

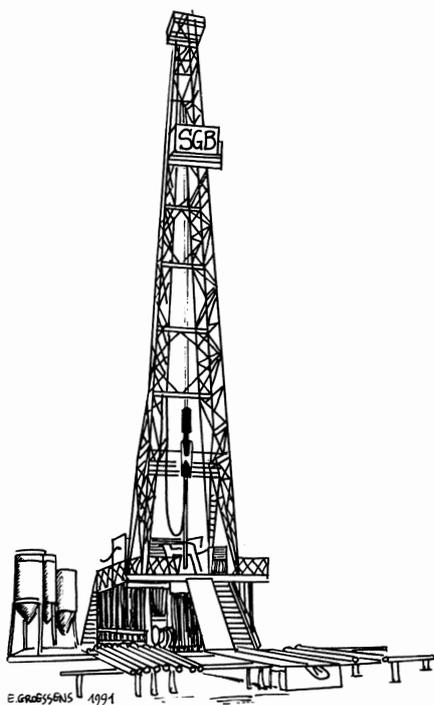
MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES



MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

**LE «V3a» ANHYDRITIQUE DU SONDAGE DE
SAINT-GHISLAIN (150E387, PROVINCE DU HAINAUT,
BELGIQUE) : DESCRIPTION MACROSCOPIQUE ET
STRUCTURES SEDIMENTAIRES.**

par
DE PUTTER TH., GROESSENS E., HERBOSCH A.



**Le "V3a" anhydritique du sondage de Saint-Ghislain
(150E387, Province du Hainaut, Belgique):
description macroscopique et structures
sédimentaires.**

par De Putter, Th.¹, Groessens, E.², Herbosch, A.³

¹ Boursier IRSIA, Université Libre de Bruxelles, Sédimentologie et Géodynamique des Bassins, CP 160, 50, av. F.-D. Roosevelt, B-1050 Bruxelles.

² Service Géologique de Belgique, 13, rue Jenner, B-1040 Bruxelles.

³ Université Libre de Bruxelles, Sédimentologie et Géodynamique des Bassins, CP 160, 50, av. F.-D. Roosevelt, B-1050 Bruxelles.

INTRODUCTION

En 1976, Dejonghe *et al.* signalaient la découverte d'importantes formations anhydritiques dans les séries anté-namuriennes du sondage de Saint-Ghislain. Depuis, de nombreuses publications ont été consacrées:

- à la stratigraphie et à la micropaléontologie du Dinantien du sondage,
- à la sédimentologie des évaporites viséennes,
- à la géochimie isotopique des sulfates,
- aux implications paléogéographiques et structurales de la présence des formations anhydritiques du Dinantien dans le contexte de la structuration varisque du Bassin franco-belge¹.

Cependant, dans l'ensemble des travaux existants, il n'existe à ce jour aucune description macroscopique systématique et détaillée de la série viséenne, et de l'intervalle "V3a" en particulier.

L'étude que nous consacrons à la "Grande Brèche" ("V3a") et à ses équivalents latéraux nous a amené à rassembler le matériel contemporain du sondage et à l'observer en détail. A cet effet, les carottes qui ne l'étaient pas ont été sciées et l'ensemble des carottes a été décrit après nettoyage (eau, ultra-sons) et traitement des surfaces par HCl dilué lorsque la nécessité s'en faisait sentir. Nous avons pu dégager de ce travail les observations présentées ci-dessous dont la plupart n'ont jamais été signalées.

Que l'on ne s'étonne pas d'autre part de trouver ici une description exclusivement macroscopique du "V3a": ce type de description, que les recherches actuelles ont quelque peu relégué au second plan et qui peut paraître désuet à certains, nous est cependant apparu extrêmement pertinent dans le cas de l'étude d'une série anhydritique. La plupart des critères permettant de déterminer l'environnement de dépôt de tels sédiments est en effet fourni par l'observation de structures macroscopiques.

Dans le cas du "V3a" de Saint-Ghislain, nous avons pu constater que - contrairement à ce que nous pouvions craindre - la structuration varisque n'a pas tout effacé des structures primaires et, en tout cas, en a laissé subsister assez pour fournir des critères précieux au point de vue génétique.

En pratique, on trouvera dans les pages qui suivent une description macroscopique des 160 m compris entre 2100 m et

¹ Voir, en annexe 1, la liste des principales publications consacrées au Dinantien du sondage.

1940 m, épaisseur qui correspond à l'intervalle "V3a", défini par Groessens *et al.* (1979, p. 9), augmenté du sommet du V2b et de la base du V3b. La séquence a été découpée en "paquets" présentant une relative homogénéité de faciès et ceux-ci ont été décrits les uns après les autres. L'accent a été mis sur la description des passées carbonatées, plus riches en structures que l'anhydrite nodulaire; ces structures sont décrites et illustrées. Une synthèse des observations est présentée ensuite, sous la forme d'une colonne lithologique détaillée. En annexe ont été repris les pourcentages relatifs carbonates/sulfates (carotte par carotte), transformés en épaisseurs et épaisseurs cumulées des lithologies respectives ainsi qu'une liste des principaux travaux publiés.

*

DESCRIPTION MACROSCOPIQUE DU V3a DU SONDAGE DE St GHISLAIN.

D'environ 2100,00m à 2080,00m, partie sommitale du V2b (Groessens *et al.*, 1979), un échantillonnage fort réduit (30%)¹ a permis l'observation de sédiments essentiellement anhydritiques.

L'anhydrite, qui constitue 65% de l'épaisseur de l'intervalle, s'observe le plus souvent en passées décimétriques à métriques. Elle présente généralement un faciès nodulaire. Les nodules, blanc laiteux, sont des masses irrégulières (moins fréquemment ellipsoïdales ou subsphériques) de taille comprise entre 1 et 10 cm. La croissance de nodules voisins les uns des autres peut les amener à se toucher, ne laissant subsister entre eux qu'un mince filet carbonaté noir. Les limites de chaque nodule restent ainsi clairement définies tout en s'adaptant aux irrégularités des nodules voisins. C'est la structure connue sous le nom de "chicken-wire" ("treillis de poule" en français²)(pl. 1,a).

Entre 2090,50m et 2089,00m, ce faciès anhydritique présente les traces d'une intense déformation, de toute évidence postérieure au dépôt et orientée selon un plan faiblement oblique par rapport au plan de stratification. Celle-ci se marque par un extrême allongement des nodules, séparés par un réseau de filets carbonatés noirs parallèles ou anastomosés. On observe de temps en temps un autre type de déformation (primaire cette fois) caractérisé par la contorsion de lits centimétriques de nodules assemblés comme décrit ci-dessus; cette structure, dite entérolithique, est généralement de hauteur décimétrique. Quelques nodules centimétriques dressés rappellent par leur forme et leur orientation les monocristaux de gypse sélénitique (2080,40m par exemple)(pl.1,b).

L'anhydrite est parfois également présente en lits massifs de quelques centimètres d'épaisseur (correspondant le plus souvent à l'épaisseur de la section d'un gros nodule) dans le sédiment carbonaté.

Les passées calcaires, qui représentent environ 35% de l'épaisseur de l'intervalle, sont le plus souvent d'épaisseur décimétrique. Il s'agit presque toujours de mudstones gris moyen à

¹ Lacunes d'échantillonnage entre 2099,85m et 2091,10m et entre 2088,10m et 2083,83m.

² L'expression française est peu usitée; c'est la raison pour laquelle nous ne l'emploierons pas ici. Nous n'emploierons pas davantage les termes de "structure mosaïque" considérés par Hennebert, 1979 (*in* Groessens *et al.*, 1979, pp 27-29) comme synonymes de "chicken-wire" et également moins répandus que cette dernière appellation.

noirs, à structure massive ou laminaire et fréquemment fissurés (fissures subverticales recoupées par les processus de pression/dissolution)(2088,53m-2088,10m, par exemple). A l'intérieur de ces passées calcaires, on observe parfois des lits d'épaisseur centimétrique riches en porphyrotopes³ millimétriques à centimétriques, présentant les formes cristallines de l'anhydrite. Ces porphyrotopes, qui incorporent une importante fraction micritique, sont parfois "granuloclassés" normalement (2100,00m).

Une lacune d'échantillonnage est à déplorer entre 2080,00m et 2067,30m, soit la partie du sondage comprenant le sommet du V2b et le passage au V3a sus-jacent (Groessens *et al.*, 1979).

Entre 2067,30m et 2064,20m, on observe dans les échantillons récupérés (55% du total de l'intervalle)⁴ une répartition anhydrite/carbonate de 60 et 40%, respectivement.

L'anhydrite nodulaire se présente le plus souvent en lits centimétriques interstratifiés au sédiment carbonaté; en bordure de ces lits, des formes cristallines orthorhombiques (monocristaux millimétriques d'anhydrite) sont parfois visibles (2067,30m; 2064,45m;...).

Les carbonates sont le plus souvent des mudstones laminaires, constitués d'une alternance de lamines millimétriques gris clair et gris foncé. Ils sont fréquemment affectés par une micro-fissuration, antérieure aux processus de pression/dissolution, qui paraît liée à la croissance en leur sein de nodules de sulfate. La croissance de l'anhydrite au sein de l'encaissant carbonaté provoque dans celui-ci diverses déformations plastiques: ploiements (mais non ruptures), convolutes, micro-slumps,... (2065,67m, par exemple)(pl.1,c). Occasionnellement, le sédiment peut être décomposé au point de se présenter sous la forme d'une véritable micro-brèche de copeaux laminaires plus ou moins anguleux, millimétriques à centimétriques, dans une matrice noire fine (2066,15m).

Dans une passée carbonatée continue d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur (2065,47m), on peut observer, de bas en haut, la succession de lithofaciès suivante:

- une petite dizaine de centimètres de wackestone noir à fins bioclastes;

³ Nomenclature de Friedmann, 1965.

⁴ Lacunes d'échantillonnage entre 2066,95m et 2066,50m; entre 2066,25m et 2065,80m et entre 2065,45m et 2064,65m.

- une passée de 1 à 2cm de wackestone ou packstone à gros bioclastes (1 ou 2cm) et grains cortiqués subsphériques millimétriques à centimétriques;
- une dizaine de centimètres de lamines carbonatées millimétriques, oolithiques (grainstone ?) et complètement "imprégnées" par des cristaux poecilotropiques de sulfate⁵, de taille millimétrique à parfois centimétrique (pl.1,d).

Cette séquence rythmique se retrouvera à plusieurs reprises dans les sédiments sus-jacents, telle quelle ou avec de légères variantes dans l'épaisseur respective des différents lithofaciès.

L'intervalle compris entre 2064,20m et 2056,60m est caractérisé par un taux de récupération de 99%; il est majoritairement constitué d'anhydrite, à plus de 75% (en augmentation par rapport à l'intervalle précédent).

L'anhydrite se présente comme dans l'intervalle sous-jacent, interstratifiée dans des carbonates laminaires (moins abondants cependant dans cet intervalle que dans le précédent). Quelques passées décimétriques à métriques présentent une structure beaucoup plus massive, en chicken-wire ou avec des nodules fusionnés au point de n'être plus que partiellement séparés par des filets très fins et discontinus (structure "wispy" de Holliday (1971); 2064,20m-2063,70m; 2062,00m-2061,70m; 2058,97m-2058,02m); des structures entérolithiques s'observent en 2063,80m et 2060,45m, notamment.

Deux courtes passées bréchiques s'observent dans l'intervalle; la première, épaisse d'une trentaine de centimètres (2062,60m-2062,30m), présente un aspect globalement similaire à celle décrite dans l'intervalle précédent. Elle contient en outre de nombreux petits éléments (de taille inférieure à 1 ou 2cm) d'anhydrite et, d'autre part, des blocs carbonatés centimétriques contenant eux-mêmes des nodules anhydritiques limités à leur enveloppe dans une matrice fine noire (pl.2,a). La seconde passée bréchique, épaisse d'environ 15cm (2057,60m-2057,45m) se présente davantage comme une passée de brèche *in situ* constituée de copeaux centimétriques de calcaire laminaire gris clair, subparallèles à la stratification, dans une matrice carbonatée fine, noire, avec de nombreuses plages de sulfates poecilotropiques (pl.2,b).

Une séquence carbonatée rythmique plus ou moins semblable à celle décrite en 2065,47m peut être observée en 2060,45m-

⁵ sur la surface sciée d'une carotte, ceux-ci se reconnaissent aisément grâce à une iridescence comparable à celle de la labradorite.

2060,30m. Le terme à gros bioclastes et grains cortiqués est plus épais que dans la séquence décrite ci-dessus et atteint plus ou moins 5cm; les autres termes sont semblables en tous points à ceux de la séquence déjà décrite. Le même type de séquence rythmique se retrouve en 2059,00m, épaisse seulement d'une dizaine de centimètres.

La passée comprise entre 2056,60m et 2054,40m est constituée d'anhydrite chicken-wire (62%) à petits nodules de quelques centimètres au maximum. L'anhydrite est peu affectée par les déformations secondaires sauf dans la passée 2055,40m-2055m où la déformation est d'intensité moyenne. Les passées carbonatées sont relativement abondantes (2056,60m-2056,10m; 2055,65m-2055,40m; 2054,80-2054,60m; 2054,50m).

La première de ces intercalations carbonatées (2056,60m-2056,10m) est constituée de calcaire laminaire à très nombreuses imprégnations poecilotopiques de sulfate. Ce calcaire est affecté par une double fissuration: l'une, subverticale (c'est-à-dire plus ou moins parallèle à l'allongement de la carotte) est postérieure à l'autre, plus oblique, mais toutes deux sont antérieures aux stylolithes. Le sommet de cette passée (2056,20m-2056,10m) est constitué de wackestone noduleux à macrofossiles (millimétriques à centimétriques) abondants; on peut notamment y observer quelques goniatites münsteroceratides⁶ (pl.2,c).

La seconde passée carbonatée (2055,65m-2055,40m) présente un faciès beige⁷, laminaire, affecté par des processus de dessiccation (fentes de dessiccation et "copeaux" centimétriques) et, vers le sommet, un faciès de brèche micro-slumpée à petits (<1cm) fragments laminaires anguleux .

