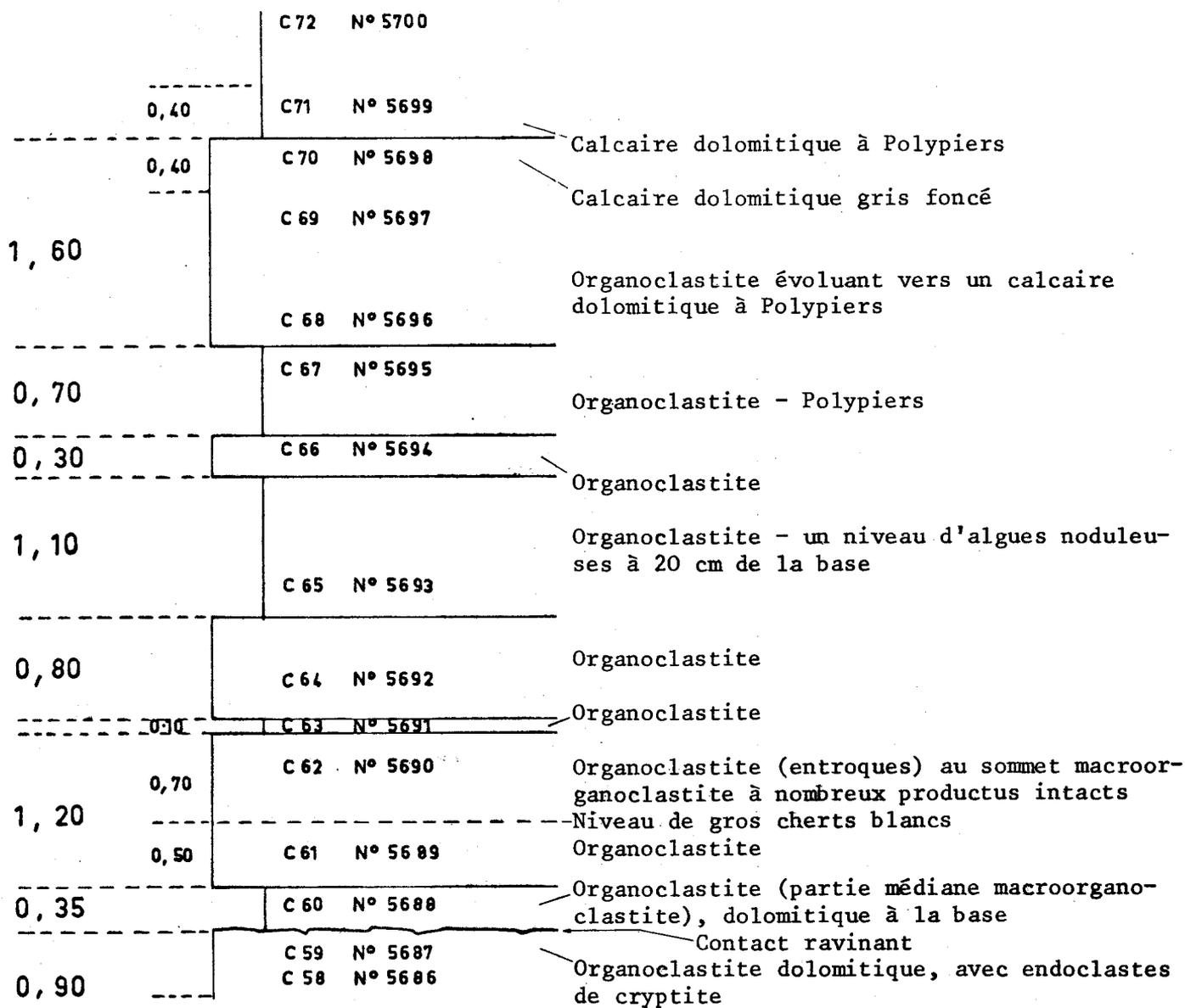
Séquence 2



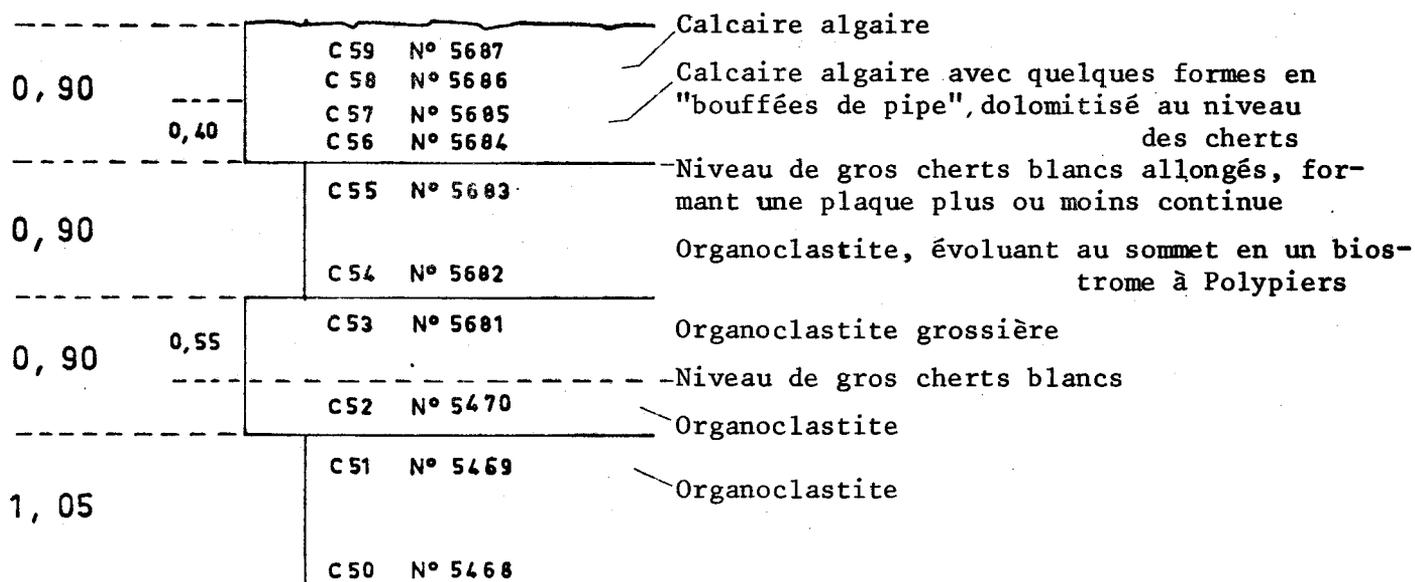
Séquence 1'



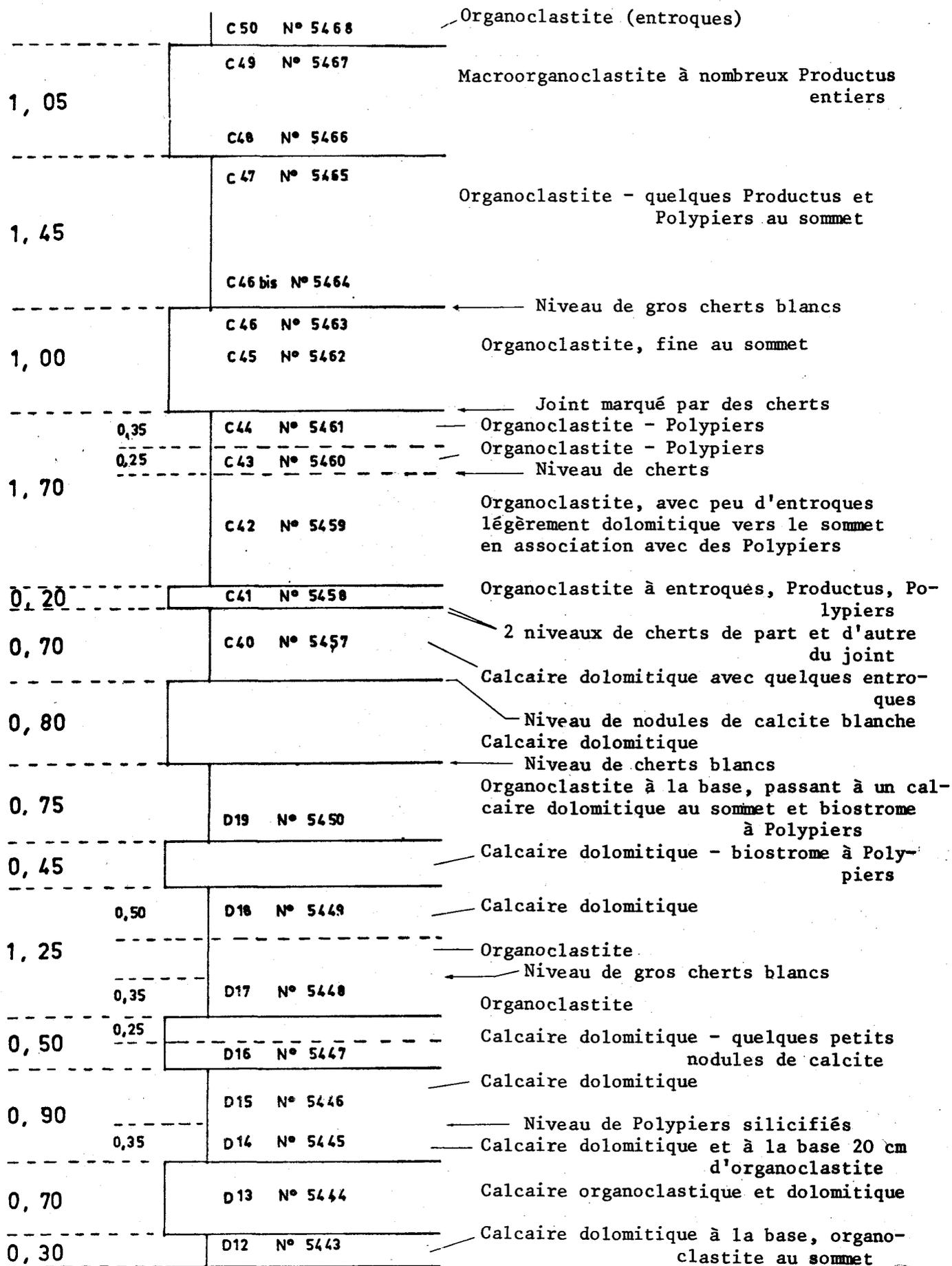
Séquence 1



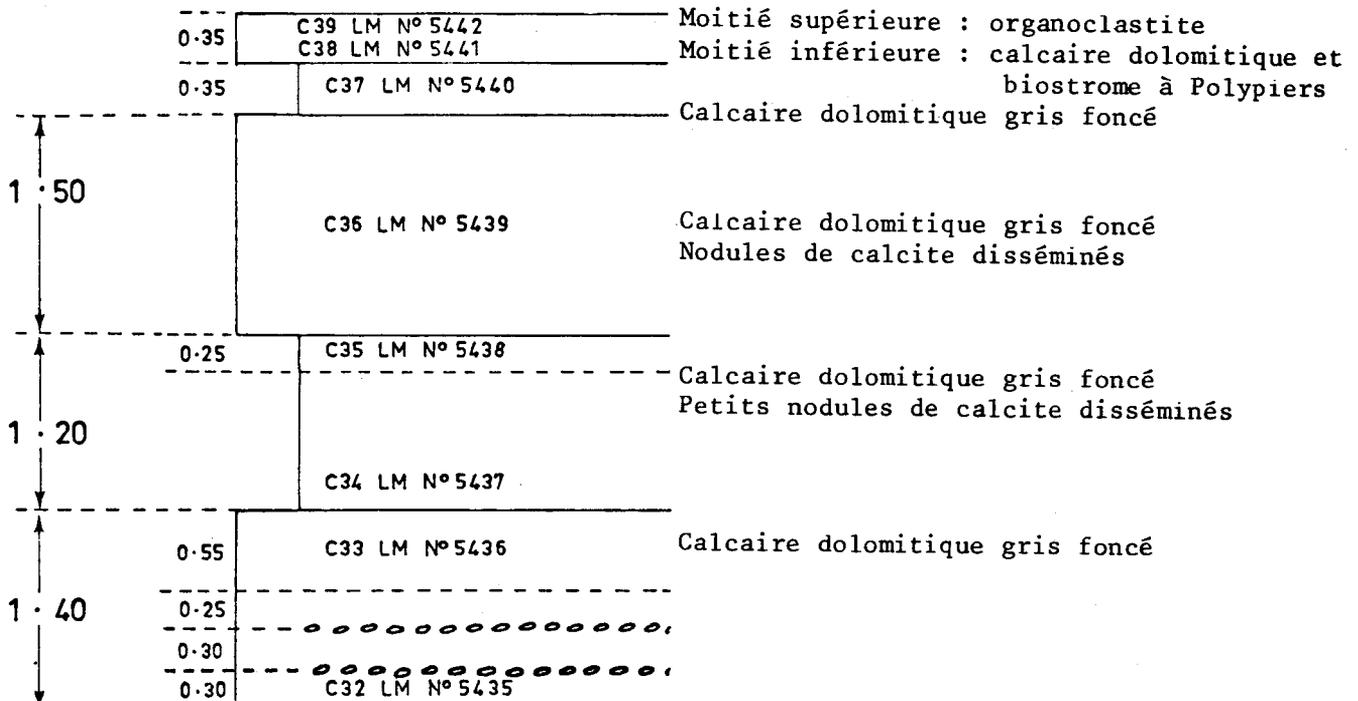
V 2 b _δ



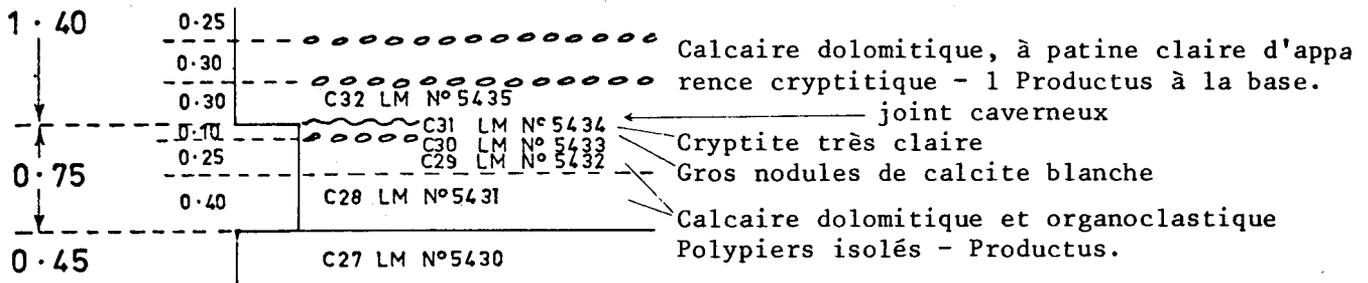
V 2 b _δ



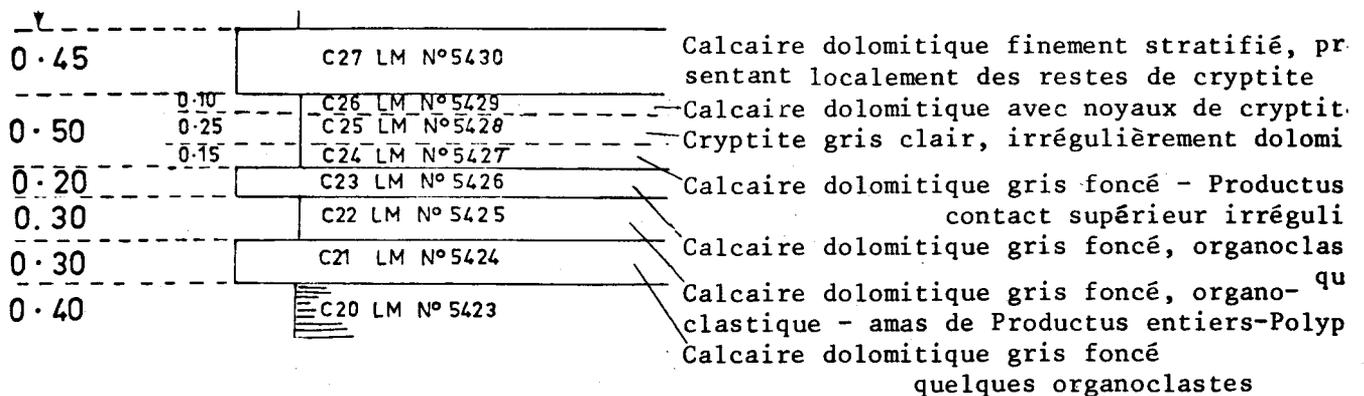
Séquence 5 b V₂b_γ



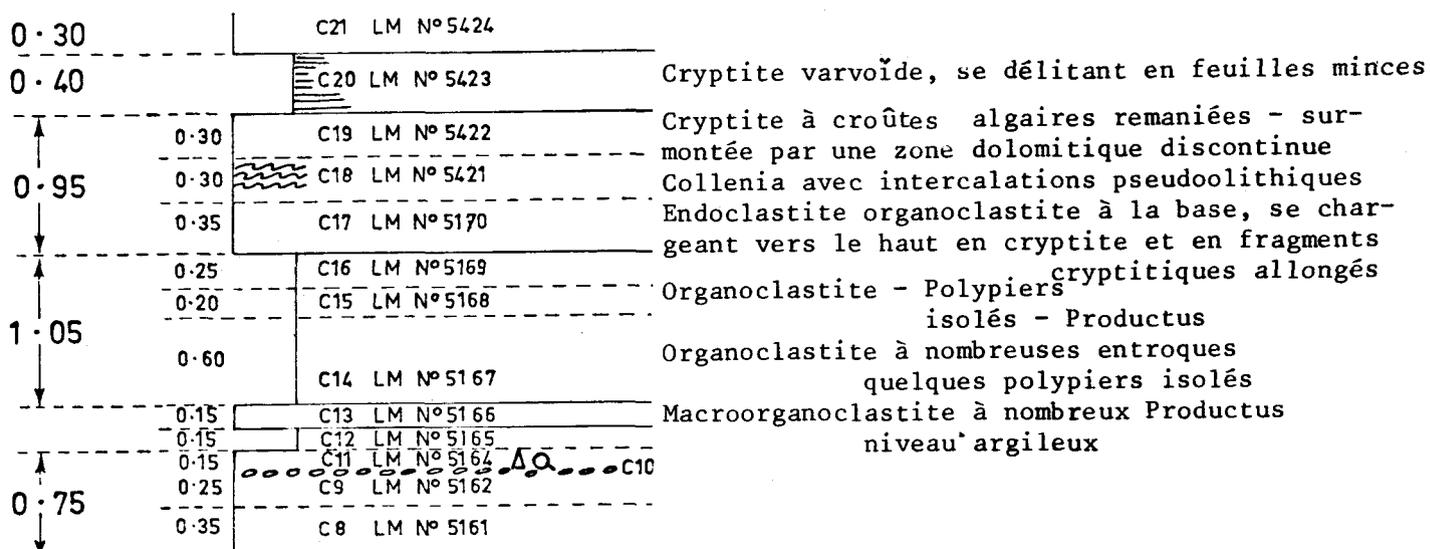
Séquence 5 a



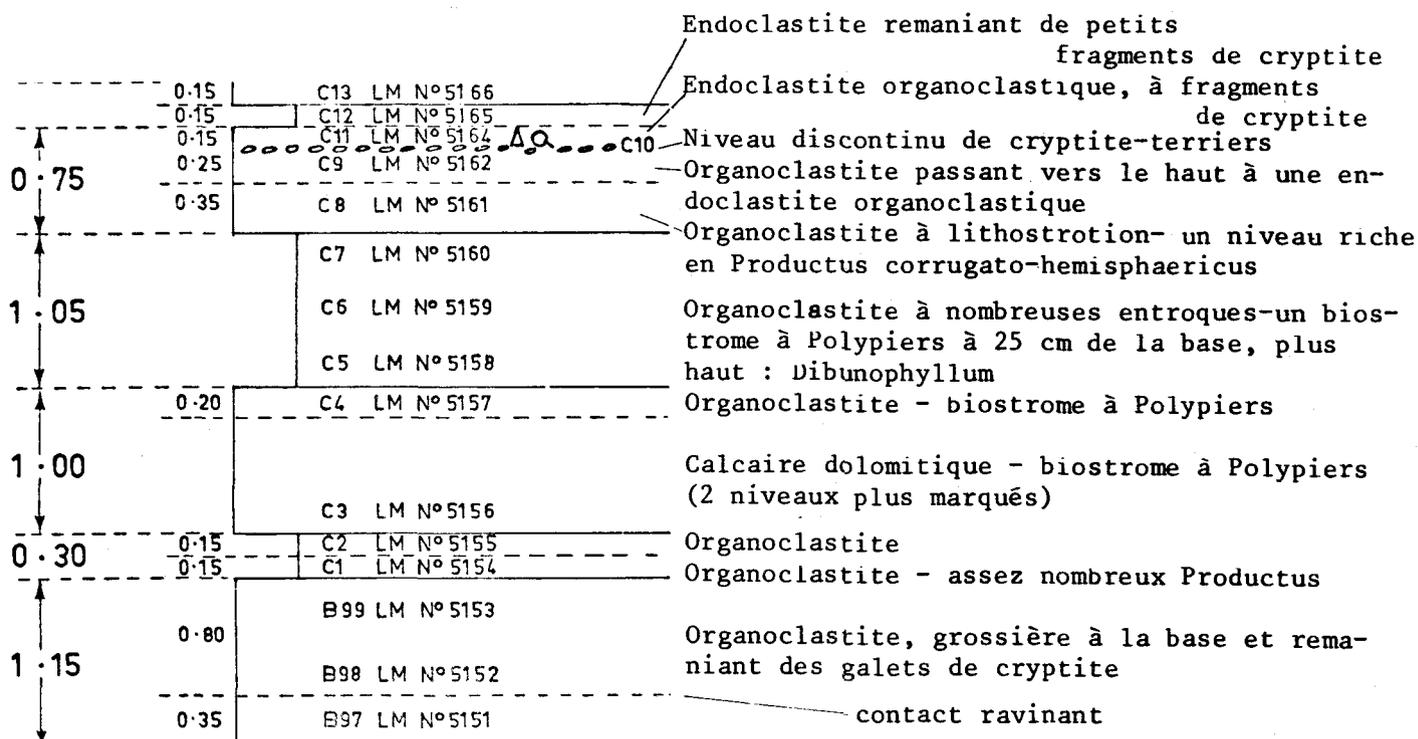
Séquence 4



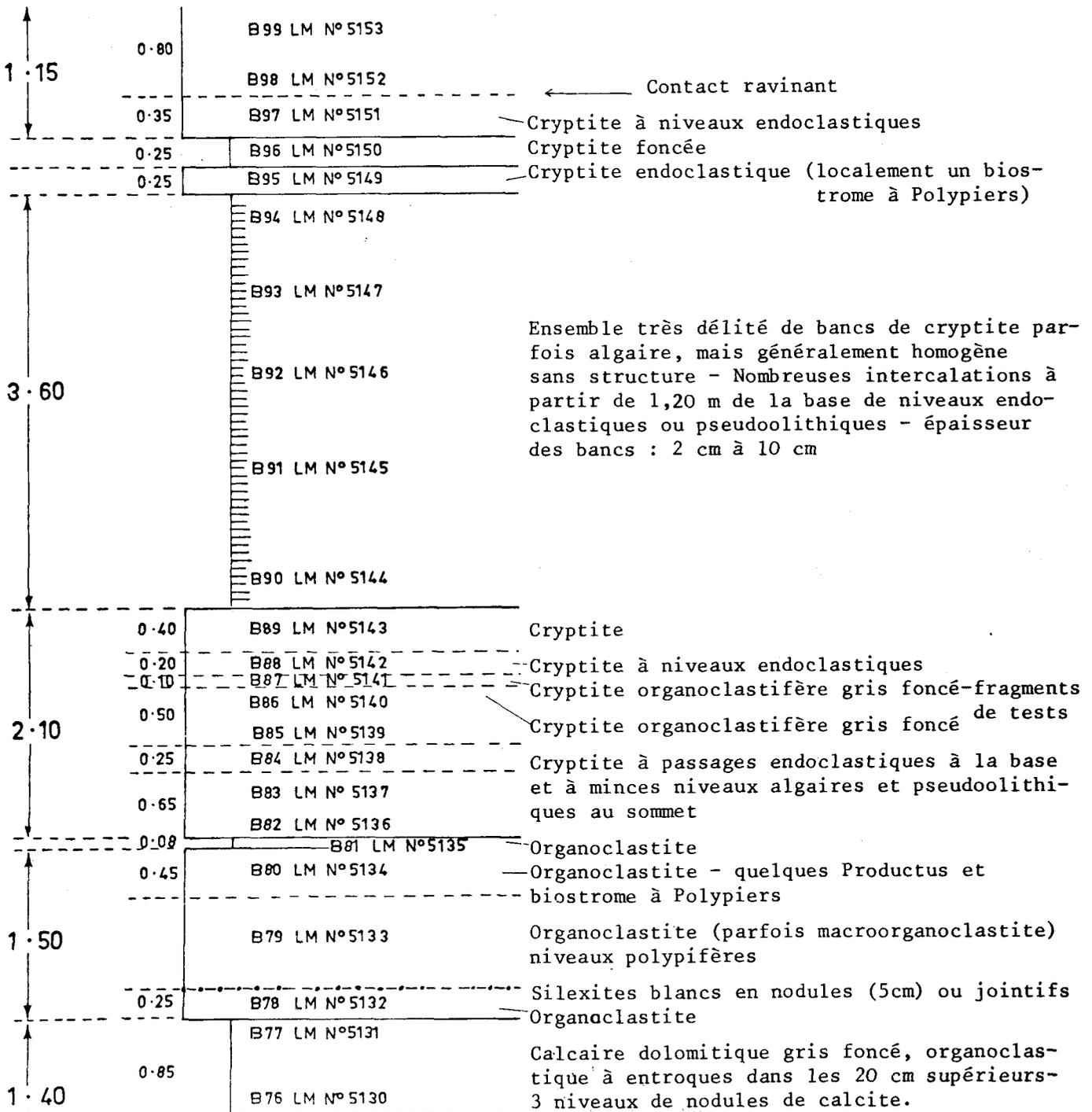
Séquence 3'



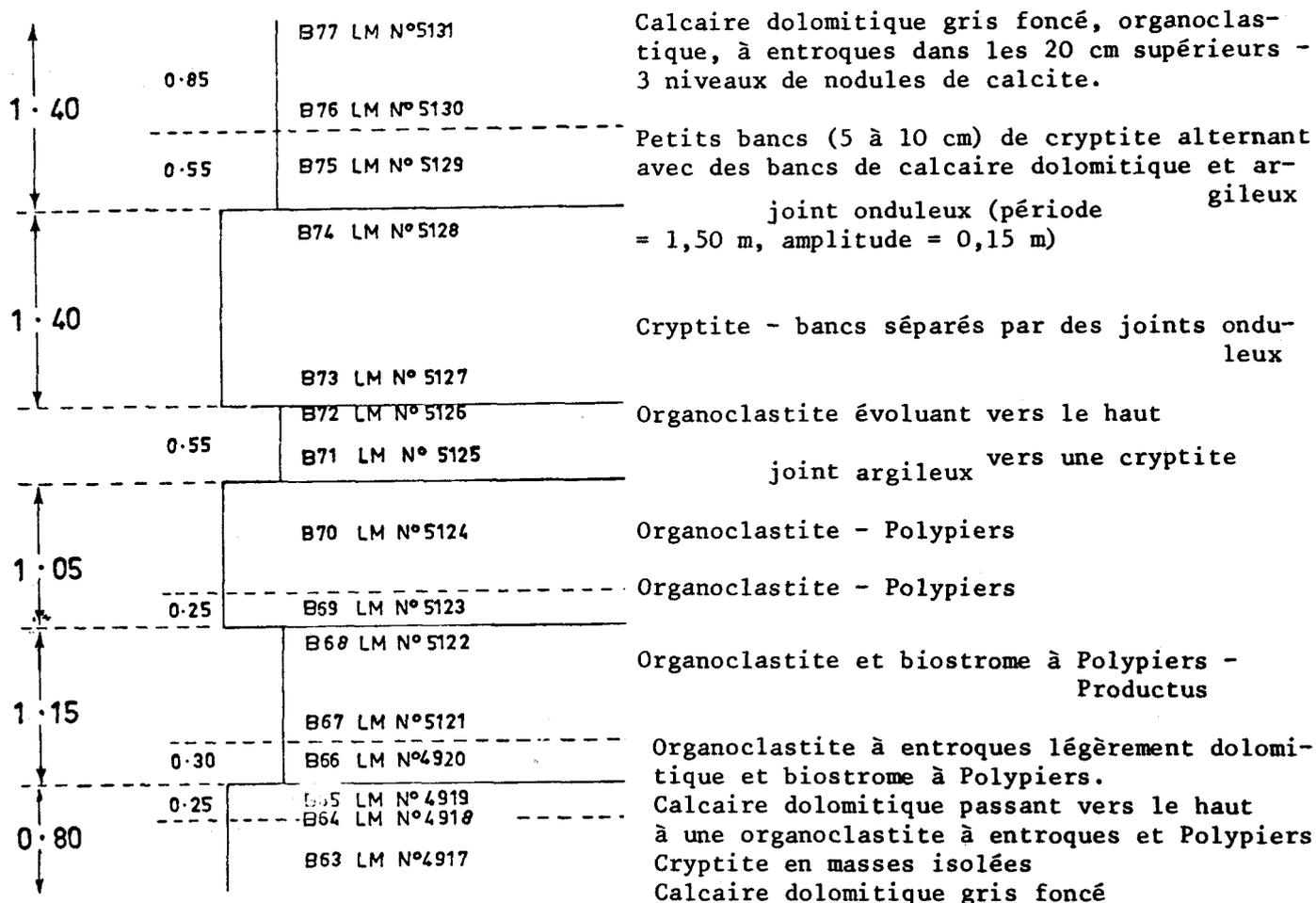
Séquence 3



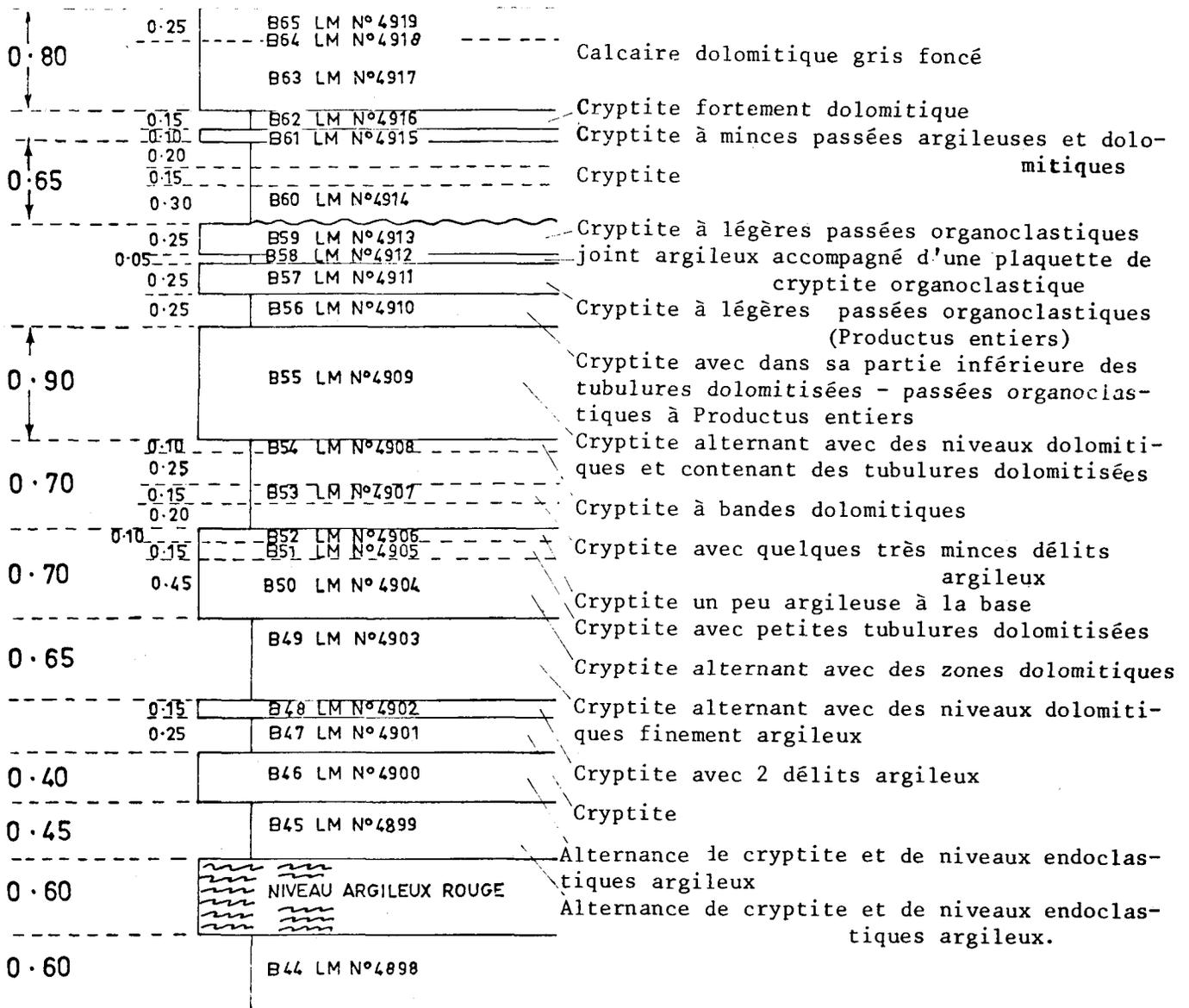
Séquence 2



Séquence 1



Séquence 0 sommet $V_{26} \beta$



Séquence 0 base

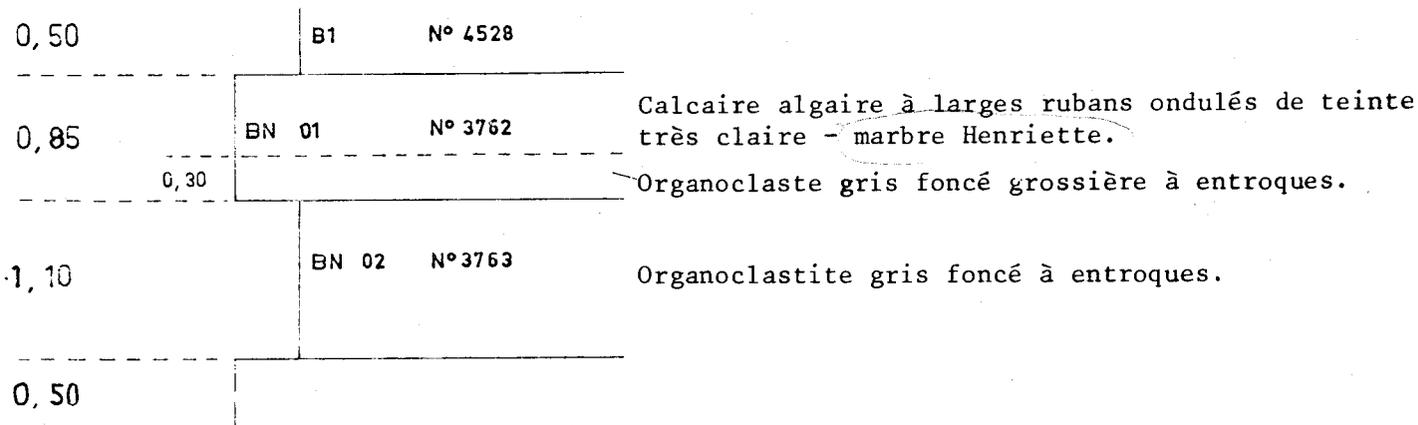
0.45		B45 LM N°4899	
0.60		 NIVEAU ARGILEUX ROUGE	Contenant des plaquettes calcaires gondolées et bréchiques
0.60		B44 LM N°4898	
1.00	0.35	B43 LM N°4897	Cryptite gris foncé à nombreux délits minces et irréguliers
	0.45	B42 LM N°4896	
	0.20	B41 LM N°4895	
0.40		B40 LM N°4894	Cryptite
0.40	0.10	B39 LM N°4893	Cryptite gris foncé Cryptite noire argileuse et charbonneuse remaniant des débris de cryptite à sa base
		B38 LM N°4892	
0.40		B37 LM N°4891	Cryptite un peu algaire
0.30		B36 LM N°4890	Cryptite - quelques tests
0.30		B35 LM N°4889	Calcaire algaire
0.35		B34 LM N°4888	Cryptite légèrement organoclastique à la base (10 cm)
	0.25	B33 LM N°4887	
0.55		B32 LM N°4886	Cryptite
0.35		B31 LM N°4885	Cryptite à minces récurrences organoclastiques (Polypiers, tests)
0.25		B30 LM N°4884	Organoclastite gris foncé à débris de Brachiopodes et Polypiers
		B29 LM N°4883	
0.40		B28 LM N°4882	Biostrome à Polypiers
0.30		 B27 LM N°4881	Cryptite gris foncé
0.30			Calcaire algaire à "bouffées de pipe" gris clair
0.40		B26 LM N°4880	Organoclastite à débris de tests
0.35		B25 LM N°4879	Organoclastite
0.90	0.40	B24 LM N°4878	Organoclastite
	0.50	B23 LM N°4877	
1.00	0.35	B22 LM N°4876	Organoclastite gris assez clair
	0.65	B21 LM N°4875	
0.65		B20 LM N°4874	Organoclastite
0.55		B19 LM N°4873	Organoclastite
0.75		B18 LM N°4872	Organoclastite
	0.20	B17 LM N°4871	Organoclastite - Entroques & Productus.

Séquence - 1

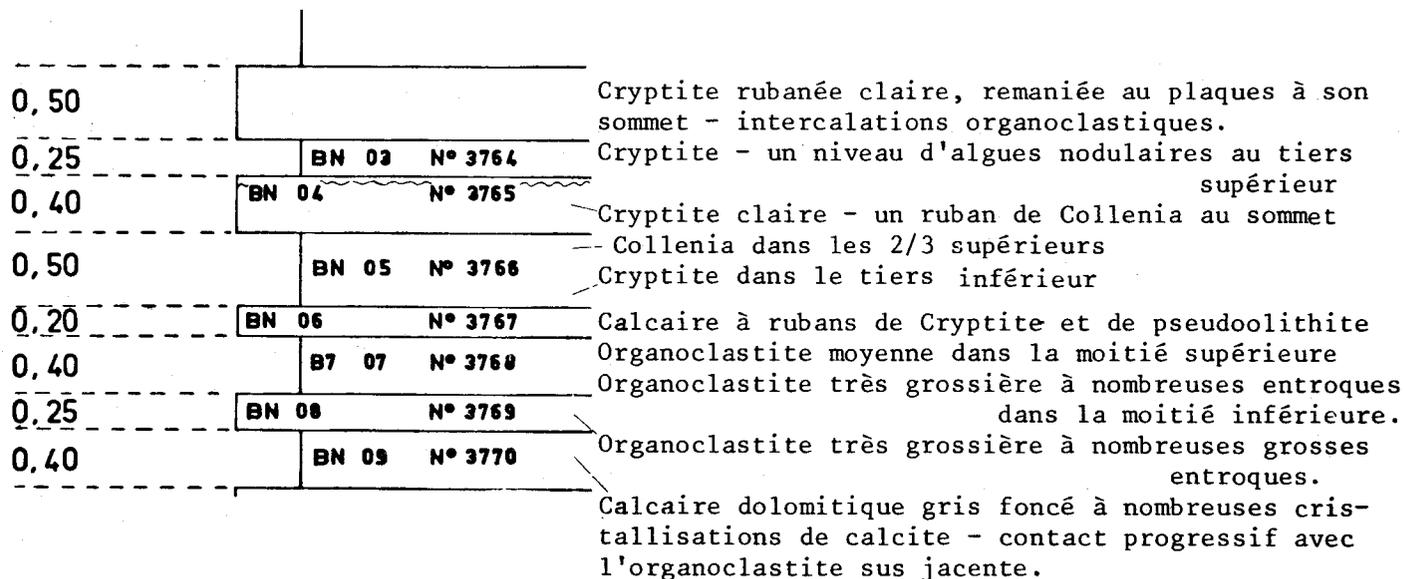
V₂₆ α

0,75	B16	N° 4375	Calcaire algairé rubané gris clair - gris foncé
0,50	B15	N° 4374	Cryptite
0,20	B14	N° 4373	
1,75	B13	N° 4540	Cryptite assez claire avec parfois quelques entroques (B 12)
	B12	N° 4539	
	B11	N° 4538	Cryptite grise à rubans algaires plus clairs espacés de 5 à 10 cm. ondulés. Nombreux délits ondulés et discontinus au sommet.
0,95	B10	N° 4537	Cryptite assez claire, avec quelques rares et très minces rubans algaires.
0,10			
1,65	B9	N° 4536	Cryptite assez claire, généralement plus foncée et même fleurie à la base
			_____ délit ondulé
	B8	N° 4535	Cryptite claire
	B7	N° 4534	Calcaire algairé gris foncé projetant des "bouffées de pipe" dans la cryptite sus-jacente
0,75	B6	N° 4533	Cryptite à récurrences d'organoclastite
	B5	N° 4532	Organoclastite à la base, se chargeant en pâte fine vers le haut
0,60	B4	N° 4531	Organoclastite - Entroques
	B3	N° 4530	Organoclastite - Nombreux Productus
0,35	B2	N° 4529	Organoclastite - Productus et débris de tests
0,50	B1	N° 4528	Organoclastite - Entroques.
0,85	BN 01	N° 3762	
0,30			

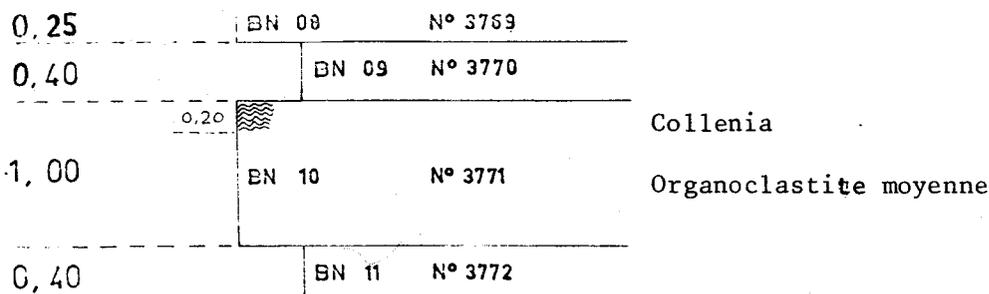
Séquence - 2



Séquence - 3



Séquence - 4



Séquence - 5

1,00	BN 10	N° 3771	
0,40	BN 11	N° 3772	Calcaire algaire de type endoclastique, avec plusieurs rubans clairs mamelonnés.
0,50	BN 12	N° 3773	Organoclastite - quelques petits brachiopodes.
1,70	BN 13	N° 3774- 3607	Organoclastite moyenne assez claire avec quelques Productus corrugato-hemisphaericus.
0,35	BN 14	N° 3775	Organoclastite moyenne assez claire avec quelques Productus
1,00	BN 15	N° 3776	Organoclastite assez grossière à nombreuses entroques - Polypiers - A la base sur 20 cm nombreux endoclastes anguleux de cryptite d'environ 1 cm.
0,40	BN 16	N° 3777	Calcaire comportant des zones organoclastiques et des zones cryptitiques (base de séquence incertaine pouvant se situer au sommet de ce banc)
0,50	BN 17	N° 3778	

Séquence - 6

0,40	BN 16	N° 3777	
0,50	BN 17	N° 3778	Cryptite avec Collenia - quelques cristallisations au sommet.
0,20	BN 18	N° 3779	Organoclastite avec endoclastes de cryptite, dolomitisée à sa base.

Séquence - 7

0,20	-----	BN 18	N° 3779	
0,95	-----	BN 19	N° 3780	Collenia très développés
0,35	-----	BN 28	N° 3787	Organoclastite dolomitique à sa base et remplissant les creux des Collenia sous jacents
0,65	-----	BN 29	N° 3788	Grosses cristallisations de calcite au fond de ces cavités.

Séquence - 8

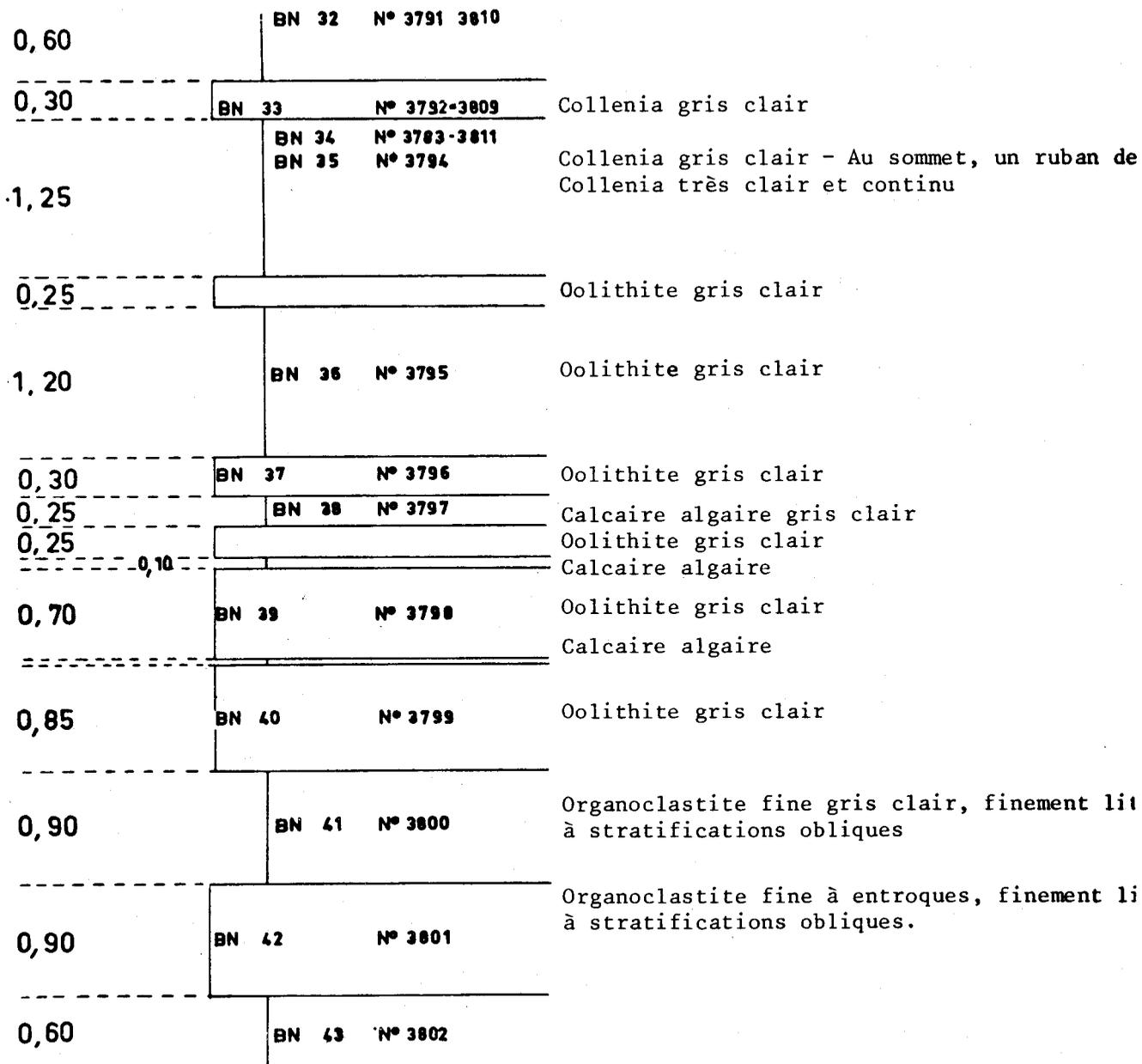
0,35	-----	BN 28	N° 3787	
0,65	-----	BN 29	N° 3788	Collenia très développés - Au sommet, Collenia de grande amplitude.
0,30	-----	BN 30	N° 3789	Organoclastite passant dans sa moitié supérieure à une oolithite.
0,20	-----			Organoclastite
0,20	-----	BN 31	N° 3790-3808	

Séquence - 9

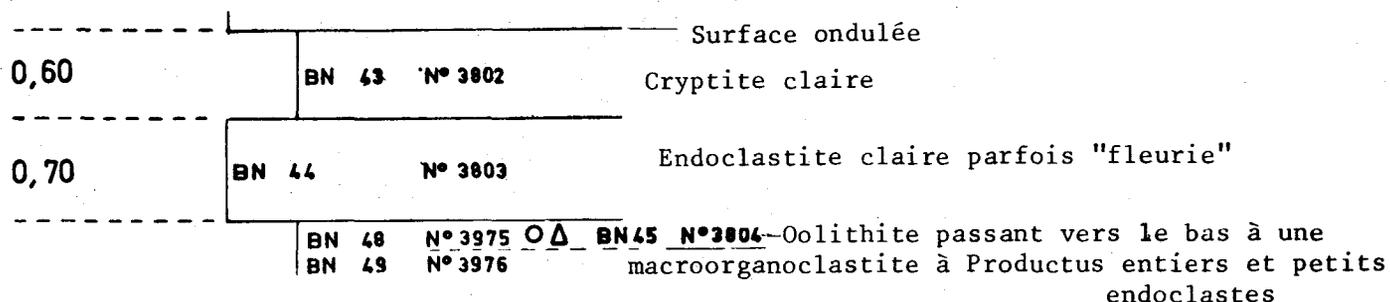
0,30	-----	BN 30	N° 3789	
0,20	-----			
0,20	-----	BN 31	N° 3790-3808	Collenia
0,60	-----	BN 32	N° 3791 3810	Oolithite
0,30	-----	BN 33	N° 3792-3809	



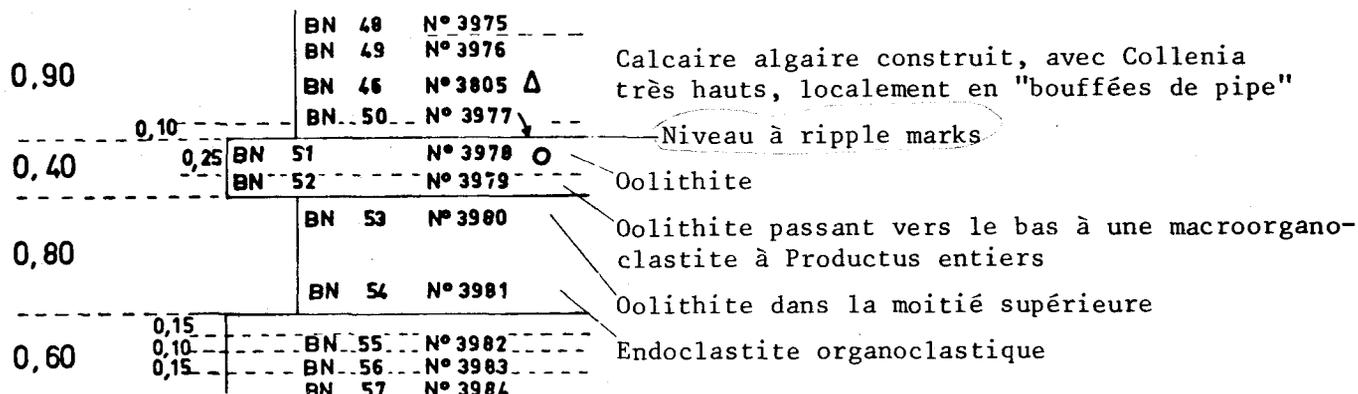
Séquence - 10



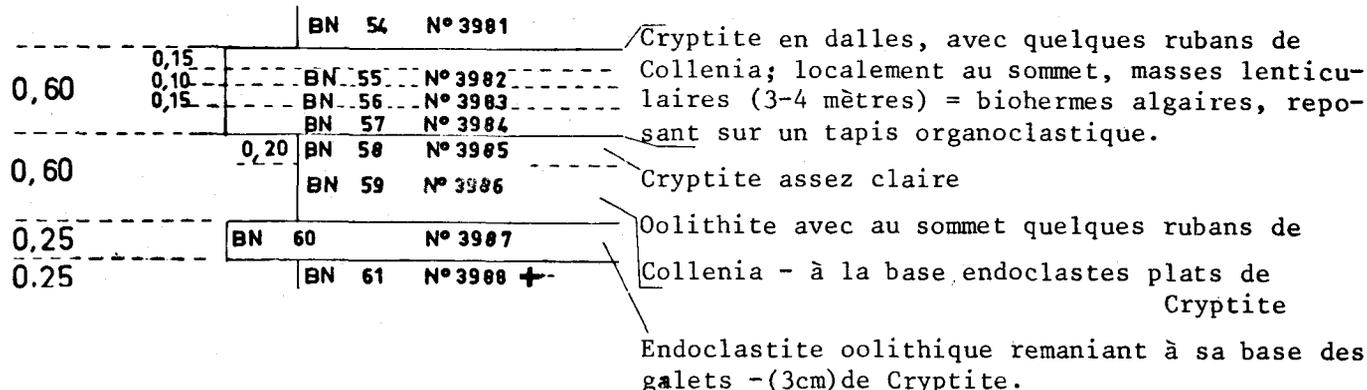
Séquence - 11



Séquence - 12



Séquence - 13



Séquence - 14

0,25	BN 60	N° 3987	Cryptite gris clair
0,25	BN 61	N° 3988 + BN 62	oolithite dense
0,25	BN 63	N° 3990 O BN 64	oolithite
0,20	BN 65	N° 3992 O BN 66	oolithite endoclastique
0,20	BN 67	N° 3994 ~ BN 68	organoclastite gris foncé à nombreuses entroques
		N° 3991	
		N° 3993	
		N° 3995	

Séquence - 15

0,20	BN 65	N° 3992 O BN 66	niveau argileux
0,20	BN 67	N° 3994 ~ BN 68	cryptite avec algues nodulaires au sommet
0,40	BN 69	N° 3996	Oolithite, avec un ruban discontinu de cryptite au tiers supérieur, à la base endoclastes de cryptite - Argileuse à l'extrême base
0,15	BN 70	N° 3997 + BN 71	
		N° 3998	

Séquence - 16

0,40	BN 69	N° 3996	Cryptite avec algues nodulaires à la base
0,15	BN 70	N° 3997 + BN 71	niveau argileux
0,20	BN 72	72 ^{bis} 72 ^{ter} & A1	cryptite avec algues nodulaires au sommet, parfois dolomitisée à la base et contenant des nodules de calcite
0,55	A2	N° 4492	
0,60	A3	N° 4493	
0,45	A4	N° 4494	niveau discontinu de phtanites
	A5	BN 61 N° 4495 - 4211	
	A6	BN 62 N° 4495 - 4212	
	A7	N° 4497	Cryptite gris assez clair, parfois dolomitisée au sommet.
	A8	BN 63 N° 4213 - 4259	Endoclastite fine à petites algues nodulaires
	A9	BN 64 N° 4499 - 4214	Calcaire algaire construit, au sommet formes très festonnées
	A10	BN 65 N° 4500 - 4215	Oolithite fine - à la base gros endocalstes en plaquettes
			niveau argileux discontinu

Séquence - 17

0,45	A7 BN 63	N° 4497 N° 4213 - 4259	Cryptite, avec petites perforations dans la partie médiane
	A8	N° 4498	
0,60	A9	BN 64 N° 4499 - 4214	Endoclastite remaniant des écailles de varvoïde
	A10	BN 65 N° 4500 - 4215	
	A11	BN 66 N° 4501 - 4216	
	A12	N° 4502	
0,45	A13	BN 67 N° 4503 - 4217	calcaire varvoïde
	A14	BN 68 N° 4504 - 4218	Oolithite, endoclastique à la base
1,00	A15	BN 69 N° 4505 - 4219	Oolithite dense
	A16	N° 4506	Oolithite
	A17	BN 70 N° 4507 - 4220	Oolithite
	A18	BN 71 N° 4508 - 4221	Cryptite, algair par endroits
	A19	BN 72 N° 4509 - 4222	oolithite fine

Séquence - 18

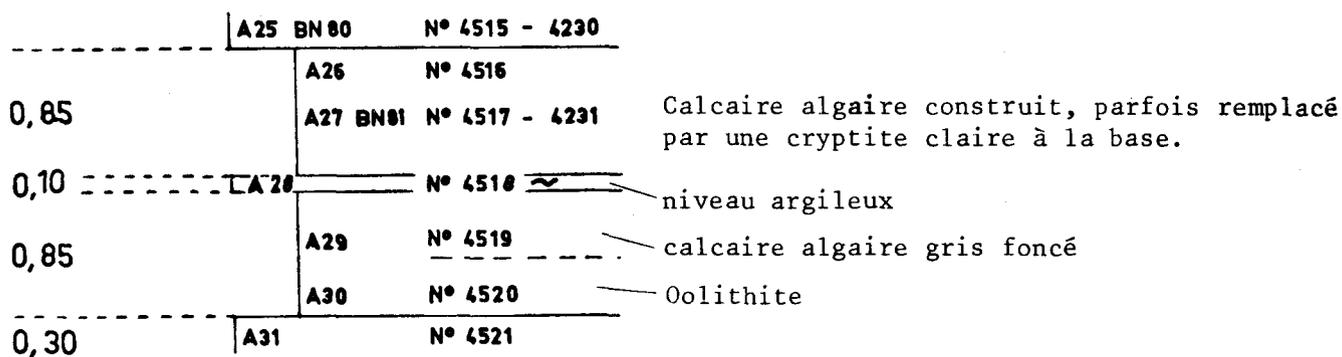
0,20	A18	BN 71 N° 4508 - 4221	niveaux argileux
	A19	BN 72 N° 4509 - 4222	cryptite
0,25	A20	BN 75 N° 4510 - 4225	oolithite
0,20	A21	BN 76 N° 4511 - 4226	niveaux argileux
	BN 73	N° 4223 + BN 74 N° 4224	

Séquence - 19

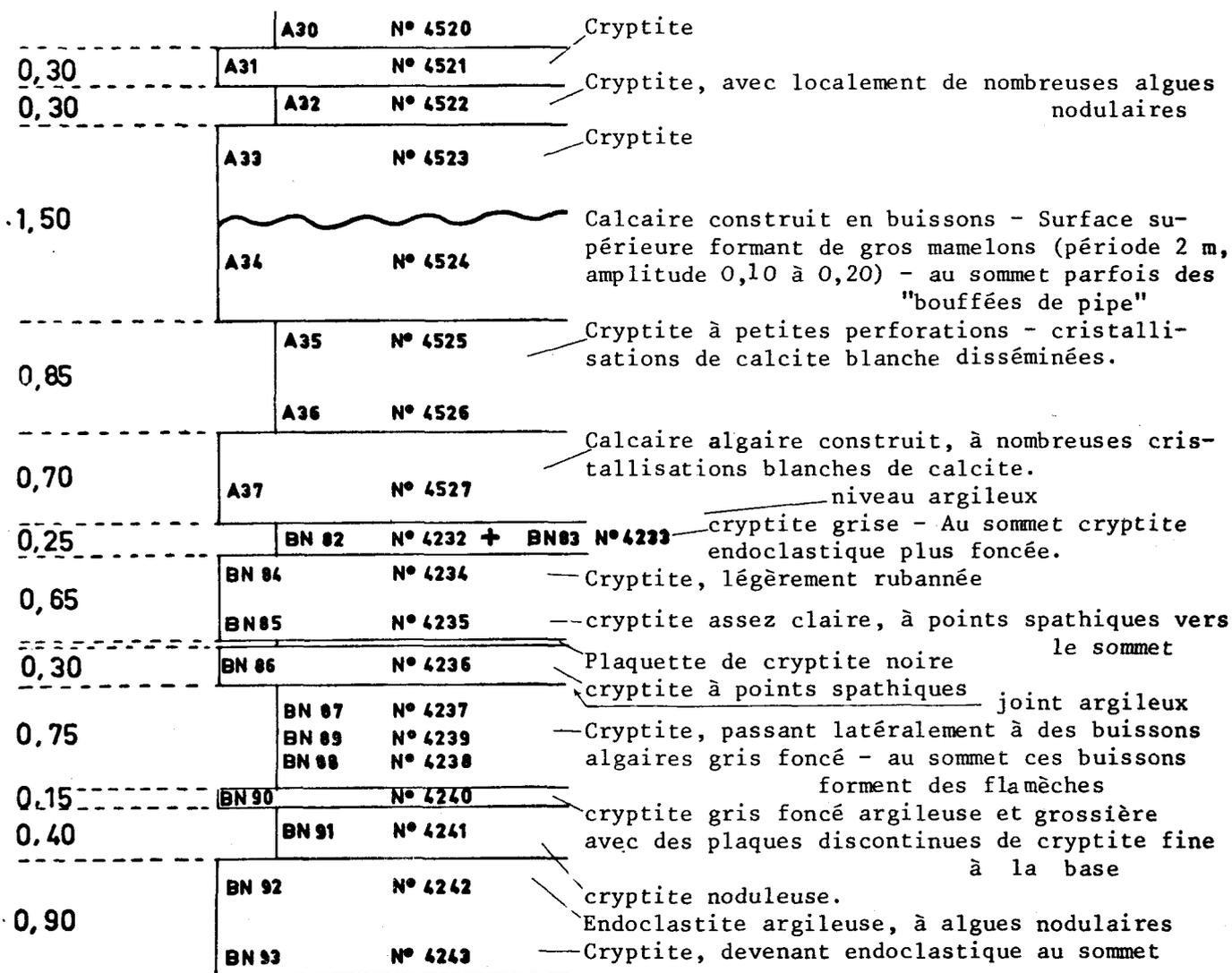
0,25	A20	BN 75 N° 4510 - 4225	Cryptite à petites perforations
0,20	A21	BN 76 N° 4511 - 4226	
0,40	BN 77	N° 4227	Cryptite
	A22	N° 4512	
0,30	A23	BN 78 N° 4513 - 4228	Calcaire algair construit, à surface mamelonnée par endroits
0,70	A24	BN 79 N° 4514 - 4229	calcaire algair
	A25	BN 80 N° 4515 - 4230	cryptite oolithifère
	A26	N° 4516	organoclastite gris foncé argileuse
			niveaux argileux



Séquence - 20



série supra brèche



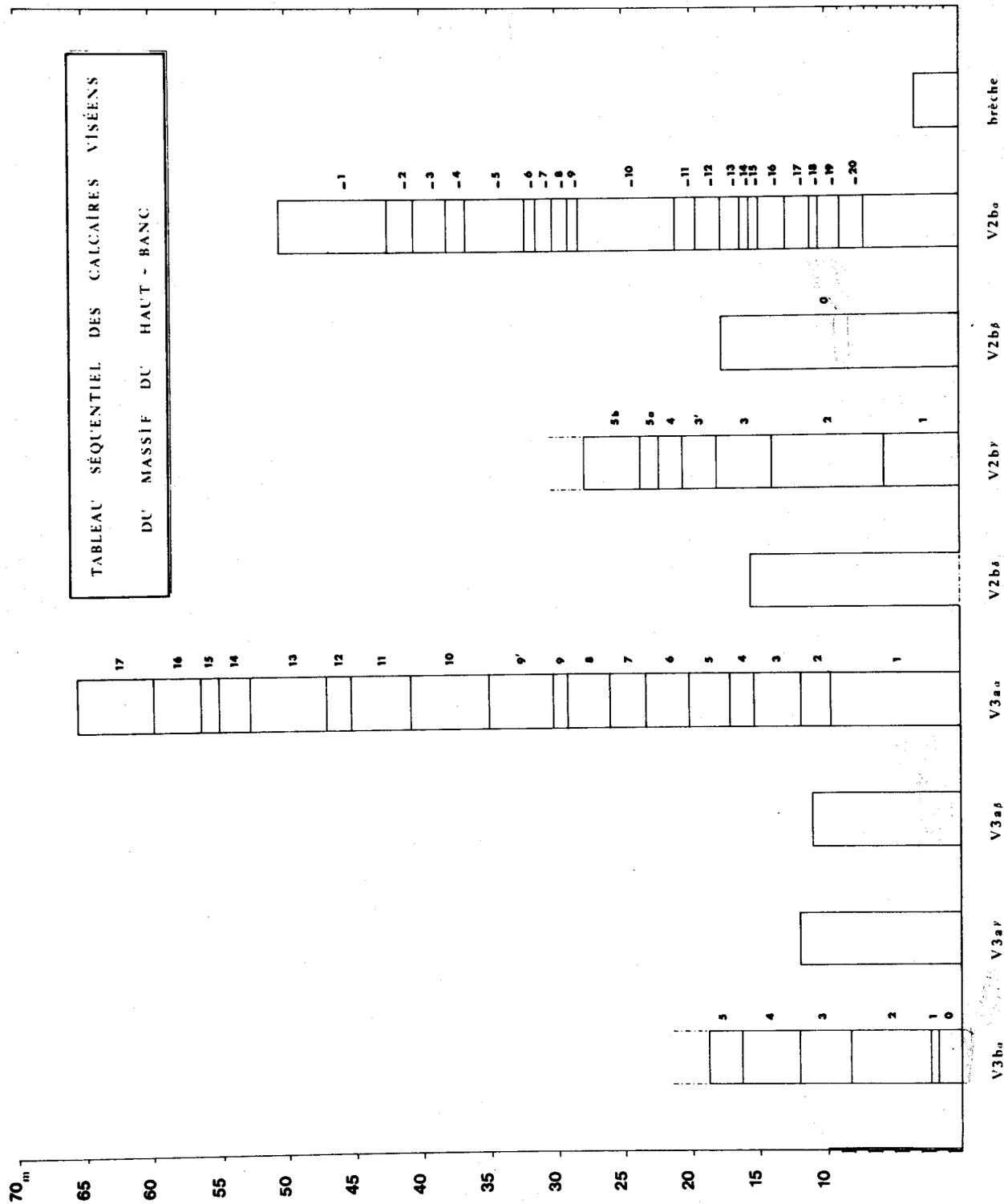
Brèche à éléments de cryptite et à matrice
soit cryptitique soit argileuse -
Éléments arrondis ou anguleux de taille très variable.

V 2 a

série infra brèche

	BN 93	N° 4243	
3,30	BN 95	N° 4244	Brèche
0,70	BN 96	N° 4245	Cryptite endoclastique et oolithifère Cryptite
1,10	BN 97	N° 4246	Calcaire algair, légèrement fleuri Cryptite endoclastique et oolithifère
0,25	BN 98	N° 4247	
0,50	BN 99	N° 4248	Cryptite pseudoolithique en plaquettes
0,30	BN 00	N° 4249	Cryptite organoclastique rubanée à esquilles
0,95	BNV 14	N° 4250	Cryptite gris clair à points spathiques joint ondulé
	BNV 15	N° 4251	Cryptite gris clair à points spathiques
	BNV 16	N° 4252	Cryptite grise Plaquettes de cryptite rubanée
1,50	BNV 17	N° 4253	Cryptite à petits grains foncés (3 - 4 mm)
0,60	BNV 18	N° 4254	Cryptite
	BNV 19	N° 4255	Endoclastite organoclastique.

TABLEAU SÉQUENTIEL DES CALCAIRES VISÉENS
DU MASSIF DU HAUT - BANC



BOIS LILLE

Chapitre IV

|

Les microfacies

|

LES MICROFACIÈS

Dans ce chapitre, sont groupés sous forme de tableaux par séquence, les microfaciès observés pour chaque lame mince.

On trouvera face au numéro d'échantillon macroscopique et au numéro de la lame mince correspondante, une revue sommaire de tous les débris fossiles présents dans la plaque, à savoir :

- les brachiopodes et les lamellibranches;
- les crinoïdes (articles);
- les "tubes clairs cloisonnés", organismes dont l'apparement est problématique (attribués indifféremment à des algues, des tabulés etc...);
- les polypiers;
- Syringopora;
- Koninckopora (algue dasycladacée);
- les radioles;
- les ostracodes;
- les tests indéterminables;
- les serpules;
- les gastéropodes;
- les foraminifères;
- les plaques d'échinodermes;
- les bryozoaires;

Un symbole différent est utilisé selon que les fragments sont :

- très abondants ✕
- communs x
- très rares . (au maximum 4 pour les petits organismes)
- absents

Enfin une définition pétrographique du microfaciès est fournie, avec ses particularités.



V3b α

SEQUENCE + 4

71

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radiolies	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	
F 45	6150	.	x					x	x	x		x	x	x	x	Cryptite organoclastique - tests parfois encroûtés par des algues.
F 49	6154	x	x					x	x	x			x	x	x	Cryptite organoclastique - débris algaires - tests parfois encroûtés par des algues-filonnets de calcite.
F 46	6151	.	x		x			x	x	x	.	x	x	x	x	Microorganoclastite avec quelques organoclastes plus volumineux.
F 50	6155	.	x					x	x	x			x	x	x	Microorganoclastite avec quelques organoclastes plus volumineux - filonnets de calcite.
F 47	6152	.	.					x	x	x		x	x	x	x	Microorganoclastite extrêmement fine, avec des organoclastes plus volumineux débris d'algues.
F 51	6156	.	x					x	x	x			x	x	x	Microorganoclastite avec des organoclastes plus volumineux.
F 48	6153	.	x	.				x	x	x		.	x	x	x	Microorganoclastite extrêmement fine avec des organoclastes plus volumineux - débris d'algues.
F 52	6157	.	x					x	x	x		x	x	x	x	Cryptite organoclastique - débris d'algues.
F 53	6158	.	x					x	x	x			x	x	x	Microorganoclastite avec organoclastes plus volumineux - débris d'algues.
F 54	6159	x	x					x	x	x			x	x	x	Organoclastite assez grossière à matrice finement clastique ou parfois microgrumeleuse.
F 56	6160															Calcaire à tendance rubanée de type grumeleux ou cryptitique - filonnets de calcite dans toutes les directions.
F 57	6161															Calcaire grumeleux à traînées cryptitiques - filonnet rempli de calcite microbréchiq.
F 58	6162															Endoclastite à endoclastes à contour déchiqueté, composés de calcaire grumeleux ou de cryptite d'origine algair-ciment spathique.