La troisième passée carbonatée (2054,80m-2054,60m) présente à nouveau une séquence rythmique plus ou moins semblable à celle déjà décrite ci-dessus, bien que le wackestone foncé à fins bioclastes soit absent dans le cas présent. Deux centimètres de wackestone riche en macrofossiles (dont des goniatites) et grains cortiqués sont surmontés par 15cm de grainstone oolithique plus ou moins laminaire avec d'abondantes imprégnations poecilotopiques (pl.2,d). Des ciments siliceux isopaques entourant les ooïdes (à l'échelle microscopique) ont également été décrits à ce niveau (2054,60m) (De Putter, 1991).

⁶ *Münsteroceras* probable ou *Dzhaprakoceras* (comm. pers. D. Kom).

⁷ Cette couleur beige des carbonates est très généralement représentative d'un phénomène de dolomitisation, qui se marque à l'observation par une faible réaction à l'HCl dilué.

Enfin, la dernière passée carbonatée (2054,50m), qui suit de près la précédente⁸, est toujours constituée de grainstone oolithique à poecilotopes mais est surtout remarquable par la présence d'une fissure subverticale, d'ouverture décimétrique. Celle-ci est cimentée par un carbonate blanc laiteux finement grenu en masses pluri-millimétriques irrégulières, par des lattes centimétriques translucides de sulfate et par du soufre natif, en veinules recoupant indifféremment les carbonates et les sulfates (pl. 3,a). Cette fissure est antérieure aux masses d'anhydrite chicken-wire qui la recoupent et sont présentes au sommet de la carotte.

L'intérêt des passées carbonatées décrites ci-dessus réside surtout dans la présence de goniatites, rarement rencontrées dans cet intervalle stratigraphique, que ce soit en sondage ou à l'affleurement.

La passée suivante (2054,12m - 2044,70m) est majoritairement constituée d'anhydrite chicken-wire (92%)⁹, généralement à nodules de petite taille (quelques cm au maximum) et déformée à des degrés divers: faiblement à modérément dans les premiers mètres (2054,12m-2051,32m), plus fortement dans le restant de l'intervalle (2050,80m-2044,70m). Au sein de ce dernier intervalle, deux mètres de carottes (2049,50m-2047,50m) présentent un faciès d'anhydrite très déformée, laminaire, déjà décrit: l'anhydrite s'y présente sous forme de lits d'1 ou 2cm d'épaisseur, laiteux, subparallèles au plan de stratification, alternant régulièrement avec des filets millimétriques de carbonate noir, parfois anastomosés entre eux (pl.3,b). L'aspect le plus courant de l'anhydrite déformée consiste en un faciès chicken-wire où les nodules, de quelques cm au maximum, sont étirés et allongés tous dans une même direction faisant un faible angle (0 à 30°) avec le plan de stratification, observé dans les carbonates encaissants.

On observe parfois des contacts ravinants (ou érosifs) entre anhydrite chicken-wire (à nodules centimétriques) peu déformée en dessous et anhydrite nodulaire (1-3cm) déformée au-dessus (2053,57m) (pl.3,c), ou encore entre ce dernier faciès et quelques centimètres de calcaire laminaire passant vers le haut à une nouvelle passée anhydritique (2053,22m).

Une des rares passées carbonatées de cet intervalle se rencontre à la cote 2052,55m¹⁰; elle présente, sur une dizaine de centimètres, un packstone à macrofossiles et grains cortiqués millimétriques passant à un grainstone oolithique. Cette succession

⁸ quelques centimètres manquent pour faire le raccord entre les 2 passées.

⁹ Lacune d'échantillonnage entre 2053,22m et 2052,27m.

¹⁰ On n'en a d'ailleurs qu'une dizaine de centimètres, le reste manquant à l'échantillonnage en ma possession (cfr. supra, note 8).

de lithofaciès est semblable à ce qui a déjà été décrit à diverses reprises ci-dessus.

Une passée carbonatée décimétrique s'observe entre 2042,72m et 2042,00m¹¹. Les 35 premiers centimètres (2042,72m-2042,37m) sont constitués de mudstone gris noir présentant quelques fantômes de laminations et actuellement complètement imprégné de poecilotopes de sulfates. On y observe également des birdseyes (de dimensions inférieures ou égales à 1mm) et quelques petits nodules centimétriques d'anhydrite. Le matériau est parcouru par une fissuration subverticale d'ouverture centimétrique, cimentée comme ci-dessus (2054,50m) par des carbonates microgrenus, des sulfates cristallins et du soufre natif.

De 2042,37m à 2042,22m, on peut observer, sur quinze centimètres, un calcaire laminaire gris clair (laminas millimétriques) avec quelques poecilotopes et porphyrotopes millimétriques au sommet. Une fissuration subverticale d'ouverture centimétrique, postérieure à une fissuration oblique plus fine, est antérieure aux processus de pression/dissolution. Elle est recoupée par les masses d'anhydrite chicken-wire qui constituent le sommet de la carotte.

De 2042,22m à 2042,00m, une nouvelle séquence rythmique d'une vingtaine de centimètres débute par un mudstone gris noir avec quelques porphyrotopes millimétriques de sulfates passant à un wackestone riche en coquilles de brachiopodes, lui-même surmonté par un grainstone oolithique laminaire à poecilotopes de sulfate.

L'intervalle suivant, compris entre 2042,00m et 2032,54m¹², est composé à 95% d'anhydrite chicken-wire, à nodules pluricentimétriques. Celle-ci est faiblement à fortement déformée (localement, entre 2041,20m et 2040,40m par exemple), avec d'assez abondants filets carbonatés internodulaires, déformés et contournés suivant les déformations des masses anhydritiques voisines. Quelques structures entérolithiques sont présentes (2033,50m, par exemple).

On observe également quelques passées carbonatées laminaires centimétriques à décimétriques (2036,50m-2036,22m; 2036,10m-2036,05m).

Les carbonates ont le plus souvent une structure laminaire lorsqu'ils sont présents en passées suffisamment épaisses et

¹¹ Lacune d'échantillonnage de 2m entre 2044,70m et 2042,72m.

¹² Lacunes d'échantillonnage de 2,60m entre 2038,90m et 2037,14m et entre 2035,24m et 2034,40m.

continues pour que ce caractère soit discernable (2036,50m-2036,32m). Les *laminae* millimétriques sont parfois morcelées en copeaux (processus de dessiccation, 2036,50m par exemple). En 2033,70m on observe, dans une passée carbonatée laminaire de 2,5cm d'épaisseur, une structure de déformation due à la croissance verticale, dans le sédiment, d'un "bouquet arborescent" de cristaux de sulfate (vraisemblablement du gypse). Ceux-ci, en croissant, ont repoussé les *laminae* calcaires surincombantes et encore plastiques pour former un petit dôme qui s'amortit rapidement vers le haut (pl. 3,d). Ces observations montrent qu'il s'agit d'une déformation très précoce.

La passée suivante (2031,40m-2029,77m)¹³ est constituée d'environ 90% d'anhydrite, faiblement à fortement déformée; celle-ci présente un faciès gris moyen et "nuageux" en raison de l'amincissement des filets carbonatés internodulaires et de la petite taille des nodules eux-mêmes. Des passées centimétriques d'anhydrite massive, blanc laiteux, se rencontrent occasionnellement (plus ou moins 5cm d'épaisseur en 2030,02m, par exemple). On observe également quelques rares et fines (1 ou 2cm d'épaisseur au maximum) passées de carbonate laminaire, souvent déformées.

Au sommet de l'intervalle, on peut observer une quinzaine de centimètres de calcaires laminaires bréchiques : des copeaux centimétriques flexueux, à poecilotopes limités à leur enveloppe, baignent dans une matrice carbonatée fine, localement noire (pl.4,a). Les copeaux sont individuellement affectés par une fissuration cimentée par des sulfates et du soufre natif et également limitée à leur enveloppe.

L'intervalle suivant (2029,77m-2022,26m) est constitué à plus de 95% d'anhydrite, intensément déformée. Cette déformation conduit, une fois encore, à un faciès caractérisé par l'alternance régulière de lits centimétriques d'anhydrite blanche et de filets millimétriques de carbonate gris ou noir, parfois anastomosés entre eux¹⁴ (pl.4,b).

La déformation a affecté un matériel anhydritique de type chicken-wire à l'origine: celui-ci subsiste encore (nodules de taille inférieure ou égale à 5cm) dans une courte passée allant de 2028,62m à 2028,22m.

¹³ Lacune d'échantillonnage de 1,14m entre 2032,54m (sommet de l'intervalle précédent) et 2031,40m (base de celui-ci).

¹⁴ En faisant abstraction de la connotation génétique, on pourrait parler d'anhydrite "gneissique", cette dénomination rendant parfaitement compte de l'aspect de la roche.

La déformation de l'anhydrite, qui se marque par un extrême allongement des nodules selon un même plan, oblique par rapport au plan de stratification, s'accompagne parfois de mouvements plus complexes, tels que celui visible en 2023,10m. La présence, dans l'anhydrite, d'une fine passée calcaire noire permet d'y visualiser le plissement en S du matériel sulfaté et du banc calcaire qui y est inclus¹⁵ (pl.4,c). Le plan axial du plissement est parallèle au plan de déformation des sulfates avoisinants.

Le court intervalle suivant (2022,26m-2020,00m)¹⁶ est constitué à 75% d'anhydrite peu ou moyennement déformée, présentant le plus souvent un faciès chicken-wire ou entérolithique (2022,16m-2021,86m, par exemple) et de carbonates noirs, souvent laminaires.

Une passée carbonatée d'environ 35cm d'épaisseur s'observe entre 2021,40m et 2021,05m: elle présente une alternance, à l'échelle centimétrique, de plusieurs types de lithofaciès plus ou moins laminaires. Il s'agit d'abord de carbonates laminaires à petits nodules anhydritiques parallèles au litage (2021,40m-2021,30m), puis de carbonates à fines laminations millimétriques et rares poecilotopes anhydritiques millimétriques (2021,25m-2021,18m) et de carbonates moins laminaires à oïdes et poecilotopes anhydritiques (2021,30m-2021,25m). Vient enfin une séquence rythmique décimétrique semblable à celles déjà décrites, constituée de wackestone non laminaire à bioclastes et grains cortiqués millimétriques surmonté de niveaux oolithiques vaguement laminaires à poecilotopes anhydritiques (2021,18m-2021,05m).

Les 45cm suivants (2021,05m-2020,60m) sont constitués d'anhydrite à structure entérolithique. Enfin, les 60 derniers centimètres présentent un faciès chicken-wire, à nodules centimétriques non déformés.

L'intervalle qui suit va de 2020,00m à 2015,30m¹⁷; il est constitué à 80% d'anhydrite. Dans la partie inférieure de l'intervalle, celle-ci est assez déformée (2020,00m-2017,60m) pour présenter ensuite un faciès chicken-wire, moins déformé (2017,60m-2015,30m).

L'anhydrite comprise entre 2020,00m et 2017,60m montre une structure laminaire, constituée de nodules extrêmement

¹⁵ De tels processus, parfois qualifiés de "bourrage", ont été invoqués pour expliquer le surépaississement des séries évaporitiques de St Ghislain relativement à leur équivalent latéral carbonaté (l'ensemble ayant été soumis par ailleurs à un même set de contraintes).

¹⁶ Lacune d'échantillonnage de 30cm entre 2021,70m et 2021,40m.

¹⁷ Lacune d'échantillonnage entre 2018,80m et 2018,26m.

étirés¹⁸; en raison du grand nombre de filets carbonatés internodulaires millimétriques, l'ensemble prend une teinte assez homogène, gris perle. Une structure de déformation plus complexe, en plissements multiples formant un pli décimétrique dont le plan axial est parallèle au plan de glissement des sulfates, s'observe en 2019,00m.

Entre 2017,60m et 2015,30m, l'anhydrite présente un faciès chicken-wire moins déformé que ci-dessus, bien que les nodules y soient également étirés selon un même plan de glissement. Cet intervalle comprend une passée carbonatée décimétrique (2016,75m-2016,10m), constituée de carbonate gris et noir laminaire à l'origine, à très nombreux poecilotopes centimétriques d'anhydrite qui effacent partiellement la structure laminaire (2016,75m-2016,35m) (pl.4,d). Le sédiment est affecté par plusieurs phases de fissuration, toutes recoupées par les stylolithes. Une courte passée bioclastique s'observe entre 2016,35m et 2016,30m, surmontée par 20cm de brèche (2016,30m-2016,10m) à copeaux gris et éléments anguleux centimétriques plus foncés, vaguement laminaires, dans une matrice grise fine (pl. 5,a). On peut observer que la bréchification est antérieure à plusieurs phases de fissuration, toutes recoupées par les stylolithes.

La petite dizaine de mètres suivante (2015,30m-2006,00m) est constituée à 90% d'anhydrite chicken-wire (nodules de quelques centimètres), peu ou moyennement déformée. Quelques passées d'anhydrite plus massive ou à nodules décimétriques s'observent occasionnellement (2014,90m-2014,80m; 2013,20m-2013,00m; 2009,00m-2008,50m). Une passée à nodules plus fortement déformés s'observe entre 2008,50m et 2008,00m.

D'une manière générale, l'intervalle comprend quelques intercalations centimétriques de carbonates laminaires plus ou moins déformés et trois passées carbonatées plus importantes, décimétriques.

La première de ces passées carbonatées, comprise entre 2010,50m et 2010,37m, comporte d'abord 5cm de wackestone micro-conglomératique à intraclastes et grains cortiqués millimétriques, présentant un granuloclasement normal, surmontés par une lamine de 2 à 3mm d'épaisseur de packstone à grains cortiqués d'environ 1mm de diamètre (2010,50m-2010,45m). Les 5cm suivants sont constitués de calcaire finement laminaire à la base et de wackestone à abondants bioclastes, intraclastes et grains cortiqués millimétriques au sommet (2010,45m-2010,40m). Ceux-ci sont surmontés par 3cm de

¹⁸ c'est encore le type de structure que j'ai qualifié ci-dessus, en note 10, de "gneissique".

grainstone oolithique vaguement laminaire à poecilotopes d'anhydrite (pl. 5,b). On notera que les 8 derniers centimètres constituent une fois encore la séquence rythmique déjà décrite à plusieurs reprises ci-dessus.