Echantillon	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	
F 32	6137	.	x					x	x	x	x	x	x	x	x	Cryptite organoclastique.
F 33	6138	.	x					x	x	x	x	x	x	x	x	Cryptite organoclastique. A la base, algues à structure concrétionnée.
F 34	6139	x	x					x	x	x		x	x	x	x	Organoclastite à matrice finement clastique.
F 35	6140	.	x					x	x	x		x	x	x	x	Organoclastite à matrice cryptitique.
F 36	6141	x	x					x	x	x		x	x	x	x	Cryptite organoclastique.
F 37	6142	x	x	x				x	x	x		x	x	x	x	Organoclastite à matrice cryptitique finement clastique.
F 38	6143	.	x					x	x	x		x	x	x	x	A la base : cryptite organoclastique Au milieu : Calcaire grumeleux algaire, ou endoclastite, ou oolithite (fausses Oolithes)
F 39	6144							x								Au sommet : Pseudo-pisolithes (3-5mm) de nature vraisemblablement algaire, puis ruban grumeleux algaire et oolithite (oolithes mal formées).
F 40	6145							x		x						A la base : - ruban oolithique - lit de pseudo pisolithes (taille environ 3mm) d'origine vraisemblablement algaire accompagnées de fausses oolithes - rubans alternant de calcaire grumeleux et microgrumeleux. Au sommet : - endoclastite à endoclastes flous, parfois agglutinés dans une matrice algaire pour former des pseudo-pisolithes.
F 41	6146															A la base : Calcaire grumeleux, microgrumeleux ou cryptitique Au sommet : endoclastite fine (0,02 à 0,05 mm) à ciment spathique.
F 42	6147															Cryptite algaire à plages grumeleuses
F 43	6148															Calcaire microgrumeleux ou grumeleux
F 44	6149															Calcaire varvinaire : lits de calcaire grumeleux ou microgrumeleux alternant avec des lits de pseudoolithite ou de cryptite pseudoolithique. A la base : pseudoolithite (dimensions des pseudoolithes 2 x 0,3 mm) Au sommet : calcaire grumeleux et endoclastite.

3770
SAB

V3b α SEQUENCE + 2

Echantillon	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninkopora	Radiolites	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	Description
F 15	6120	.	x					x	x	x	x		x	x	x	Organoclastite à matrice finement clastique - algues.
F 16	6121	.	x					x	x	x			x	x	x	Organoclastite fine à matrice finement clastique.
F 17	6122	.	x					x	x	x	.		x	x	x	Organoclastite à matrice finement clastique.
F 18	6123	.	x						x	x			x	x	x	Organoclastite à matrice cryptitique finement clastique-algues-filonnets de calcite microbréche.
F 19	6124	.	x					x	x	x			x	x	x	Organoclastite à matrice cryptitique finement clastique-algues.
F 20	6125	.	x	.				.	x	x			x	x	x	Organoclastite à ciment spathique, légèrement cryptitique-algues.
F 21	6126															Calcaire grumeleux ou microgrumeleux à tendance rubanée.
F 22	6127															Calcaire grumeleux à structure onduleuse, comme saupoudré de minuscules endoclastes (0,03 mm) - pourrait résulter de la recristallisation d'une cryptite.
F 23	6128															Calcaire grumeleux ou microgrumeleux, à structure rubanée; à la base, endoclastite à endoclastes flous parfois agglutinés dans une matrice algaire pour former des pseudo-pisolithes.
F 24	6129															Macroendoclastite à endoclastes grumeleux, microgrumeleux ou cryptitiques, parfois bordés d'un contour stylolithique. Plages de calcite spathique.
F 25	6130															Calcaire algaire construit à structure grumeleuse ou variqueuse. Cavités comblées par une endoclastite à minuscules endoclastes (0,03 mm).
F 26	6131															Cryptite et endoclastite plus ou moins rubanées. Perforations circulaires remplies de calcite spathique.
F 27	6132															Cryptite à plages microgrumeleuses.
F 28	6133															Cryptite et calcaire microgrumeleux, à structure rubanée (ordre d'épaisseur des rubans : 4-5mm).
F 29	6134															Au sommet : Calcaires microgrumeleux, grumeleux et cryptitique, à structure rubanée. A la base : endoclastite à endoclastes flous et irréguliers, parfois agglutinés dans une matrice algaire pour former des pseudo-pisolithes-ciment spathique.
F 30	6135															Cryptite fortement recristallisée et d'apparence grumeleuse.
F 31	6136															Cryptite très finement spathique.

Echantillon	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radiolies	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	
F 11	6116	.	x						x	x	x		x			<p>V3b α</p> <p>SEQUENCE + 1</p> <p>A la base : endoclastite à endoclastes arrondis, à contour flou, légèrement "pseudoolithisés" - ciment spathique. Au milieu : organoclastite composée presque exclusivement de Serpules (à nombreux tours de spires) - plages à fausses oolithes. Au sommet : Organoclastite lâche à ciment spathique fin légèrement cryptitique - algues.</p>
F 12	6117	.	x	.	.			.	x	x	x		x	x		Organoclastite à matrice finement clastique -
F 13	6118	x	x					x	x	x	x		x	x		Plusieurs microfaciès mélangés : - calcaire algaire de type grumeleux - organoclastite à ciment spathique ou cryptitique - algues - cryptite endoclastique - endoclastite à endoclastes flous.
F 14	6119	.							x	x			x			Calcaire microgrumeleux.

308
1978

Echantillons	Lame	Brach. Lamell.	Crinoides	Tubes clairs clo	Polypiers	Syringopora	Koninkopora	Radiales	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires
E 12	6001														Calcaire algaire de type cryptitique ou grumeleux.
E 13	6002														Calcaire algaire rubané, de type microgrumeleux ou grumeleux - Quelques endoclastes - Perforations circulaires.
E 14	6003														Calcaire algaire construit, de type grumeleux vésiculeux.
E 19	6004														Calcaire algaire rubané, de type microgrumeleux ou grumeleux - Filonnets de calcite.
E 20	6005														Calcaire algaire rubané, de type grumeleux ou microgrumeleux - Niveaux endoclastiques.
E 21	6006														Endoclastite et pseudoolithite rubanées - Endoclastes ou pseudoolithes parfois entourés d'une enveloppe plus claire conférant un aspect de "fausse-oolithe".
E 22	6007										☒				Cryptite et endoclastite - filonnets de calcite.
E 23	6008										x				Cryptite finement endoclastique.
E 24	6009														Calcaire algaire construit, de type grumeleux cryptitique, parfois vésiculeux.
E 25	6010														Calcaire algaire construit, de type grumeleux - Plages de calcite spathique.
E 26	6011														Pseudoolithite et calcaire grumeleux ou microgrumeleux varvoïdes - pseudoolithes parfois entourées d'une enveloppe cryptitique plus claire.
E 27	6012								x						Cryptite rubanée, à très nombreux parathuraminidés.
E 28	6013										☒				Endoclastite à ciment spathique - débris algaires.
E 29	6014														Cryptite endoclastique et pseudoolithite rubanées - Filonnets de calcite.
E 30	6015														Calcaire microgrumeleux et grumeleux rubanés - Amas de petits endoclastes (0,02 à 0,1 mm) - Plages de calcite spathique ressemblant à des perforations (terriers, radicales ?)-
E 31	6016														Calcaire algaire construit et endoclastite à ciment spathique - Pyrite.
22	6017										☒				Endoclastite à ciment spathique - endoclastes parfois entourés d'une enveloppe de cryptite claire.
E 33	6018														Calcaire microgrumeleux et cryptite rubanés - Filonnets de calcite.
F 1	6019														Calcaire algaire construit de type grumeleux - Cavités à formes cristallines remplies de calcite spathique et à pointe tournée vers le haut - nombreux petits quartz (15 à 30 μ) cristallins, parfois bipyramidés, et à inclusions opaques - Plages de calcite spathique.
F 2	6020														Calcaire grumeleux et pseudoolithite rubanés - petits quartz à l'intérieur des pseudoolithes - Pseudoolithes fréquemment entourées d'une enveloppe de cryptite claire - algue nodulaire (spongiostromata).



V3a α SEQUENCE 17

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninkopora	Radiol.	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires.
D 80	5985	x	x	x					x				x		
D 81	5986														
D 97	5987	x	x		x		x	x	x	x			x		
D 98	5988														
D 99	5989														
E 1	5990														
E 2	5991	x	x					x	x	x			x	x	x
E 3	5992														
E 4	5993	x													

Organoclastite à matrice cryptitique développée - Algues.
 Endoclastite rubanée - Endoclastes disposés en lits de granulométrie différente - ciment de calcite spathitique.
 Organoclastite grossière à matrice cryptitique parfois spathitique - débris algaires.
 Calcaire algair rubané, de type grumeleux ou microgrumeleux - Plages de calcite spathitique.
 Endoclastite et oolithite
 Endoclastes ronds, ayant plus ou moins recristallisé et acquis une structure oolithique - Ciment spathitique ou cryptitique - certains endoclastes sont agglutinés en masses irrégulières (lumps) - filonnets de calcite - Petites algues nodulaires à structure peletonnée.
 Calcaire algair (rubané macroscopiquement) - de type microgrumeleux ou grumeleux, plus ou moins vésiculeux - Plages de calcite spathitique.
 Organoclastite à matrice cryptitique finement clastique - débris algaires.
 Calcaire grumeleux et cryptite, bréchoïde - Plages de calcite spathitique.
 Calcaire algair, de type cryptitique ou grumeleux encroûtant - Algues nodulaires encroûtantes - Cavités comblées soit par des endoclastes, soit par une cryptite organoclastifère.



Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radiolés	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	
D 72	5977	x	x	x			x		x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique.
D 73	5978	x	x	x				.	x	x			x			Organoclastite mal classée, à matrice cryptitique très développée.
D 74	5979	x	x	x	x	x	x		x	x			x			Organoclastite grossière à matrice cryptitique ou spathique - tests encroûtés par des algues.
D 75	5980	x	x	x			x		x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique finement clastique.
D 76	5981	x	x						x	x			.			Cryptite endoclastique (petits endoclastes flous) et organoclastifère - nombreuses algues soit nodulaires à structure tubulaire rayonnante, soit encroûtant les tests - Calcaire algairé construit de type cryptitique.
D 77	5982															Calcaire algairé construit de type cryptitique - Bordure du thalle à allure particulaire en "micro-bouffées de pipe" - Cavités comblées par des endoclastes, parfois oolithisés superficiellement (fausses oolithes) - ciment spathique.
D 78	5982												.			Calcaire algairé de type grumeleux, surmonté par une pseudoolithite à ciment spathique.
D 79	5984								x							Calcaire algairé construit de type cryptitique - Cavités comblées par des endoclastes flous - ciment spathique - Plages de calcite spathique.

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	V3a α SEQUENCE 14	
D 65	5874	.	x	x				.	.	x			.			Organoclastite à matrice cryptitique - Faune oblitérée - Plages de calcite spathique	
D 66	5875	x	.						x	x	.		.			Endoclastite fine, à endoclastes flous et minuscules (0,02 mm) - Nombreuses algues nodulaires à structure tubulaire - matrice cryptitique	
D 67	5876	x							x	x			x			Oolithite, à vraies oolithes, rondes, bien classées (0,3 - 0,5 mm) - Algues nodulaires à structure tubulaire radiaire - ciment spathique bien développé.	
D 68	5877								x							Calcaire algaire construit, de type cryptitique - plages spathiques.	
V3a α SEQUENCE 15																	
D 69	5878	x	x	x			x		x	x			x	.		Organoclastite à matrice spathique ou cryptitique - tests encroûtés par des algues.	
D 70	5879	x						x	x	x			x	x		Oolithite à oolithes assez mal classées, assez irrégulières (taille 0,1 - 0,3 mm) - Zones endoclastiques non oolithisées - Nombreuses algues nodulaires ou algues encroûtant les tests - ciment spathique.	
D 71	5880								x							Calcaire algaire construit, de type cryptitique - Plages de calcite spathique	

2110
SOP

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	V3a α SEQUENCE 12	
D 93	5862	x	x	x			x			x			x	x		Organoclastite endoclastique à ciment spathique - débris algaires.	
D 94	5863	x	x	x	x		x			x			x			Cryptite organoclastique - Tests encroûtés par des algues - nombreux débris algaires.	
D 95	5864	x	x	x						x			.			Endoclastite fine (taille des endoclastes : 0,05 à 0,1 mm, de type pellets), à ciment spathique - Nombreuses algues nodulaires à structure tubulaire radiale - Portion de calcaire construit, de type cryptitique.	
D 96	5865								x				.			Endoclastite et oolithite - oolithes superficielles, irrégulières, mal triées (oolithes de faible turbulence) - certains endoclastes agglutinés dans une matrice cryptitique - algues nodulaires - Nombreux débris algaires.	
V3a α SEQUENCE 13																	
E 15	5866	x	x	x			x	x	x	x			x			Organoclastite grossière à matrice cryptitique - tests encroûtés par des algues.	
E 16	5867	x	x	■			x		x	x			x			Organoclastite dense à matrice cryptitique - quelques tests encroûtés par des algues.	
E 17	5868	x	x	■	x	x	x		x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique - quelques tests encroûtés par des algues	
E 18	5869	x	x	x			x	x	x	x			x	x		Organoclastite endoclastique à ciment spathique - débris algaires.	
D 62	5870	x	x	x			x		x	x			x	x		Organoclastite endoclastique, à ciment spathique - ou de calcite microbréchi- que - tests encroûtés par des algues - débris algaires.	
D 63	5871	x	x	x					x	x						Organoclastite fine à matrice cryptitique - Faune oblitérée par la recristallisation - quelques tests encroûtés par des algues.	
D 63 bis	5872							x					.			Contact oolithite et calcaire algaire construit, souligné par un stylolithe - Vraies oolithes, régulières et bien triées (0, 2 - 0,3 mm) tassées les unes contre les autres - ciment spathique. Calcaire algaire construit de type cryptitique ou grumeleux, à plage de calcite spathique.	
D 64	5873	x							x				.			Calcaire algaire construit de type cryptitique ou microgrumeleux.	

Echantillons	Lame	Brach. Lamell.	Crinoides	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radiolites	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	
D 57	5846	x	x	x			x	.	x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique.
D 58	5847	x	x	x			x		x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique - filonnets de calcite.
D 59	5848		x	x	x		x			x			.			Organoclastite à matrice cryptitique - tests (Polypiers et koninckopora) encroûtés par des algues - koninckopora en gros fragments.
D 60	5849	x	x	x	x		x	.	x	x			x			Organoclastite lâche à matrice cryptitique - algues noduleuses encroûtant plusieurs débris de tests - koninckopora entières ou en gros fragments.
D 61	5850	x	x	.	x			x	x	x			x	x		Organoclastite endoclastique (endoclastes généralement anguleux) - à ciment spathique - Tests encroûtés par des algues.
D 82	5851	x	x	x			x		x	x			x			Organoclastite assez fine, à matrice cryptitique - débris algaires.
D 83	5852	x	x	x					x	x			x			Endoclastite fine organoclastique - Tests encroûtés par des algues.
D 84	5853	x							x							Calcaire algaire construit, de type cryptitique ou grumeleux - formes rayonnantes - cavités comblées par une cryptite organoclastifère partiellement recristallisée, avec tests encroûtés par des algues.

D 85	5854	x	x	.			x		x	x			x	x		Organoclastite grossière à ciment spathique ou cryptitique - tests encroûtés par des algues - débris algaires.
D 86	5855	.	x	x			x	.		x			x	.		Organoclastite à matrice cryptitique - tests encroûtés par des algues - nombreux débris algaires.
D 87	5856	x	x	x			x		x	x			.			Organoclastite assez fine à matrice cryptitique - nombreux débris algaires.
D 88	5857	x	x	x			x		x	x			.			Organoclastite grossière à ciment spathique - endoclastique à endoclastes minuscules - tests encroûtés par des algues - nombreux débris algaires
D 89	5858	x	x	x				x		x			.	x		Endoclastite organoclastique (taille des endoclastes : 0,1 - 0,2 mm), à ciment généralement spathique - tests encroûtés par des algues - nombreux débris algaires.
D 90	5859	x	x				x			x			x	x		Oolithite à ciment spathique - oolithes de 0,1 à 0,3 mm, à nucléus - tests encroûtés par des algues.
D 91	5860	x	x	x				x	x	x			.	x	x	Endoclastite fine (0,02 - 0,04 mm) de type pellets - quelques vraies oolithes (0,5 mm) oblitérées - ciment spathique.
D 92	5861								.							Calcaire algaire construit de type cryptitique ou grumeleux.

Echantillons	Lame	Brach. Lamell.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radiolés	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plagues d'échin.	Bryozoaires	
D 45	5834	x	x	x			x			x			x			Organoclastite mal triée à matrice cryptitique.
D 46	5835	x	x	x			x	x	x	x			x			Organoclastite mal triée, à matrice cryptitique finement clastique.
D 47	5836	x	x				x	x	x	x		x				Cryptite organoclastique ou calcaire grumeleux organoclastique - organoclastes mal triés parfois encroûtés par des algues.
D 48	5837	x	x	x			x	x	x	x			x			Organoclastite mal triée, à matrice cryptitique parfois spathique - débris d'algues - filonnets de calcite microbréchiq.
D 49	5838	x	x	x			x	x	x	x			x			Organoclastite mal triée, à ciment spathique ou finement clastique.
D 50	5839	x	x	x			x	x	x	x			x			Organoclastite grossière, à matrice finement clastique parfois spathique.
D 51	5840	x	x	x			x	x	x	x			x			Cryptite organoclastique - filonnets de calcite - koninckopora en gros fragments - tests souvent encroûtés par des algues.
D 52	5841	x	x	x			x	x	x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique finement clastique - débris d'algues.
D 53	5842	x	x	x				x	x	x			x			Endoclastite organoclastique à ciment spathique peu abondant - débris algaires filonnets de calcite spathique
D 54	5843	x	x					x	x	x		x				Endoclastite organoclastique et oolithifère - endoclastes de petite taille (0,1 à 0,3mm) à contour généralement émoussé - assez semblables aux pellets et pouvant parfois s'agglutiner (lumps) - certains endoclastes oolithisés superficiellement - oolithes vraies extrêmement rares - ciment spathique - débris algaires.
D 55	5844	.	.	.				.	x	x			x			Cryptite organoclastifère - Plages endoclastiques.
D 56	5845	x	x				x	x	x	x			x			Calcaire algairé construit de type cryptitique, grumeleux ou microgrumeleux - Cavités comblées par l'organoclastite sus-jacente.

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clo	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	
D 32	5721	X	X	X									X			Organoclastite à matrice cryptolitique
D 33	5722		X	X			X			X			X			Organoclastite à matrice cryptolitique
D 34	5723															Oolithite à oolithes normales mal classées (0,1 - 0,4 mm) - ciment spathique
D 35	5724															Oolithite à oolithes normales bien classées (0,1 - 0,3 mm) - ciment spathique
D 36	5725	X	X							X						Organoclastite à ciment spathique - larges plages de calcaire algaire grumeleux
																V3a α SEQUENCE 8
D 37	5726	X	X	X			X		X	X			X			Organoclastite à matrice cryptolitique
D 38	5727	X		X					X	X			X			Organoclastite à matrice cryptolitique développée - microbrèche à la partie supérieure
D 39	5728	X	X	X					X	X			X			Organoclastite à matrice cryptolitique - fragments algaires
D 40	5729	X	X	X					X	X			X			Organoclastite à matrice cryptolitique
D 41	5730	X	X	X			X		X	X			X			Organoclastite à ciment spathique - grands tests encroûtés par des algues
D 42	5831													X		Endoclastite oolithifère - endoclastes assez petits, moyennement classés (0,05 - 0,3 mm), parfois oolithisés superficiellement - ciment spathique.
D 43	5832															Calcaire rubané à rubans grumeleux et endoclastiques - quelques oolithes superficielles à la base.
D 44	5833								X	X			X			Calcaire algaire construit de type cryptolitique - cavités comblées par une organoclastite à ciment spathique - petites plages de calcédoine.

V3a α SEQUENCE 7



Echantillons

Lame

Brach. Lamell.

Crinoïdes

Tubes clairs clois.

Polypiers

Syringopora

Königskopora

Radiolites

Ostracodes

Tests ?

Serpules

Gastéropodes

Foraminifères

Plaques d'échin.

Bryozoaires

D 20

D 21

D 22

D 23

D 24

D 25

D 26

D 27

D 28

D 29

D 30

D 31

Cryptite organoclastique - Algues noduleuses

Oolithite à la base, à oolithes généralement superficielles, à cortex clair mal individualisé (oolithes de faible turbulence ou recristallisation) - calcaire algaire de type grumeleux au sommet.

Calcaire algaire construit de type cryptitique - Restes de faisceaux - Cavités comblées par des oolithes superficielles, irrégulières à cortex mal individualisé (oolithes de faible turbulence)

V3a α

SEQUENCE 5

Organoclastite à ciment spathique

Organoclastite à ciment spathique - quelques tests encroûtés

Calcaire grumeleux avec organoclastes - algues noduleuses

Calcaire algaire construit de type cryptitique - Restes de faisceaux

V3a α

SEQUENCE 6

Organoclastite à matrice cryptitique - petites algues noduleuses

Oolithite à oolithes superficielles à la base et endoclastes peu ou pas oolithisés; à oolithes normales au sommet - ciment spathique - quelques tests encroûtés par des algues

Organoclastite à matrice cryptitique développée

Endoclastite fine organoclastique

Calcaire algaire construit de type grumeleux

Lame

C 78	5706	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Organoclastite à matrice cryptitique
C 79	5707	.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Cryptite organoclastique
C 80	5708	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Oolithite à oolithes normales mal classées (0,2 - 0,8 mm), mélangées à de petits endoclastes - ciment spathique
C 81	5709	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Calcaire algaire construit de type cryptitique - largement dolomitisé - Petites plages de calcédoine
SEQUENCE 3																	
C 82	5710	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Organoclastite à matrice cryptitique - tests parfois encroûtés par des algues.
C 83	5711	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Cryptite organoclastique - tests encroûtés par des algues
C 84	5712	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Organoclastite à matrice cryptitique développée
C 85	5713	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Oolithite à oolithes normales, mal classées (0,1 - 0,6 mm) - ciment spathique
C 86	5714	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Organoclastite à plages algaires (algues noduleuses) - ciment spathique

	Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	
C 59	5687	x	x	.						x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique - Tests encroûtés par des algues - presque totalement dolomitisée à la base
C 60	5688	x	x	x	x			x			x			.			Organoclastite à matrice cryptitique - presque totalement dolomitisée
C 61	5689	x	x	x	x			x	.	x	x			x			Macroorganoclastite à matrice cryptitique finement clastique
C 62	5690	x	x	x	x			x	.	x	x			x			Organoclastite grossière à ciment spathique fin
C 63	5691	x	x	x	x			x	.	x	x			x			Organoclastite à ciment spathique fin
C 64	5692	x	x	x	x			x	.	x	x			x			Organoclastite à ciment spathique légèrement cryptitique
C 65	5693	x	x	x	x			x	.	x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique - Articles de crinoïdes parfois épigénisés par de la calcédoine.
C 66	5694	x	x	x	x			x	.	x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique - Polypiers encroûtés par des algues
C 67	5695	x	x	x	x			x	.	x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique - quelques tests encroûtés par des algues
C 68	5696	x	x	x	x			x	.	x	x			x			Articles de crinoïdes parfois épigénisés par de la calcédoine
C 69	5697																Organoclastite à matrice cryptitique - certains tests encroûtés par des algues
C 70	5698																quelques articles de crinoïdes épigénisés par de la calcédoine - largement dolomitisée
C 71	5699																dolomitisée
C 72	5700	x	x	x	.			x			x			x			Dolomie à cristaux idiomorphes - matrice cryptitique
C 73	5701	x	x	x	x			.			x			.			Dolomie en mosaïque
C 74	5702	x	x	x	x			.			x			.			Dolomie en mosaïque
C 75	5703	x												x			Dolomie à cristaux idiomorphes - matrice cryptitique - fantôme de Polypier encroûté
C 76	5704													x			Oolithite - oolithes normales disposées en lits de granularité différente - ciment spathique - tests encroûtés
C 77	5705																Oolithite, dense à oolithes normales tassées les unes contre les autres et s'interpénétrant - cristallisations, de calcite spathique (pointe en bas) au niveau d'un stylolithe - partie supérieure dolomitisée
																	Calcaire algaire construit très largement dolomitisé par plages

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clo	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	
D 12	5443		x													Dolomie en mosaïque, pigmentée - fantômes d'organoclastes
D 13	5444															Dolomie en mosaïque
D 14	5445	x	x	■		x	.			x						Organoclastite à matrice cryptitique - dolomitisée partiellement
D 15	5446				x											Dolomie en mosaïque
D 16	5447															Dolomie en mosaïque
D 17	5448	x	x	■			.	.		x						Organoclastite à matrice cryptitique - légèrement dolomitisée
D 18	5449															Dolomie en mosaïque
D 19	5450	x	x	x	■	x				x			x			Organoclastite (biostrome à Polypiers) - largement dolomitisée
C 40	5457															Dolomie en mosaïque - fantômes d'organoclastes - plages de cryptite
C 41	5458	x	x	x	x	x	x			x						Organoclastite à matrice cryptitique - largement dolomitisée
C 42	5459	x	x	x	■	x	x		x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique - largement dolomitisée - Nombreux tests encroûtés par des algues
C 43	5460	x	x	x	x	x	x	.		x			.			Organoclastite (biostrome à Polypiers) à matrice cryptitique - largement dolomitisée - calcédoine entre les cloisons des polypiers
C 44	5461	x	x	x	x		x		x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique - largement dolomitisée
C 45	5462	x	x	■	x	x	x	.	x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique - faiblement dolomitisée
C 46	5463	x	x	x				.		x			.			Organoclastite à matrice cryptitique - largement dolomitisée
C 46 bis	5464	x	x	x					x	x			.			Organoclastite à matrice cryptitique - largement dolomitisée - algues noduleuses
C 47	5465	x	x	x			x		.	x			x			Macroorganoclastite à matrice cryptitique
C 48	5466	x	x	x			.	.	.	x			x			Macroorganoclastite à matrice cryptitique
C 49	5467	x	x	x	x		x		.	x			x			Macroorganoclastite à matrice cryptitique - tests encroûtés par des algues
C 50	5468	x	x	x			x		x	x			x			Organoclastite à ciment spathique - légèrement dolomitisée
C 51	5469	x	x	x		.	x		x	x			■			Organoclastite à ciment spathique
C 52	5470	x	x	x	x		x		.	x			x			Organoclastite à ciment spathique - tests encroûtés par des algues
C 53	5681	x	x	x		x	x	.	x	x			x			Macroorganoclastite à matrice cryptitique
C 54	5682	x	x	■		x	x	.	.	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique
C 55	5683	x		x	x	■	x		.	x			x			Macroorganoclastite à matrice cryptitique - Plages à cristaux idiomorphes de dolomite
C 56	5684			.												Calcaire algaire construit de type cryptitique - larges plages dolomitisées
C 57	5685								.							Calcaire algaire construit de type grumeleux - larges plages de calcédoine
C 58	5686												.			Calcaire algaire construit de type grumeleux, à la base - Endoclastite à éléments de calcaire grumeleux au sommet - faiblement dolomitisé, surtout le long des stylolithes.

V2b γ

SEQUENCE + 4

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	
C 21	5424															Dolomie en mosaïque - fantômes d'organoclastes
C 22	5425									x			x			Dolomie en mosaïque - fantômes d'organoclastes
C 23	5426	x	x		x					x						Dolomie à cristaux idiomorphes - fantômes d'organoclastes
C 24	5427	x	x													Dolomie à cristaux idiomorphes - fantômes d'organoclastes - plages de cryptite
C 25	5428															Cryptite - plages dolomitiques
C 26	5429															Dolomie à cristaux idiomorphes - matrice et plages cryptitiques
C 27	5430															Dolomie à cristaux idiomorphes - matrice et plages cryptitiques
																V2b γ SEQUENCE + 5a
C 28	5431															Dolomie en mosaïque
C 29	5432	x	x	x			x		x	x				x		Organoclastite à matrice cryptitique- fortement dolomitisée
C 30	5433	x	x	x		x	x			x				x		Organoclastite à matrice cryptitique - Débris de tests encroûtés par des algues
C 31	5434															Cryptite
C 32	5435															Dolomie en mosaïque
																V2b γ SEQUENCE + 5b
C 33	5436															Dolomie en mosaïque
C 34	5437															Dolomie en mosaïque
C 35	5438															Dolomie en mosaïque
C 36	5439															Dolomie en mosaïque
C 37	5440															Dolomie en mosaïque
C 38	5441															Dolomie en mosaïque
C 39	5442	x	x	x		x	x			x				x		Organoclastite grossière à matrice cryptitique

Échantillons	V2b γ													SEQUENCE + 3	
	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères		Plaques d'échin.
B 98	5152	x	x	x			x	.	x	x			x		Organoclastite à matrice cryptitique - légèrement dolomitisée fractures com- blées par de la calcite microbréchique.
B 99	5153	x	x	x			x		x	x			x		Organoclastite dense à matrice cryptitique.
C 1	5154	x	x	x	x	x	x		x	x			x		Organoclastite lâche à ciment spathique, légèrement cryptitique.
C 2	5155	x	x	x	x	x	x		x	x			x		Organoclastite grossière à matrice cryptitique, largement dolomitisée.
C 3	5156	x	x	x	x		x		x				x		Organoclastite à ciment spathique ou cryptitique - largement dolomitisée, loges des polypiers partiellement remplies de cristaux de calcédoine.
C 4	5157	x	x	x	x	x			x	x			x	x	Organoclastite grossière à ciment spathique, légèrement cryptitique - cavités des polypiers remplies de calcédoine.
C 5	5158	x	x	x	x	x			x	x			x		Organoclastite dense à ciment spathique ou cryptitique.
C 6	5159	x	x	x	.	x	x		x	x			x		Organoclastite à ciment spathique.
C 7	5160	x	x	x	.	x	x		x				x		Organoclastite dense à matrice cryptitique.
C 8	5161	x	x	x	x	x	x	.	x	x			x		Organoclastite grossière, lâche, à ciment spathique - Organismes souvent entiers (surtout koninckopora inflata) - plages un peu grumeleuses.
C 9	5162	x	x	x					x	x	x		x	x	Endoclastite organoclastifère, fine (1/10mm) - à ciment spathique parfois cryp- titique.
C 10	5163	x	x						x	x	x		x	x	Endoclastite organoclastifère à la partie supérieure (taille des endoclastes : 2/10 - 3/10 mm), ciment spathique-niveaux cryptitiques - cryptite à la partie inférieure.
C 11	5164	x	x	x	.		x	x	x	x		.	x	x	Endoclastite organoclastifère à ciment spathique - endoclastes arrondis de tail- le d'environ 3/10 - 4,10 mm.
C 12	5165	.	x	.			x	x	x	x			x	x	Endoclastite organoclastifère à ciment spathique, parfois cryptitique - larges fractures cimentées par de la calcite spathique.
C 13	5166	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	Organoclastite lâche, grossière, à matrice cryptitique ou spathique à la base. Tests souvent encroûtés par des algues.
C 14	5167	x	x	x	x		x		x				x		Organoclastite dense, à matrice cryptitique ou spathique.
C 15	5168	x	x	x	x	x			x	x			x		Organoclastite à ciment spathique, plus ou moins cryptitique - tests souvent encroûtés par des algues (Polypiers surtout).
C 16	5169	x	x	x			x	.	.	x			x		Organoclastite endoclastique à ciment spathique, parfois cryptitique - nombreux tests encroûtés par des algues - algues nodulaires.
C 17	5170	x	x			x		x	x	x			x	x	Endoclastite organoclastifère, mal classée (endoclastes de 0,1 à 0,5 mm)-ciment de calcite spathique-tests souvent encroûtés par des algues.

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	
B 77	5131	x	x	x			x			x			x			Organoclastite à matrice cryptitique, largement dolomitisée.
B 78	5132	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x			Macroorganoclastite dense à Polypiers couchés et brisés - A matrice cryptitique.
B 79	5133			x			.	x	x	x			x	x		Endoclastite fine, organoclastifère, à ciment spathique. Calcisphères - gros endoclastes cryptitiques à contour flou.
B 80	5134	x	x	x	x		x	x		x			x	x		Organoclastite dense et grossière au sommet, à matrice cryptitique - lâche et fine à la base à ciment spathique - débris souvent encroûtés par des algues - légèrement dolomitisée.
B 81	5135	x	x	x				x	.	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique.
B 82	5136	x	.					x	x	x			x	x		Cryptite organoclastifère - certains foraminifères volumineux.
B 83	5137							.	.							Cryptite.
B 84	5138															Calcaire rubané de types cryptitique, microgrumeleux et pseudoolithique.
B 85	5139															Calcaire rubané de types cryptitique, endoclastique et pseudoolithique.
B 86	5140	x	x	x				x	x	x			x	x		Organoclastite à matrice cryptitique.
B 87	5141	x	x	x				x	x	x			x	x		Cryptite organoclastique, ou endoclastite organoclastique à ciment spathique - Algues nodulaires - Tests encroûtés par des algues.
B 88	5142	x	x	.				x	x	x			.	x		Endoclastite fine organoclastifère à ciment spathique au sommet - cryptite à la base.
B 89	5143								x							Cryptite.
B 90	5144								.							Cryptite.
B 91	5145								.							Cryptite - niveaux de cryptite pseudoolithique.
B 92	5146								x							Cryptite pseudoolithique ou pseudoolithite.
B 93	5147	x						x	x	x				x		Cryptite organoclastifère.
B 94	5148								x							Cryptite à plages finement endoclastiques.
B 95	5149	x	x			x		x	x	x		.		x		Cryptite organoclastique fine.
B 96	5150								.							Cryptite.
B 97	5151															Calcaire rubané de types pseudoolithique et endoclastique fin (type pellets) - ciment spathique.