La seconde passée carbonatée de l'intervalle est épaisse d'environ 40 cm (2007,70m-2007,30m): elle présente un faciès bréchiforme gris extrêmement confus. Les 10cm compris entre 2007,50m et 2007,40m sont affectés par une fissuration anhydritique "d'éclatement en pièces de puzzle" telle que déjà décrite dans le matériel bréchique contemporain du sondage de Corenne (De Putter et Herbosch, sous presse) (pl. 5,c). Les blocs de mudstone gris isolés par ces fissures (de quelques dixièmes de millimètre à 1 ou 2 mm de large) présentent l'aspect de pièces de puzzle très anguleuses dont les contours s'ajusteraient parfaitement entre eux. Les 10 derniers centimètres de l'intervalle (2007,40m-2007,30m) montrent une séquence rythmique comparable à celles décrites ci-dessus (bioclastique/à grains cortiqués/oolithique à poecilotopes).

La troisième passée carbonatée (2007,00m-2006,90m) est constituée d'une dizaine de centimètres de calcaire gris clair, finement laminaire avec quelques porphyrotopes millimétriques d'anhydrite. Plusieurs phases de fissuration sont toutes antérieures aux processus de pression/dissolution. Il est à noter que le développement des nodules anhydritiques au sein des sédiments carbonatés a pu induire, dans ces derniers et en périphérie des nodules, une "couronne" millimétrique continue de porphyrotopes d'anhydrite (2007,10m).

L'intervalle suivant va de 2006,00m à 1993,20m et est constitué à 90% d'anhydrite. Celle-ci présente très généralement un faciès chicken-wire, à gros nodules pluri-centimétriques (et parfois décimétriques), peu déformés (pl. 5,d). Le faciès "wispy" caractérise la passée comprise entre 1996,70m et 1996,30m; une cinquantaine de centimètres d'anhydrite massive, sans filets carbonatés internodulaires, s'observe entre 2005,00m et 2004,50m (pl. 6,a).

Une passée caractérisée par une déformation beaucoup plus forte que celle observable dans le reste de l'intervalle, est visible entre 1994,70m et 1994,30m: l'anhydrite y présente le faciès laminaire déjà décrit ci-dessus.

Les carbonates de l'intervalle sont constitués, d'une part, des filets internodulaires et, d'autre part, de passées plus continues et épaisses.

Les filets carbonatés internodulaires sont le plus souvent millimétriques, noirs et déformés entre les nodules d'anhydrite. Lorsque leur épaisseur atteint 1 ou 2cm, ils présentent

généralement un faciès finement laminaire. Ces filets carbonatés peuvent aussi être de couleur beige (1998,60m-1998,10m, par exemple). Plus épaisses, ces passées internodulaires de carbonate beige sont souvent constituées de mudstone homogène, parfois micro-bréchique¹⁹ (1995,30m).

Les passées carbonatées plus épaisses sont au nombre d'une demi-douzaine dans l'intervalle.

De 2001,00m à 2000,90m, on observe 10cm de carbonate gris, micro-conglomératique dans les 5 premiers centimètres (2001,00m-2000,95m), puis finement laminaire avec quelques poecilotopes (2000,95m-2000,90m)

Entre 1999,90m et 1999,60m, 30cm de mudstone homogène, beige, renferment quelques nodules anhydritiques non jointifs de plus ou moins 5cm de diamètre.

Entre 1998,80m et 1998,70m, on observe 10cm de calcaire noir, laminaire, déformé plastiquement par la croissance de nodules anhydritiques. Ces derniers sont allongés parallèlement à la stratification et bordés d'un fin liséré de porphyrotopes millimétriques qui se sont développés dans le sédiment carbonaté encaissant.

De 1997,75m à 1997,40m, 35cm de carbonates finement laminaires, gris et beiges dans les 5 premiers centimètres (1997,75m-1997,70m), gris au dessus, contiennent de très nombreux poecilotopes millimétriques d'anhydrite, soit isométriques (1997,75m-1997,70m) soit plus ou moins fortement allongés parallèlement à la stratification. Dans ce dernier cas, on peut souvent reconnaître une tendance à développer les formes propres de l'anhydrite (1997,70m-1997,40m) (pl. 6,b). L'observation attentive permet d'y déceler une fine fissuration apparemment contemporaine du développement des porphyrotopes et une fissuration à remplissage d'anhydrite et soufre natif, postérieure aux développements des porphyrotopes. Les deux fissurations, de même que les porphyrotopes, sont antérieures aux processus de pression/dissolution, puisque recoupées par les stylolithes présents.

Entre 1995,40m et 1995,35m, on observe 5cm de brèche *in situ*, à éléments centimétriques anguleux de mudstone laminaire beige (pl. 6,c).

Enfin, la dernière passée carbonatée de l'intervalle est également une brèche, à éléments centimétriques de mudstone beige dans une matrice fine, grise à noire (pl. 6,d). Les blocs sont affectés par une fine fissuration limitée à leur enveloppe et l'ensemble de la brèche (blocs compris) est parcouru par des

¹⁹ Il semble en effet qu'une déformation plastique affectant typiquement les filets internodulaires de carbonate noir se change en déformation cassante dans les passées internodulaires beiges dolomitisées (réaction HCl plus lente).

fissures à remplissage anhydritique en liaison géométrique avec les masses d'anhydrite chicken-wire voisines (1993,64m-1993,09m).

L'intervalle suivant va de 1993,20m à 1992,20m; il s'agit d'une courte passée d'un mètre d'épaisseur, constituée à 80% d'anhydrite chicken-wire et faisant la transition entre le faciès à gros nodules décrit ci-avant et le faciès à petits nodules décrit ci-après.

Dans une courte passée carbonatée d'une vingtaine de centimètres (1992,60m-1992,40m), on observe un calcaire gris clair, finement laminaire, présentant une structure en teepee²⁰ et des fentes de dessiccation (1992,60m-1992,50m).

La structure en teepee est caractérisée par le redressement, en forme de tente indienne (teepee), de copeaux de carbonate laminaire d'environ 1 cm d'épaisseur et de plusieurs centimètres de longueur; la hauteur de la structure avoisine les 2,5cm, contre 1cm latéralement²¹. La lamine carbonatée surincombante au teepee, d'épaisseur centimétrique, est affectée par des fentes de dessiccation verticales, d'une profondeur inférieure ou égale au centimètre et plus ouvertes au sommet de la lamine qu'en profondeur (pl. 7,a).

Le restant de la lamine carbonatée présente encore diverses évidences de déformations plastiques liées au développement d'évaporites ainsi que quelques poecilotopes d'anhydrite et plusieurs générations de fissures, toutes antérieures à la compaction.

Les 7 mètres suivants (1992,20m-1985,00m) sont constitués à plus de 95% d'anhydrite chicken-wire non déformée²²; les nodules ont une taille moyenne avoisinant les 3 à 5cm.

Des passées d'anhydrite à plus gros nodules (décimétriques) ou d'anhydrite massive s'observent en 1990,40m-1990,25m et 1888,30m-1888,00m, respectivement.

Les carbonates sont réduits aux seuls filets internodulaires millimétriques, noirs le plus souvent et plus exceptionnellement beiges (1986,40m-1986,20m).

²⁰ L'orthographe du mot "teepee" est variable d'une référence à l'autre; nous avons opté dans cette note pour l'orthographe utilisée par Purser (1980).

²¹ Ce type de structure se produit dans un sédiment où une augmentation de volume ne peut se traduire par une extension latérale; il est bien connu dans les chotts et sabkhas évaporitiques actuels (Purser, 1980).

²² Lacune d'échantillonnage entre 1988,90m et 1988,30m.

L'intervalle suivant va de 1985,10m à 1963,40m et est constitué à 80% d'anhydrite chicken-wire²³. Les nodules ont le plus souvent quelques centimètres de diamètre mais ils sont parfois plus grands (décimétriques, 1966,24m-1965,84m par exemple) et parfois plus petits (2 à 3cm maximum, 1967,20m-1966,60m, par exemple); ils sont généralement peu déformés.

Une des génération de stylolithes recoupe des nodules anhydritiques centimétriques non déformés en 1976,70m-1976,50m (pl. 7,b).

Les carbonates de la séquence sont beiges ou noirs mais tendent à devenir plus généralement beiges (dolomitiques) entre 1974,00m et 1967,50m. Ils sont constitués, comme ci-dessus, de filets internodulaires millimétriques ou centimétriques, le plus souvent fortement déformés, ou de passées plus continues, centimétriques à décimétriques.

Les passées centimétriques à décimétriques noires sont très généralement laminaires (fines laminations millimétriques, 1984,60m-1984,50m, par exemple).

Les passées centimétriques beiges présentent un certain nombre de structures attribuables à des processus de dessiccation: on observe, en 1981,05m, une structure centimétrique en teepee, comparable à celle déjà décrite ci-dessus (1992,60m-1992,50m). Latéralement, on observe des fissures de dessiccation subverticales, "tronçonnant" une lamine d'épaisseur centimétrique (pl. 7,c).

En 1973,31m, des lamines d'épaisseur centimétrique, beiges, fortement déformées par le développement des nodules anhydritiques avoisinant, présentent un faciès bréchiq. Les éléments centimétriques de cette brèche *in situ*, parallélipipédiques et disposés plus ou moins parallèlement à l'allure de la lamine déformée, ont manifestement été "pré-découpés" par des processus de dessiccation antérieurs à la bréchification (pl. 7,d).

En 1970,17m encore, on observe des "copeaux" de dessiccation d'épaisseur centimétrique et d'extension latérale pluri-centimétrique (pl. 8,a).

L'intervalle suivant, compris entre 1963,40m et 1943,10m, marque le retour à des faciès majoritairement calcaires (75% de carbonates pour l'intervalle); Groessens *et al.*, 1979 y placent la limite chronostratigraphique V3a-V3b (+/- 1950,00m), sur base d'arguments micropaléontologiques. Sur les 20,25m que totalise l'intervalle, seuls 7,30m ont pu être récupérés. L'abondance de

²³ Lacunes d'échantillonnage entre 1983,98m et 1983,87m et entre 1969,47m et 1969,15m.

lacunes (64%)²⁴ rend précaire la définition d'une allure générale pour l'ensemble de l'intervalle. Seront donc décrites dans la suite des passées isolées, suffisamment continues ou qui présentent un intérêt particulier.

De 1963,40m à 1962,35m, on observe une passée de calcaire laminaire gris clair et beige (laminés millimétriques), surmontée d'une passée de mudstone gris perle, homogène, peu fossilifère (crinoïdes en 1962,80m) et affecté par une fissuration anhydritique d'ouverture centimétrique postérieure à certains processus de pression/dissolution (stylolithes). Une lacune d'observation des sédiments surincombants ne permet pas de définir l'épaisseur totale de cette passée .

De 1960,00m à 1958,00m, on observe d'abord 75cm de carbonates laminaires noirs (1960,00m-1959,25m), déformés par la croissance de nodules anhydritiques atteignant 5cm de diamètre; des "chapeaux" centimétriques de silice "coiffent" certains gros nodules anhydritiques pointant verticalement (1959,65m par exemple) (pl. 8,b). Entre 1959,25m et 1958,90m, on observe 35cm de fines laminations carbonatées grises et beiges avec une passée d'anhydrite en gros nodules pluri-centimétriques (1959,20m-1959,10m); les fines lamines grises sont affectées par la croissance verticale de cristaux arborescents millimétriques à centimétriques de sulfates (probablement du gypse) qui créent, par leur croissance, un micro-relief triangulaire bientôt estompé par le dépôt des lamines suivantes (un processus similaire a été décrit ci-dessus, en 2033,70m) (pl. 8,c).

De 1958,90m à 1958,25m, on peut observer 65cm de carbonates laminaires beiges (laminations millimétriques) affectés par la croissance de nodules anhydritiques de quelques centimètres de diamètre; le développement de ces nodules dans les carbonates laminaires (où subsistent encore des traces de dessiccation: 1958,90m, par exemple) a induit un faciès bréchiq ue dans l'encaissant carbonaté.

De 1958,25m à 1958,00m, on note le passage d'un faciès laminaire, beige, parcouru de micro-failles normales à rejet centimétrique à un faciès de mudstone vaguement stratifié, noir. Les 5cm compris entre 1958,20m et 1958,15m sont caractérisés par la présence de minces rubans (de quelques millimètres de hauteur) de sulfates partiellement pseudomorphosés en silice (micro-laminés de cherts stratiformes).

De 1955,30m à 1954,20m, on observe d'abord 35cm de carbonate laminaire noir (à fines laminations millimétriques), affecté par une fissuration antérieure aux processus de

²⁴ Lacunes d'échantillonnage entre 1962,35m et 1960,00m; entre 1958,00m et 1955,30m; entre 1954,00m et 1950,30m; entre 1949,10m et 1945,97m et enfin entre 1944,90m et 1943,75m.

pression/dissolution. Progressivement, des nodules anhydritiques de 2 ou 3cm de diamètre se développent dans les lamines, d'abord en petit nombre puis plus abondants, jusqu'à obtenir un faciès d'anhydrite chicken-wire (1954,60m). De 1954,60m à 1954,55m, on note la présence de 5cm de brèche à matrice anhydritique et petits éléments centimétriques de calcaire laminaire. De 1954,55m à 1954,20m, on passe à nouveau à des calcaires laminaires noirs à lamines millimétriques. On y observe des cristaux triangulaires centimétriques de gypse sélénitique pseudomorphosé en anhydrite (1954,10m). Ces cristaux ont poussé, la pointe du triangle dirigée vers le haut, dans des lamines carbonatées encore plastiques. Leur croissance a entraîné la formation de micro-reliefs, bientôt atténués par la sédimentation ultérieure. Il est à noter que ces cristaux de gypse présentent diverses étapes de transformation en anhydrite; leur périphérie est d'abord le site de nucléation de cristaux orthorhombiques millimétriques d'anhydrite. La croissance de ces derniers conduit peu à peu à la formation de petits nodules centimétriques dont les contours présentent encore parfois les formes cristallines des monocristaux d'anhydrite qui les constituent.