Echantillons	Lame	Brach. Lamell.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninkopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	Description
B 65	4919	x	x		x			x	o	x			x	x		Organoclastite grossière mal classée, à matrice cryptitique contaminée par la dolomite.
B 66	4920	x	x	x	o	x	.	x	.	x			x			Organoclastite grossière à Polypiers, à matrice cryptitique, contaminée par la dolomite.
B 67	5121	x	x	x	x	.	.	x	.	x			x			Organoclastite grossière à matrice cryptitique, contaminée par la dolomite.
B 68	5122	x	x	x	x	.	.	x	x	x			x			Organoclastite grossière à matrice cryptitique, spathique par endroits.
B 69	5123	x	x	x	x	.	x	x	x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique.
B 70	5124	x	x	x			x	.	x	x			x			Organoclastite à matrice cryptitique, spathique par endroits.
B 71	5125	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x			Macroorganoclastite, à matrice cryptitique - Tests fréquemment encroûtés par des algues.
B 72	5126	.	.					x	x	x			x	x		Cryptite organoclastifère - Plages ponctuées de cristaux de dolomite.
B 73	5127	x	.				.	.	x	x			.	x		Cryptite endoclastique et organoclastifère.
B 74	5128								x	x						Cryptite très légèrement ponctuée de cristaux de dolomite.
B 75	5129								.							Cryptite - largement dolomitisée.
B 76	5130															Dolomie.



Echantillons	Lame	Brach. Lamell.	Crinoides	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninkopora	Radiolies	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	Description
B 17	4871	x	x	x			x	x	x	x			x			Organoclastite grossière, dense, à matrice cryptitique.
B 18	4872	x	x	x	x		x		x	x			■			Organoclastite assez bien classée, à ciment spathique, fine, légèrement cryptitique - que - quelques gros foraminifères.
B 19	4873	x	x	x	x	■	x			x			x			Organoclastite grossière, à ciment spathique, fine, légèrement cryptitique. Petits débris algaires; plages dolomitiques.
B 20	4874	x	x	■	x	x	x	x	x	x			x			Organoclastite assez bien classée, à ciment spathique fortement cryptitique. Koninkopora inflata en grands fragments. Grands foraminifères.
B 21	4875	x	x	■	x	x	x			x			x			Organoclastite assez grossière, dense, à ciment spathique fin fortement cryptitique - que. Débris cryptitiques de tailles diverses.
B 22	4876	.	x	■	x	x	.	x	.	x			x			Organoclastite bien classée, dense, à matrice cryptitique.
B 23	4877	.	x	x	x		x		x	x	x		■			Organoclastite bien classée, à ciment spathique légèrement cryptitique.
B 24	4878	.	x	x			x	x	x	x			■			Organoclastite bien classée, à matrice cryptitique, parfois finement spathique.
B 25	4879	x	x	x	.		x	x	x	x			x			Organoclastite fine à matrice cryptitique bien développée. Matière argileuse répartie en petites tâches ou en stylolithes. Certains foraminifères volumineux.
B 26	4880	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x			Organoclastite mal classée à matrice cryptitique. Brachiopode avec ses deux valves intactes.
B 27	4881	x	x					x	x	x	x	x	x			Calcaire algaire en îlots séparés par des travées organoclastiques à ciment de calcite spathique-Tests encroûtés par des algues.
B 28	4882	x								x		x				Calcaire algaire : thalle montrant une structure tubulaire. En bordure du thalle coloration orangée prononcée. Plages de calcite spathique. Plages de dolomite. Pyrite.
B 29	4883	x	x		■	x		x	x	x			x			Organoclastite à polypiers brisés dans une matrice d'organoclastes très fins. Foraminifères brisés ou à structure oblitérée.
B 30	4884	x	x					x	.	x				x		Organoclastite à organoclastes mal triés, enrobés généralement d'une croûte algaire. Matrice cryptitique. Algues en faisceau.
B 31	4885	x						.	x					x		Cryptite organoclastifère à nombreux stylolithes argileux - algues en faisceau - calcisphères.

SEQUENCE 0 (suite)

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	
B 32	4886	x						.	x							Cryptite organoclastifère - calcisphères.
B 33	4887								x							Cryptite - Algues en faisceau.
B 34	4888	x	x	x				x	x	x			x	x		Cryptite organoclastique.
B 35	4889								x							Calcaire algaire : thalle à structure concrétionnée; à cavités comblées par une endoclastite à éléments algaires. Au sommet : cryptite endoclastique.
B 36	4890	x	x					x	x	x		x		x		Cryptite à algues noduleuses encroûtant des fossiles (brachiopodes) ou des débris de calcaire grumeleux. Plages endoclastiques entre les algues noduleuses.
B 37	4891	x							x							Calcaire algaire de type rubané : rubans de calcaire grumeleux, de cryptite ou d'endoclastite - Nombreux stylolithes argileux, fréquemment dolomitisés.
B 38	4892	x	x					x	x	x			x	x		Cryptite organoclastique et endoclastique - gros endoclastes de cryptite - stylolithes argileux - algues en faisceau.
B 39	4893							x	x	x				x		Cryptite - quelques plages endoclastiques - calcisphères - stylolithes.
B 40	4894								x							Cryptite endoclastique - quelques endoclastes volumineux de cryptite - stylolithes
B 41	4895								x							Cryptite - Fractures verticales cimentées - stylolithes verticaux.
B 42	4896								x							Cryptite - Fractures et stylolithes verticaux - plages légèrement ponctuées de cristaux de dolomite
B 43	4897								x							Cryptite, à niveaux endoclastiques, ponctuée de cristaux de dolomite, particulièrement au contact des stylolithes - fractures verticales - tubulures.
B 44	4898								x							Cryptite - cassures et stylolithes verticaux.
B 45	4899								.							Calcaire algaire de type rubané : rubans de cryptite, d'endoclastite ou de calcaire microgrumeleux. Un horizon à rhomboèdres ou scalénoèdres à pointes tournées vers le haut - dolomitisation plus ou moins intense des rubans.
B 46	4900								.							Cryptite, largement dolomitisée.
B 47	4901								.							Cryptite légèrement ponctuée de cristaux de dolomite.
B 48	4902								.							Cryptite parcourue de tubes algaires - une cavité circulaire (très certainement cylindrique) occupée par de la calcite spathique et présentant des sortes de croûtes floues à sa base = terrier d'animal fouisseur partiellement comblé par ses déjections - fractures et stylolithes verticaux.
B 49	4903															Cryptite à niveaux endoclastiques, largement atteinte par la dolomitisation.
B 50	4904								.							Cryptite largement atteinte par la dolomitisation.
B 51	4905								.							Cryptite - plages dolomitisées.
B 52	4906	.						x	x	x		x		x		Cryptite organoclastifère - stylolithes et fractures verticales - calcisphères.



SEQUENCE 0 (suite)

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoides	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radiolés	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	
B 53	4907								x							Cryptite - quelques plages spathiques - très faiblement ponctuée de cristaux de dolomite.
B 54	4908								.							Cryptite, à niveaux endoclastiques et plages grumeleuses - irrégulièrement dolomitisée.
B 55	4909								.							Cryptite largement dolomitisée.
B 56	4910	x	x					x	x	x						Endoclastite, à petits endoclastes (1/10 mm) arrondis, bien triés, disposés en rubans minces (quelques mm) séparés par passées organoclastiques et plus spathiques.
B 57	4911	.						x	x							Cryptite.
B 58	4912	x	x					x	x	x						Cryptite organoclastique.
B 59	4913							x	x							Cryptite endoclastique à niveaux d'endoclastite.
B 60	4914								.							Cryptite - quelques cristaux de dolomite.
B 61	4915								.							Cryptite - un niveau de calcaire grumeleux - ponctuée de cristaux de dolomite.
B 62	4916								.							Cryptite - largement dolomitisée.
B 63	4917								.							Cryptite presque totalement dolomitisée
B 64	4918							.	.	.				x		Cryptite - partie supérieure dolomitisée.

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs c	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échi	Bryozoaires	
BN 8	3769	x	x	x			x		x	x			x			Organoclastite - ciment spathique légèrement cryptitique
BN 7	3768	x	x	x			x	.	.	x			x			Organoclastite endoclastifère à ciment spathique - plages de calcaire algaire grumeleux
BN 6	3767						.						.			Calcaire rubané à rubans algaires grumeleux et rubans pseudoolithiques
BN 5	3766								x							Calcaire rubané ondulé à rubans algaires grumeleux ou cryptitique et passées pseudoolithiques - quelques cristaux de dolomite
BN 4	3765								x							Calcaire rubané à rubans grumeleux, cryptitiques, ou endoclastiques - très rares cristaux de dolomite
BN 3	3764								x							Calcaire rubané à rubans grumeleux, cryptitiques, ou pseudoolithiques - quelques cristaux de dolomite disséminés.
BN 2	3763	x	x	x			x	.	.	x			x			V2b α SEQUENCE - 2 Organoclastite dense - Ciment spathique
BN 1	3762															Calcaire rubané ondulé - à rubans grumeleux et pseudoolithiques - formes cristallines en calcite spathique, à pointe orientée vers le haut.
																V2b α SEQUENCE - 1
B 1	4528	x	.	x			x		x	x			x			Organoclastite fine - ciment spathique
B 2	4529	x	x	x			x		x	x			x			Organoclastite - matrice cryptitique
B 3	4530	x	x	x			x		x	x			x			Organoclastite - matrice cryptitique
B 4	4531	x	x	x			x	.	x	x			x			Organoclastite fine - matrice cryptitique
B 5	4532	x	x	x			x	.	x	x			x			Organoclastite - ciment spathique ou cryptitique
B 6	4533	x	x	x			x	.	x	x			x			Cryptite à passées d'organoclastite endoclastique
B 7	4534	.		x					x	.						Calcaire algaire construit de type cryptitique ou grumeleux - plages finement organoclastiques
B 8	4535								x							Calcaire algaire construit de type grumeleux ou cryptitique
B 9	4536															Cryptite
B 10	4537								x							Cryptite, à passées d'endoclastite ou de pseudoolithite
B 11	4538								x							Cryptite endoclastique
B 12	4539		x	x			x		x	x			x			Cryptite organoclastifère
B 13	4540								.							Endoclastite grossière à ciment spathique, à la base, passant vers le haut à une cryptite endoclastique à petits endoclastes.
B 14	4373								.							Cryptite légèrement grumeleuse
B 15	4374								.							Calcaire rubané, à rubans de cryptite et d'endoclastite
B 16	4375								x							Cryptite organoclastifère - Plages dolomitisées.

V2b α SEQUENCE - 3

117

V2b α SEQUENCE - 8

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clots	Polypiers	Syringopora	Koninkopora	Radiolites	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	Description
BN 30	3789	x	x				x	.		x		.	x	x		Oolithe organoclastique - Oolithes superficielles ou à cortex peu épais, mal classées - ciment spathique légèrement cryptitique.
BN 29	3788								.							Calcaire algaire rubané ondulé de type grumeleux - Passées endoclastiques et pseudooolithiques - Traînées de cristaux de dolomite.
																V2b α SEQUENCE - 7
BN 28	3787	x	x				x	x		x			x			Organoclastite endoclastique - ciment spathique
BN 19	3780								x							Calcaire algaire rubané ondulé de type grumeleux - Passées endoclastiques - Plages de cristaux de dolomite
																V2b α SEQUENCE - 6
BN 18	3779															Dolomie en mosaïque
BN 17	3778															Calcaire algaire rubané ondulé de type grumeleux
																V2b α SEQUENCE - 5
BN 16	3777	.	x				x	x	x	x			x	x		Organoclastite endoclastifère - ciment spathique
BN 15	3776	x	x				x	x	x	x			x	x		Organoclastite endoclastifère - ciment spathique
BN 14	3775	x	x				x	.	x	x			x			Organoclastite grossière - ciment spathique ou cryptitique
BN 13 b	3807	x	x	.			x	x	x	x			x			Organoclastite grossière - ciment spathique
BN 13 h	3774	x	x				x	.	x	x			x			Organoclastite - ciment spathique
BN 12	3773		x				x	x	x	x			x			Organoclastite endoclastifère - ciment spathique ou cryptitique
BN 11	3772															Calcaire algaire rubané de type grumeleux
																V2b α SEQUENCE - 4
BN 10	3771	x	x	.			x	.	x	x			x			Organoclastite - ciment spathique
BN 9	3770															Dolomie en mosaïque

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs cloi	Polypiers	Syringopora	Koninkopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	
BN 42	3801		x				x			x		x	x			Endoclastite organoclastique - Petits endoclastes irréguliers et mal classés (0,05 - 0,3 mm) - ciment spathique - Algues noduleuses.
BN 41	3800		x				x	.	.	x			x			Endoclastite organoclastique - Endoclastes irréguliers et mal classés (0,1 - 0,4 mm) - ciment spathique ou cryptitique - Algues noduleuses.
BN 40	3799		x				x	.	x	x		x	x			Endoclastite organoclastique - Endoclastes arrondis, mal classés (0,1 - 0,4 mm) parfois oolithisés superficiellement - ciment spathique.
BN 39	3798						.	.		x			x	.		Oolithite - oolithes normales assez bien classées (0,2 - 0,4 mm) - ciment spathique.
BN 38	3797								x		x		.			Calcaire algaire construit de type grumeleux - plages endoclastiques
BN 37	3796		x	.				.		x			.			Oolithite - oolithes normales à cortex mal individualisé, mal classées (0,1 - 0,5 mm) - ciment spathique
BN 36	3795		x				x	.		x	x	.	.			Oolithite - oolithes normales mal classées (0,2 - 0,6 mm) - Nombreux endoclastes non oolithisés ou oolithisés superficiellement - ciment spathique
BN 35	3794								x							Calcaire algaire construit de type grumeleux
BN 34b	3811								x		x					Calcaire algaire construit de type grumeleux
BN 34h	3793								x			x	.			Calcaire algaire construit de type grumeleux, pouvant passer à une endoclastite
BN33b	3809								.				.			Calcaire algaire rubané ondulé de type grumeleux ou cryptitique - traînées de cristaux de dolomite
BN33h	3792								.							Calcaire algaire rubané ondulé de type grumeleux ou cryptitique - Passées endoclastiques - traînées de cristaux de dolomite
V2b α SEQUENCE - 9																
BN 32b	3810								.		.					Oolithite - oolithes normales mal classées (0,2 - 0,8 mm) - ciment spathique
BN 32h	3791								.							Oolithite - oolithes normales mal classées (0,2 - 0,8 mm) - passées de pseudo- oolithes - ciment spathique
BN 31b	3808								x							Calcaire algaire construit de type grumeleux - plages endoclastiques - rares Oolithes.
BN 31h	3790								x		.					Calcaire algaire construit de type grumeleux - plages endoclastiques - quelques oolithes.

315
LITTE

Echantillons	Lame	Brach. Lamell.	Crinoides	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninkopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	Description
BN 69	3996							.	x				.	.		Oolithite à oolithes normales mal classées (0,2 - 0,6 mm) - ciment spathique
BN 68	3995								x	.	.					Calcaire algaire construit - structure tubulaire bien conservée
BN 67	3994								x	.	.					Endoclastite à nombreuses algues noduleuses à structure tubulaire radiale
V2b α SEQUENCE - 14																
BN 66	3993	x	x						x	x			.			Organoclastite endoclastique - ciment cryptitique - Algues noduleuses
BN 65	3992							.	x	x			x	.		Oolithite à oolithes normales moyennement classées (0,2 - 0,5 mm) - ciment Cryptitique - petites algues noduleuses.
BN 64	3991		x						x	x			.	.	x	Oolithite à oolithes normales moyennement classées (0,2 - 0,5 mm) passant vers le haut à une endoclastite organoclastifère - ciment spathique - Algues noduleuses
BN 63	3990								x				.	.		Oolithite à oolithes normales bien classées (0,3 - 0,6 mm) - ciment spathique sauf au sommet.
BN 62	3989								x		.		.	.		Oolithite - Oolithes à cortex mal individualisé, de grande taille (0,4 - 0,8 mm) - ciment spathique
BN 61	3988								x		.					Cryptite



Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoides	Tubes clairs clois	Polypiers	Syringopora	Koninkopora	Radiales	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	Description
BN 64	4214						x	.	x	x	x	x				Endoclastite organoclastifère - Nombreuses algues noduleuses - A la base, cryptite endoclastique
A 8	4498							x	x			x	x			Endoclastite organoclastique fine (0,1 - 0,3 mm) ciment spathique
BN63bas	4259		x					x			x					Cryptite à la base - Endoclastite au sommet à endoclastes arrondis mal classés - ciment spathique ou cryptitique
BN63 h	4213							.	x				x			Endoclastite organoclastifère à petits endoclastes arrondis et mal classés (0,1 - 0,5 mm) ciment spathique
A 7	4497							.	x		.	.				oolithe - oolithes à cortex ne montrant pas d'écailles mal classées (0,1 - 0,5 mm) - ciment spathique à bandes cryptitiques
A 6	4496								x	.	.					Calcaire algaire construit de type grumeleux, passant vers le sommet à une pseudoolithe
BN 62	4212								.		x	.				Calcaire algaire construit de type grumeleux ou cryptitique - plages de calcite spathique
A 5	4495								x	.	.	x				Cryptite, passant localement à un calcaire algaire grumeleux
BN 61	4211								x	.	.					Cryptite, grumeleuse par endroits
A 4	44 94								x	x		x				Calcaire recristallisé, à éléments mal discernables, vraisemblablement de type organoclastite - algues noduleuses
A 3	4493								x							Cryptite légèrement grumeleuse
A 2	4492															Cryptite dolomitique - fantômes de gros cristaux à l'intérieur de la cryptite
A 1	4491															Dolomite - plages de calcite
BN72ter	4001								x							Cryptite - Ilôts endoclastiques
BN72bis	4000								x							Dolomite - plages de calcite
BN72	3999								x							Cryptite et dolomie - granules de Pyrite
BN71	3998								x			x				Endoclastite grossière à nombreuses algues noduleuses - ciment spathique
BN70	3997								x							Cryptite - traces cimentées par de la calcite spathique - algues noduleuses

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoides	Tubes clairs cloi	Polypiers	Syringopora	Koninkopora	Radiolles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	Description
A 18	4508								.	x				.		Oolithite à oolithes normales, assez mal classées (0,1 - 0,5 mm), avec nombreux petits endoclastes non oolithisés - ciment spathique.
BN 71	4221								.	x			.			Oolithite à oolithes normales, disposées en lits de granulométrie différente, (0,1 - 0,5 mm) - nombreux endoclastes non oolithisés - ciment spathique
A 17	4507								x							Oolithite passant vers le haut à une endoclastite, puis à un calcaire grumeleux - granules de pyrite.
BN 70	4220								x							Oolithite à la base, passant à une endoclastite oolithique, puis à un calcaire grumeleux rubané
A 16	4506	x					.	.	x		x	.	.	.		Oolithite, à oolithes superficielles ou normales, mal classées et volumineuses (0,2 - 1 mm) - Nombreux endoclastes non oolithisés - ciment spathique - granules de pyrite.
A 15	4505						.	.	x		.		.			Endoclastite oolithifère, à éléments mal classés - (0,1 - 0,6 mm) - Algues noduleuses - ciment spathique
BN 69	4219								x		.		.			Endoclastite oolithique - à éléments mal classés (0,2 - 0,8 mm) - ciment spathique
A 14	4504		x				.	.	x					x		Endoclastite oolithique - à éléments mal classés - ciment spathique - cryptite à la base - algues noduleuses
BN 68	4218						.	.	x	x	.			.		Endoclastite oolithique - à éléments mal classés - ciment spathique - algues noduleuses
A 13	4503								x							Oolithite dense à oolithes normales bien classées à la base (0,3 - 0,5 mm) - Oolithite endoclastique au sommet - ciment spathique
BN 67	4217						.	.	x					.		Oolithite à oolithes normales moyennement classées (0,2 - 0,7 mm) - débris algaires - ciment spathique
A 12	4502								.							Calcaire rubané, à rubans de cryptite, d'endoclastite et de pseudoolithite
A 11	4501		x				.	.	x		.	.	.	.		Endoclastite organoclastifère, à endoclastes irréguliers et de taille variable quelques oolithes - nombreuses algues noduleuses - ciment spathique
BN 66	4216						.	.	x	x	.	.	.	.		Endoclastite organoclastique à endoclastes irréguliers et de taille variable quelques endoclastes oolithisés superficiellement - Nombreuses algues noduleuses.
A 10	4500								x							Cryptite
BN 65	4215								x							Cryptite
A 9	4499								x	x	x					Cryptite à algues noduleuses à structure tubulaire radiaire - quelques oolithes normales disséminées.



Série Supra-Brèche

Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Grinoides	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninkopora	Radiolites	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plagues d'échin.	Bryozoaires	
BN 93	4243								x							Cryptite légèrement grumeleuse, rubanée horizontalement par des traces irrégulières de calcite spathique
BN 92	4242								x							Endoclastite dense, à éléments de calcaire ou de cryptite - stylolithes
BN 91	4241								x							Cryptite - Nombreux filonnets de calcite.
BN 90	4240								x							Endoclastite très dense, allant jusqu'à la cryptite - Endoclastes généralement arrondis, de taille variable - algues noduleuses - stylolithes argileux.
BN 89	4239															Calcaire algairé construit, de type grumeleux.
BN 88	4238								x							Cryptite - calcisphères
BN 87	4237								x							Cryptite endoclastique - Plages de calcite spathique
BN 86	4236								x							Calcaire grumeleux
BN 85	4235								x							Cryptite
BN 84	4234								x							Calcaire algairé rubané et pseudoolithite - fentes de dessiccation remplies de pseudoolithes à axe perpendiculaire à la stratification
BN 83	4233															Endoclastite très dense, à endoclastes irréguliers de nature cryptitique ou algairé - stylolithes
BN 82	4232															Calcaire algairé grumeleux et cryptite - Nombreux stylolithes argileux
A 37	4527								x		x					Calcaire algairé construit avec larges plages de calcite spathique - parfois une frange autour du thalle
A 36	4526								.							Endoclastite très fine, presque une cryptite contenant des fragments de calcaire algairé.
A 35	4525								x							Cryptite - filonnets de calcite
A 34	4524								x							Cryptite au sommet - Endoclastite à la base à endoclastes irréguliers
A 33	4523								x							Cryptite - plages de calcite spathique
A 32	4522								x							Calcaire algairé, à algues noduleuses à structure tubulaire radiale
A 31	4521								x							Cryptite

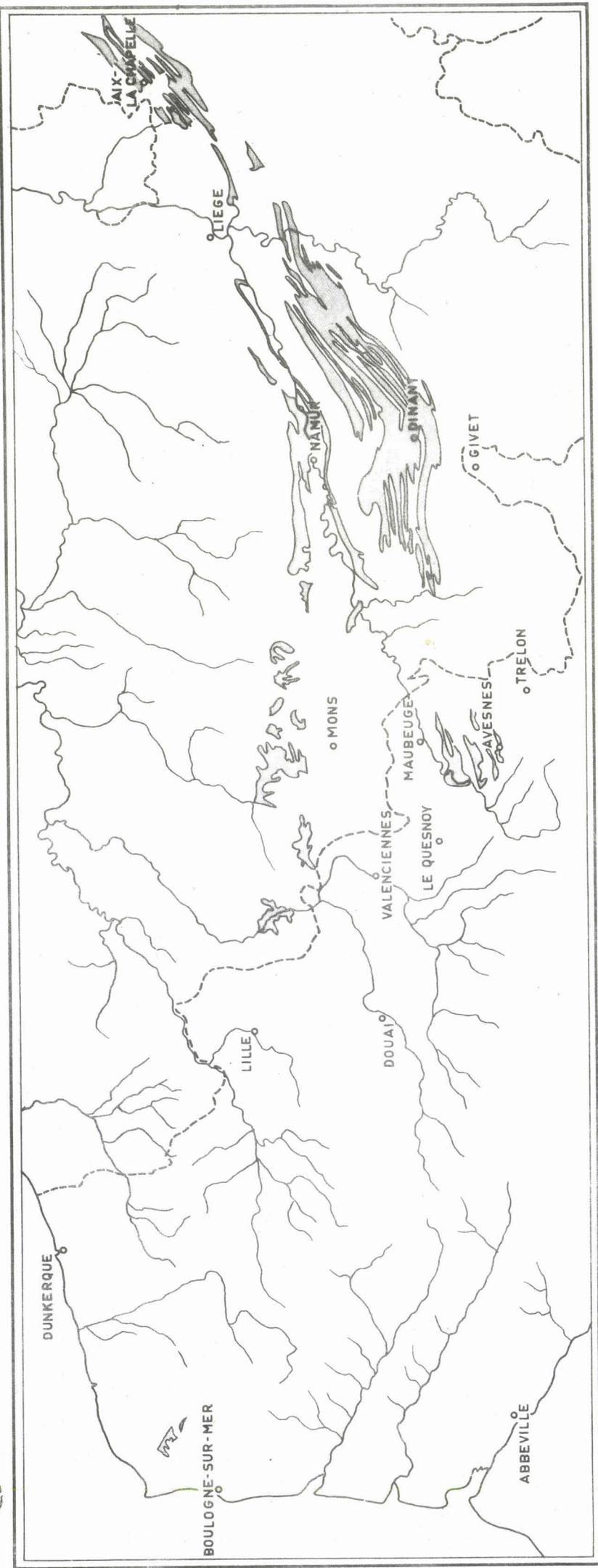


Echantillons	Lame	Brach. Lamel.	Crinoïdes	Tubes clairs clois.	Polypiers	Syringopora	Koninckopora	Radioles	Ostracodes	Tests ?	Serpules	Gastéropodes	Foraminifères	Plaques d'échin.	Bryozoaires	V2a		Série Infra-Brèche et Brèche	
BNV19	4255		x						x				.	.		Endoclastite organoclastifère, à ciment spathique - Endoclastes de cryptite, de forme et de taille variables, souvent limités par des stylolithes			
BNV18	4254															Pseudoolithite à la base - (taille # 0,1 x 0,3 mm), à ciment spathique Fragments d'algues tubulaires - cryptite au sommet.			
BNV17	4253								.							Cryptite - quelques stylolithes			
BNV16	4252								■							Cryptite légèrement grumeleuse - Nombreuses calcisphères			
BNV15	4251								x							Cryptite - Nombreuses traces de terriers ou de radicules comblées par de la calcite spathique - calcisphères			
BNV14	4250								x							Cryptite - Traces de terriers ou de radicules moins nettes que pour BNV15 - calcisphères			
BN00	4249								x		.	x	x			Organoclastite endoclastique, à nombreuses Earlandia - ciment spathique			
BN99	4248															Pseudoolithite à ciment spathique			
BN98	4247		x					.	■							Endoclastite oolithique - Oolithes normales ou superficielles - Algues tubulaires - ciment généralement spathique - filonnet de calcite.			
BN97	4246								x			.				Cryptite, pouvant passer à un calcaire grumeleux - filonnets de calcite.			
BN96	4245								x			x				Endoclastite au sommet, à endoclastes ronds et bien classés (0,2 - 0,4 mm) - Rares oolithes superficielles - ciment spathique - cryptite à la base.			
BN 95	4244															Brèche à ciment spathique, à éléments anguleux plus ou moins dépigmentés			

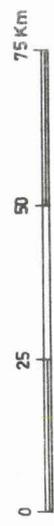
Chapitre V

Les corrélations

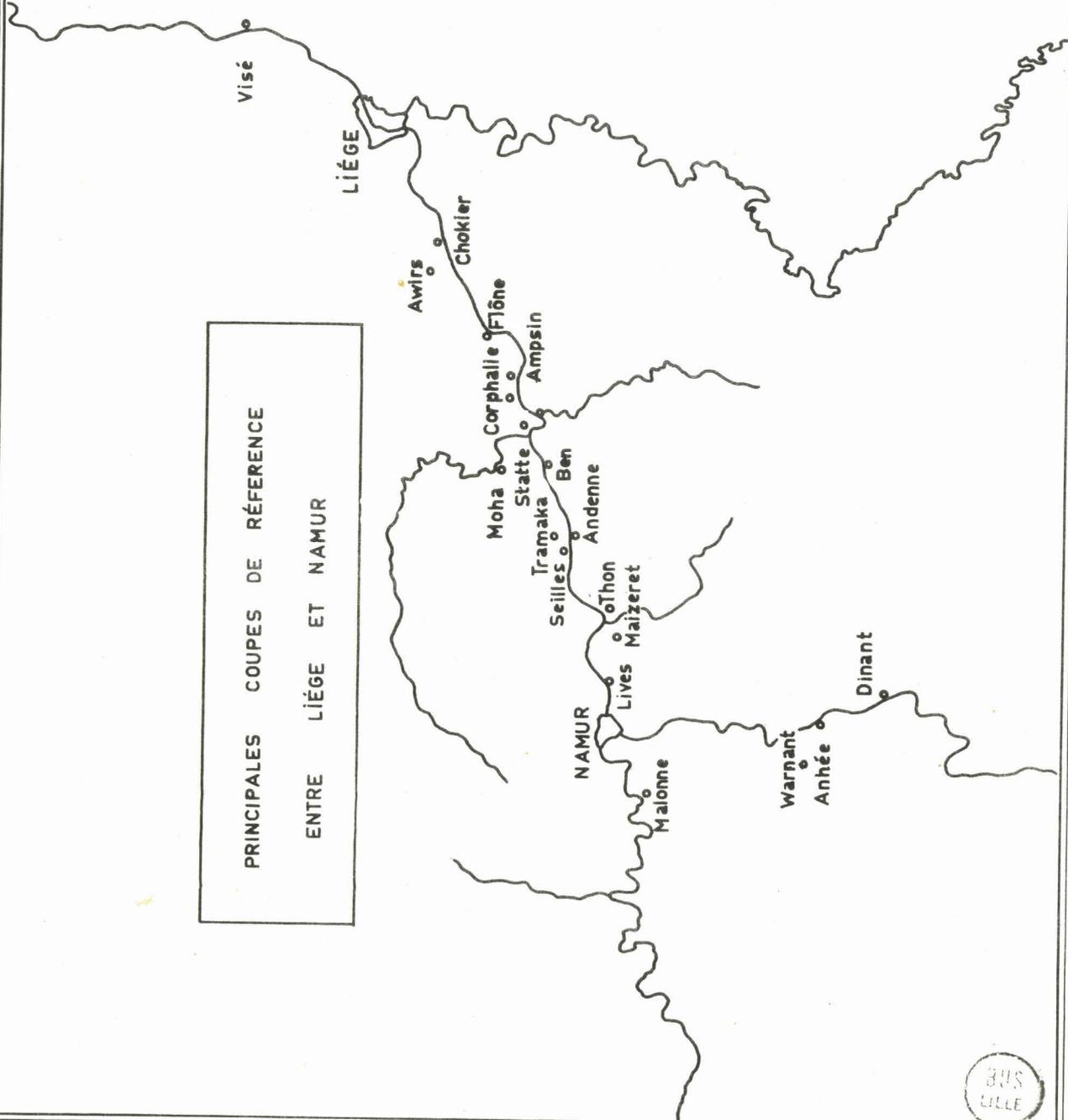
SMS
LILLE



Le Dinantien Franco Belge



PRINCIPALES COUPES DE RÉFÉRENCE
ENTRE LIÈGE ET NAMUR



BUS
LILLE



Sur les surfaces altérées la brèche prend une coloration jaune rougeâtre, et là où la matrice est argileuse, les éléments se détachent sous forme de boules.

Depuis J. GOSSELET qui lui donna son nom, le banc de brèche dit "Banc d'^{de Bachant}or" est considéré comme un repère stratigraphique précis. Il est connu à la fois dans les synclinoriums de Dinant et de Namur. Ses caractères sédimentologiques sont assez constants (G. LECLERCQ 1950); souvent plus épais et plus bréchiqne dans le synclinorium de Dinant, il est parfois réduit à une simple passée argileuse dans le synclinorium de Namur.

La description de la brèche de Basse Normandie se rapproche assez précisément de celle du Banc d'or pour qu'il soit permis de les homologuer.

Dans l'échelle belge, les micropaléontologistes (R. CONIL, H. PIRLET, M. LYS, 1967 p. 36) admettent le Banc d'or comme limite entre les sous assises V2a et V2b.

- V2b -

Le caractère séquentiel n'apparaît pas immédiatement au dessus de la brèche, mais elle est surmontée par une série d'environ 7 mètres de calcaires algaïres et de cryptites. Les prairies et buissons d'algues y sont très développés à plusieurs niveaux.

Les premières séquences sont tronquées à la base, ne débutant qu'avec le lithotype oolithique; la phase supérieure reste au contraire prédominante, ce qui traduit une fermeture encore prononcée de l'aire sédimentaire.

Le régime rythmique ne s'instaure réellement qu'à partir de la séquence - 10 du V2b α et la phase inférieure tend à prendre un développement net. Les *Collenia* onduleux apparaissent à partir de cet horizon.

Le déroulement des séquences se suit facilement jusqu'au V2b γ séquence + 5. L'apparition du faciès dolomitique, puis le hiatus d'observation entre les coupes de Basse Normandie et de la Vallée Heureuse obscurcissent l'analyse à ce niveau. Le relai se fait avec une épaisse série d'organoclastites et de calcaires dolomitiques (plus de 15 mètres), à cherts abondants, a séquentielle et qui semble correspondre à la "série à cherts" de J. GERARDS, encore désignée sous le terme de V2b δ (J. GERARDS & P. MICHOT 1963); cette sous assise est figurée également par M. HOCQ, et par H. PIRLET (1968). Elle s'observe sous le chantier marbrier de la Vallée Heureuse.