De 1950,30m à 1949,10m, on peut observer 1,20m de calcaire laminaire noir, à lamines millimétriques. Les 60 premiers centimètres (1950,30m-1949,70m) présentent d'abondants nodules anhydritiques de plus ou moins 1cm de hauteur, stratiformes, à bases planes et dont le sommet présente encore parfois les contours des cristaux orthorhombiques d'anhydrite. Ces nodules dérivent probablement de la transformation, évoquée ci-dessus, du gypse sélénitique en anhydrite. Les 60 autres centimètres présentent deux passées centimétriques d'anhydrite plus massive, en nodules pluri-centimétriques (1949,50m; 1949,10m).

De 1945,97m à 1945,42m, une séquence de 55cm de wackestone gris moyen, à bioclastes (dont des goniatites) et intraclastes centimétriques de calcaire laminaire précède une passée laminaire (lamines pluri-millimétriques), avec quelques nodules anhydritiques de 1 à 2 et parfois 5 cm.(1945,42m-1945,22m). On y observe aussi une bande de 1 à 2 cm d'épaisseur de chert (1945,33m)

De 1945,22m à 1943,10m²⁵, s'observe un carbonate gris foncé très finement laminaire et argileux ("schisteux").

L'intervalle compris entre 1943,10m et 1940,00m marque un retour au faciès anhydritique chicken-wire (85% de l'intervalle), à petits nodules de quelques centimètres, non déformés. Des masses siliceuses (chert) centimétriques en rognons et des bandes, plus

²⁵ Lacune d'échantillonnage de 1944,90m à 1943,75m.

continues latéralement, s'observent en 1942,23m et 1940,28m, respectivement. Cette passée anhydritique est surmontée par une vingtaine de centimètres de carbonate noir à très fines lamines millimétriques très déformées (micro-slumpées).

Enfin, le dernier intervalle étudié, compris entre 1940,00m et 1936,50m²⁶, présente un calcaire gris, très altéré, poreux et friable, probablement finement laminaire à l'origine, avec des passées bréchiformes. On y observe deux bandes, d'épaisseur centimétrique, de chert noir (1939,60m) et beige (1938,90m) (pl. 8,d)²⁷.

²⁶ Lacune d'échantillonnage de 1938,90m à 1937,50m.

²⁷ Des bandes de chert semblables à celles décrites en 1958,20m-1958,15m; 1945,33m; 1940,28m; 1939,60m et 1938,90m sont connues à l'affleurement, dans des niveaux datés de la base du V3b (Yvoir, Landelies, Bouffioulx,...).

Conclusions

Nous ne désirons pas, au sein de ces conclusions, nous prononcer sur l'environnement de dépôt des sulfates étudiés. Tout d'abord, un tel but dépasse le cadre de la présente note et, d'autre part, il requiert une argumentation plus complète, basée sur l'observation microscopique (lames minces) et éventuellement aussi sur des données de géochimie et/ou géochimie isotopique.

Cependant, il n'est pas inutile de rappeler ici les éléments dégagés de la description présentée ci-dessus et qui nous paraissent pertinents en vue d'une interprétation ultérieure.

1°- En tout premier lieu, il convient de noter la forte épaisseur de la séquence "V3a" de Saint-Ghislain (+/-120m), relativement aux autres endroits où celle-ci est connue à l'affleurement (Bless *et al.*, 1980). Cette observation est à mettre en relation avec la situation de Saint-Ghislain au sein d'une zone de subsidence accrue, le "Sillon borain" (Michot, 1980).

2°- Le faciès "chicken-wire", très fréquent au sein de la séquence anhydritique du "V3a" du sondage, n'est pas représentatif d'un type de dépôt évaporitique précis puisque, comme l'ont déjà souligné Rouchy *et al.* (1984), ce faciès caractérise indifféremment l'anhydrite issue de processus de croissance diagénétique précoce ou, au contraire, l'anhydrite ayant subi les effets de l'enfouissement.

3°- L'observation, à divers niveaux de la série étudiée¹, de séquences carbonatées décimétriques (calcaires bioclastiques, à grains cortiqués et oolithiques laminaires à poecilotopes d'anhydrite, voir les descriptions détaillées ci-dessus) atteste du caractère rythmique de la sédimentation. Il n'est pas inutile de rappeler qu'une rythmicité a également été reconnue et décrite dans les sédiments carbonatés bréchiques des Bassins de Namur et Dinant, au sein du même intervalle stratigraphique (De Putter et Prétat, 1989).

4°- L'occurrence sporadique de macrofaunes généralement considérées comme indicatrices d'un milieu marin ouvert (goniatites²) indique que l'environnement de dépôt était en contact occasionnel et probablement intermittent avec ce dernier milieu. Les données microscopiques déjà disponibles désignent en effet

¹ En 2065,67m; 2060,45m; 2054,80m; 2052,55m; 2042,20m; 2021,20m et 2010,45m.

² En 2056,20m; 2054,80m et 1945,90m. Ces macrofaunes sont actuellement à l'étude (D.Korn).

pour les carbonates interstratifiés aux évaporites (des mudstones laminaires d'origine spongiostromidique) un environnement généralement très peu profond et confiné.

5°- L'observation de structures sédimentaires telles que fissures et copeaux de dessiccation, teepees, brèches *in situ* et entérolithes demande un complément d'étude microscopique. Néanmoins, l'ensemble de ces structures suggère un environnement de dépôt très peu profond, intertidal à supratidal. Ceci doit nous conduire à envisager le dépôt, au moins intermittent, d'évaporites d'eau peu profonde et, par exemple, de platiers supratidaux (sabkhas des auteurs anglo-saxons).

6°- Enfin, on observe, à la base du V3b (+/- 1950m, Groessens *et al.*, 1979), des niveaux de chert dans des calcaires très finement laminaires. Ces observations sont comparables à celles que l'on peut faire à la base de ce même niveau à l'affleurement, dans de nombreuses coupes: Anhée-Moulins, Bouffioulx, Landelies...

Quelques références bibliographiques consacrées au Dinantien du sondage de Saint-Ghislain.

DEJONGHE, L., DELMER, A., GROESSENS, E., 1976. Découverte d'anhydrite dans les formations anté-namuriennes du sondage de Saint-Ghislain. Bull. Acad. roy. Belg. (cl. Sci.), séance du 10 janv. 1976: 80-83.

DELMER, A., 1977. Le Bassin du Hainaut et le sondage de Saint-Ghislain. Prof. paper, 1977/6, n°143.

DE MAGNÉE, I., DELMER, A., CORDONNIER, M., 1986. La dissolution des évaporites du Dinantien et ses conséquences. Bull. Soc. belge Géol., 95 (2-3): 213-220.

GROESSENS, E., CONIL, R., HENNEBERT, M., 1979. Le Dinantien du sondage de Saint-Ghislain: stratigraphie et paléontologie. Mém. expl. Cartes géol. et minières de la Belg., n°22, 137p.

LAUMONDAIS, A., ROUCHY, J.-M., GROESSENS, E., 1984. Importance des formations anhydritiques dinantiennes pour l'interprétation paléogéographique et structurale du domaine varisque d'Europe septentrionale. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 298, série II, n°9: 411-414.

PIERRE, C., 1986. Données de géochimie isotopique sur les anhydrites (^{18}O , ^{34}S) et les carbonates (^{18}O , ^{13}C) des évaporites givésiennes et viséennes du Nord de la France et de la Belgique. Bull. Soc. belge Géol., 95 (2-3): 129-137.

PIERRE, C., ROUCHY, J.-M., 1986. Oxygen and sulfur isotopes in anhydrites from Givetian and Viséan evaporites of northern France and Belgium. Chem. Geol. (Isot. Geosci. Sect.), 58: 245-252.

PIERRE, C., ROUCHY, J.-M., LAUMONDAIS, A., GROESSENS, E., 1984. Sédimentologie et géochimie isotopique (^{18}O , ^{34}S) des sulfates évaporitiques givésiens et dinantiens du Nord de la France et de la Belgique; importance pour la stratigraphie et la reconstitution des paléomilieus de dépôt. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 299, série II, n°1: 21-26.

ROUCHY, J.-M., 1986. Sédimentologie des formations anhydritiques givésiennes et dinantiennes du segment varisque franco-belge. Bull. Soc. belge Géol., 95 (2-3): 111-127.

ROUCHY, J.-M., GROESSENS, E., LAUMONDAIS, A., 1984. Sédimentologie de la formation anhydritique viséenne du sondage de Saint-Ghislain (Hainaut, Belgique): implications paléogéographiques et structurales. Bull. Soc. belge Géol., 93 (1-2): 105-145.

ROUCHY, J.-M., LAUMONDAIS, A., GROESSENS, E., 1987. The Lower Carboniferous (Viséan) evaporites in northern France and Belgium: depositional, diagenetic and deformational guides to reconstruct a disrupted evaporitic basin. in PERYT, T.M. (ed.), 1987. Evaporite Basins. Springer-Verlag, Lecture Notes in earth sciences, vol. 13: 31-67.

ROUCHY, J.-M., PIERRE, C., GROESSENS, E., MONTY, CL., LAUMONDAIS, A., MOINE, B., 1986. Les évaporites pré-permiennes du segment varisque franco-belge: aspects paléogéographiques et structuraux. Bull. Soc. belge Géol., 95 (2-3): 139-149.

VANDELANNOOTE, R., VAN'T DACK, L., GIJBELS, R., 1986. Trace elements and micro-mineral composition of some selected anhydrite samples from Saint-Ghislain borehole drillhole (Hainaut, Belgique). Bull. Soc. belge Géol., 95 (2-3): 101-109.

Autres références bibliographiques citées dans le texte.

BLESS, M.J.M., CONIL, R., DEFURNY, P., GROESSENS, E., HANCE, L., HENNEBERT, M., 1980. Stratigraphy and thickness variations of some Strunio-Dinantian deposits around the Brabant Massif. Meded. Rijks Geol. Dienst, 32 (8): 56-65.

DE PUTTER, TH., PRÉAT, A., 1989. Sédimento-diagenèse de séquences émerives de type "shallowing-upward" dans la "Grande Brèche" calcaire du Viséen supérieur de Belgique. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 309, série II: 1827-1831.

DE PUTTER, TH., HERBOSCH, A., sous presse. Le V3a du sondage de Corenne (Synclorium de Dinant, Belgique): 110 mètres de brèche grise. Ann. Soc. géol. Belg..

DE PUTTER, TH., 1991. Découverte de ciments siliceux isopaques dans les séries carbonatées et anhydritiques du Viséen Supérieur du sondage de Saint-Ghislain (Bassin de Namur, Belgique). C.R. Acad. Sci. Paris.

FRIEDMAN, G.M., 1965. Terminology of crystallization textures and fabrics in sedimentary rocks. Jour. Sed. Petrol., 35(3): 643-655.

MICHOT, P., 1980. Géologie des pays européens: France, Belgique, Luxembourg: 485-576. Dunod.

PURSER, B.H., 1980. Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents (tome 1). Technip, 366p.

Légende des planches.

Planche 1

- a: cote 2002,60m: anhydrite à structure en "chicken-wire".
- b: cote 2080,40m: anhydrite nodulaire déformée (1), nodules anhydritiques dressés (pseudomorphoses de gypse sélénitique monocristallin ?)(2 & 3).
- c: cote 2065,67m: déformations plastiques (convolutes, micro-slumps) affectant les lamines d'une passée de mudstone laminaire gris (trait de scie dans le coin inférieur gauche).
- d: cote 2065,47m: séquence carbonatée rythmique: wackestone noir à fins bioclastes (1), wackestone ou packstone à gros bioclastes et grains cortiqués (2) et lamines oolithiques à poecilotopes d'anhydrite (apparaissant sous forme de plages centimétriques claires sur la photo) (3).

Planche 2

- a: cote 2062,60m: brèche à petits éléments d'anhydrite et de calcaire. Le bloc visible en bas à gauche contient un nodule anhydritique limité à son enveloppe (flèche), dans une matrice fine, noire.
- b: cote 2057,65m: brèche *in situ* constituée de copeaux centimétriques de calcaire laminaire gris clair, subparallèles à la stratification, dans une matrice carbonatée fine, noire; nombreuses plages poecilotopiques de sulfate peu visibles sur la photo (trait de scie en haut).
- c: cote 2056,20m: goniatite münsteroceratide (*Münsteroceras* probable ou *Dzhaprakoceras*; comm. pers. D. Korn)(flèche) incluse dans un wackestone à macrofossiles.
- d: cote 2054,80m: séquence carbonatée rythmique: le wackestone à fins bioclastes (voir pl.1, d) n'est pas présent dans cette séquence; wackestone à gros bioclastes et grains cortiqués (1) et calcaire oolithique plus ou moins laminaire à poecilotopes d'anhydrite (2); .

Planche 3

- a: cote 2054,30m: fissure subverticale d'ouverture décimétrique cimentée par des lattes centimétriques de sulfate (1), un carbonate blanc laiteux (2) et du soufre natif en veinules (3).
- b: cote 2090,04m: anhydrite nodulaire fortement affectée par une déformation secondaire: faciès laminaire.
- c: cote 2053,70m: contact ravinant (flèche) entre anhydrite chicken-wire peu déformée (en-dessous) et anhydrite chicken-wire à petits nodules déformés (au-dessus).
- d: cote 2033,70m: arborescence centimétrique de cristaux de sulfate dans une passée carbonatée laminaire (en noir sur la photo), déformée plastiquement par le développement précoce des sulfates.

Planche 4

a: cote 2029,92m: calcaire laminaire bréchique à copeaux centimétriques flexueux (flèche) avec poecilotopes limités à leur enveloppe, baignant dans une matrice carbonatée fine.

b: cote 2026,90m: anhydrite nodulaire fortement affectée par une déformation secondaire: faciès laminaire.

c: cote 2023,40m: plissement en S d'un lit carbonaté (en noir sur la photo) inclus dans l'anhydrite nodulaire dont il souligne la déformation.

d: cote 2016,50m: carbonate laminaire à nombreux poecilotopes (1) centimétriques d'anhydrite qui effacent la structure laminaire primaire.

Planche 5

a: cote 2016,30m: brèche à copeaux gris et éléments anguleux centimétriques plus foncés vaguement laminaires dans une matrice fine, grise.

b: cote 2010,38m: séquence carbonatée rythmique: wackestone noir à fins bioclastes (1), wackestone à gros bioclastes et grains cortiqués (2) et lamines oolithiques à poecilotopes (3).

c: cote 2007,40m: brèche grise à fissuration anhydritique "d'éclatement en pièces de puzzle".

d: cote 2000,40m: anhydrite chicken-wire à nodules pluri-centimétriques.

Planche 6

a: cote 2005,00m: anhydrite massive; quelques fantômes de filets internodulaires encore visibles en bas et en haut à droite de la carotte.

b: cote 1997,60m: calcaire laminaire gris à poecilotopes millimétriques ou centimétriques d'anhydrite, allongés parallèlement à la stratification et développant les formes propres de l'anhydrite (en gris clair sur la photo).

c: cote 1995,40m: brèche *in situ* à éléments centimétriques anguleux de mudstone laminaire beige.

d: cote 1993,30m: brèche à éléments millimétriques ou centimétriques de mudstone beige, dans une matrice fine, grise à noire.

Planche 7

a: cote 1992,50m: structure en teepee (1) et fentes de dessiccation (2) dans une passée calcaire finement laminaire gris foncé à noir.

b: cote 1976,70m: nodules anhydritiques non déformés recoupés par une génération de stylolithes (1); anhydrite chicken-wire (2) et nodules anhydritiques déformant l'encaissant carbonaté par leur croissance (3).

c: cote 1980,85m: structure en teepee (1) et fentes de dessication (2) dans un calcaire laminaire.

d: cote 1973,45m: lamine carbonatée beige tronçonnée par de nombreuses fissures de dessication sub-verticales (perpendiculaires par rapport à l'allongement de la lamine); la croissance de nodules de sulfate (1) provoque un début de bréchification à faible déplacement.

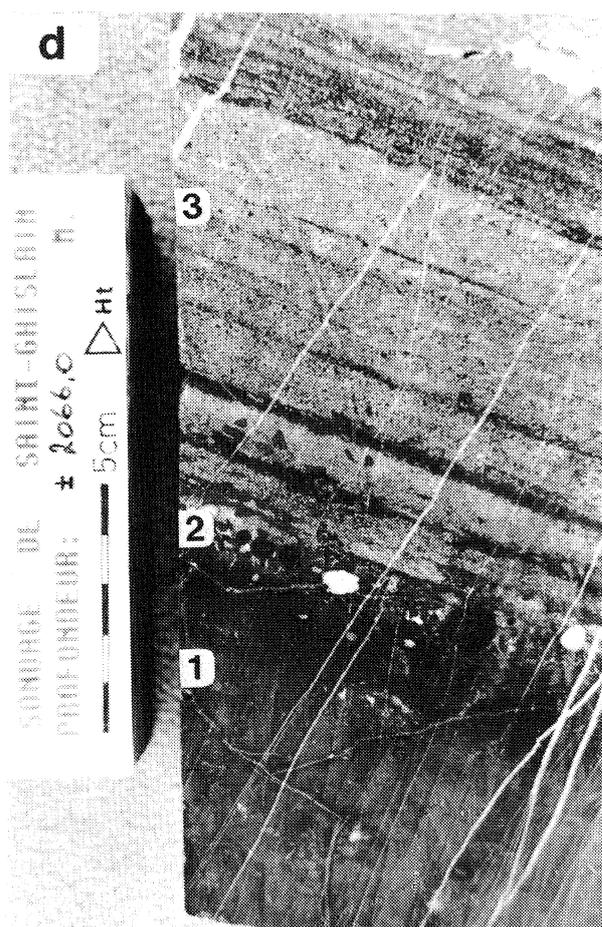
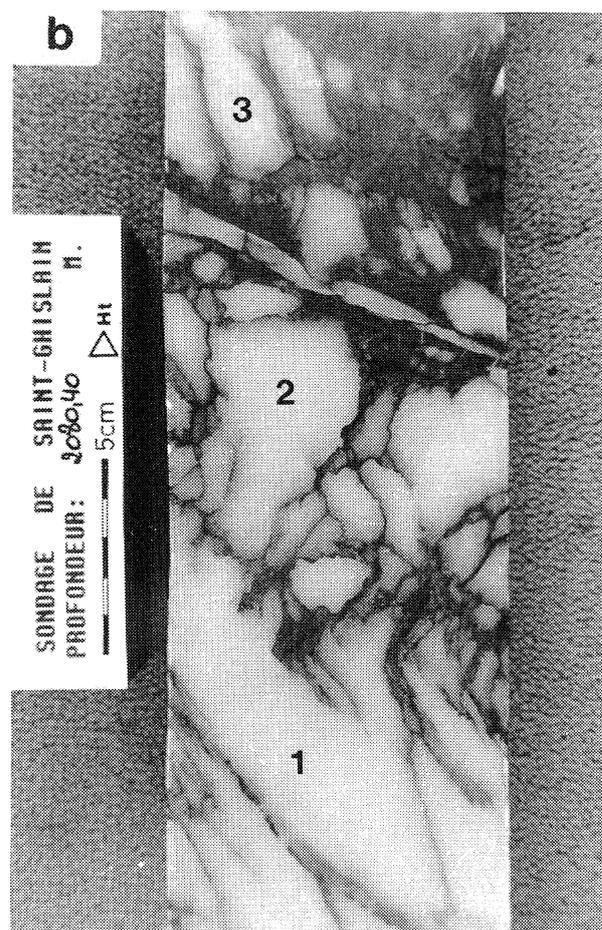
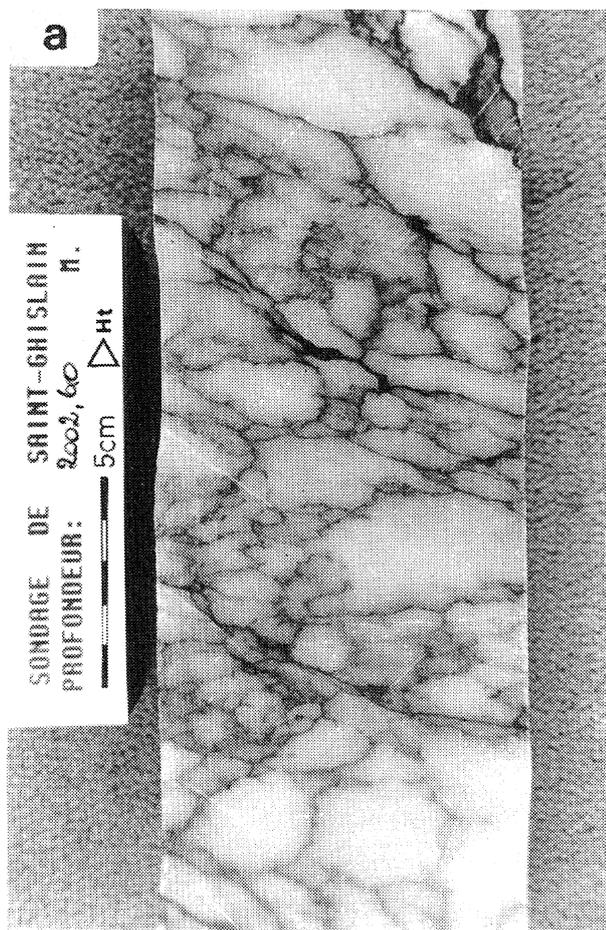
Planche 8

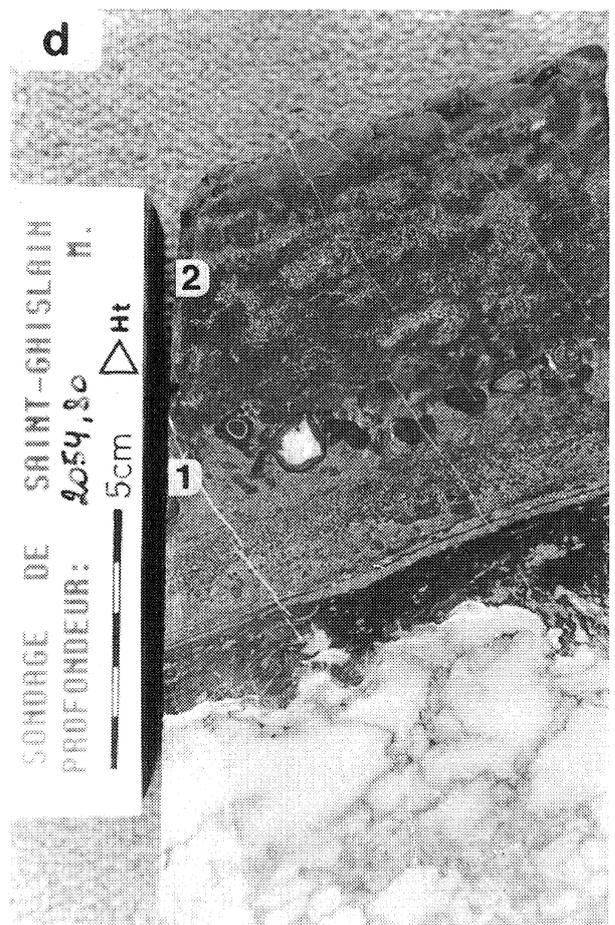
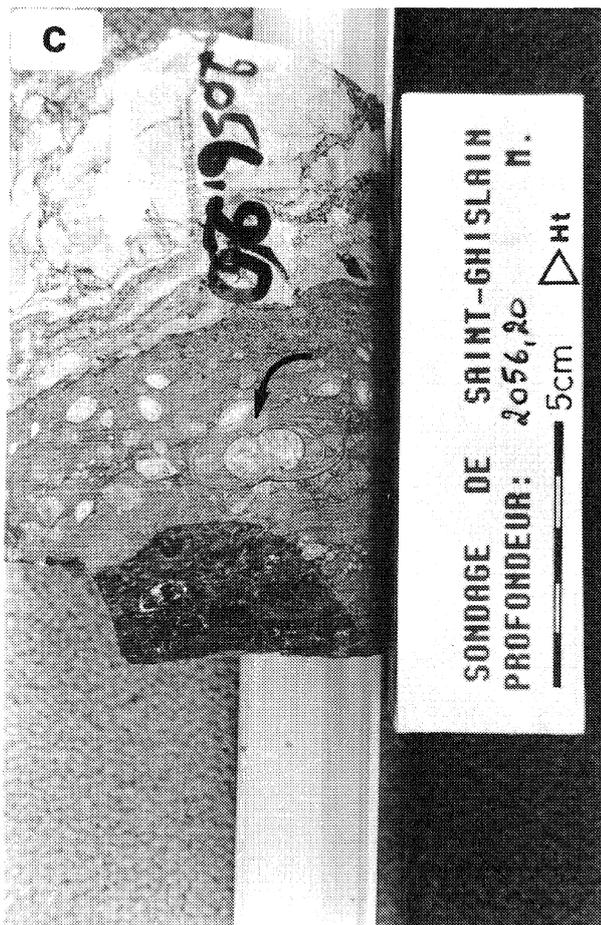
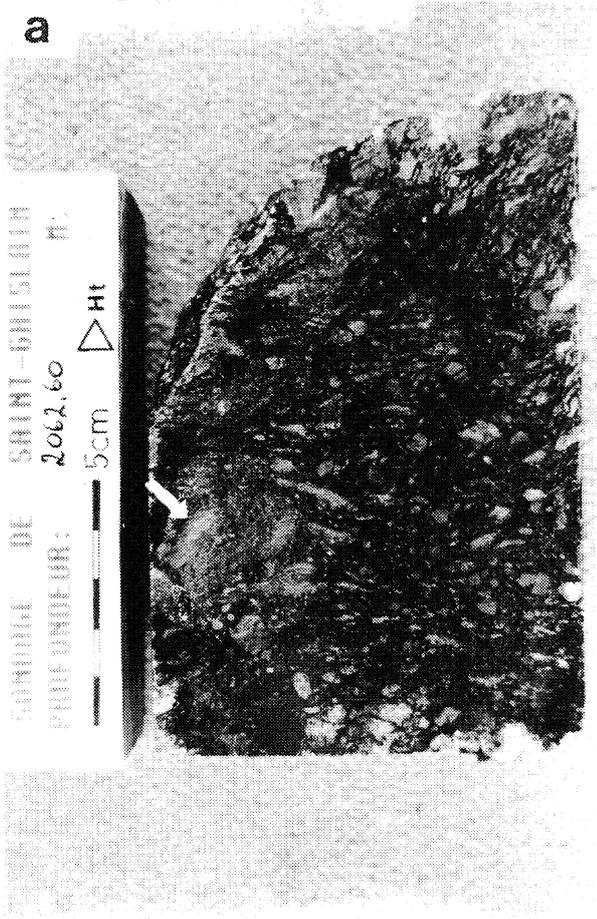
a: cote 1970,17m: copeaux de dessication d'épaisseur centimétrique (1) et fentes de dessication associées.