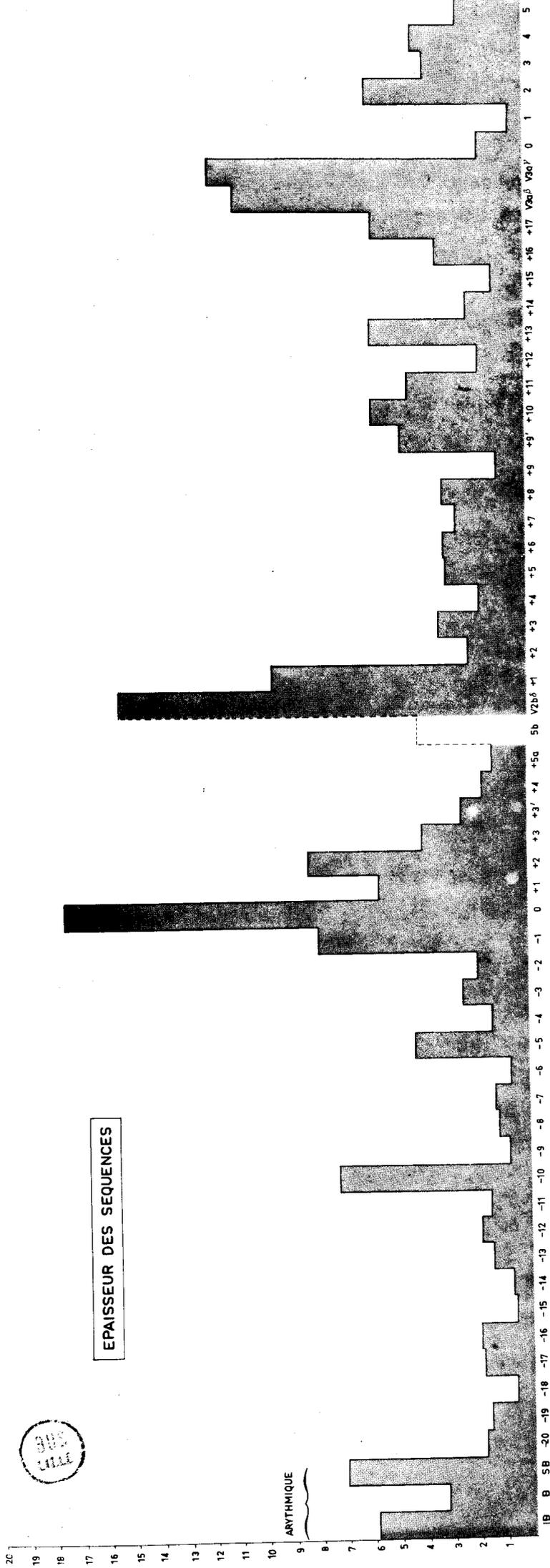
Les petites séquences supérieures du V2b, décrites localement par les auteurs précédents et groupées sous le terme de V2b ϵ ou de "calcaires du sommet" semblent manquer ici.

Caractère commun à la quasi totalité des séquences du V2b : le rapport



EPAISSEUR DES SEQUENCES

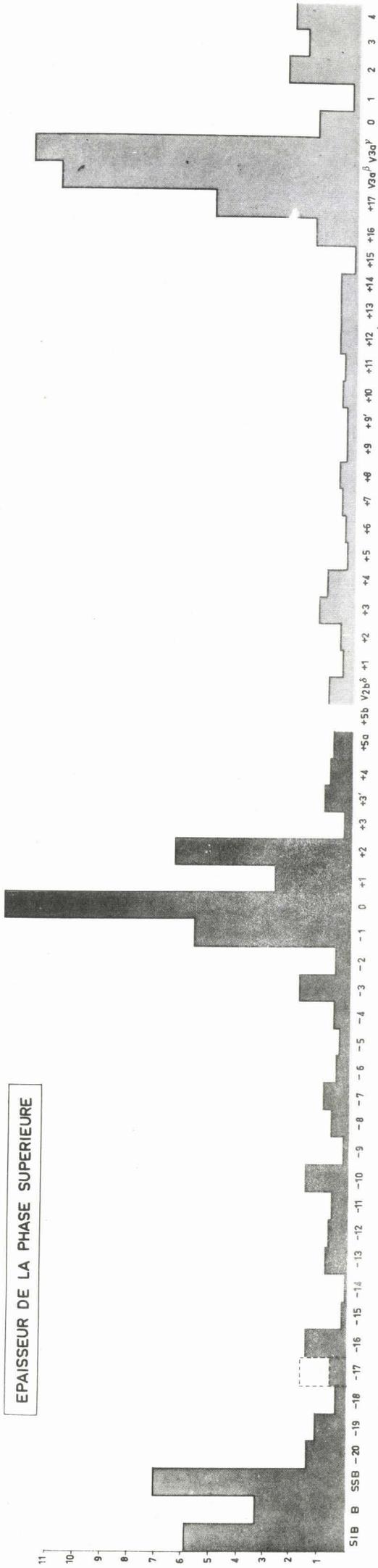
ARYTHMIQUE



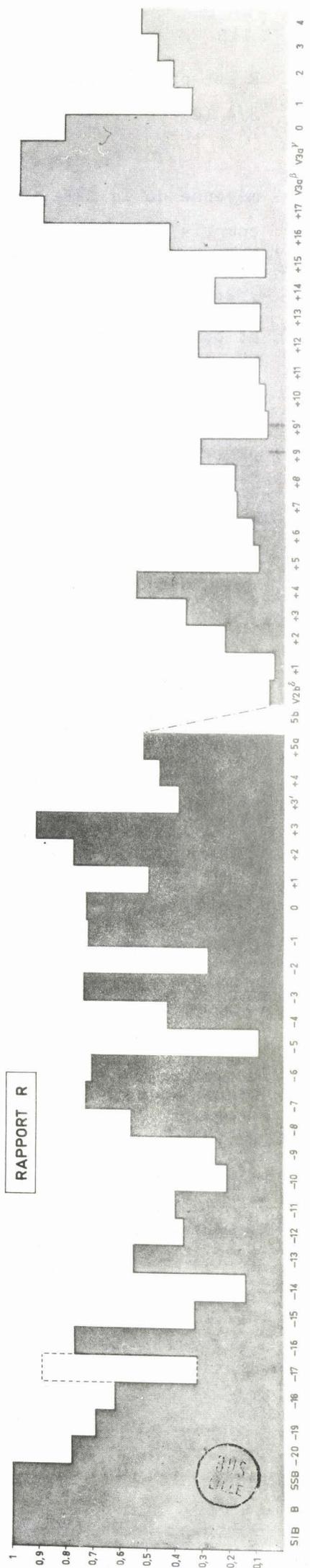
EPAISSEUR DE LA PHASE INFERIEURE



EPAISSEUR DE LA PHASE SUPERIEURE



RAPPORT R



R est pratiquement toujours supérieur à 1/4, avec un maximum de valeurs vers 3/4 (exceptions : séq. - 14, - 10, - 5).

Le rapport : épaisseur d'une séquence dans le Boulonnais/épaisseur moyenne de la même séquence dans la région de Namur donne, dans l'intervalle compris entre -6 et +5b (où les corrélations sont aisées) :

0,78 - 1,30 - 1,11 - 0,60 - 1,07 - 1,24 - 0,95 - 1,46 - 1,46 - 1 - 1,69 soit une moyenne de 1,18. En d'autres termes, au cours de cette période et pour chaque séquence, il s'est accumulé plus de sédiments dans le Boulonnais. La subsidence y est donc légèrement supérieure.

Les épaisseurs respectives des différentes sous assises du V2b s'expriment ainsi :

- V2b α environ 50 mètres; *→ Haut-Buc*
- V2b β 17,60 mètres; *→ Dabime*
- V2b γ plus de 28 mètres;
- V2b δ plus de 16 mètres. *→ (Khat)*

✓ Au V2b α l'épaisseur des séquences est assez faible et généralement inférieure à 2 mètres. La moyenne des valeurs inférieures à 2 mètres est de 1,35 mètre. 4 séquences échappent à cette règle : la séq. - 10 qui peut être subdivisée, la séq. - 5 avec une phase inférieure très développée, la séq. - 3, la séq. - 1 qui annonce le V2b β .

✓ Le V2b β (ou séquence 0) est caractérisé et défini par son épaisseur exceptionnelle.

✓ Le V2b γ marque une augmentation progressive de la fréquence rythmique (ou de la diminution d'épaisseur des rythmes).

- V3a -

Le début du V3a (α), difficile à cerner du point de vue paléontologique, se marque par des modifications dans la sédimentation, d'un côté comme de l'autre :

- réapparition du caractère rythmique (si l'on met à part le V2b ϵ absent dans le Boulonnais);
- réapparition du lithotype oolithique, longtemps court-circuité dans toutes les séquences du V2b moyen et supérieur;
- changement de teinte de la roche qui devient plus claire;
- disparition des cherts;
- disparition des calcaires dolomitiques.

Les sous assises du V3a mesurent respectivement :

- V3a α environ 65 mètres; *→ Lunel*

- V3a β 11 mètres;
- V3a γ 12 mètres.

Napoléon

V3a α

Les rythmes du V3a α s'opposent à ceux du V2b par :

- leur épaisseur, généralement supérieure à 2 mètres (sauf 4, 9, 12, 15), la valeur moyenne est d'environ 3,60 m;
- le rapport R, le plus souvent inférieur à 1/4 (sauf 3, 4, 9, 12, 14, 16, 17).

La moyenne des épaisseurs des séquences comparée entre le Boulonnais et la Belgique montre comme pour le V2b une accumulation plus importante en faveur du Boulonnais d'environ X 1,5.

V3a β

La transition entre α et β est ménagée par la séquence 17 avec une phase supérieure très épaisse (5,25 m). Il serait possible d'intégrer ce rythme dans le V3a β en considérant sa phase organoclastique comme un accident.

L'analogie du marbre Napoléon Grand Mélange avec la "brèche des Grands Malades" ou "Grande Brèche" est reconnue depuis longtemps (H. DE DORLODOT & A. SALEE, 1911).

V3a γ

Cette troisième subdivision a été proposée par H. PIRLET (1963). Sa définition, en l'absence de faune suffisante, repose sur des critères lithologiques. Elle est constituée par des calcaires beiges arythmiques à pâte fine, grumeleux ou algaires, généralement rubanés. De nombreux petits organismes "en forme de haricot" apparaissent à plusieurs niveaux parfois "par naissains entiers constituant un véritable banc"; ces organismes visibles à l'oeil nu sous l'aspect de points cristallins ont été rapportés par H. DERVILLE à des céphalopodes, par H. PIRLET à des serpules, ou des vers tubicoles du genre Spirorbis (H. BECKMANN 1954). Quelle que soit leur attribution paléontologique, il est à remarquer qu'ils se présentent en abondance dans le même horizon.

- V3b -

Joinville

Le début du V3b marque la réapparition des calcaires organoclastiques et du régime séquentiel. Ces organoclastites assez fines dans le Boulonnais ("marbre Joinville") ont pour équivalent des calcaires grossiers à encrines dans la région du Samson ("Petit granite de Thon").

Dans la séquence standard exposée par H. PIRLET (1963) :

- a) phase inférieure : calcaire organoclastique,
- b) phase supérieure : calcaire cryptogrenu et calcaire algairé,

Il conviendrait d'intercaler le lithotype oolithique; cette suite qui n'existe pas dans la Vallée du Samson s'observe dans les séquences 0, 2, 3, de la carrière de Blecquenecques. Le faciès oolithique présente cependant certaines particularités :

- il est de faible épaisseur (quelques mm à quelques cm);
- les oolithes sont de grande taille, à surface irrégulière, à nucléus peu ou pas individualisé;
- les vraies oolithes sont associées à de fausses oolithes, très volumineuses, irrégulières, à lamination marquée, à cortex cryptogrenu opaque. Ces fausses oolithes procèdent vraisemblablement d'un encroûtement algaire. De vraies oolithes peuvent d'ailleurs être enrobées par paquets dans ce cortex algaire pour former des pisolithes. Les vraies oolithes qui se placent à la fin de la phase organoclastique ne doivent pas non plus être confondues avec d'autres fausses oolithes dans la phase supérieure; en effet certains endoclastes ou pseudoolithes sont affectés par une recristallisation plus ou moins profonde donnant l'illusion d'un cortex. Leur bordure floue et l'absence de croix noire en lumière polarisée permettent de les distinguer.

Certains microfaciès assez typiques ou fréquents dans le V3b belge se retrouvent dans le Boulonnais : les calcaires varvoiles, les pseudoolithites...

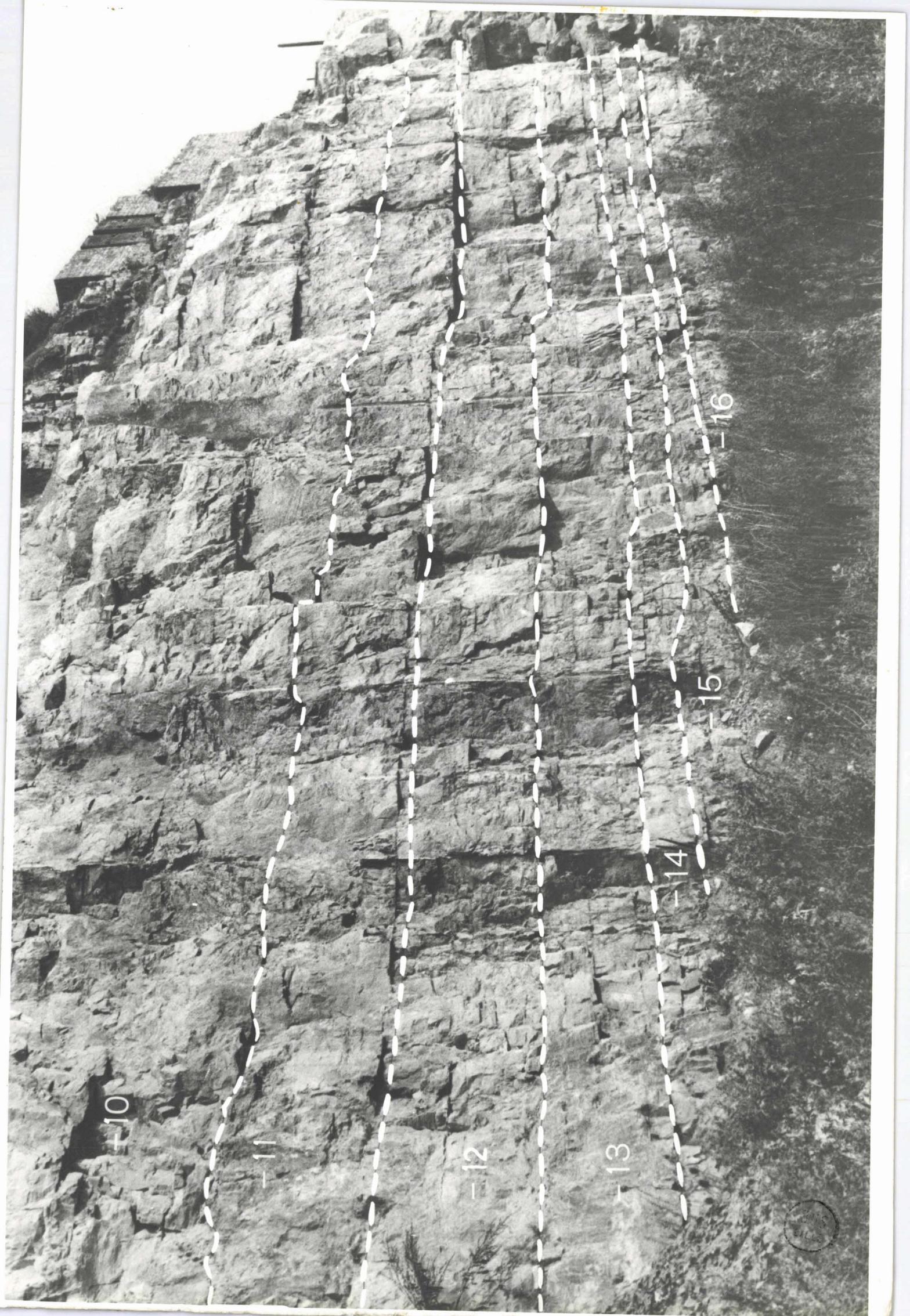
L'épaisseur des rythmes est variable à la fois dans le temps et dans l'espace, seule la séquence 2 semble remarquable.

II. CORRELATIONS A L'ECHELLE DE LA SEQUENCE

C'est à l'échelle du rythme, c'est-à-dire le mètre, que l'analyse séquentielle apporte le plus de renseignements. La démarche consiste donc à rechercher les caractères constants et les similitudes, les variations et les anomalies pour chaque séquence.

Eu égard à la distance qui sépare les lieux de comparaison les paramètres tendent à s'écarter notablement ou à n'avoir plus aucun point commun; et en l'absence de niveaux-repères les corrélations deviennent de plus en plus incertaines.

D'autre part la quasi totalité des corrélations tentées reposent sur la bibliographie des travaux des auteurs belges : H. PIRLET pour le V3a - V3b, J. GERARDS pour le V2b, et M. HOCQ pour le V2b; le manque d'informations, les divergences ou les désaccords entre ces chercheurs ne m'ont pas toujours permis de pousser plus loin l'étude des correspondances.



-10

-11

-12

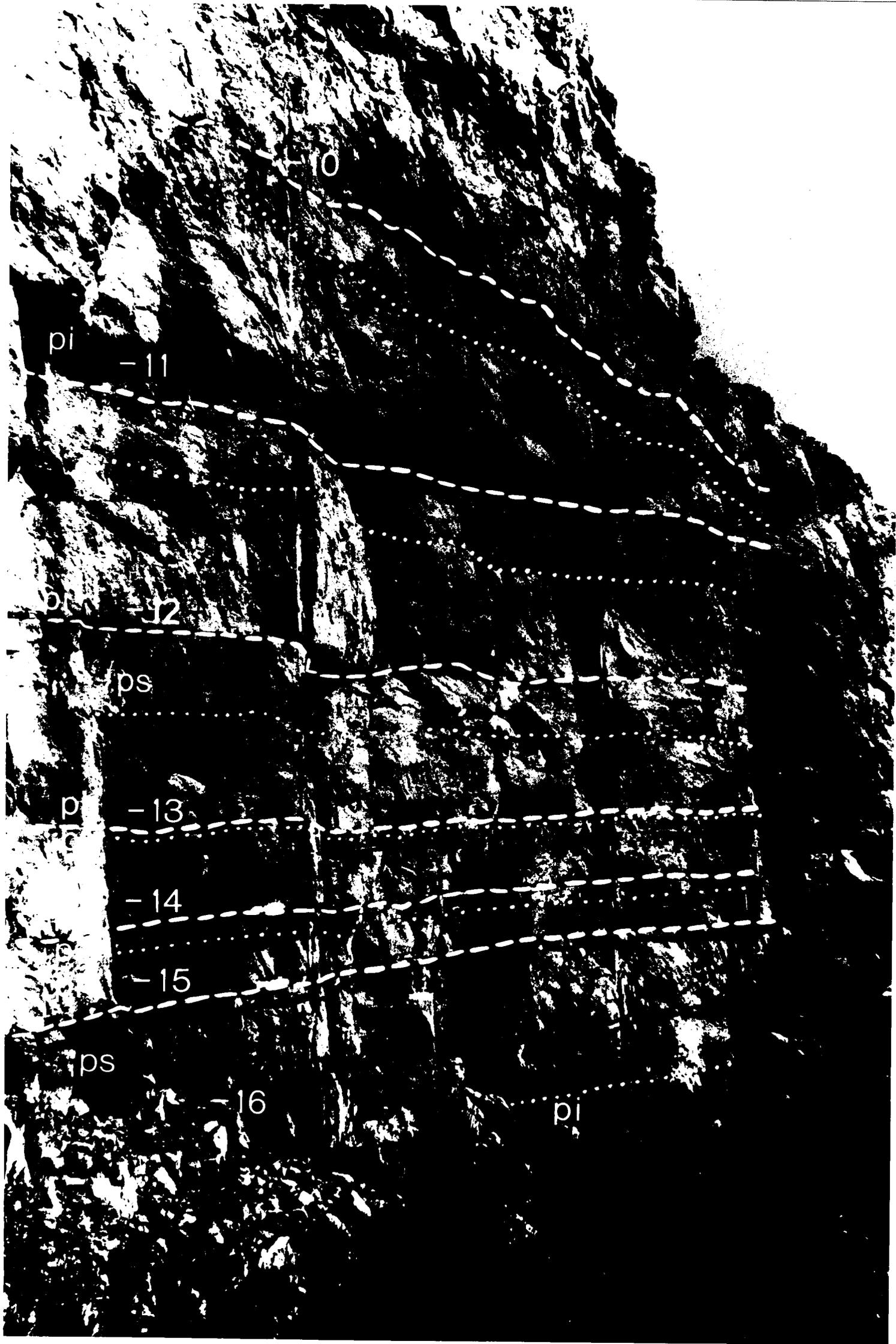
-13

-14

-15

-16





-10

pi

-11

ps

-12

ps

pi

-13

-14

-15

ps

-16

pi

- V2b -

En Belgique, l'étude du V2b α inférieur montre que le nombre de séquences est variable à ce niveau et qu'il peut exister une lacune à la base plus ou moins importante. H. PIRLET (*) a dénombré à la carrière de Corphalie 21 séquences, dont les plus inférieures sont extrêmement réduites. Par ailleurs, M. HOCQ figure 15 séquences à la coupe de Malonne.

Entre les séquences -6 à -21, il est difficile d'établir des rapports entre Boulonnais et Belgique, les épaisseurs étant par trop dissemblables. Certains niveaux repères peuvent néanmoins être supposés :

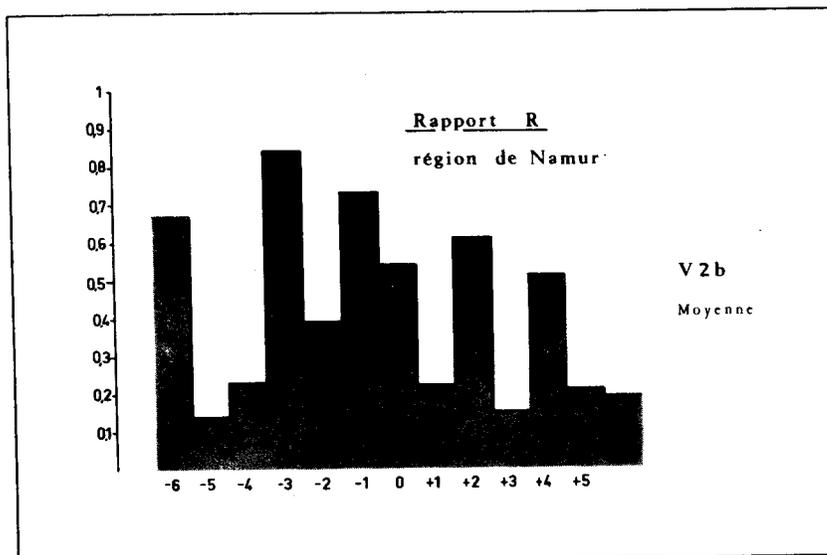
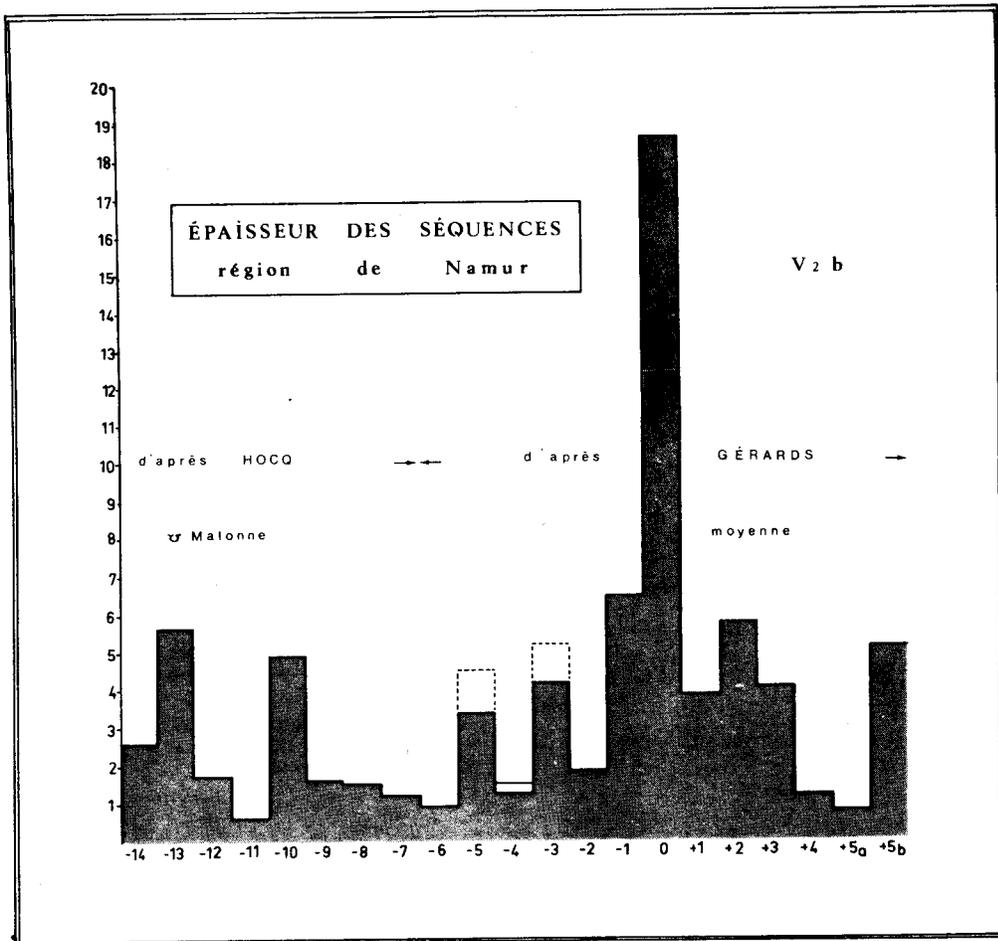
- à la base de la séquence -15 se situe de part et d'autre un niveau argileux;
- au rythme -13, à Malonne, apparaît dans la phase supérieure un niveau de *Collenia* en "bouffées de pipe"; peut être faut-il le rapprocher de celui de la séquence -12 de la carrière de Basse Normandie;
- la séquence -10 présente identiquement une épaisseur exceptionnelle par rapport aux séquences encaissantes (Basse Normandie : 7,30 m, Malonne : 4,35 m).

Le degré de certitude s'élève à partir de la séquence -6 où il est permis de mettre directement en parallèle les rythmes identiques :

<u>SEQUENCE -6</u>					
	:	Epaisseur totale	:	Rapport de phase R	:
Statte	:	0,60 m	:	R = 0,50	:
Corphalie	:	0,65 m	:	R = 0,61	:
Malonne	:	0,90 m	:	R = 0,67	:
Bomel	:	0,30 m	:	R = 0,50	:
Lives	:	0,90 m	:	R = 0,89	:
Seilles	:	0,85 m	:	R = 0,82	:
Moha	:	1,90 m	:	R = 0,68	:
Moyenne	:	0,87 m	:	R = 0,67	:
Boulonnais	:	0,70 m	:	R = 0,71	:

La lithologie est de part et d'autre identique et banale : Organoclastite surmontée de *Collenia*.

(*) : communication personnelle.



SEQUENCE -5

	: Epaisseur totale	: Rapport de Phase	:
Statte	: 2,40 m	: R = 0,12	:
Corphalie	: 2,30 m	: R = 0,13	:
Flône	: 2,34 m	: R = 0,06	:
Malonne	: 4,50 m	: R = 0,10	:
Bomel	: 3,85 m	: R = 0,13	:
Lives	: 3,60 m	: R = 0,14	:
Thon	: 3,65 m	: R = 0,12	:
Seilles	: 3,50 m	: R = 0,14	:
Ben	: 3,50 m	: R = 0,13	:
Moha	: 3,70 m	: R = 0,30	:
Moyenne	: 3,33 m	: R = 0,14	:
Boulonnais	: 4,35 m	: R = 0,09	:

La caractéristique de cette séquence est donc de présenter une épaisseur anormale (du double au triple des séquences précédentes). Le rapport de phase est au contraire très faible, le plus faible de tout le V2b α - β - γ .

Les *Collenia* occupent la phase supérieure. La phase inférieure est constituée d'une organoclastite contenant généralement des *Lithostrotion martinii* dans la partie moyenne.

SEQUENCE -4

	: Epaisseur totale	: Rapport de Phase	:
Statte	: 0,75 m	: R = 0,13	:
Corphalie	: 0,80 m	: R = 0,19	:
Flône	: 0,85 m	: R = 0,29	:
Malonne	: 1,50 m	: R = 0,17	:
Bomel	: 1,60 m	: R = 0,28	:
Lives	: 1,25 m	: R = 0,28	:
Thon	: 1,45 m	: R = 0,21	:
Seilles	: 1,30 m	: R = 0,38	:
Ben	: 1,35 m	: R = 0,22	:
Moha	: 1,80 m	: R = 0,17	:
Moyenne	: 1,26 m	: R = 0,23	:
Boulonnais	: 1,40 m	: R = 0,43	:

Dans le Boulonnais et en Belgique : la phase inférieure est repré-



sequence - 1

sequence - 5

sequence - 6

sequence - 7

sequence - 8

sequence - 9

sequence - 10



sentée communément par une organoclastite fine, la phase supérieure montre un mince épisode à *Collenia*. L'horizon dolomitique de Basse Normandie n'a pas d'homologue en Belgique.

L'épaisseur de la séquence est ordinaire, le rapport R un peu plus élevé (il redescend à 0,20 si l'on considère la dolomie comme appartenant à la séquence sus-jacente).

SEQUENCE -3

	:	Epaisseur totale	:	Rapport de Phase	:
Statte	:	3,55 m	:	R = 0,82	:
Corphalie	:	3,55 m	:	R = 0,82	:
Flône	:	3,20 m	:	R = 0,84	:
La Mallieue	:	2,93 m	:	R = 0,90	:
Malonne	:	5,20 m	:	R = 0,84	:
Bomel	:	5,85 m	:	R = 0,83	:
Lives	:	4,70 m	:	R = 0,84	:
Thon	:	4,90 m	:	R = 0,88	:
Seilles	:	3,70 m	:	R = 0,85	:
Ben	:	4,05 m	:	R = 0,88	:
Moha	:	4,30 m	:	R = 0,79	:
Moyenne	:	4,15 m	:	R = 0,84	:
Boulonnais	:	2,50 m	:	R = 0,74	:

L'épaisseur est nettement plus faible dans le Boulonnais quoique se rapprochant de certaines valeurs du bassin namuro-dinantais (La Mallieue); de toute manière celle-ci est de part et d'autre supérieure à la moyenne. Les rapports de phase sont assez proches et communs. La phase supérieure montre dans le Boulonnais des calcaires rubanés, légèrement onduleux, se délitant localement en petites plaquettes; dans le bassin de Namur, elle est "constitué (e) par de minces bancs et lits (3-5 à 10 cm chacun) onduleux" (J. GERARDS, 1955). La phase inférieure présente des faciès assez variables en Belgique dont le plus commun est une macro-organoclastite, comme il s'en rencontre au même niveau dans le Boulonnais.



SEQUENCE -2

	: Epaisseur totale	: Rapport de Phase	:
Statte	: 1,66 m	: R = 0,30	:
Corphalie	: 1,45 m	: R = 0,24	:
Ampsin	: 2,05 m	: R = 0,39	:
Flône	: 2,09 m	: R = 0,33	:
La Mallieue	: 1,31 m	: R = 0,46	:
Les Awirs	: 1,40 m	: R = 0,54	:
Malonne	: 1,80 m	: R = 0,28	:
Bomel	: 2,10 m	: R = 0,36	:
Lives	: 2,00 m	: R = 0,53	:
Thon	: 2,00 m	: R = 0,50	:
Seilles	: 2,15 m	: R = 0,42	:
Ben	: 1,90 m	: R = 0,32	:
Moyenne	: 1,82 m	: R = 0,39	:
Boulonnais	: 1,95 m	: R = $\frac{55}{195} = 0,28$:

L'épaisseur de ce rythme est commune, son rapport de phase faible. Les variations de ces deux paramètres sont légères.

La spécificité de cette séquence provient de la présence dans sa phase supérieure d'un organisme algaire particulier. En effet au niveau de la séquence -2 se place un banc décrit par H. DERVILLE et connu des carriers sous le nom de Marbre Henriette.

La structure du marbre Henriette est décrite par H. DERVILLE de la manière suivante : "il se présente soit sous forme de croûtes enrobant des organismes ou des fragments d'organismes - soit sous forme de masses plus vastes, encroûtantes elles aussi, mais étalées horizontalement, à contour irrégulier et échancré, à surface bossuée et mamelonnée". Le banc de marbre Henriette se distingue très nettement sur le front des carrières par sa teinte très claire contrastant avec les calcaires sombres de l'assise à *Productus corrugatus hemispharicus*. DERVILLE signale encore sa constance à travers toute l'étendue du massif carbonifère du Boulonnais, à la fois au nord et au sud de la faille de Ferques (carrière en face de la carrière Randon de l'autre côté de la voie ferrée, carrière des Ramonettes, ancienne carrière du Petit Haut Banc, carrière du Haut Banc...). Une étude morphologique et anatomique de l'organisme est donnée dans la thèse de cet auteur (pp. 43-54).

En Belgique, au sein de la séquence -2, J. GERARDS (1955), puis

Planche XXI : séquences - 5 à + 1, panorama →

V2b α, β, γ. Basse Normandie



+1 pi

niveau argileux

0 ps

0 pi

-1 ps

-1 pi

-2

-3

-4

g

1973
Ecole



0 *pi*

-1 *ps*

-1 *pi*

-2 *ps*

-2 *pi*

-3 *ps*

-3 *pi*

-4 *ps*

-4 *pi*



J. GERARDS & P. MICHOT (1963) mentionnent "des *Collenia* en mamelons hémisphériques souvent très réguliers ("banc mamelonné"). Partout dans la zone étudiée par GERARDS, ces *Collenia* sont surmontés par un calcaire rubané à pâte fine. Ce niveau repère se "rencontre sur une distance de plus de 30 km en direction".

Le banc à *Collenia*, tel que j'ai pu l'observer à la carrière de Thon, présente la même teinte claire contrastée que le marbre Henriette et une identité morphologique (une légère différence morphologique doit être cependant notée : dans le Boulonnais, les mamelons sont généralement moins volumineux. Les formes verticales digitées dessinées par H. DERVILLE (fig. 5 p. 43) n'ont pas été signalées en Belgique .

SEQUENCE -1

	:	Epaisseur totale	:	Rapport de Phase	:
Malonne	:	7,30 m (cf Hocq)	:	R = 0,70	:
Bomel	:	7,60 m " "	:	R = 0,70	:
Lives	:	7,00 m " "	:	R = 0,69	:
Thon	:	5,60 m " "	:	R = 0,66	:
Seilles	:	6,50 m " "	:	R = 0,71	:
Ben	:	7,50 m " "	:	R = 0,77	:
Statte	:	5,60 m (cf Gerards):	:	R = 0,73	:
Corphalie	:	6,60 m " "	:	R = 0,77	:
Ampsin	:	6,40 m " "	:	R = 0,78	:
Flône	:	6,28 m " "	:	R = 0,77	:
La Mallieue	:	5,45 m " "	:	R = 0,73	:
Les Awirs	:	5,65 m " "	:	R = 0,81	:
Moyenne	:	6,45 m	:	R = 0,73	:
Boulonnais	:	8,00 m	:	R = 0,725	:

Ce rythme admet des caractéristiques analogues sur l'étendue du bassin :

- son épaisseur anormalement grande préluant le V2b β;
- son rapport de phase extrêmement constant (il varie au maximum de 8 % autour de la moyenne);
- les traits lithologiques particuliers de la phase supérieure.

En effet, une grande partie de la phase supérieure est représentée dans le Boulonnais par des petits bancs ou des plaquettes onduleuses de cryptite, de cryptite endoclastique ou pseudoolithique. De fines passées organoclastiques (B 12 par ex) viennent s'intercaler au sein de la cryptite.



Ces faciès sont comparables aux "calcaires à pâte fine rubanés et assez onduleux" et aux "calcaires pseudoolithiques et oolithiques (type particulier), en alternance plus ou moins épaisse, avec aussi quelques passées grenues" (J. GERARDS, 1955 p. 75).

A la base de la phase supérieure, on observe dans la carrière de Basse Normandie un niveau algaire en *bouffées de pipe* bien développé avec des volutes verticales supérieures à 30 cm. Ce niveau est signalé par HOCQ dans les carrières de Malonne, Bomel, Lives, Thon, Seilles, Ben, Moha; ainsi que par GERARDS dans les carrières de Statte, Corphalie, Ampsin, Flône, La Mallieue, les Awirs, Chokier.

SEQUENCE 0 (V2b β)

	: Epaisseur totale	:	Rapport de Phase	:
Statte	: 14,50 m	:	R = 0,59	:
Corphalie	: 16,45 m	:	R = 0,61	:
Ampsin	: 16,50 m	:	R = 0,61	:
Flône	: 17,20 m	:	R = 0,52	:
La Mallieue	: 17,50 m	:	R = 0,50	:
Les Awirs	: 18,46 m	:	R = 0,49	:
Malonne	: 19,70 m	:	R = 0,52	:
Bomel	: 22,60 m	:	R = 0,46	:
Lives	: 20,15 m	:	R = 0,57	:
Thon	: 20,90 m	:	R = 0,58	:
Seilles	: 18,85 m	:	R = 0,55	:
La Poterie	: 19,45 m	:	R = 0,55	:
Ben	: 18,90 m	:	R = 0,54	:
Moha	: 19,30 m	:	R = 0,44	:
Moyenne	: 18,60 m	:	R = 0,54	:
Boulonnais	: 17,75 m	:	R = 0,73	:

L'exceptionnelle épaisseur de cette séquence (la plus importante de tout le Viséen) permet de l'identifier immédiatement. Sa régularité est d'autant remarquable (comprise entre 15 et 20 m). Le rapport de phase montre de manière générale une légère prédominance de la phase supérieure.

Hormis sa puissance remarquable, la séquence 0 se distingue par sa constance sédimentologique à travers toute l'étendue du bassin. La phase supérieure tranche nettement sur la phase inférieure par son délitage en dalles minces, cet aspect s'amplifiant vers le sommet. Sur des fronts altérés par les intempé-

ries, deux horizons à patine blanche s'individualisent dans la moitié supérieure de la phase phytogène.

Des récurrences fines d'organoclastite ou de petits biostromes à Polypiers peuvent apparaître au sein de la phase supérieure. Les microfaciès de la phase phytogène sont très ressemblants en France et en Belgique avec prédominance de cryptites.

A la carrière de Corphalie, J. GERARDS signale à 60 cm au dessus de la phase inférieure un niveau à "bouffées de pipe"; à la carrière de Basse Normandie, on peut observer un niveau analogue juste au-dessus de la phase zoogène.

Le critère d'identification majeur de la séquence est matérialisé par un niveau argileux rouge violacé, situé à peu près à la moitié de la phase supérieure. J. GOSSELET & M. BERTAUT (1873) avaient déjà remarqué ce niveau, sans cependant en déduire sa valeur stratigraphique générale. Nonobstant, ils avaient constaté qu'il fournissait un excellent point de repère entre les différentes carrières du Haut-Banc. Entre Namur et Liège, ce lit d'argile a été identifié dans la quasi totalité des coupes intéressant le V2b moyen : Chokier, les Awirs, La Mallieue, Flône, Corphalie, Malonne, Bomel, Lives, Thon, Seilles, Ben. Notons toutefois que cette argile (telle que j'ai pu l'observer à la carrière de Thon) prend une coloration jaune verdâtre.

SEQUENCE +1

	:	Epaisseur totale	:	Rapport de Phase	:
Statte	:	3,70 m	:	R = 0,22	:
Corphalie	:	3,70 m	:	R = 0,21	:
Ampsin	:	3,38 m	:	R = 0,12	:
Flône	:	3,40 m	:	R = 0,12	:
La Mallieue	:	2,95 m	:	R = 0,12	:
Les Awirs	:	3,45 m	:	R = 0,12	:
Chokier	:	3,68 m	:	R = 0,17	:
Malonne	:	5,80 m	:	R = 0,31	:
Bomel	:	3,95 m	:	R = 0,33	:
Lives	:	3,75 m	:	R = 0,39	:
Maizeret	:	4,20 m	:	R = 0,26	:
Thon	:	4,40 m	:	R = 0,22	:
Seilles	:	3,75 m	:	R = 0,23	:
La Poterie	:	3,80 m	:	R = 0,28	:
Ben	:	4,00 m	:	R = 0,14	:
Moha	:	3,15 m	:	R = 0,25	:
Moyenne	:	3,82 m	:	R = 0,22	:
Boulonnais	:	5,80 m	:	R = 0,45	:

BUIS
VILLE



5

4

3

3pl

2ps

2pl

1ps

1pl

0ps

2ps

2pl

1ps

1pl

0ps

0ps

L'épaisseur plus grande de la séquence est due dans le Boulonnais au développement de la phase supérieure. La puissance constante de la phase inférieure (environ 2,80 m), signalée par GERARDS, est le trait le plus typique.

Les faciès sont banaux : organoclastite pour la phase inférieure, cryptite ou cryptite endoclastique pour la phase supérieure.

Signalons, bien que ce fait ne soit pas caractéristique, la présence de biostromes à la partie inférieure de la phase zoogène.

SEQUENCE +2

	:	Épaisseur totale	:	Rapport de phase	:
Statte	:	5,30 m	:	R = 0,60	:
Corphalie	:	5,32 m	:	R = 0,56	:
Ampsin	:	4,80 m	:	R = 0,51	:
Flône	:	5,15 m	:	R = 0,50	:
La Mallieue	:	4,55 m	:	R = 0,54	:
Les Awirs	:	4,85 m	:	R = 0,57	:
Chokier	:	4,83 m	:	R = 0,63	:
Malonne	:	7,20 m	:	R = 0,72	:
Bomel	:	6,60 m	:	R = 0,70	:
Lives	:	6,35 m	:	R = 0,69	:
Maizeret	:	6,30 m	:	R = 0,67	:
Thon	:	5,80 m	:	R = 0,65	:
Seilles	:	6,60 m	:	R = 0,63	:
La Poterie	:	5,50 m	:	R = 0,52	:
Ben	:	6,50 m	:	R = 0,71	:
Moha	:	6,00 m	:	R = 0,53	:
Moyenne	:	5,73 m	:	R = 0,61	:
Boulonnais	:	8,30 m	:	R = 0,79	:

Comme pour la séquence I, la phase zoogène garde une épaisseur quasi semblable sur l'étendue (1,80 à 2,30 m). La phase phytogène est toujours supérieure à la phase zoogène.

Du point de vue lithologique, plusieurs points communs existent entre la Belgique et le Boulonnais :

- les deux tiers supérieurs de la phase phytogène présentent un aspect caractéristique en plaquettes;
- les bancs de la phase inférieure contiennent plusieurs biostromes à *Lithostrotion martini*;

- vers le sommet de la phase supérieure, on rencontre un niveau à Polypiers. Hocq figure un tel horizon dans les carrières de Bomel, Lives, Maizeret, Thon, Seilles, Ben, Moha;
- à la carrière de Malonne (cf. Hocq), comme à la carrière de Basse Normandie, un niveau argileux s'intercale au tiers inférieur de la phase phytogène;
- A la base de la phase inférieure se place un lit de cherts.

Bien que les cherts n'aient une valeur stratigraphique que locale, on est frappé par leur apparition à ce niveau dans plusieurs carrières : Malonne, Thon, Seilles, Ben, Statte, Moha.

SEQUENCE +3

	:	Epaisseur absolue	:	Rapport de Phase	:
Statte	:	4,40	:	0,23	:
Corphalie	:	2,60	:	0,11	:
Ampsin	:	3,01	:	0,15	:
Flône	:	4,30	:	0,19	:
La Mallieue	:	5,15	:	0,19	:
Les Awirs	:	4,40	:	0,11	:
Chokier	:	4,60	:	0,09	:
Moyenne	:	4,06	:	0,15	:
Boulonnais	:	3 + 3' : 6,60 m	:	$R = \frac{100}{6,60} = 0,15$:

La présence d'un niveau parfois très réduit de cryptite ou de calcaire rubané au sein de la séquence +3 conduit à la subdivision en 2 autres séquences +3 et +3'.

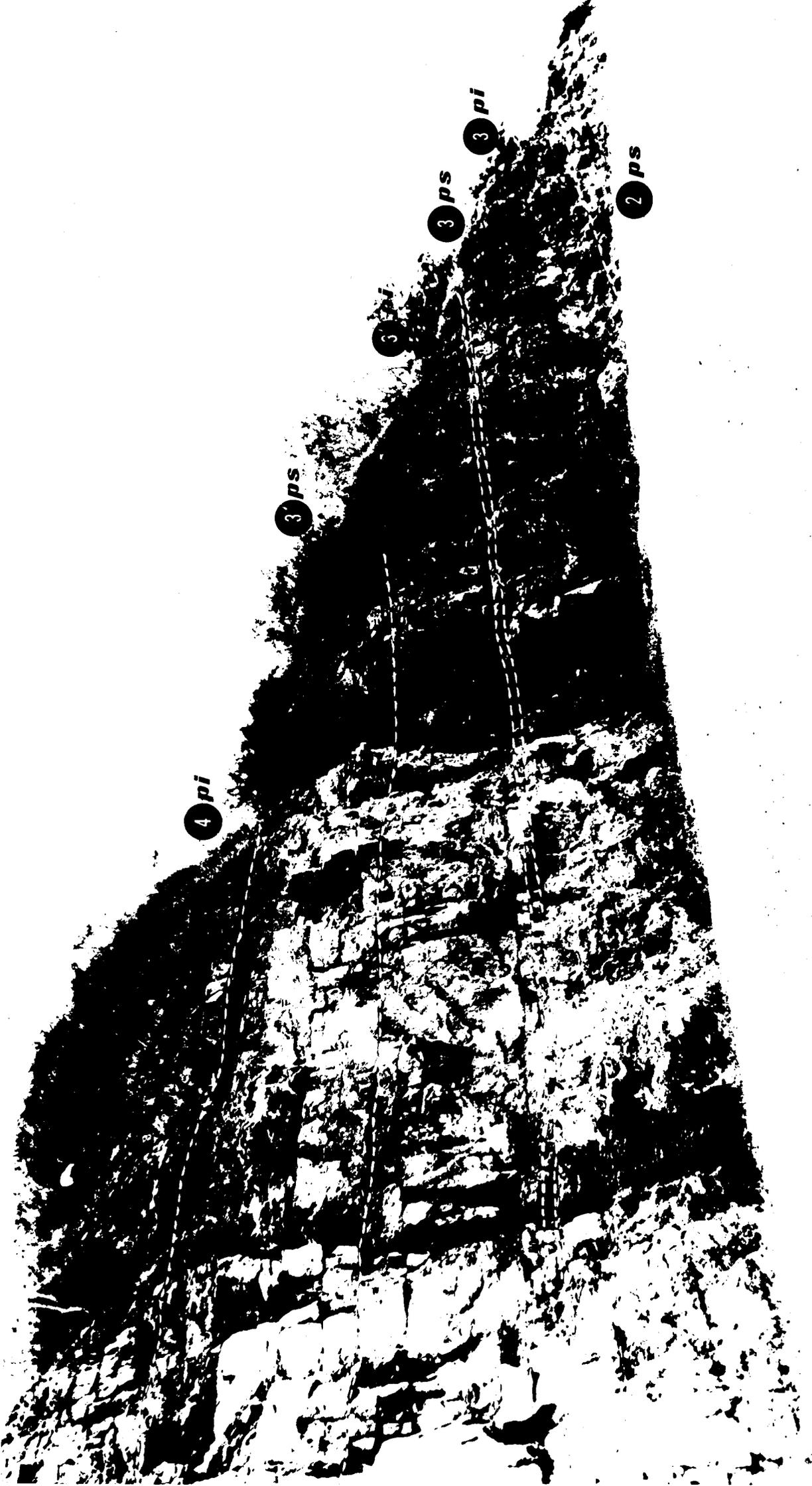
L'épaisseur est encore forte mais décroissante par rapport aux séquences précédentes.

La phase supérieure est mal développée, ce que traduit le paramètre R faible; ce rapport reste assez invariable sur l'étendue du bassin de Namur (GERARDS l'avait remarqué localement, p. 77).

Les biostromes à *Lithostrotion martini* abondent dans la phase zoogène de +3. Des lits de *Productus* entiers apparaissent dans plusieurs coupes en Belgique et en France.

Le repère essentiel est fourni par le contact ravinant de base. Un tel contact est noté par GERARDS dans toutes ses coupes. Il y fait suite dans le

V. 268, Basse Normandie



4 pi

3 ps

3 pi

3 ps

3 pi

2 ps

BUS
VILLE



5

4

4

3

3

BUS
LITTLE

Boulonnais une organoclastite grossière remaniant des galets de cryptite. J'ai observé en compagnie de H. PIRLET un niveau bréchoïde identique dans la tranchée de chemin de fer de Seilles. J. GERARDS note par ailleurs à Statte à la base du rythme 3 une "brèche à éléments anguleux ou arrondis, le plus souvent de calcaire à pâte fine, enrobés dans une pâte organoclastique".

La phase phytogène est fréquemment constituée de calcaires rubanés ou zonaires, parfois varvoïdes (Basse Normandie).

SEQUENCE +4

	:	Epaisseur totale	:	Rapport de Phase R	:
Statte	:	1,10	:	0,73	:
Corphalie	:	1,80	:	0,42	:
Ampsin	:	1,65	:	0,33	:
Flône	:	0,90	:	0,44	:
La Mallieue	:	0,80	:	0,81	:
Les Awirs	:	1,05	:	0,48	:
Chokier	:	1,05	:	0,38	:
Moyenne	:	1,19	:	0,51	:
Boulonnais	:	1,75 m	:	R = 0,46	:

Cette séquence est assez banale, à la fois par son épaisseur moyenne et par son rapport de phase sans signification. A la coupe du C.F. de Seilles, le rythme est couronné par un calcaire varvoïde. A la carrière Basse Normandie, malgré la dolomitisation poussée un très fin rubanement y est de même visible.

SEQUENCE +5a

	:	Epaisseur totale	:	Rapport de Phase R	:
Statte	:	0,95	:	0,16	:
Corphalie	:	0,60	:	0,33	:
Ampsin	:	0,70	:	0,43	:
Flône	:	0,85	:	0,12	:
La Mallieue	:	0,85	:	0,12	:
Les Awirs	:	0,80	:	0,13	:
Chokier	:	0,82	:	0,15	:
Moyenne	:	0,80	:	0,21	:
Boulonnais	:	1,35	:	0,52	:





9268

BUS
LEVEL

apporter des éclaircissements.

Il est possible néanmoins à l'examen des courbes de tirer quelques hypothèses si l'on compare à cet effet la courbe d'épaisseur des séquences "boulonnaises" avec celles dessinées pour les carrières de Tramaka et de Seilles, ainsi que celle de la valeur moyenne : Tramaka, Seilles, Anton; les triplets de séquences M, N, O^(Belgique) et 9', 10, 11^(Boulonnais) se distinguent sous forme d'un pic. Les séquences E à L ou 2 à 9 esquissent un palier (1,50 - 2,50_m pour les premières, 2 à 3_m pour les secondes). Dans le cas de l'exactitude de cette hypothèse, les séquences postérieures à 13 seraient à inclure dans le V3a β, ou seraient des séquences inconnues dans le V3a α belge. Au contraire, les rythmes inférieurs (A, B...) manqueraient alors.

V3a_β

L'identité "Grande Brèche" et "Napoléon Grand Mélange" a déjà été signalée.

V3a_γ

Outre les serpules qui constituent un repère pour identifier la sous-assise, un jalon précis est fourni par un lit d'argile. Ce niveau se suit aisément dans la carrière de Blecquenecques où il est superposé au chantier marbrier; il y présente une teinte soit lie de vin assez vive, soit blanche immaculée; sa consistance est suiffeuse. En Belgique, H. PIRLET (1963) figure un niveau analogue dans la coupe de l'ancienne carrière de la S.A. Ougrès-Marihaye à Thon Samson. J'ai pu l'observer (sous la conduite de H. PIRLET) dans différentes carrières le long de la vallée du Samson (Carrière Jules César en particulier); il y revêt une coloration jaunâtre.

Stratigraphiquement ce niveau se dispose au sommet des calcaires cryptogrenus et rubanés du V3a γ, toujours à une distance d'environ 1 mètre au-dessous du repère oolithique de base du V3b.

- ~~V3a~~ -

~~V3a~~

SEQUENCE 0

Cette séquence 0 n'est pas l'homologue de la séquence 0 de H. PIRLET (1963) qui se développe dans les coupes de Goyet, "sur les Forges" et "au Calvaire". En effet, cette séquence englobe le repère oolithique, alors que celle de H. PIRLET se place au-dessus. La création d'une séquence a été nécessitée par la présence d'une courte phase organoclastique (10 cm). Selon que l'on considère

U.S. AIR FORCE
LITTLE

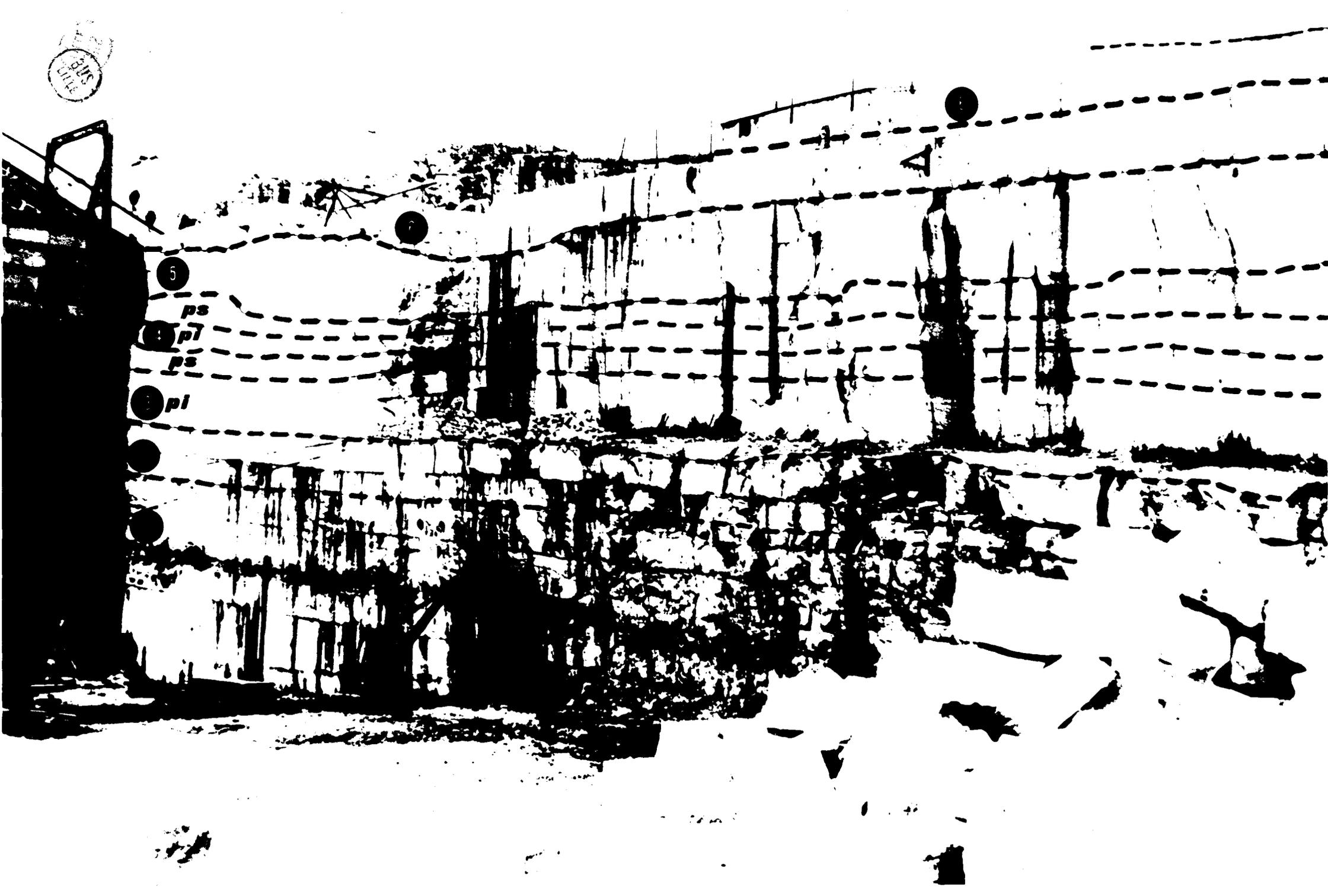
5

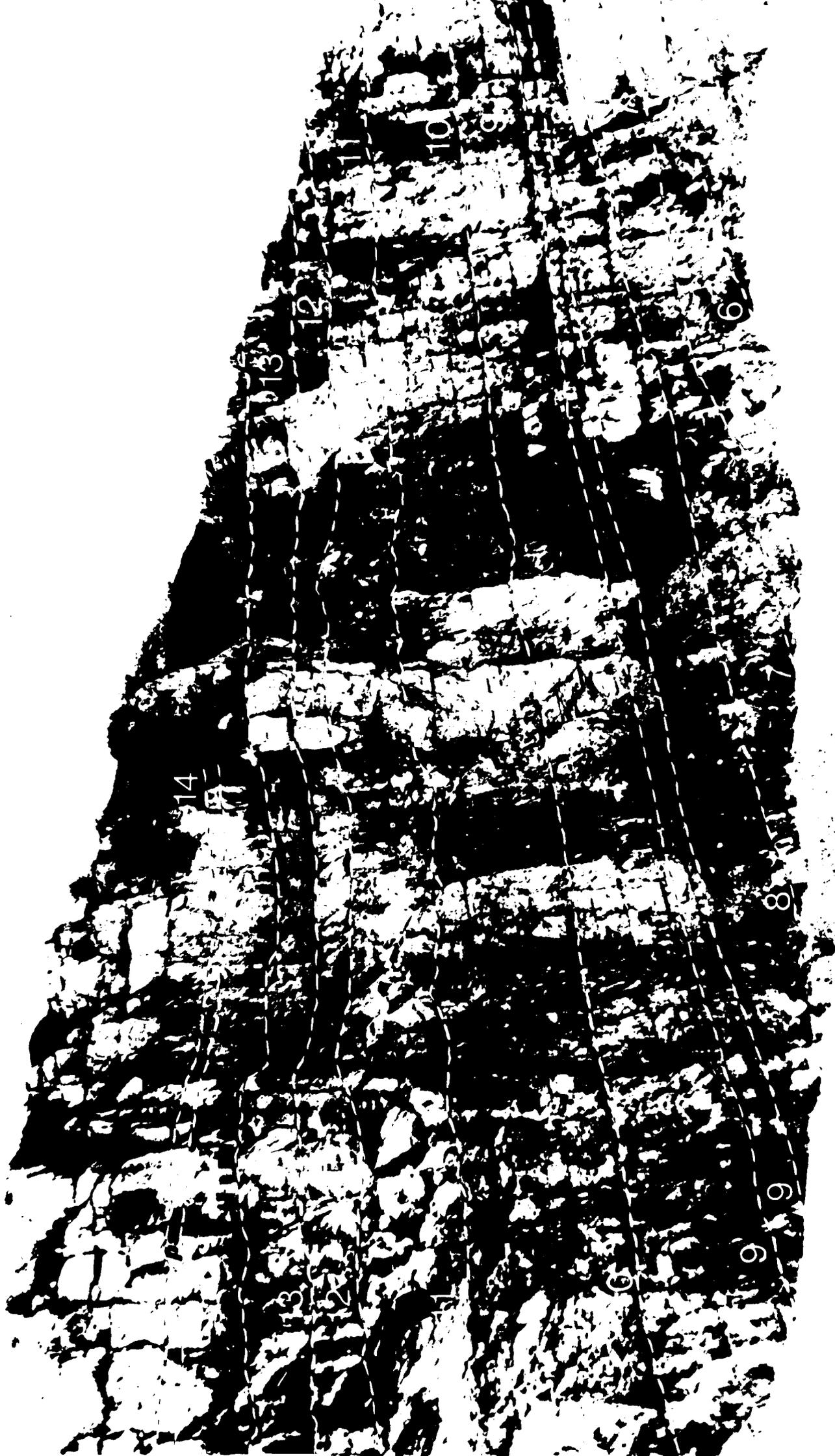
ps

pt

ps

pl





14

13

12

13

11

10

9

8

7

6

6

8

9

9

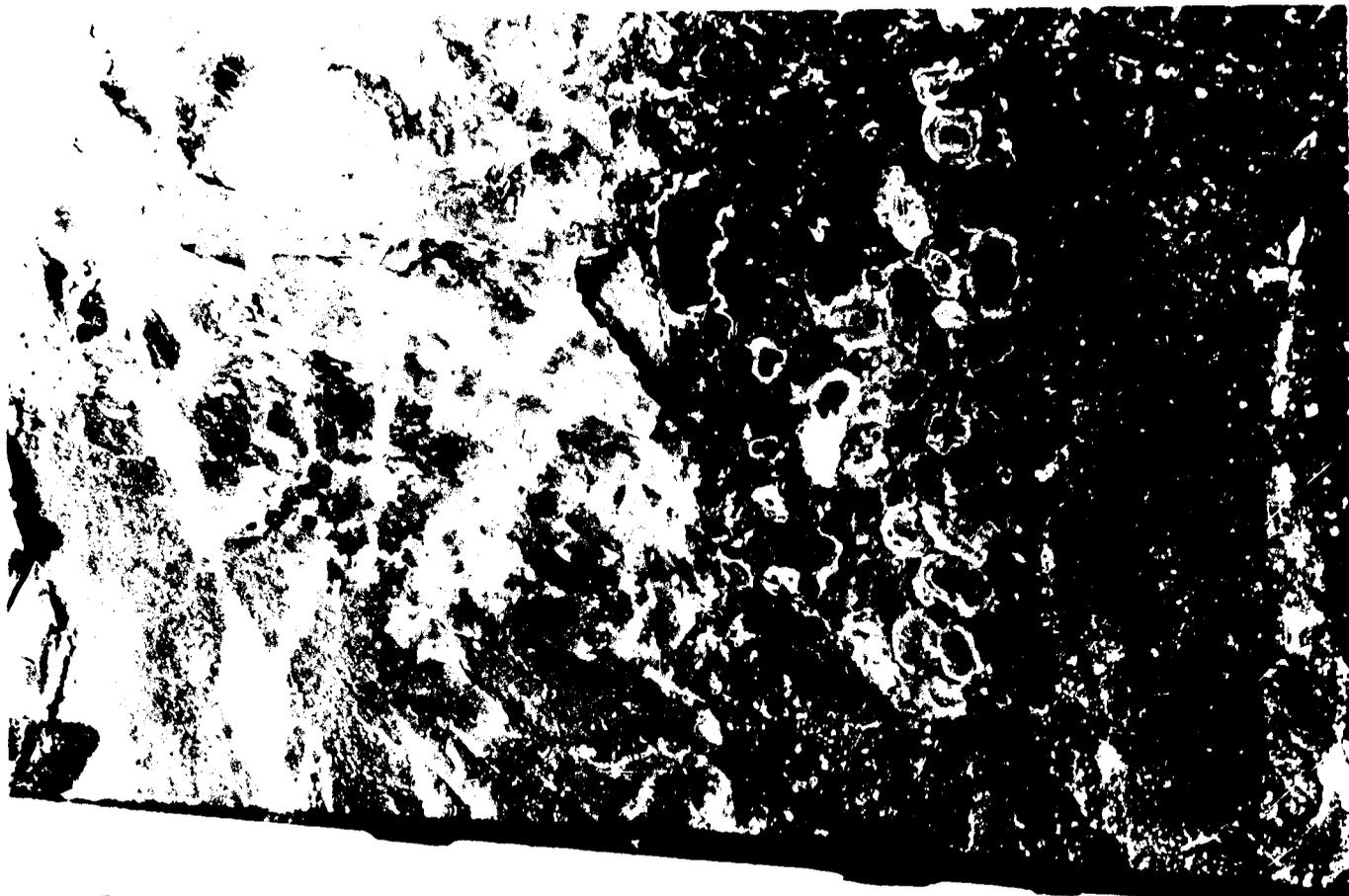
6

3

2

1





315
1115

cette crachée comme significative ou accidentelle (tempête...), on inclura ou non cette séquence dans le V3b. *L'examen de la microfauve semble rattacher cette séquence au V3a 8.*

Dans le Boulonnais, au sein de ce rythme, se situe un court épisode oolithique surmonté de quelques centimètres de cryptite beige ou bleutée. Les oolithes vraies sont de grande taille, supérieure au millimètre, et associées à un nombre important de pisolithes algaires montrant un encroûtement blanc irrégulier. Cet horizon est généralement unique mais peut se dédoubler.

Dans la vallée du Samson, le "lit de 10 cm de cryptite calcaire bleue, marqué par 2 rubans oolithiques" représente le même niveau. Son extension remarquable dans le bassin de Namur avait déjà été mentionnée par H. PIRLET (1963, 1968).

V3b
SEQUENCE 1

<u>V3b</u> x	:	Epaisseur totale	:	Rapport de Phase R	:
Thon Samson	:	2,06	:	0,10	:
Route Maizeret Samson	:	3,00	:	0,11	:
Goyet Grotte	:	4,10	:	0,13	:
Sur les Forges	:	2,70	:	0,22	:
Au Calvaire	:	3,30	:	0,06	:
Moyenne	:	3,00	:	0,12	:
Boulonnais	:	0,55	:	0,36	:

L'épaisseur de la séquence déjà variable du simple au double sur quelques kilomètres en Belgique, est très différente dans le Boulonnais. Le rapport de phase est assez peu significatif, mais toujours faible.

SEQUENCE 2

	:	Epaisseur totale	:	Rapport de Phase R	:
Thon Samson	:	10,64	:	0,27	:
Route Maizeret Samson	:	6,98	:	0,29	:
Goyet Grotte	:	3,18	:	0,59	:
Au Calvaire	:	4,48	:	0,15	:
Moyenne	:	6,30	:	0,32	:
Boulonnais	:	5,95	:	0,43	:

Cette séquence présente de façon générale une épaisseur importante,

son rapport R n'est pas significatif.

Plus important est l'aspect de ce rythme : la phase zoogène est constituée de gros bancs massifs (Joinville) à la carrière de Blecquenecques caractère "monolithique" que l'on retrouve dans les coupes septentrionales de la vallée du Samson.

Et, de même qu'en Belgique la phase supérieure de 2, avec 3 et 4, forme un horizon de dalles minces appelé "Plates-escalles", on retrouve dans le Boulonnais à partir de la phase phytogène de 2, une série de petits bancs évoquant la même apparence.

SEQUENCE 3

	:	Epaisseur totale	:	Rapport de phase R	:
Thon Samson	:	1,70	:	0,33	:
Route Maizeret Samson	:	2,59	:	0,21	:
Goyet Grotte	:	2,82	:	0,07	:
Au Calvaire	:	2,50	:	0,20	:
Moyenne	:	2,40	:	0,20	:
Boulonnais	:	3,80	:	0,49	:

L'épaisseur varie notablement, le rapport de phase également, tout en restant inférieur à 1/2.

A la carrière Napoléon, les petits bancs de la phase zoogène montrent des contacts ravinants souvent tapissés d'une pellicule argileuse. Ces délits prennent de l'importance dans les coupes de la vallée du Samson.

Dans le Boulonnais, au sommet de la phase supérieure de cette séquence, se situe un banc d'environ 50 cm de calcaire varvoïde (le seul typique du V3b). Au même niveau, H. PIRLET (1963) note le premier varvaire de son "doublet".

SEQUENCE 4

	:	Epaisseur totale	:	Rapport de Phase R	:
Thon Samson	:	1,83	:	0,36	:
Route Maizeret Samson	:	1,72	:	0,44	:
Goyet Grotte	:	2,17	:	0,88	:
Au Calvaire	:	1,70	:	0,41	:
Moyenne	:	1,85	:	0,52	:
Boulonnais	:	4,20	:	0,55	:



Sequence 3 PS

Sequence 3 PI

Sequence 2 PS

Sequence 2 PI

Sequence 1 PS

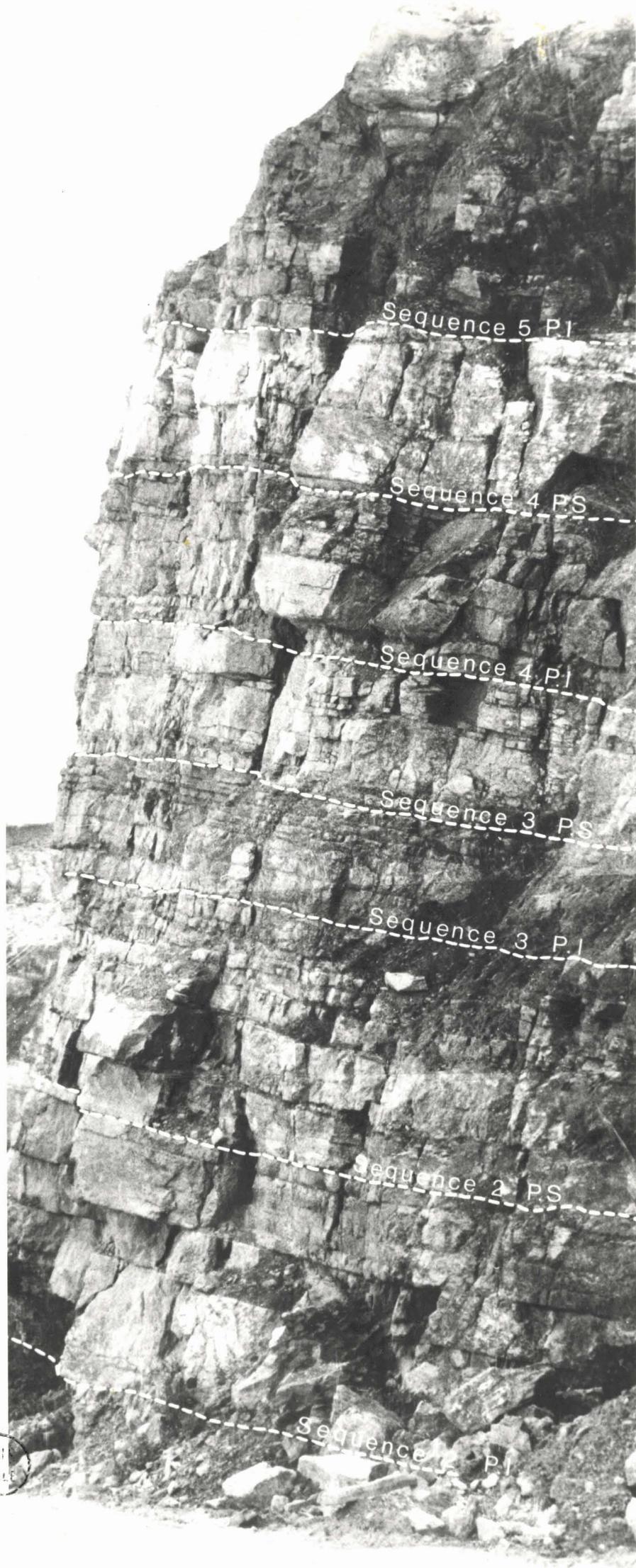
Sequence 1 PI

Sequence 0 PS

Sequence 0 PI

niveau argileux





Sequence 5 P.I.