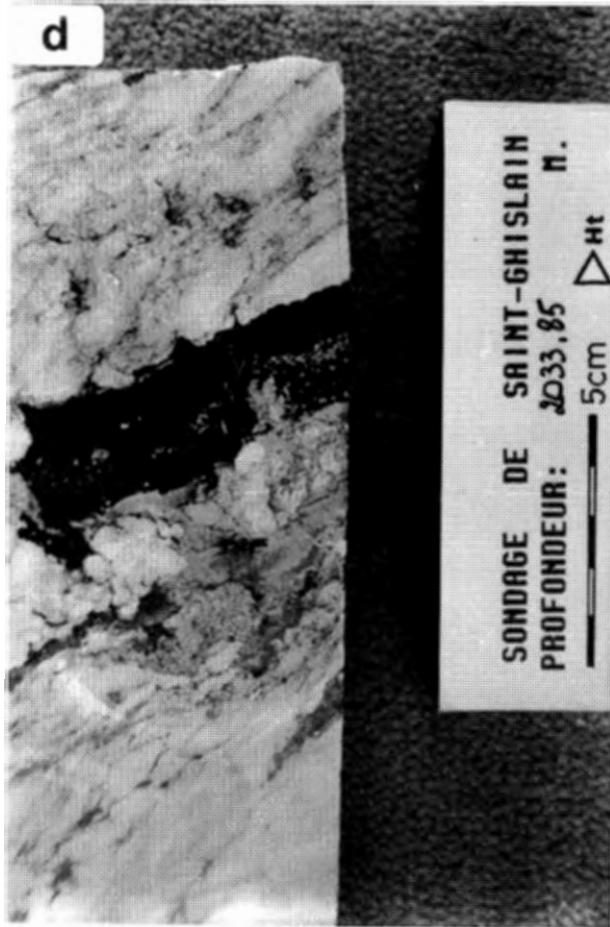
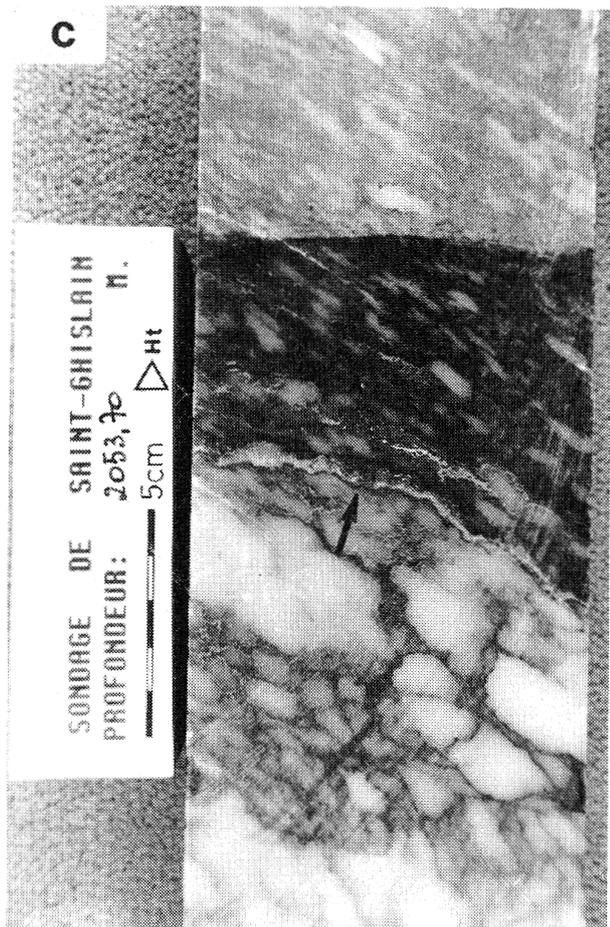
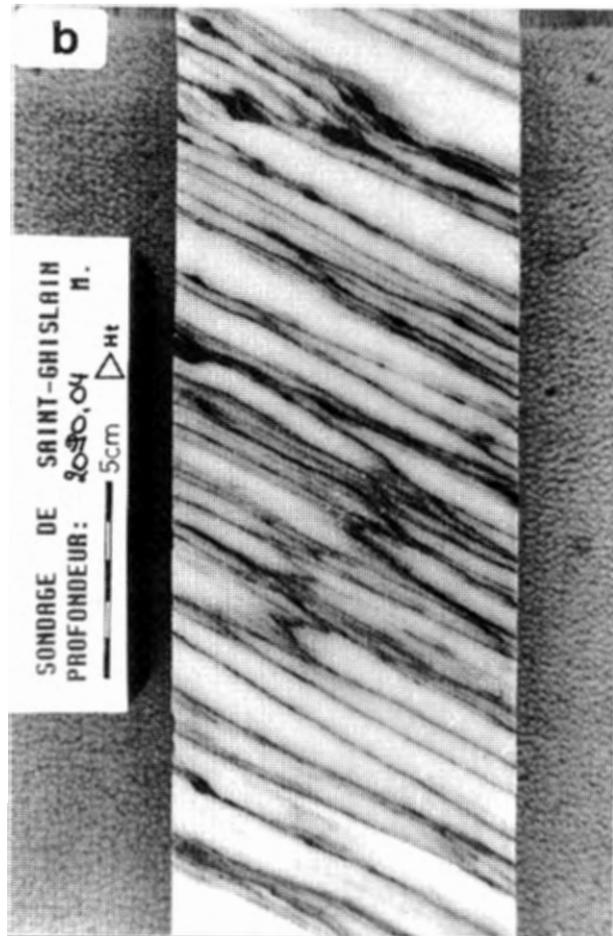
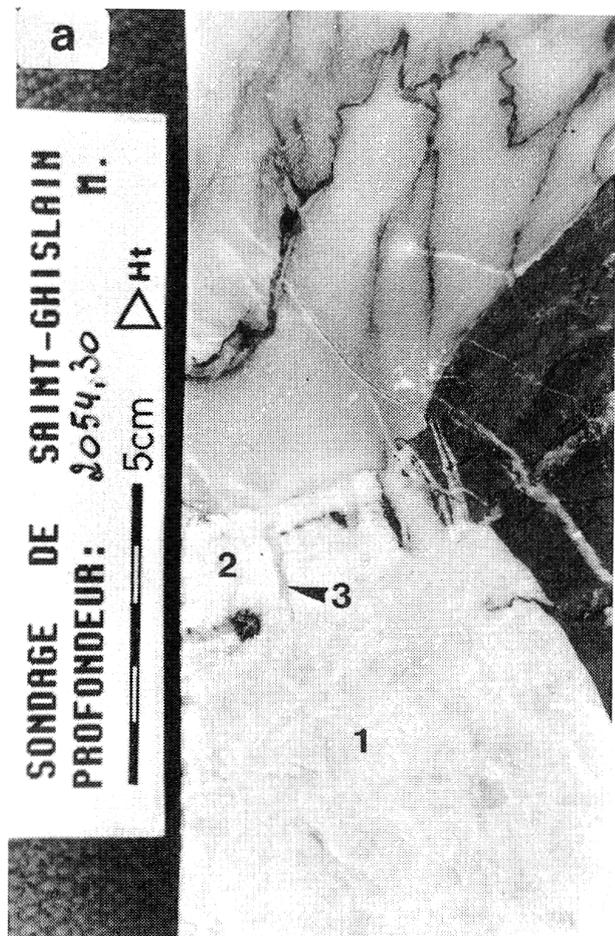
b: cote 1959,60m: "Chapeaux" siliceux (1) surmontant des nodules anhydritiques à allongement subvertical (2); les nodules et la silice associée se sont développés dans une passée carbonatée beige, finement laminaire (3).

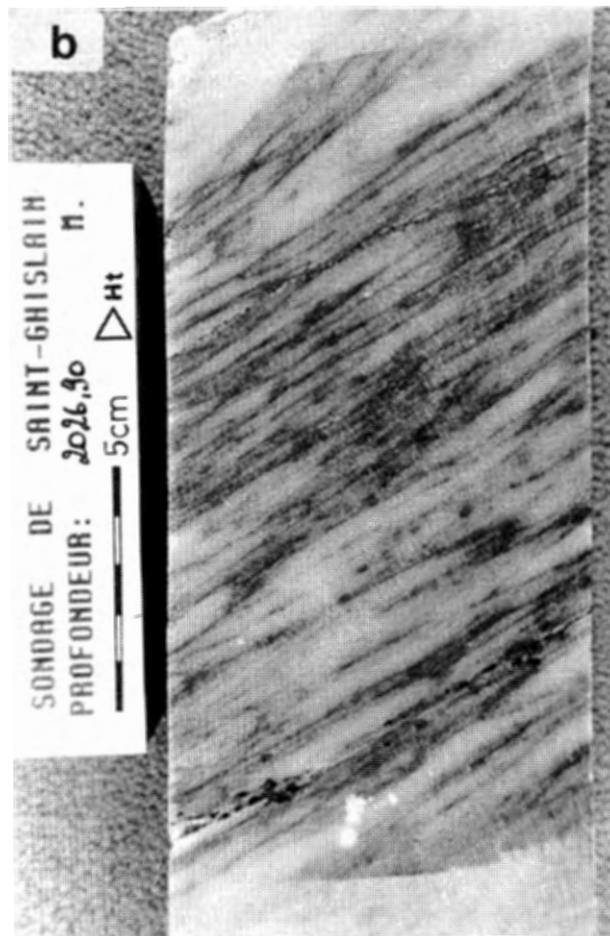
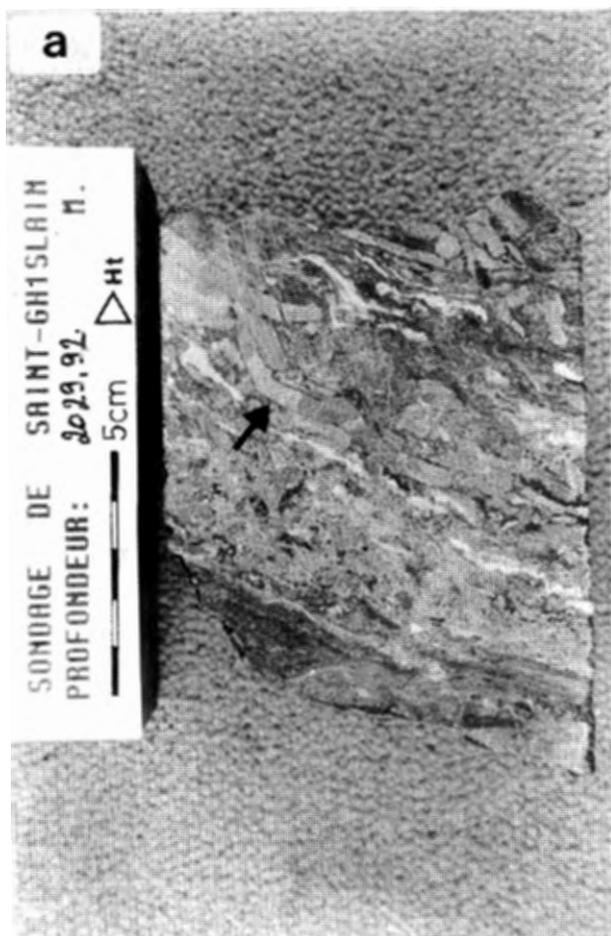
c: cote 1958,33m: calcaire finement laminaire gris à cristaux sélénitiques millimétriques à centimétriques de gypse pseudomorphosé en anhydrite (flèche).