Sequence 4 P.S.

Sequence 4 P.I.

Sequence 3 P.S.

Sequence 3 P.I.

Sequence 2 P.S.

Sequence 1 P.I.



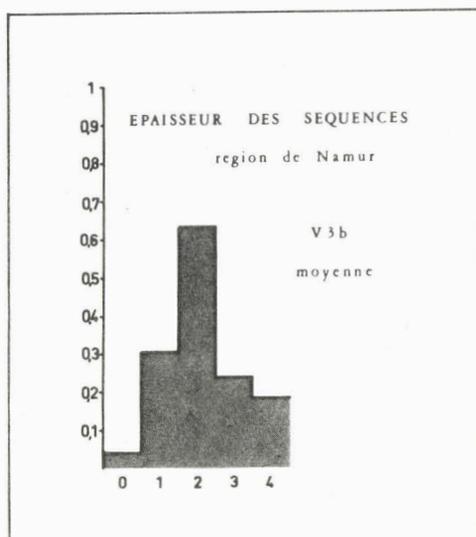
R et épaisseur montrent de grands écarts.

La phase supérieure comprend dans le Boulonnais un gros banc (plus de 2 mètres) de calcaire clair rubané, cryptogrenu, stylolithique, qui représente selon toute vraisemblance l'homologue du "marbré" dans le bassin de Namur. Le sommet du "marbré" est parfois raviné.

SEQUENCE 5

Le sommet de cette séquence est invisible ou inaccessible dans la carrière Napoléon. Des faciès pseudoolithiques assez typiques en Belgique s'y rencontrent néanmoins au sommet. Localement (front SE de la carrière Napoléon) une épaisse lentille d'argile noire se développe qui pourrait avoir la même signification que les caeschistes au milieu de la séquence 5 de Goyet.

En Belgique et dans le Boulonnais, nombre séquences présentent dans le détail des analogies sédimentologiques assez remarquables: épaisseurs, rapports de phase voisins, horizons stromatolithiques continus, biostromes, silexites, ;. Plus encore les séquences exposent une succession de lithotypes assez constante pour une



assise considérée: par exemple, l'inclusion du terme oolithique dans le V3a α , (en fait ce terme se retrouve peu développé dans des séquences V3b).

Ces caractères de faciès montrent que non seulement les régions du Boulonnais et de Liège-Namur étaient situées sur la même plateforme, mais encore sur la même zone isopique. Le maximum d'affinité semble se localiser dans le périmètre de Seilles (au V2b sup - V3a α).

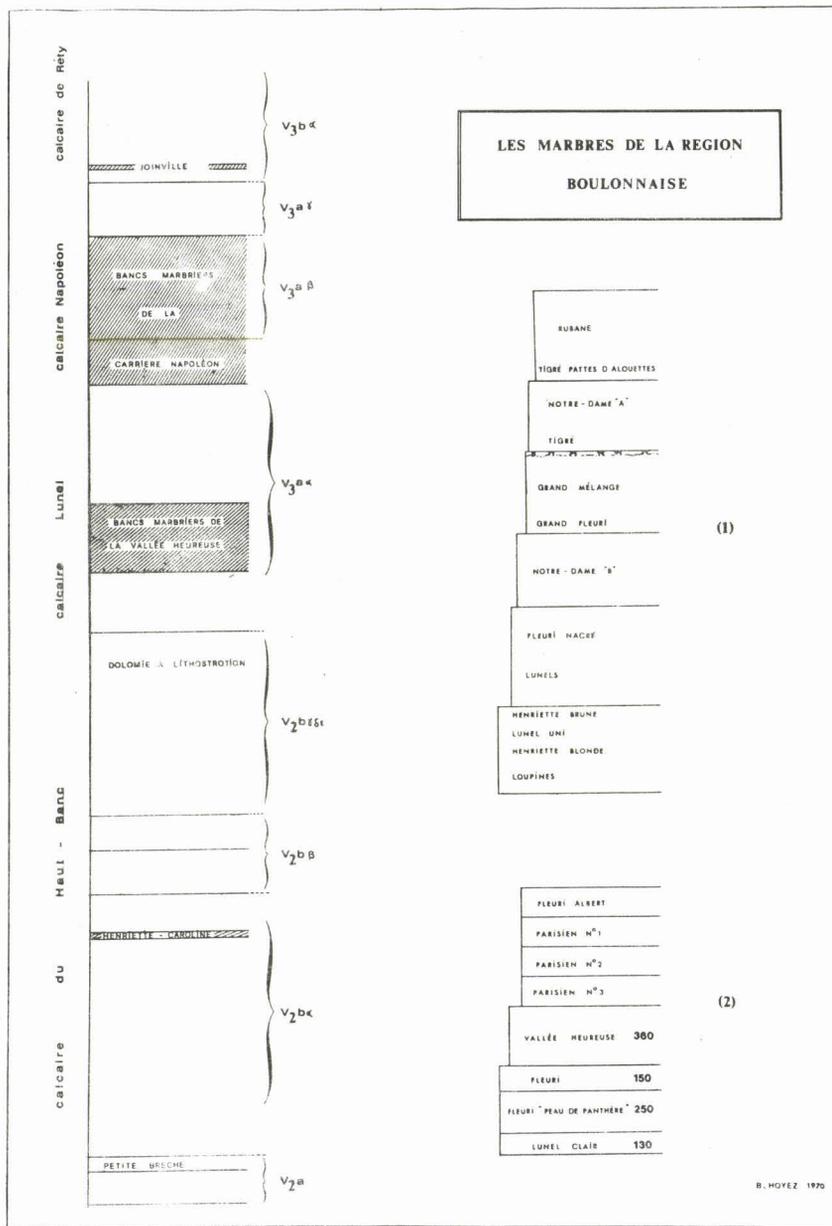


TABLEAU III

Marbre Joinville.... V3b α séquence 2 phase inférieure

Rubané..... V3a γ p. parte

Marbre Napoléon Grand Mélange.... V3a β

Marbre Lunel... V3a α séquences 3 à 17

Fleuri Albert... séquence 7 p. parte

Bouffées de pipe... séquence 6 p. parte

Fleuri 150... séquence 4 p. parte

Peau de panthère 250... séquence 3 p. parte

Dolomie à Lithostrotion .. V2b γ à V3a α séquence 2

Marbre Macarné... plusieurs séquences du V2b γ

Marbre Henriette... séquence -2 p. parte

Marbre Caroline... séquence -3 p. parte

Banc de Onze pieds... séquence -10



FOSSILES GUIDES ET PRINCIPAUX FAITS PALEONTOLOGIQUES

Annexe au tableau IV, p. 153

V3b = 5ème grande séquence carbonifère	Apparition d' <i>Archoediscus mölleri</i> Apparition d' <i>Archoediscus gigas</i> Développement d' <i>Archoediscus</i> à nodosités (type <i>Rugosoarchoediscus</i>) <i>Howchinia</i> Formes typiques d' <i>Endothyra spira</i>	<i>Gigantoproductus giganteoides</i> <i>Gigantoproductus giganteus</i> <i>Productus latissimus</i> <i>Goniatites crenistria</i> (au sommet) <i>Spirifer striatus</i> <i>Densiphyllum</i>

V2b - V3a = 4ème grande séquence carbonifère	Cortège de petits <i>Archoediscus</i> dominant Assemblage d' <i>Endothyridae</i> <i>E. omphalota</i> (γ)- δ - ϵ → <i>E. convexa</i> <i>Quasiendothyra nibelis</i> <i>Lituotubella glomospiroïdes</i> var. <i>magna</i> <i>Palaeotextulariidae</i>	<i>Gigantoproductus giganteus</i> <i>Productus undiferus</i> <i>Dibunophyllum</i> <i>Carcinophyllum</i> : V3a <i>Lithostrotion irregulare</i> <i>Koninckopora inflata</i> <i>Linoproductus corrugato-hemisphaericus</i> <i>Lithostrotion martini</i> <i>Koninckopora inflata</i> : V2b

Banc d'or de Bachant	Fin des <i>Archoediscus</i> primitifs (<i>Permodiscus</i>) Fin des <i>Dalnella</i> Fin des <i>Palaeospiroplectamina</i>	<i>Linoproductus corrugato-hemisphaericus</i> <i>Lithostrotion martini</i> <i>Dorlodotia briarti</i> <i>Girvanella densa</i> <i>Koninckopora inflata</i> <i>Seminula ficoïdes</i>

* : réalisé grâce aux communications de R. CONIL et H. PIRLET; pour plus de détail se référer à R. CONIL, H. PIRLET, M. LYS (1967) pl. I.

NOUVELLES DEFINITIONS LOCALES SUR LA BASE DE L'ANALYSE SEQUENTIELLE (TABLEAU IV)

CALCAIRE JOINVILLE = V3	α plus de 5 séquences 0, 1, 2, 3, 4,.....	Série rythmique. Séquence à lithotype oolithique mal représenté. Phase inférieure à prédominance de microorganoclastites ou de cryptites organoclastiques.
	γ rubanés supérieurs	
CALCAIRE NAPOLEON = V3a	β Grand Mélange	Série arythmique de calcaires algaires ou cryptogrenus, essentiellement rubanés. Un niveau argileux repère Brèche.
CALCAIRE LUNEL = V3a	α 18 séquences 1, 2, 3....9, 9',...17	Série rythmique de calcaires clairs. Séquence comprenant souvent le lithotype oolithique. Rapport de phase généralement faible.
	δ...	1 séquence à phase inférieure très épaisse, dolomitique, à cherts.
CALCAIRE DU HAUT-BANC = V2b	γ plus de 6 séquences 1,2 , 3, 3', 4, 5a, 5b.....	Série rythmique. Phase supérieure à prédominance de cryptites. Rythmes supérieurs dolomitisés.
	β = séquence 0	1 grosse séquence typique comprenant un niveau argileux repère.
	α 20 séquences environ -20, -19.....-1	Série rythmique : - sans lithotype oolithique, avec développement des <i>Collenia</i> onduleux...-7....-1. - avec lithotype oolithique. Terme organoclastique peu ou pas développé...-20....-8.

brèche (= banc d'onde Bachant)

LES BRECHES PARASEDIMENTAIRES

ANNEXE I

Au cours de levers de coupes successifs, je m'étais attaché à chercher l'existence de brèches parasédimentaires; sans résultat. Cependant lors d'un dernier passage dans la carrière de la Vallée Heureuse, une anomalie de la stratification entre les séquences dénommées 4 et 5 du V3a α me permettaient de mettre en évidence une de ces brèches.

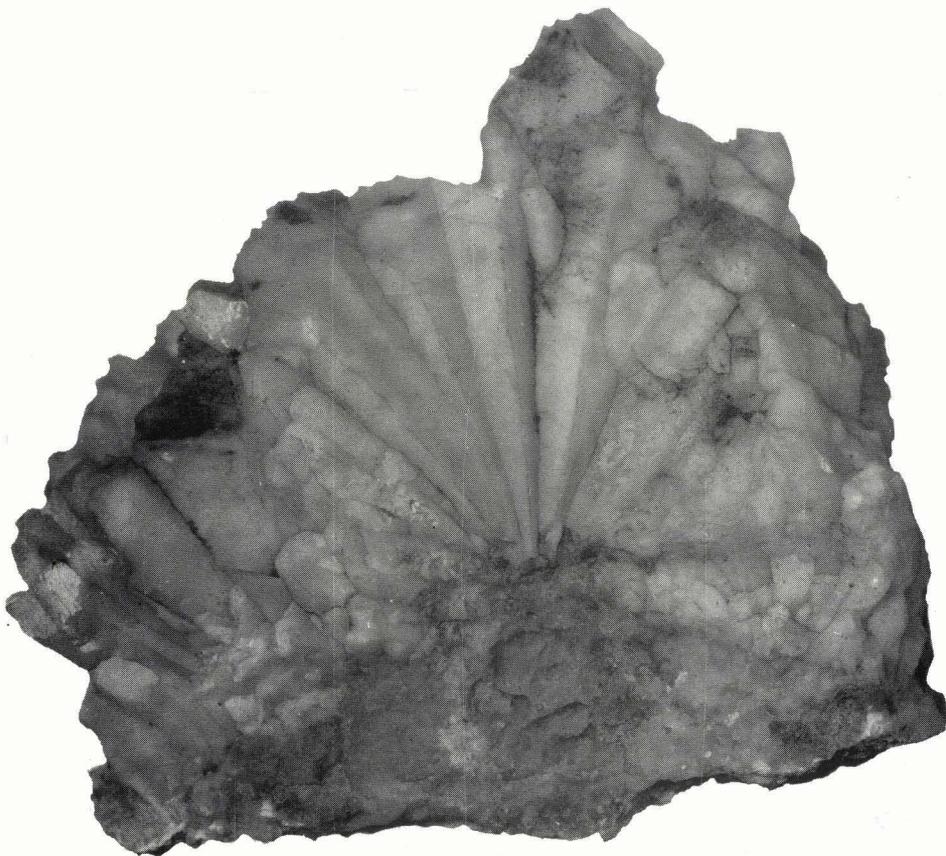
Le point d'affleurement se situe à l'W de la carrière, sur le front en face des trémies desservant les transports ferroviaires (lieu de la planche photo n° 29).

La brèche affleure sur 5 à 6 m de largeur et se présente en volumes de quelques cm³ à plusieurs dm³ disposés suivant différents horizons stratigraphiques. Elle montre essentiellement de grands cristaux columnaires de calcite blanche allongés suivant l'axe ternaire et pouvant atteindre une dizaine de cm. Ces cristaux ont tendance à se grouper radialement autour d'un point et à former des macrosphérolithes. Des éléments de cryptite bleutée de nature bréchique s'incorporent par endroits à ces masses cristallines.

Cette description correspond exactement à celle des *brèches parasédimentaires* décrites par P. MICHOT (1955). Ces brèches résulteraient selon cet auteur de "la fracturation interne d'une masse sédimentaire sous une faible couverture de sédiments, à la suite d'un glissement localisé dans cette masse, et ce, dans des conditions sous-aquatiques qui sont celles de la sédimentation en cours". "Des mouvements épeirogéniques qui, déterminant des dénivellations dans les fonds de sédimentation, induisent des glissements sous-aquatiques localisés suivant certaines couches restées meubles ou plus plastiques.

En Belgique, de telles formations ont été notées par P. MICHOT dans la dolomie tournaisienne, dans le Viséen inférieur V1 et dans la partie moyenne du V3a. Elles sont figurées par H. PIRLET (1968 pl. V) dans les séquences supérieures du V3a α , et dans le V3a β où elles sont fréquentes.

Ces brèches recoupent obliquement (α faible) un horizon stratigraphique donné; ici ne possédant qu'un affleurement restreint, il est impossible de signifier exactement son âge. Il semblerait cependant que son origine soit plus précoce que celles du V3a α de Belgique (région de Gaurre-Anton, séquence O-P-Q).



BUS
LILLE

LES NIVEAUX ARGILEUX

ANNEXE 2

L'analyse séquentielle a montré combien pouvait être utile l'occurrence d'argilites au sein d'une sédimentation carbonatée. Certains niveaux d'une épaisseur et d'une constance remarquables, nous ont aidés à effectuer des corrélations entre le Boulonnais et la Belgique.

Tel est le cas des horizons argileux du V2b β , du sommet du V3a γ et de la séquence 5 du V3b α .

Cette constance n'est pas sans rappeler celle des nombreux *tonsteins* du Carbonifère moyen et supérieur. Leur présence dans le Carbonifère calcaire n'a rien de surprenant : H. PIRLET (1966) a mis en évidence un tonstein dans la 2ème séquence du V3b α .

A la fois dans l'optique de la détermination minéralogique des éléments phylliteux et de celle de la vérification de l'hypothèse-tonsteins, j'ai donc soumis à M. PONCHEL du Laboratoire de Minéralogie de M. PROUVOST (Lille), 6 échantillons correspondant aux 3 niveaux précités.

NIVEAU ARGILEUX DE LA SEQUENCE 5

3 échantillons ont été prélevés : à la base, au milieu et au sommet de la couche - Localité : Carrière Napoléon, angle sud-est.

L'étude diffractométrique de la *fraction argileuse* de chacun de ces échantillons, particules de l'ordre de μ présente un caractère commun, l'état de cristallisation de l'argile est très faible contrairement à ce que l'on rencontre dans les tonsteins généralement.

sommet	:	Milieu	:	Base	:
Kaolinite 70 %	:	Kaolinite 70 %	:	Kaolinite 85 %	:
Illite 30 %	:	Illite 30 %	:	Illite 15 %	:

Notons que ces proportions sont celles obtenues, dans la fraction argileuse après dispersion dans l'eau durant une heure.

Une analyse *globale* de chacun des prélèvements fait apparaître les éléments constitutifs cristallins suivants :

sommet	:	Milieu	:	Base	:
Quartz	:	Quartz	:	Quartz	:
Kaolinite	:	Kaolinite	:	Kaolinite	:
Illite	:	Illite	:	Illite	:

La quantité de quartz est ici très importante, l'intensité diffractée par le réseau cristallin de la kaolinite devient très faible.

NIVEAU ARGILEUX DU SOMMET DU V3a γ

La couche argileuse, de consistance suiffeuse, apparaît assez pure à l'examen macroscopique et microscopique. Elle présente 2 états de coloration : soit blanc immaculé, soit rouge violacé; l'étude diffractométrique a été menée séparément sur chacune de 2 fractions.

a) Etude de la partie blanche :

L'analyse aux rayons X des particules argileuses de l'ordre du μ fait apparaître les composés suivants :

- Chlorite 10 %
- Kaolinite 90 %

Le traitement à l'éthylène glycol ne modifie pas la distance nodale de 14 Å, ce qui indique la présence de Chlorite.

Par ailleurs, l'analyse thermique différentielle caractérisée par deux départs d'eau, le premier double entre 100 et 200 C suivi d'un second phénomène endothermique vers 510°C, se termine par un accident exothermique faible au delà de 900°C, peut nous permettre de conclure à la présence massive de Kaolinite. Il faut noter cependant que l'état de cristallisation n'est pas comparable à celui que l'on peut trouver dans les tonsteins.

b) Etude de la partie rougeâtre :

L'état de cristallisation de cette fraction est moins bon que le précédent, cependant on y retrouve sensiblement les mêmes proportions de minéraux argileux :

- Kaolinite 90 %
- Chlorite 10 %
- Illite en trace

Nous avons essayé d'identifier la nature des particules rouge sombre qui semblent être de l'Hématite α (Fe_2O_3).

Le diffractogramme ne fait pas apparaître les pics caractéristiques du quartz.

NIVEAU ARGILEUX DU V2b β

Lieu de prélèvement : carrière de Basse-Normandie

L'échantillon se présente sous plusieurs formes :

- une faible proportion de particules blanches d'aspect argileux;
- des éléments rouge sombre liés en général avec ces particules blanches;
- un support schisteux à l'intérieur duquel on trouve de la calcite soit sous forme de nodule, soit sous une forme plutôt étendue.

• Nous nous sommes proposés de mener l'étude diffractométrique de la fraction argileuse obtenue après mise en dispersion dans l'eau durant une heure. Nous avons été tenus d'effectuer un traitement HCl (N/10) afin d'éliminer la calcite subsistant.

Le diffractogramme fait alors apparaître comme seul élément phylliteux : la Kaolinite dont l'état de cristallisation est assez médiocre.

θ	d_{hkl}°	I
6° 14	7,20	10
12° 48	3,56	10

- En ce qui concerne le support schisteux, l'étude diffractométrique fait apparaître les composés suivants : Calcite - Quartz - Kaolinite.
- Notons que l'état de cristallisation de la Kaolinite n'est pas comparable à celui que nous avons rencontré dans les tonsteins.

Conclusion

Les niveaux argileux particuliers, étudiés dans cette annexe :

- recèlent tous un fort pourcentage de Kaolinite,
 - ne montrent pas les vermicules caractéristiques de certains tonsteins;
- leur cristallinité est médiocre.

• Cependant certains tonsteins dits "compacts" sont constitués de Kaolinite cryptocristalline.

• La présence de chlorite dans le niveau du V3a_W, peut faire penser à l'altération de ferromagnésiens (provenant par ex. de cinérites) (1).

Ces arguments ne peuvent nous permettre de conclure à l'identité de tonsteins; cependant une forte présomption subsiste en faveur de cette origine (surtout pour le N.A. du V3a γ).

(1) : en Belgique, H. PIRLET (communication personnelle) a noté la présence de chlorite dans le niveau oolithite repère sus-jacent.

ANNEXE MICROPALÉONTOLOGIQUE

ANNEXE 3

Au cours de passages que j'ai effectués dans leurs laboratoires MM. R. CONIL et H. PIRLET ont accepté d'examiner quelques unes de mes lames minces. Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma reconnaissance. Leurs diagnoses sont consignées dans la liste suivante.

Séquence 3 V3b α

- F 32 *Archaediscus stilus*
Planoarchaediscus eospirillinoïdes RAUS.-CERN. CONIL
Endothyra prisca RAUS.-CERN. & REITL. CONIL
 Quelques *Podocopida* (ostracodes)
Coelosporella (dasycladacée)
- F 33 *Valvulinella* sp.
Archaediscus grandiculus SLYK. CONIL
Archaediscus karreri BRAD. CONIL
Archaediscus stilus
- F 34 *Archaediscus convexus* GROZD. & LEBED. CONIL
Archaediscus karreri BRAD. CONIL
- F 35 *Valvulinella* sp.
Archaediscus convexus GROZD. & LEBED. CONIL
Archaediscus à nodosités
Endothyra spira
Eotuberitina bulla
- F 36 *Archaediscus stilus*
Glomospirella spirillinoïdes GROZD. & GLEB. CONIL
Mediocris sp. CONIL
Plectogyra sp.
Earlandia elegans RAUS.-CERN. & REITL.

Séquence 2 V3b α

- F 15 *Archaediscus convexus* GROZD. & LEBED.
Archaediscus à faibles denticulations (*Rugosoarchaediscus*)
Earlandia elegans RAUS.-CERN & LEBED.
Earlandia minor BIRIN.
Plectogyra sp.

- F 16 *Archaediscus stilus*
Archaediscus krestovnikovi RAUS.-CERN.
Koskinotextularia sp.
Palaeotextularia sp.
- F 18 *Archaediscus* à denticulation (annonce les *Rugosoarchaediscus*)
- F 19 *Archaediscus karreri* BRAD.
Archaediscus convexus GROZD. & LEBED.
Pseudoammodiscus
Bryozoaires *Cyclostomes*
- F 20a *Pseudoammodiscus* sp.
Archaediscus karreri BRAD.
Plectogyra omphalota var. *minima* RAUS.-CERN. & REITL.

Séquence 1 V3b α

- F 12 *Archaediscus convexus* GROZD. & LEBED.
Archaediscus stilus
Archaediscus karreri BRAD.
Archaediscus gigas RAUS.- CERN.
Archaediscus molleri var. *grandis* RAUS.-CERN.
Plectogyra omphalota var. *minima* RAUS.-CERN. & REITL.
Palaeotextularia sp.
Glomospirella spirillinoides GROZD. & GLEB.
Endothyra bradyi MIKH.
- F 13 *Koskinotextularia* (à paroi fibreuse)

Séquence 0 V3b α

- F 3 *Archaediscus krestovnikovi* RAUS.-CERN.
Archaesphaera sp.
Pachysphaera sp.
Eotuberitina reitlingeræ MAKL.
Plectogyra spira CON. & LYS

Séquence 1 V2b γ

- B 65 *Archaediscus karreri* var. *spira*
Archaediscus stilus
Septatournayella
Tournayellidés
Endothyranopsis primitifs

- B 70 *Quasiendothyra nibelis* DURK.
Endothyra convexa RAUS.-CERN.
Parastaffella parastruvei RAUS.-CERN.
Koskinotextularia sp.
Pachysphaerina sp.
- B 71 *Endothyra convexa* RAUS.-CERN.
Eotuberitina bulla

Séquence 2 V2b γ

- B 78 *Archaeodiscus stilus var piesis*
- B 79 *Archaeodiscus convexus* GROZD. & LEBED.
- B. 80 *Archaeodiscus karreri* BRAD.
Eostaffella sp.
- B 81 *Archaeodiscus karreri var. spira* BRAD.

Séquence 9 V3a α

- D 49 *Pseudolituotubella* sp.
Eostaffella sp.

Séquence 11 V3a α

- D 85 *Lituotubella magna* RAUS.-CERN.

La série de microfossiles présentée est évidemment trop succincte pour que l'on puisse tirer des conclusions d'ordre général sur leur distribution.

Cependant toutes les formes citées depuis les séquences 1 à 5 correspondent à celles décrites pour le V3b α belge, et confirment donc l'âge V3b α de ces séquences.

CONCLUSION GENERALE

Si à l'issue de cette étude, la stratigraphie du Viséen boulonnais s'est élargie de quelques connaissances nouvelles, elle le doit à coup sûr au succès d'une méthode. Je m'explique.

Il y a peu de temps encore, cette stratigraphie était considérée, en partie du moins, comme une suite de termes lithologiques indifférents entre eux. Lorsqu'il s'agissait de les corrélés dans l'espace, on se heurtait au problème classique des modifications latérales de faciès et à l'absence de synchronisme entre des unités pétrographiques semblables - de là les limites ou l'échec d'une stratigraphie dite "de faciès".

Envisager la stratigraphie en langage de séquences change diamétralement la dialectique. En effet, *le seul critère qui conduit à la définition d'une séquence est une certaine LOGIQUE, se traduisant par un enchaînement lithologique dont le modèle idéal constitue la séquence standard.*

Ainsi, au sein d'un rythme se rencontrent à la fois dans le temps et dans l'espace, des lithotypes variés mais non quelconques. D'autre part des lithotypes semblables à l'intérieur d'un rythme particulier ne doivent être considérés comme synchrones; seule la rupture de base de séquence est synchrone à l'échelle géologique, elle est l'expression immédiate d'un phénomène rapide et général.

Si l'évolution lithologique d'une série représente une certaine fonction du temps, l'étude séquentielle analyse ses variations.

Qu'a donc apporté cette analyse ?

Elle a d'abord permis de montrer la sédimentation rythmique de certaines assises; celles là même qui en Belgique l'étaient déjà. Elle confirme la généralité des phénomènes qui ont présidé à l'élaboration de la séquence. Ces phénomènes découverts et analysés d'abord par les auteurs belges dans le massif carbonifère de Namur-Dinant, ont dû retentir sur toute la plateforme et sans doute bien au delà du Boulonnais.

Une échelle stratigraphique précise a été dressée, calquée sur celle de Belgique, patrie des stratotypes, et ce, en dépit d'un écart et d'un hiatus d'observation de plus de deux cent kilomètres. Des points obscurs restent cependant à éclaircir à la base du V2b et dans le V3a α , où par défaut d'information et de repères la corrélation séquence à séquence n'a été tentée qu'avec circonspection. La série stratigraphique du Boulonnais n'a pas révélé de la-

cune particulièrement importante, sauf peut-être la sous assise du V2b ϵ qui n'a pu être mise en évidence. La série totale est légèrement plus épaisse que sa correspondante belge entre Namur et Liège; ce fait n'est pas dû à l'adjonction de nouvelles séquences mais aux changements individuels d'épaisseur.

L'étude du Carbonifère du Boulonnais présentée dans ce mémoire reste incomplète, elle ne s'est attachée qu'à la description des affleurements du massif du Haut Banc. Des observations sommaires faites au nord de la faille de Ferques, dans le massif autochtone septentrional, m'ont conduit à retrouver une suite de séquences identiques dans le V2b avec cependant des variations. Compte tenu que les massifs étaient localisés avant les charriages dans les aires sédimentaires éloignées, ces variations gagneraient à être étudiées dans le cadre de la paléogéographie.

Il resterait, à l'instar des travaux réalisés sur le Viséen belge, à vérifier à l'aide de la micropaléontologie l'authenticité des corrélations séquentielles, d'un autre côté, le canevas fin ainsi obtenu, pourrait servir de support à l'étude de variations écologiques. Cette seconde partie est envisagée et sera l'objet, je l'espère, d'un travail ultérieur.

Enfin l'étonnante extension des rythmes sédimentaires, je pense ici confirmée, ouvre un vaste champ d'investigation pour des corrélations à grandes distances (Avesnois, Pays de Galles...). A des ordres plus ou moins élevés, ces rythmes doivent être la réponse dans la sédimentation à des phénomènes fondamentaux affectant toute la plateforme... Au delà ?

- AGER D.V. & WALLACE P. (1966).- Easter Field Meeting in the Boulonnais, France *Proceedings of the geologists Association* Vol. 77, Part. 4, pp. 419-435.
- AGER D.V. & WALLACE P. (1966).- The Environmental History of the Boulonnais, France *Proceedings of the geologists Association* Vol. 77, Part. 4, pp. 385-417.
- AUSTEN R.A.C. (1853).- On the series of upper Paleozoic groups in the Boulonnais *Quarterly Journal of the geological Society* pp. 231-245.
- BALL M.M. (1967).- Carbonate sand bodies of Florida and the Bahamas *Journal of Sedimentary Petrology* Vol. 37 n° 2 pp. 556-591 fig. 1-40.
- BARROIS C. (1878).- A geological sketch of the Boulonnais *Proceed. geol. Assoc.* Vol. VI, n° 1.
- BEALES F.W. (1965).- Diagenesis in pelleted limestones *Dolomitization and limestone diagenesis, a symposium, S.E.P.M.* Special publication n° 13 pp. 49-70.
- BLACK M. (1933).- The algal Sediments of Andros Island, Bahamas *Philosophical Transactions of the Royal Society* Ser. B. V. 222 pp. 165-192.
- BOLLI H.M. (1969).- Sédiments marins récents du Grand Banc des Bahamas *Nautilus* (4) pp. 3-4.
- BONTE A.- Sondages USINOR (pas publié, archives B.R.G.M.).
- BONTE A. & J. DE HEINZELIN (1966).- Compte rendu de la session extraordinaire de la Société belge de Géologie *Bull. Soc. Belge géol.* Tome LXXV, Fasc. 3 et dernier.
- BOURGUIGNON P. (1951).- Etude géologique et sédimentologique des brèches calcaires viséennes de Belgique. *Ann. Soc. Géol. de Belgique.* Tome LXXIV, Mém. 1950-1951, pp. 106-200.
- BOUROZ A. (1962).- Contribution à l'étude de la structure du Bassin houiller du Boulonnais. *Ann. Soc. Géol. Nord.* T. LXXXII, p. 27-37, 4 fig.
- BOUROZ A.- Sur quelques aspects du mécanisme de la déformation tectonique dans le bassin houiller du nord de la France.
- CALEMBERT L. (1955).- Plissements intraformationnels dans le Devono-Carbonifère de la Vallée du Samson *Ann. Soc. géol. de Belgique.* T. LXXVIII, février 1955 pp. 179-189.
- CAROZZI A. (1948).- Définition de l'indice de sensibilité tectonique en milieu de sédimentation calcaire. *Arch. Sciences.* Vol. I, Fasc. 2, pp. 405-406.
- CAROZZI A. (1948).- Méthode de détermination des oscillations tectoniques en milieu de sédimentation calcaire. *Arch. Sciences.* Vol. I. Fasc. 2, pp. 402-405.
- CAROZZI A. (1948).- Définition de l'indice d'intensité tectonique en milieu de sédimentation calcaire. *Arch. Sciences.* Vol. I, Fasc. 2, pp. 407-408.
- CAROZZI A. (1950).- Contribution à l'étude des rythmes de sédimentation (suite et fin) 13 fig. *Arch. Sciences. Soc. Phys. et hist. de Genève.* Vol. 3, Fasc. I.
- CAROZZI A. (1954).- Sédimentation rythmique en milieu corallien *Arch. Sciences, soc. Phys. et Hist. nat. de Genève.* Vol. 7; Fasc. 2, pp. 65-93, (3 fig.).

- CAYEUX L. (1925).- L'âge relatif des Phtanites et Dolomies du Calcaire carbonifère du Nord de la France et de la Belgique. *C. R. Ac.*, T. 180, PP. 843-846.
- CONIL R. (1968).- Le calcaire carbonifère depuis le Tn1a jusqu'au V2a. *Ann. Soc. géol. Belgique*. T. 90, 1966-1967, Bull. 8, pp. 687-726, 8 fig. I pl. 3 h.-t.
- CONIL R., LYS M. (1964).- Matériaux pour l'étude micropaléontologique du Dinantien de la Belgique et de la France (Avesnois). *Mém. de l'inst. géol. de l'université de Louvain*. T. XXIII.
- CONIL R., PIRLET H., LYS M. (1967).- Echelle biostratigraphique du Dinantien de la Belgique. *Service géologique de la Belgique, Professional Paper n° 13* - pp. I-56, 3 pl.
- CONIL R., PIRLET H. (1964).- Sur quelques foraminifères caractéristiques du Viséen supérieur de la Belgique (Bassin de Namur et de Dinant) - Note préliminaire. *Bull. Soc. géol. Belgique*. T. 72 (B) pp. 183-204, I tabl., 3 pl.
- CORSIN P., DANZE J. (1953).- Coupe géologique et résultats du creusement de 2 puits dans la région de Marquise *Ann. Soc. géol. Nord*. T. LXXIII, pp. 89-93.
- CORSIN P. (1968).- Sur la formation d'une couche de houille. Allochtonie. *C. R. Ac. Sc. Paris*. T. 267, pp. 1696-1701.
- DEFFEYES K.S., JERRY LUCIA F, WEYL P.K. (1965).- Dolomitization of recent and plio-pleistocene sediments by marine evaporite waters on Bonaire, Netherlands Antilles. *Dolomitization and limestone diagenesis, a symposium S.E.P.M.* Spécial publication n° 13. pp. 71-88.
- DERVILLE H. (1925).- Les faciès du calcaire carbonifère dans le Boulonnais *C.R. Ac. Sc.* T. 180, pp. 1212-1215.
- DERVILLE H. (1930).- Le Marbre Napoléon et ses variétés; les buissons organiques des marbres Napoléon tigré et Napoléon gris. *C.R. Ac. Sc.* T. 191, p. 273.
- DERVILLE H. (1930).- Le marbre Lunel, ses variétés, le Lunel fleuri *C.R. Ac. Sc.* T. 190, p. 1572.
- DERVILLE H. (1930).- Le marbre Henriette, banc récifal construit par des algues calcaires *C.R. Ac.*, T. 190, (16 juin) p. 1434
- DERVILLE H. (1931).- Les marbres du Calcaire carbonifère en bas Boulonnais - Thèse - Impr. o. BOEHM. Strasbourg. 322 p. 30 fig. 24 pl.
- DONAHUE J. (1969).- Genesis of oolite and pisolite grains : an energy index *Journal of Sedimentary Petrology* Vol 39, n° 4 pp. 1399-1411, fig. 1-15, décembre 1969.
- DORLODOT H. et SALEE Ach. (1911).- Sur le Synchronisme du calcaire carbonifère du Boulonnais avec celui de la Belgique et de l'Angleterre. *C.R. Ac. Sc.*, T. 153, (11 sept.) n° 11, pp. 556-558.
- DU SOUICH (1839).- Note sur la course géologique du 11 septembre 1839. *Réunion extraordinaire à Boulogne sur mer, Soc. Géol. de France*.
- DUTERTRE A.P. (1929).- Le Dinantien du Boulonnais. Esquisse stratigraphique *Ann. Mus. Géol. Boulonnais*. Fasc. 7- pp. 3-27.
- EDEN R.A. & MITCHELL M. (1964).- A Study of part of the margin of the carboniferous limestone "massif" in the Pin Dale Area, Derbyshire. *Bull. Geol. Survey of Gr. Brit.* N° 21 London pp. 73-98.

- EVANS G. (1963) et KINSMAN D.J.J. SHEARMAN D.J. (1963).- A reconnaissance survey of the environment of recent carbonate sedimentation along the tracial coast, Persian gulf. *Deltaic and shallow marine deposits, Proceedings of the sixth int. sed. Congress. the Netherlands and Belgium* pp. 129-135.
- FAIRBRIDGE R.W. (1967).- Carbonate rocks and paleoclimatology in the biogeochemical history of the planet. *Carbonate rocks, origin, Occurrence and classification - Developments in sedimentology* 9 A Elsevier Publishing Company Amsterdam, London, New-York pp. 399-428.
- FOLK R.L. (1959).- A Practical Petrographic classification of limestones. *Am. Assoc. of Petrol. Géol. Bull.* V. 43 n° 1 pp. 1-38.
- GEBELEIN C.D. (1969).- Distribution, Morphology, and accretion rate of recent subtidal algal stromatolites, Bermuda. *Journal of Sed. Petrol.* N° 1 pp. 49-69 fig. 1-19.
- GERARDS. J. (1955).- Sédimentation rythmique du calcaire V2b du Bassin de Namur. *Mém. de licence inédit, Université de Liège.*
- GINSBURG R.N. et LOWENSTAM H.A. (1958).- The influence of marine bottom communities on the depositional environment of sediments. *Journ. of Geol.* V. 66 N° 3 pp. 310-318.
- GOSSELET J. (1903).- La faille d'Hydrequent. *Ann. Soc. géol. Nord.* T. XXXII, pp. 131-135.
- GOSSELET J. & BERTAUT M. (1873).- Etude sur le terrain carbonifère du Boulonnais. *Mém. Soc. Sciences Agric. Arts de Lille.* 3ème série, IIème volume.
- GÜRICH G. (1906).- Les Spongiostromides du Viséen de la Province de Namur. *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg.* T. III.
- HOCQ. M.- Mémoire inédit (Liège).
- HOUBOLT J.J.H.C. (1957).- Surface sediments of the Persian Gulf near the Qatar peninsula. *Min. géologisch Institut Rijks Universiteit - Utrecht (Hollande).*
- ILLING L.V. (1964).- Penecontemporary Dolomite in the Persian Gulf. *Bull. A.A. P.G.*, Vol. 48, n° 4, April, pp. 532-533.
- KORNICKER L.S. (1958).- Bahamian limestone crusts. *Transactions - Gulf coast Association of geological Societies.* Vol. VIII, pp. 167-170.
- KORNICKER L.S. (1958).- Ecology and Taxonomy of Recent Marine Ostracodes in the Bimini Area, Great Bahama Bank. *Institute of marine Science,* Vol. V, december, pp. 194-300.
- KORNICKER L.S. (1964).- Ecology of Ostracoda in the northwestern part of the great Bahama Bank. *Publ. Staz zool. Napoli* 33 suppl. pp. 345-360.
- LECLERCQ G. (1950).- Note sur un niveau d'allure conglomératique à la base des bancs inférieurs d'Anhée, dans le bassin de Dinant. *Stratigraphie et Sédimentologie, IIIème Congrès National des Sciences,* Bruxelles, pp. 97-98.
- LECOMPTE M. (1961).- Faciès marins et stratigraphie dans le Dévonien de l'Ardenne. *Ann. Soc. géol. Belgique.* T. 85. 1961-62 Bull N° 1, 2 fig + 4 h-t. pp. 17-57.

- LOMBARD A. (1952).- Sédimentologie et évolution des lithofaciès dévoniens du bord nord du Synclinal de Namur *Bull. Soc. Belge géol.*, T. 61. pp. 44-82.
- LOMBARD A. (1953).- Les rythmes sédimentaires et la sédimentation générale. Essai de synthèse. *Rev. Inst. Français Pétrole* Vol. VIII. numéro spécial, pp. 9-45.
- MC. KEE E.E. (1960).- Cycles in carbonate rocks. *American Journal of Science, Bradley Volume V.* 258. A., pp. 230-233.
- MAMET B. (1963).- Sédimentation des faciès "marbres noirs" de la Belgique et du Nord de la France. Sixième Congrès international de Sédimentologie, 1963 - Pays-Bas et Belgique.
- MANGIN J.P. (1963).- La séquence unité et les séries sédimentaires. Sixième congrès international de Sédimentologie. Pays-Bas et Belgique.
- MICHOT P. (1927).- Sur les stylolithes du calcaire carbonifère belge. *Ann. Soc. géol. Belgique*, pp. 281-285.
- MICHOT P. (1955).- Les brèches calcaires à ciment de calcite macrosphérolithique. *Ann. Soc. géol. Belgique*, T. LXXVIII (B) pp. 353-367.
- MONTY C. (1963).- Bases d'une nomenclature des roches calcaires marines. *Ann. Soc. géol. Belgique*, T. 86, 1962-1963 Bull. n° 2, I pl. et 1 tabl.
- MONTY C. (1963).- Recherches paléocologiques dans le V2a de la région "Huy-Moha". *Ann. Soc. géol. de Belgique*. T. 86 (1962-1963) Bull. N° 8, 3 fig, 2 h-t, 2 pl. pp. 407-428.
- NEWELL D.N., PURDY E.G. et IMBRIE J. (1960).- Bahamian Oolitic sands. *Journ. geology* V. 68 pp. 481-497.
- OLRY A. (1904).- Topographie souterraine du Bassin houiller du Boulonnais ou Bassin d'Hardinghen. *Et. gites min. Fr. Impr. nat.* Vol. in 4°. 240 pp., 2 cartes.
- PIRLET H. (1961).- Un calcaire à texture varvaire dans le Viséen supérieur de Lives (Province de Namur, Belgique). *Ann. Soc. géol. de Belgique* T. 84, B, pp. 251-254, I fig.
- PIRLET H. (1963).- Sédimentologie des formations du Viséen supérieur V3b dans la vallée du Samson (Bassin de Namur, Belgique). *Ann. Soc. géol. Belgique*, T. 86, M, n° I, pp. I. 45, 4 pl., 4 fig., 2 hors-textes.
- PIRLET H. (1963).- sur la nature kaolinique de certains joints argileux du Viséen supérieur. *Ann. Soc. géol. Belgique*. T. 86 B, pp. 359-360.
- PIRLET H. (1963).- La sédimentation rythmique dans les sédiments calcaires du V3b de la vallée du Samson. *7ème congrès International de Sédimentologie Livret-guide de l'excursion G.* pp. 15-19, I pl.
- PIRLET H. (1963).- Le Viséen supérieur : partie inférieure V3a, la sédimentation rythmique du V3a. *7ème congrès International de Sédimentologie Livret-guide de l'excursion G.* pp. 13-14, I pl.
- PIRLET H. (1964).- Lithologie, stratigraphie et tectonique du Viséen supérieur de Royseux (bord nord du Synclinal de Dinant). *Ann. Soc. géol. de Belgique* T. 86, B. pp. 397- 404, I fig.
- PIRLET H. (1964).- La sédimentation rythmique du V3a inférieur du bassin de Namur; les relations entre le Dinantien et le Namurien, de Namèche à Moha, *Ann. Soc. géol. Belgique* T. 86, B. pp. 461-468 I fig. I hors-texte.

- PIRLET H. (1965).- Classification des calcaires de la série des Aréno-cryptites. *Ann. Soc. géol. Belgique*. T. 88, B, p. 395-410, 2 fig., I tabl.
- PIRLET H. (1965).- La sédimentation rythmique et la stratigraphie du Viséen supérieur V3b, V3c dans les synclinoriums de Namur et de Dinant. Thèse doctorale *Mém. Acad. Roy. de Belgique*. 2ème série, T. XVII, Fasc. 4.
- PIRLET H. (1966).- Présence d'un tonstein dans le Viséen supérieur des synclinoriums de Namur et de Dinant. *Ann. Soc. géol. de Belgique* T. 89, B, pp. 27-32, I microphoto.
- PIRLET H. (1966).- Mouvements épéirogéniques dévono-carbonifères dans la région de Visé; la carrière de "la Folie" à Bombaye. *Ann. Soc. Géol. de Belgique* T. 90, B, pp. 103-117, 3 fig., I tabl.
- PIRLET H. (1966).- Mouvement épéirogénique au sein du Viséen inférieur VI dans la partie centrale du Synclinorium de Namur. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, T. 90; B, p.254-260, I fig.
- PIRLET H. (1967).- Méthodes d'analyse séquentielle dans les formations calcaires. *Preprint of the VII International Sedimentological Congress Great Britain, Reading and Edimburgh* 5 fig.
- PIRLET (1967).- Nouvelle interprétation des carrières de Richelle; le Viséen de Visé. *Ann. Soc. géol. de Belgique* T. 90, B, p. 299-328. 2 hors-textes, 2 tabl., I pl. photo.
- PIRLET H. (1967).- La tranchée de Berneau à Visé et la sédimentation dévono-carbonifère dans la région de Visé. *Ann. Soc. géol. de Belgique* T. 90 (B) p. 751-765, 2 fig. 2 tabl.
- PIRLET H., CONIL R., LYS M. (1967).- Traits principaux de l'échelle biostratigraphique du Dinantien de la Belgique. *Preprint of the subcommission on Carboniferous Stratigraphy of the 6° International Congress of Carboniferous Stratigraphy and geology*, Sheffield, 3 pl.
- PIRLET H. (1969).- Compte rendu de l'excursion de la Société géologique de Belgique tenue dans la région de Visé le 19 octobre 1968. *Ann. Soc. géol. Belgique* T. 92, I hors-texte, 4 fig., pp. 455-466.
- PLAZIAT J.C. (1970).- Huitres de Mangrove et peuplements littoraux de l'Eocène inférieur des Corbières. Les mangroves fossiles comme élément déterminant de palaeologie littorale et de paléoclimatologie. *Géobios*, N° 3, Fasc. 1, A. REY, Lynn, pp. 7-27.
- PRUVOST P., DELEPINE G. (1921).- Observations sur la faille d'Hydrequent et sur les couches de base du Carbonifère dans le bas-Boulonnais. *Bull. Soc. géol. France*, s. 4, T. XXI.
- PRUVOST P., PRINGLE J. (1924).- A synopsis of the geology of the geology of the Boulonnais *Proc. geol. Assoc.* T. XXXV. p. 29.
- RIGAUX E. (1863).- Notice stratigraphique sur le Bas-Boulonnais *Bull. n°4 Soc. Acad. Boulogne*.
- RIVIERE A. VERNHET S. (1963).- Contribution à l'étude de la sédimentologie des sédiments carbonatés. *Deltaic and Shallow marine deposits -proc. 6° int. Sed. Cong. The Netherlands and Belgium* pp. 356-361.
- ROBINSON J.W.D. (1920).- The Devonian of Ferques. *Quart. Journ. geol. Soc.* Vol. LXXVI. pp. 228-237 I pl.

- ROBINSON R.B. (1967).- Diagenesis and porosity development in recent and pleistocene oolites from southern Florida and the Bahamas. *Journ. of Sed. Petr* Vol. 37, n° 2, pp. 355-364 figs 1-9, June.
- SADLER H.E. (1966).- A detailed Study of microfaciès in the Mid-Viseen (S2-D1) Limestones near Hartington, Derbyshire, England. *Journal of Sedimentary Petrology* V. 36, n° 4, pp. 864-879 figs 1-7, Dec.
- SHINN E.A. (1965).- et GINSBURG R.N., LLOYD R.M. (1965).- Recent supratidal dolomite from Andros Island, Bahamas *Dolomitisation and limestone diagenesis, a symposium S.E.P.M.* Special publication n° 13. pp. 112-123.
- WALLACE P. (1967).- The sub mesozoic Palaeogeology and Palaeogeography of northeastern France and the Straits of Dover. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 4 (1968) pp. 241-255.
- WALLACE P. (1969).- Specific frequency and environmental indicators in two horizons of the Calcaire de Ferques (Upper Devonian), Northern France. *Paleontology*, Vol. 12, part 3, pp. 366-381.
- WOLF K.H. (1961).- An introduction to the classification of limestones. *Neues Jahrbuch fur Geol. und Pal.* Heft 5, 1 fig, 1 tab, pp. 236-250.

EXPLICATION DES TABLEAUX ET DES PLANCHES

Tableau	I, p.	2	: Légende stratigraphique du Viséen belge
Tableau	II, p.	4	: Stratigraphie du Viséen boulonnais
Planche	I, p.	7	: a) macroorganoclastite, b) microorganoclastite
Planche	II, p.	8	: a) oolithite, b) calcaire construit grumeleux
Planche	III, p.	11	: a) cryptite avec ostracodes, b) calcaire grumeleux avec "serpules") c) pseudoolithite.
Planche	IV, p.	12	: a) calcaire dolomitisé, b) endoclastite
Planche	V, p.	21	: Séquence dans le V3a α , bloc témoin de la carrière de Tramaka (Belgique)
Planche	VI, p.	22	: La séquence standard
Planche	VII, p.	26	: Plan et profil sédimentologiques du Banc des Bahamas
Planche	VIII, p.	35	: Diagramme interprétatif du déroulement de la séquence
Planche	IX, p.	42	: a) schéma structural du massif primaire boulonnais b) reconstitution tectonique.
Planche	X, p.	43	: a) situation des carrières étudiées b) relations stratigraphiques entre les carrières
Planche	XI, p.	74	: Tableau séquentiel des calcaires viséens du Massif du Haut-Banc.
Planche	XII, p.	112	: Le Dinantien franco-belge
Planche	XIII, p.	113	: Plan des principales coupes de référence en Belgique
Planche	XIV, p.	114	: La brèche inférieure du V2b - angle nord-est de la carrière de Basse-Normandie, front inférieur.
Planche	XV, p.	116	: Epaisseur totale et épaisseur de la phase inférieure des séquences dans le Boulonnais
Planche	XVI, p.	117	: Epaisseur de la phase supérieure et rapport de phase des séquences dans le Boulonnais
Planche	XVII, p.	121	: Séquences -16 à -10 du V2b, panorama, front nord-ouest de la carrière de Basse-Normandie
Planche	XVIII, p.	122	: Séquences -16 à -10, plan moyen - détail de la planche XVII.
Planche	XIX, p.	124	: Epaisseur des séquences et rapport de phase R du V2b dans la région de Namur.
Planche	XX, p.	126	: Séquence -10 à -4, plan moyen - front nord-ouest de la carrière de Basse-Normandie - plateforme moyenne.

- planche XXI, p. 129 : Séquences -5 à +1, panorama - front ouest de la carrière de Basse-Normandie
- Planche XXII, p. 130 : Séquences -4 à 0, plan moyen - détail de la planche XXI.
- Planche XXIII, p. 134 : Séquences +1 à +5 du V2b, panorama - angle sud-ouest de la carrière de Basse-Normandie
- Planche XXIV, p. 137 : Séquences +3 à +4 du V2b, plan moyen - front ouest de la carrière de Basse-Normandie, le long de la route d'accès parallèle au chemin de fer.
- Planche XXV, p. 138 : Séquences +3 à +5 du V2b, plan moyen - même lieu que la planche XXIV
- Planche XXVI, p. 141 : V2b δ et séquence 1 du V3a α - carrière de la Vallée Heureuse, au N du Chantier marbrier
- Planche XXVII, p. 142 : Epaisseur des séquences du V3a α dans la région de Namur
- Planche XXVIII, p. 144 : Séquences 1 à 6 du V3a α carrière de la Vallée Heureuse, base du chantier marbrier.
- Planche XXIX, p. 145 : Séquences 5 à 14 du V3a α , panorama - front ouest de la carrière de la Vallée heureuse.
- Planche XXX, p. 146 : Niveau argileux et niveau oolithique repères - Front nord-est de la carrière de Blecquenecques
- Planche XXXI, p. 149 : Séquences 0 à 3 du V3b α - Front nord-est de la carrière de Blecquenecques
- Planche XXXII, p. 150 : Séquences 2 à 5 du V3b α - front sud de la carrière de Blecquenecques
- Planche XXXIII p. 151 : Epaisseur moyenne des séquences du V3b
- Planche XXXIV, p. 155 : Macrosphérolithes de calcite - a) Boulonnais b) Dinant.

S O M M A I R E

	pages
AVANT-PROPOS	1
CHAPITRE I - LA LITHOLOGIE	5
<i>Les constituants</i>	5
Somatites	6
La cryptite	10
Les autres types de calcaires	13
Les faciès non-carbonatés	17
CHAPITRE II - LA METHODE : L'ANALYSE SEQUENTIELLE	19
La séquence standard	19
Les niveaux repères	23
La micropaléontologie	23
Interprétation de la séquence	25
Milieux sédimentaires du Banc des Bahamas	25
<i>Situation générale</i>	25
<i>Les faciès</i>	27
Genèse de la séquence	32
<i>Conditions générales</i>	32
<i>Déroulement de la séquence</i>	33
CHAPITRE III - LES MACROFACIES	41
Localisation des coupes et carrières	41
Description des séquences	45
CHAPITRE IV - LES MICROFACIES	75
CHAPITRE V - LES CORRELATIONS	111
Corrélations à l'échelle de l'assise	111
V2a	111
V2b	115
V3a	118
V3b	120

	pages
Corrélations à l'échelle de la séquence	123
<i>V2b</i>	123
<i>V3a</i>	140
<i>V3b</i>	143
ANNEXE 1 - <i>les brèches parasédimentaires</i>	154
ANNEXE 2 - <i>les niveaux argileux</i>	157
ANNEXE 3 - <i>annexe micropaléontologique</i>	160
CONCLUSIONS	163
BIBLIOGRAPHIE	165
EXPLICATION DES PLANCHES ET TABLEAUX	171
SOMMAIRE	173

REMERCIEMENTS

A Monsieur A. BONTE qui m'a confié ce travail et qui m'a apporté un soutien moral et matériel dans l'élaboration de ce mémoire, j'adresse mes plus vifs remerciements.

A Monsieur R. CONIL, qui m'a reçu dans son laboratoire et a accepté de déterminer une partie de ma microfaune, j'exprime ma gratitude.

Que Monsieur H. PIRLET reçoive l'hommage de ma reconnaissance : il m'a fait découvrir et m'a initié à ses méthodes, m'a guidé sur le terrain, et n'a cessé de me prodiguer ses précieux conseils.

HORS-TEXTE

LOG RECAPITULATIF DE LA SERIE DECRITE

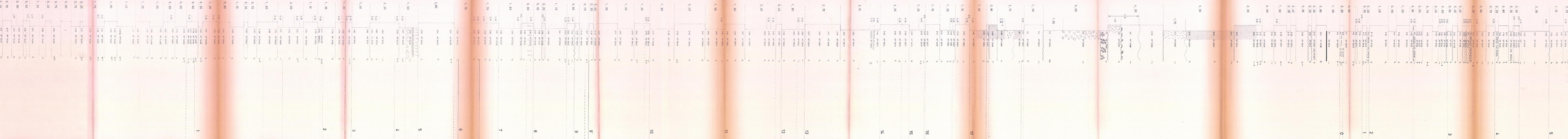
1er dépliant : depuis la base visible du V2b δ à la séquence 5 du V3b α

2ème dépliant: depuis la séquence 0 (V2b β) à la séquence 5 du V2b γ .

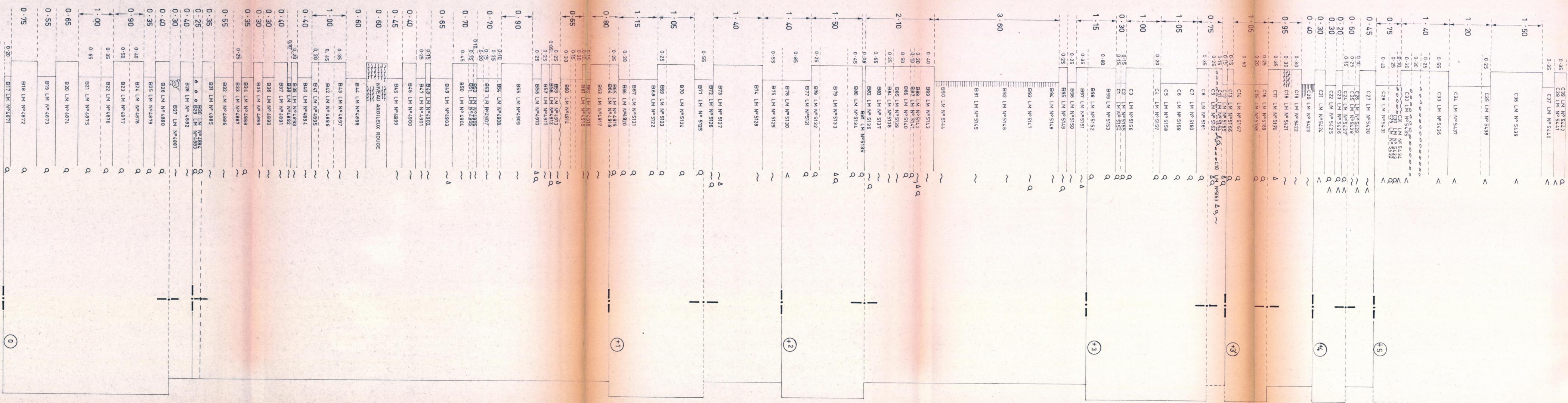
3ème dépliant: depuis les lers niveaux visibles du V2a à la séquence
-1 du V2b α

LEGENDE

- les unités sont exprimées en mètres
- Echelle 1/50 (soit 2 cm pour 1 mètre)
- les diastèmes majeurs sont figurés par 1 trait plein, les diastèmes mineurs par un trait tireté. Chaque banc est mis artificiellement en relief sur le dessin.
- les numéros précédés d'une lettre (D17, par ex) désignent l'échantillon prélevé sur le terrain
- le numéro à 4 chiffres (N° 5448 par ex) désigne la lame mince correspondante et archivée.
- le signe \circ représente le microfaciès organoclastique
 - \circ "oolithique
 - $+$ "cryptitique.
 - Δ "endoclastique
 - \angle "dolomitique
 - \sim des microfaciès d'origine algale : grumeleux, microgrumeleux etc....
- à droite est figuré le n° de la séquence
 - en trait plein : la base de la séquence
 - en trait tireté: la limite entre les 2 phases.



0.30	F88	N° 5812	q
0.35	F87	N° 5811	q
0.25	F86	N° 5810	q
0.50	F85	N° 5809	q
0.50	F84	N° 5808	q
1.10	F83	N° 5807	q
0.90	F82	N° 5806	q
0.70	F81	N° 5805	q
0.85	F80	N° 5804	q
0.30	F79	N° 5803	q
0.30	F78	N° 5802	q
1.05	F77	N° 5801	q
0.80	F76	N° 5800	q
0.35	F75	N° 5799	q
0.25	F74	N° 5798	q
0.95	F73	N° 5797	q
0.30	F72	N° 5796	q
0.30	F71	N° 5795	q
0.30	F70	N° 5794	q
0.30	F69	N° 5793	q
0.30	F68	N° 5792	q
0.30	F67	N° 5791	q
0.30	F66	N° 5790	q
0.30	F65	N° 5789	q
0.30	F64	N° 5788	q
0.30	F63	N° 5787	q
0.30	F62	N° 5786	q
0.30	F61	N° 5785	q
0.30	F60	N° 5784	q
0.30	F59	N° 5783	q
0.30	F58	N° 5782	q
0.30	F57	N° 5781	q
0.30	F56	N° 5780	q
0.30	F55	N° 5779	q
0.30	F54	N° 5778	q
0.30	F53	N° 5777	q
0.30	F52	N° 5776	q
0.30	F51	N° 5775	q
0.30	F50	N° 5774	q
0.30	F49	N° 5773	q
0.30	F48	N° 5772	q
0.30	F47	N° 5771	q
0.30	F46	N° 5770	q
0.30	F45	N° 5769	q
0.30	F44	N° 5768	q
0.30	F43	N° 5767	q
0.30	F42	N° 5766	q
0.30	F41	N° 5765	q
0.30	F40	N° 5764	q
0.30	F39	N° 5763	q
0.30	F38	N° 5762	q
0.30	F37	N° 5761	q
0.30	F36	N° 5760	q
0.30	F35	N° 5759	q
0.30	F34	N° 5758	q
0.30	F33	N° 5757	q
0.30	F32	N° 5756	q
0.30	F31	N° 5755	q
0.30	F30	N° 5754	q
0.30	F29	N° 5753	q
0.30	F28	N° 5752	q
0.30	F27	N° 5751	q
0.30	F26	N° 5750	q
0.30	F25	N° 5749	q
0.30	F24	N° 5748	q
0.30	F23	N° 5747	q
0.30	F22	N° 5746	q
0.30	F21	N° 5745	q
0.30	F20	N° 5744	q
0.30	F19	N° 5743	q
0.30	F18	N° 5742	q
0.30	F17	N° 5741	q
0.30	F16	N° 5740	q
0.30	F15	N° 5739	q
0.30	F14	N° 5738	q
0.30	F13	N° 5737	q
0.30	F12	N° 5736	q
0.30	F11	N° 5735	q
0.30	F10	N° 5734	q
0.30	F9	N° 5733	q
0.30	F8	N° 5732	q
0.30	F7	N° 5731	q
0.30	F6	N° 5730	q
0.30	F5	N° 5729	q
0.30	F4	N° 5728	q
0.30	F3	N° 5727	q
0.30	F2	N° 5726	q
0.30	F1	N° 5725	q



C38 LM No 5442
C37 LM No 5441

C36 LM No 5439

C35 LM No 5438

C34 LM No 5437

C33 LM No 5436

C32 LM No 5435
C31 LM No 5434
C30 LM No 5433
C28 LM No 5431

C27 LM No 5430

C26 LM No 5429
C25 LM No 5428
C24 LM No 5427
C23 LM No 5426
C22 LM No 5425

C21 LM No 5424

C20 LM No 5423

C19 LM No 5422
C18 LM No 5421

C17 LM No 5170

C16 LM No 5169
C15 LM No 5168

C14 LM No 5167
C13 LM No 5166
C12 LM No 5165
C11 LM No 5164
C10 LM No 5163
C9 LM No 5162
C8 LM No 5161

C7 LM No 5160

C6 LM No 5159
C5 LM No 5158
C4 LM No 5157

C3 LM No 5156
C2 LM No 5155
C1 LM No 5154

B99 LM No 5153
B98 LM No 5152
B97 LM No 5151
B96 LM No 5150
B95 LM No 5149
B94 LM No 5148

B93 LM No 5147
B92 LM No 5146

B91 LM No 5145

B90 LM No 5144

B89 LM No 5143
B88 LM No 5142
B87 LM No 5141
B86 LM No 5140
B85 LM No 5139
B84 LM No 5138
B83 LM No 5137
B82 LM No 5136
B81 LM No 5135
B80 LM No 5134

B79 LM No 5133
B78 LM No 5132
B77 LM No 5131

B76 LM No 5130
B75 LM No 5129

B74 LM No 5128

B73 LM No 5127
B72 LM No 5126
B71 LM No 5125

B70 LM No 5124

B69 LM No 5123
B68 LM No 5122

B67 LM No 5121
B66 LM No 4920
B65 LM No 4919
B64 LM No 4918
B63 LM No 4917

B62 LM No 4916
B61 LM No 4915
B60 LM No 4914

B59 LM No 4913
B58 LM No 4912
B57 LM No 4911
B56 LM No 4910

B55 LM No 4909

B54 LM No 4908
B53 LM No 4907
B52 LM No 4906
B51 LM No 4905
B50 LM No 4904

B49 LM No 4903

B48 LM No 4902
B47 LM No 4901
B46 LM No 4900

B45 LM No 4899

B44 LM No 4898
B43 LM No 4897
B42 LM No 4896
B41 LM No 4895
B40 LM No 4894
B39 LM No 4893
B38 LM No 4892
B37 LM No 4891
B36 LM No 4890
B35 LM No 4889
B34 LM No 4888
B33 LM No 4887
B32 LM No 4886
B31 LM No 4885
B30 LM No 4884
B29 LM No 4883
B28 LM No 4882
B27 LM No 4881

B26 LM No 4880
B25 LM No 4879
B24 LM No 4878
B23 LM No 4877
B22 LM No 4876
B21 LM No 4875
B20 LM No 4874
B19 LM No 4873
B18 LM No 4872
B17 LM No 4871

DSS

+1

+2

+3

+4

+5

0,75	BN 16	N° 4375	+ <	
0,50	BN 15	N° 4374	+ Δ	
0,20	BN 14	N° 4373	+ +	
1,75	BN 13	N° 4510	Δ	
	BN 12	N° 4509	+ q	
	BN 11	N° 4508	+ ~	
0,95	BN 10	N° 4537	+ ~	
1,65	BN 9	N° 4536	+	
	BN 8	N° 4535	~	
	BN 7	N° 4534	~	
0,75	BN 6	N° 4533	q +	
0,60	BN 5	N° 4532	q	
0,35	BN 4	N° 4531	q	
0,50	BN 3	N° 4529	q	
0,85	BN 2	N° 4528	q	
1,10	BN 1	N° 4527	~	
0,40	BN 11	N° 3772	~	
0,50	BN 12	N° 3773	q	
1,70	BN 13	N° 3774-3807	q	
0,35	BN 14	N° 3775	q	
1,00	BN 15	N° 3776	q	
0,40	BN 16	N° 3777	q	
0,50	BN 17	N° 3778	~	
0,20	BN 18	N° 3779	~	
0,95	BN 19	N° 3780	~ <	
0,35	BN 20	N° 3787	q	
0,65	BN 29	N° 3788	~ <	
0,30	BN 30	N° 3789	q o	
0,20	BN 31	N° 3790-3808	o	
0,60	BN 32	N° 3791-3810	o	
0,30	BN 33	N° 3792-3809	~	
	BN 34	N° 3793-3811	~	
	BN 35	N° 3794	~	
1,25	BN 36	N° 3795	o	
0,25	BN 37	N° 3796	o	
0,25	BN 28	N° 3797	~	
0,70	BN 39	N° 3798	o	
0,85	BN 40	N° 3799	q Δ	
0,90	BN 41	N° 3800	q Δ	
0,60	BN 43	N° 3802	+	
0,70	BN 44	N° 3803	Δ	
0,90	BN 48	N° 3975	o Δ	
	BN 49	N° 3976	+	
	BN 46	N° 3805	Δ	
	BN 50	N° 3977	~	
0,40	BN 51	N° 3978	o	
	BN 52	N° 3979	o	
0,80	BN 53	N° 3980	q	
	BN 54	N° 3981	q	
0,60	BN 55	N° 3982	+	
	BN 56	N° 3983	+	
	BN 57	N° 3984	~	
	BN 58	N° 3985	o	
	BN 59	N° 3986	o	
0,25	BN 60	N° 3987	q Δ	
0,25	BN 61	N° 3988 + BN 62	N° 3989	o
0,25	BN 63	N° 3990	o	
0,20	BN 65	N° 3992	o	
0,20	BN 67	N° 3994	~	
0,40	BN 69	N° 3996	o	
0,15	BN 70	N° 3997 + BN 71	N° 3998	~
0,20	BN 72	N° 4000	+	
0,55	BN 73	N° 4001	+	
0,80	BN 74	N° 4002	+	
0,45	BN 82	N° 4212	o	
	BN 83	N° 4213	o	
	BN 84	N° 4214	o	
	BN 85	N° 4215	o	
	BN 86	N° 4216	o	
	BN 87	N° 4217	o	
	BN 88	N° 4218	o	
	BN 89	N° 4219	o	
	BN 90	N° 4220	o	
	BN 91	N° 4221	o	
	BN 92	N° 4222	o	
	BN 93	N° 4223	o	
	BN 94	N° 4224	o	
	BN 95	N° 4225	o	
	BN 96	N° 4226	o	
	BN 97	N° 4227	o	
	BN 98	N° 4228	o	
	BN 99	N° 4229	o	
	BN 100	N° 4230	o	
	BN 101	N° 4231	o	
	BN 102	N° 4232	o	
	BN 103	N° 4233	o	
	BN 104	N° 4234	o	
	BN 105	N° 4235	o	
	BN 106	N° 4236	o	
	BN 107	N° 4237	o	
	BN 108	N° 4238	o	
	BN 109	N° 4239	o	
	BN 110	N° 4240	o	
	BN 111	N° 4241	o	
	BN 112	N° 4242	o	
	BN 113	N° 4243	o	
	BN 114	N° 4244	o	
	BN 115	N° 4245	o	
	BN 116	N° 4246	o	
	BN 117	N° 4247	o	
	BN 118	N° 4248	o	
	BN 119	N° 4249	o	
	BN 120	N° 4250	o	
	BN 121	N° 4251	o	
	BN 122	N° 4252	o	
	BN 123	N° 4253	o	
	BN 124	N° 4254	o	
	BN 125	N° 4255	o	

sous séquence

sous séquence