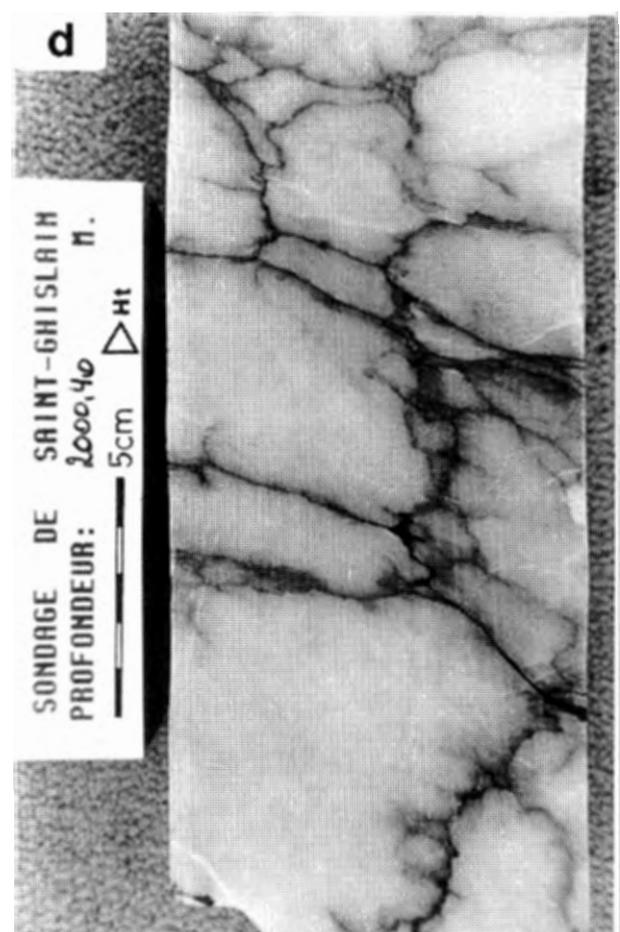
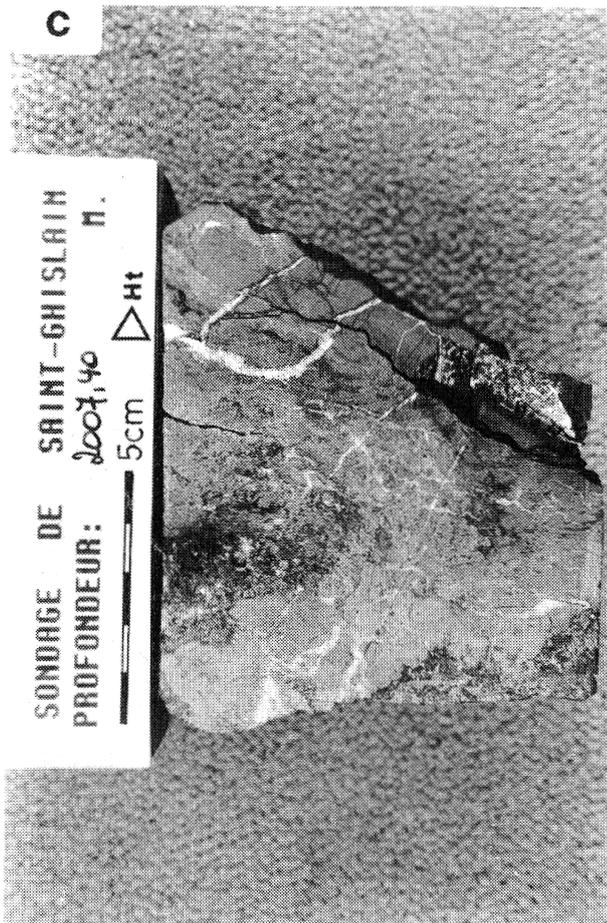
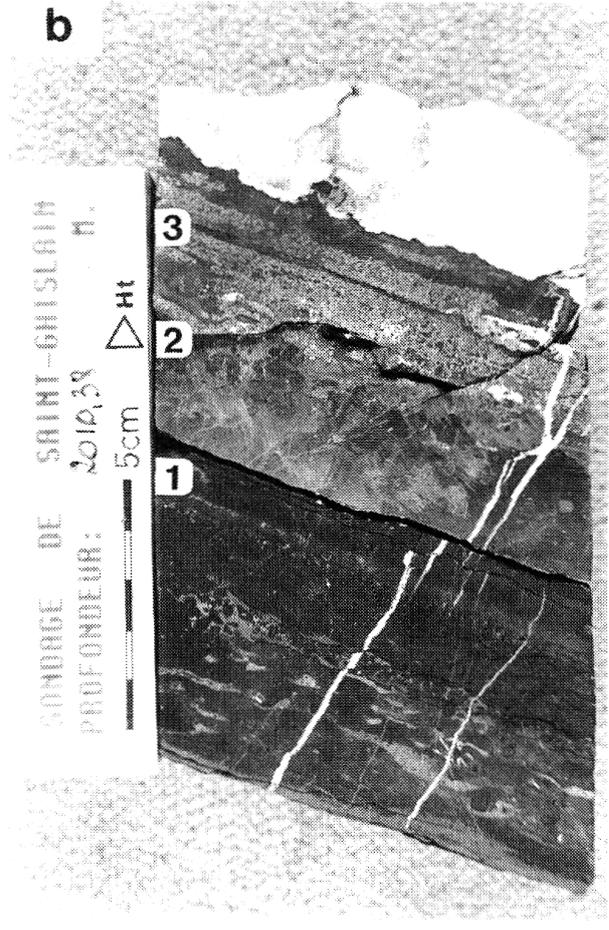
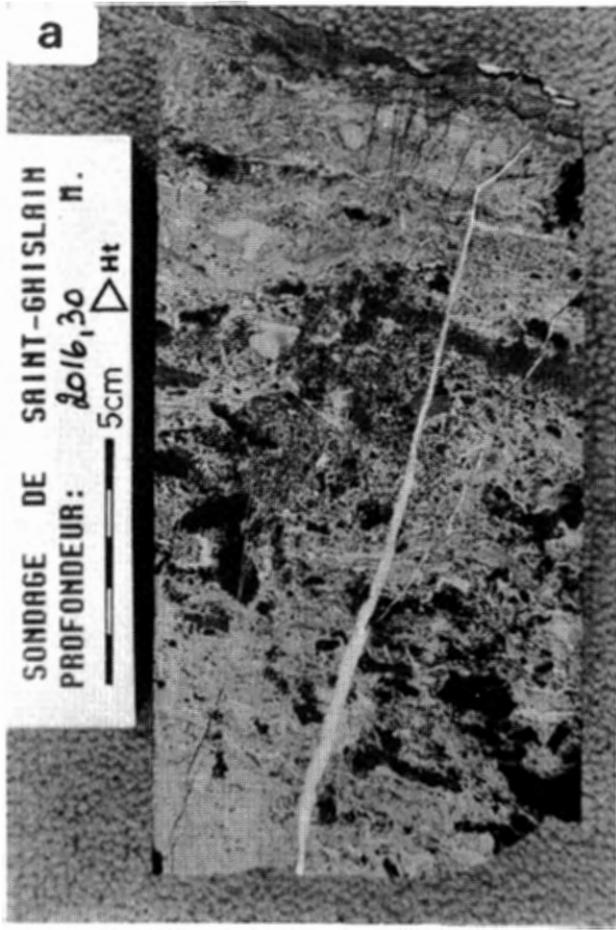
d: cote 1938,90m: bandes centimétriques de chert beige (1) dans un calcaire gris très altéré, poreux et friable (2);.

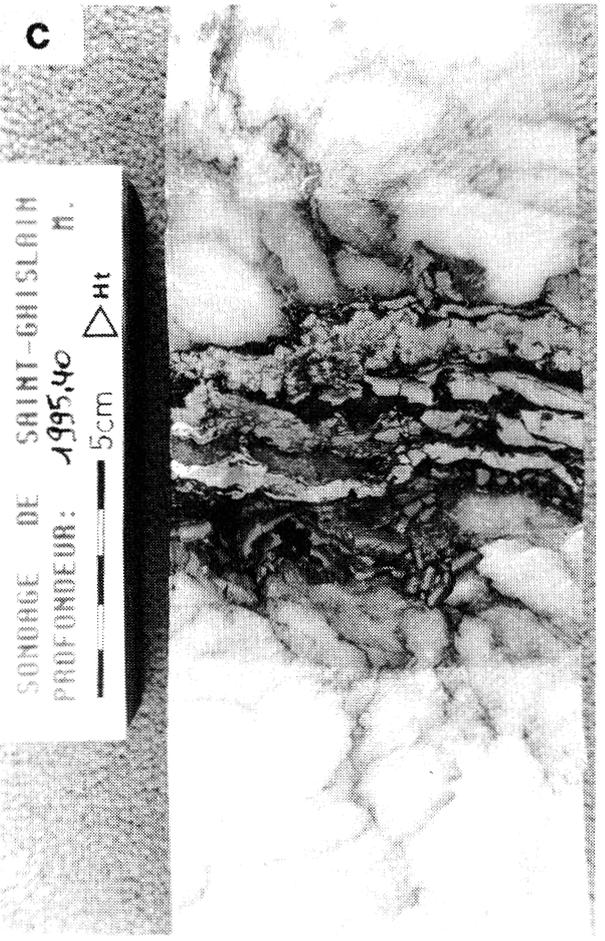
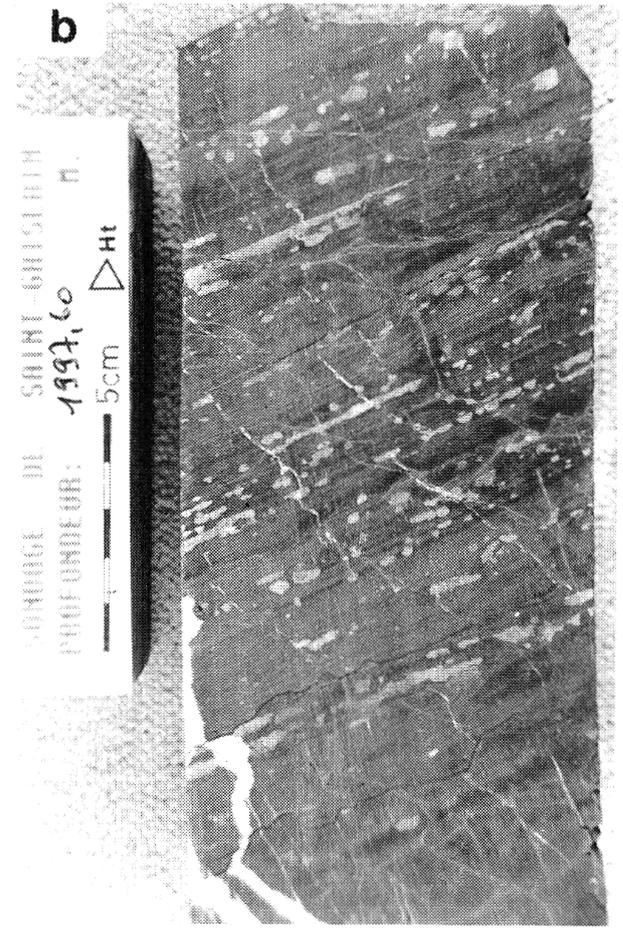


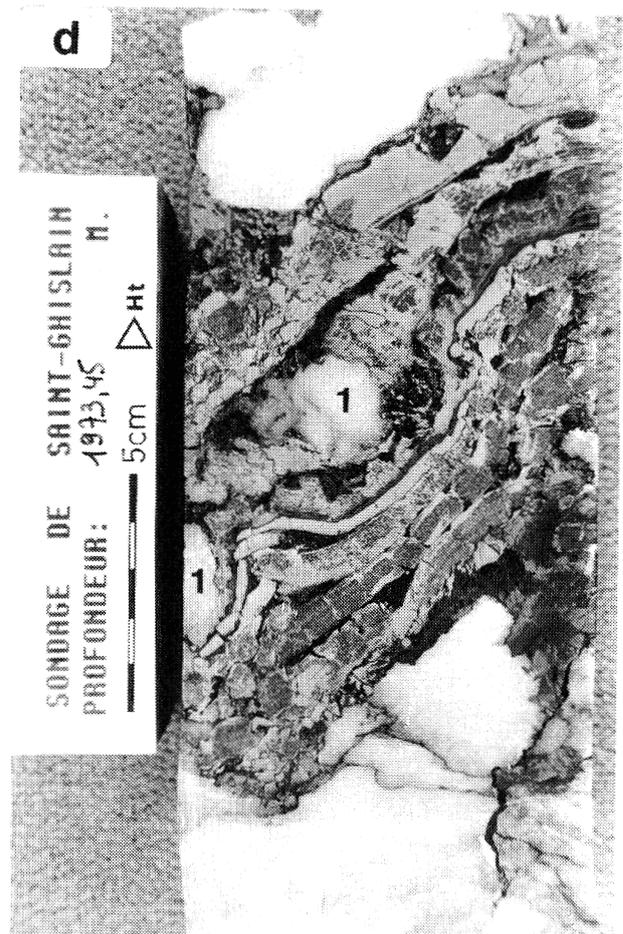
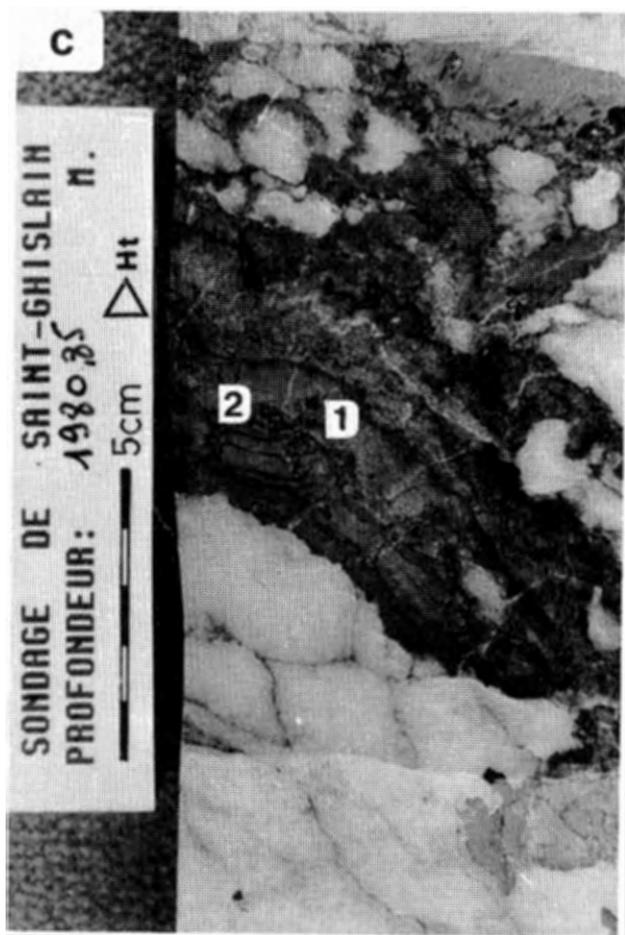
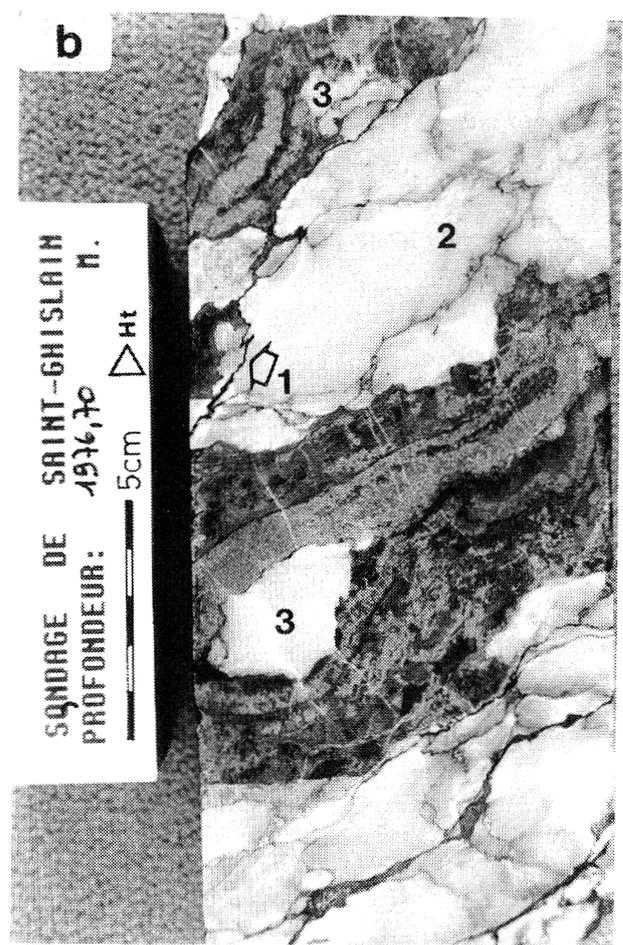
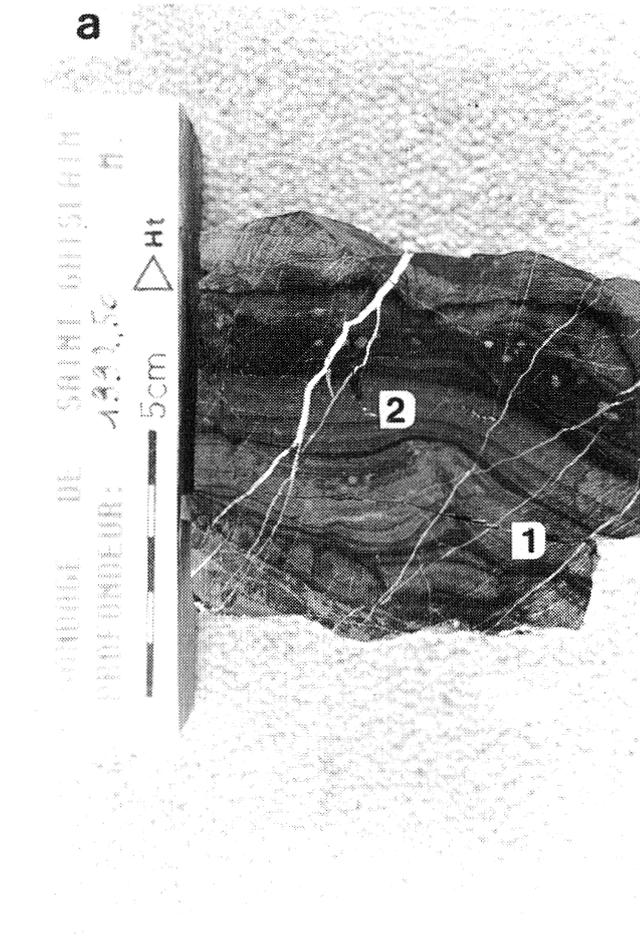


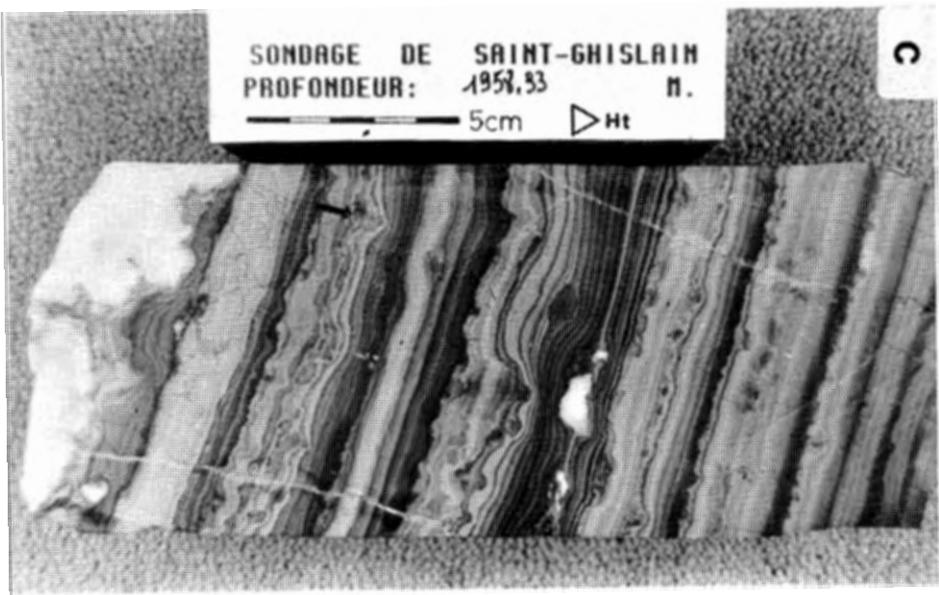
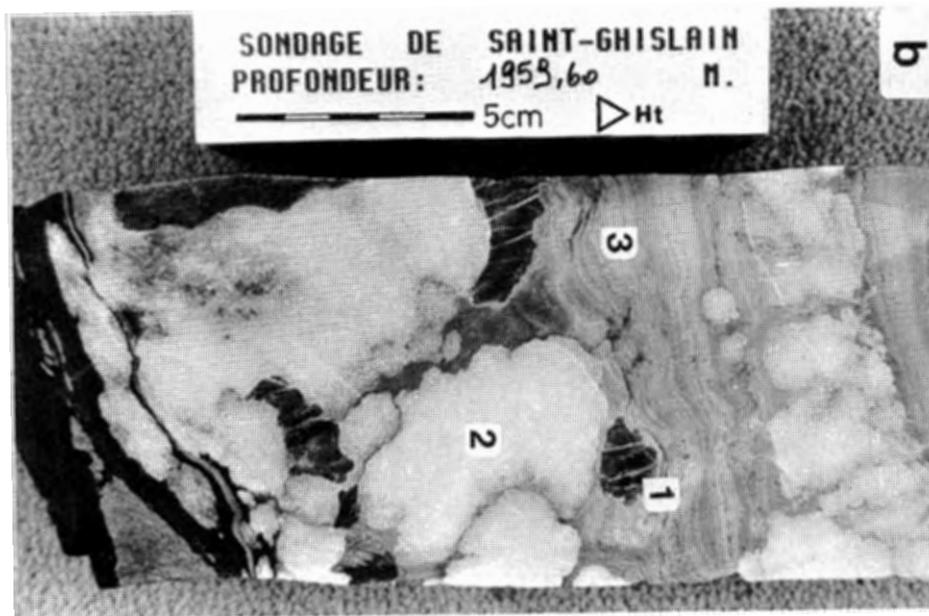












Lithologies



Anhydrite



Calcaire laminaire



Calcaire massif



Bande de chert

Structures $SO_4^=$



Anhydrite chicken-wire



Anhydrite nodulaire déformée
(nodules étirés)



Anhydrite fortement déformée
(gneissique)



Anhydrite "wispy"



Anhydrite massive



Structure entérolithique



Plissement dans anhydrite
déformée

Structures $CO_3^=$



Carbonate argileux ("schisteux")



Brèche



Conglomérat



Slumps



Fentes de dessiccation



"Séquence" bioclastique-oolithique



Birdseyes



Structure en "teepee"



Goniatites



Crinoïdes



Gypse sélénitique

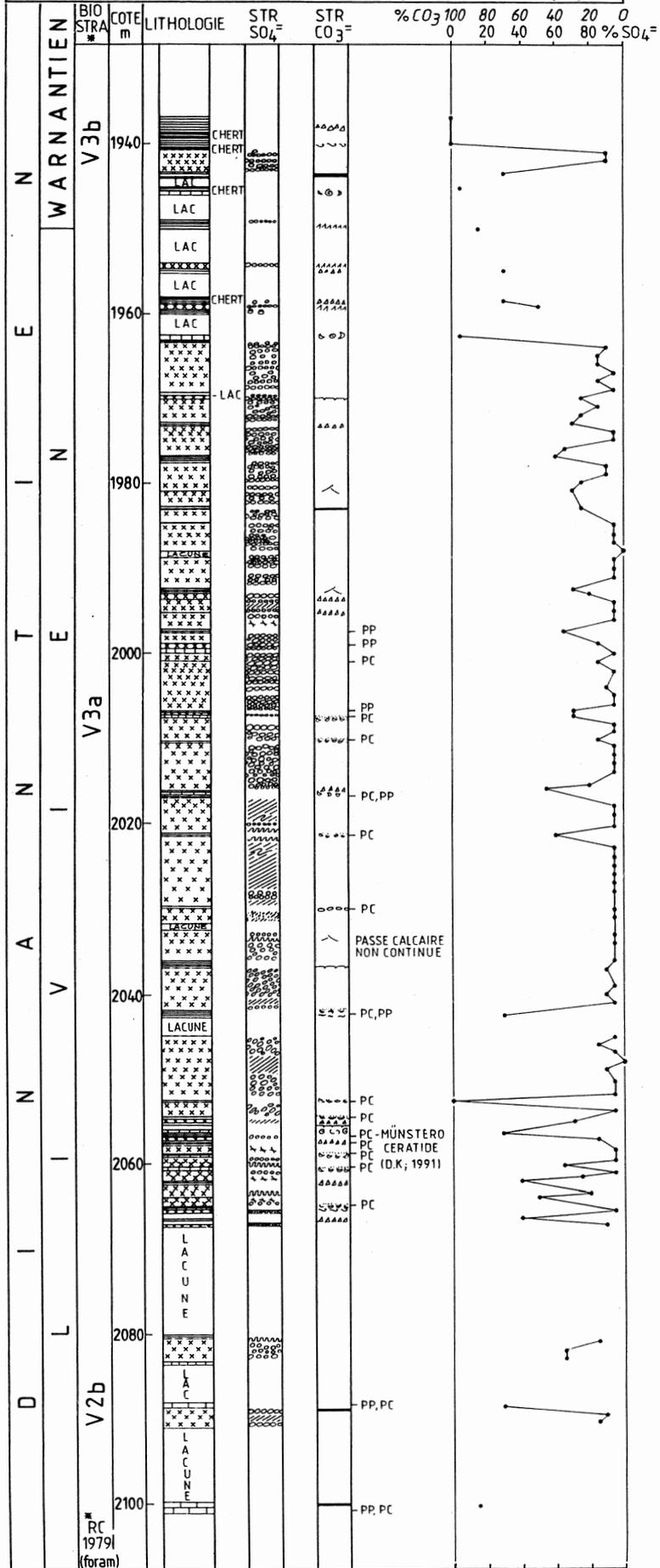


Poecilotopes de sulfate



Porphyrotopes de sulfate

COLONNE LITHOLOGIQUE DU V3a DU SONDAGE DE SAINT - GHISLAIN. 150E 387 b (description macroscopique)



N°	de (m)	à (m)	mètres	% CO ₃	%SO ₄	ép. CO ₃ (m)	ép. SO ₄ (m)
1	2100,86	2099,85	1,01	85	15	0,86	0,15
2*	2091,10	2090,04	1,06	15	85	0,16	0,90
3	2090,04	2088,93	1,11	10	90	0,11	1,00
4	2088,93	2088,10	0,83	70	30	0,58	0,25
5*	2083,63	2082,52	1,11	35	65	0,39	0,72
6	2082,52	2081,57	0,95	35	65	0,33	0,62
7	2081,50	2080,40	1,10	15	85	0,17	0,94
8*	2067,30	2066,95	0,35	10	90	0,04	0,31
9*	2066,50	2066,25	0,25	60	40	0,15	0,10
9bis*	2065,80	2065,45	0,35	05	95	0,02	0,33
10*	2064,65	2063,70	0,95	50	50	0,48	0,48
11	2063,60	2062,90	0,70	80	20	0,56	0,14
12*	2062,60	2062,35	0,25	60	40	0,15	0,10
12bis	2062,35	2061,70	0,65	25	75	0,16	0,49
13	2061,70	2061,12	0,58	05	95	0,03	0,55
14*	2060,60	2060,20	0,40	35	65	0,14	0,26
17*	2059,95	2059,00	0,95	05	95	0,05	0,95
18	2058,97	2058,02	0,95	05	95	0,05	0,90
19	2058,00	2057,06	0,94	15	85	0,14	0,80
20	2056,97	2056,00	0,62 ¹	70	30	0,43	0,27
21	2056,00	2055,40	0,60	40	60	0,24	0,36
22	2055,40	2054,60	0,80	30	70	0,24	0,56
23	2054,60	2054,40	0,20	15	85	0,03	0,17
24*	2054,12	2053,22	0,90	05	95	0,05	0,85
24bis*	2052,55	2052,45	0,10	100	00	0,10	0,00
25*	2052,27	2051,32	0,95	05	95	0,05	0,90
26*	2050,80	2050,00	0,80	05	95	0,04	0,96
26bis*	2049,50	2048,52	0,98	10	90	0,10	0,88
27	2048,44	2047,50	0,94	00	100	0,00	0,94
28	2047,44	2046,50	0,94	05	95	0,05	0,89
29	2046,50	2045,56	0,94	15	85	0,14	0,80
30	2045,53	2044,70	0,83	05	95	0,04	0,79
31*	2042,72	2041,67	1,05	70	30	0,74	0,31
32	2041,67	2040,72	0,95	05	95	0,05	0,90
33	2040,70	2039,74	0,96	10	90	0,10	0,86
34	2039,80	2038,90	0,90	05	95	0,05	0,85
35	2037,14	2036,22	0,92	10	90	0,09	0,83
35bis*	2036,10	2035,24	0,86	05	95	0,04	0,82
36*	2034,30	2033,45	0,85	05	95	0,04	0,81
37	2033,47	2032,54	0,93	05	95	0,05	0,88
38	2031,40	2030,35	1,05	05	95	0,05	1,00
39	2030,35	2029,92	0,43	05	95	0,02	0,41
40	2029,92	2028,90	1,02	10	90	0,10	0,92
41	2028,90	2027,90	1,00	05	95	0,05	0,95
42	2027,90	2026,90	1,00	05	95	0,05	0,95
43	2026,90	2025,90	1,00	05	95	0,05	0,95
44	2025,90	2024,90	1,00	05	95	0,05	0,95
45	2024,90	2023,40	1,23	05	95	0,06	1,17
46	2023,40	2022,26	1,14	05	95	0,06	1,08
47	2022,26	2021,40	0,86	25	75	0,22	0,64
48	2021,40	2020,60	0,80	40	60	0,32	0,48
49	2020,60	2019,60	1,00	05	95	0,05	0,95

¹ taux de récupération < 100% pour cette carotte

50	2019,60	2018,80	0,80	05	95	0,04	0,76
51*	2018,26	2017,30	0,96	05	95	0,05	0,91
52	2017,30	2016,30	1,00	45	55	0,45	0,55
53	2016,30	2015,10	1,20	20	80	0,24	0,96
54	2015,10	2013,95	1,15	05	95	0,06	1,09
55	2013,95	2012,90	1,05	05	95	0,05	1,00
56	2012,90	2011,80	1,10	05	95	0,06	1,04
57	2011,80	2010,65	1,15	05	95	0,06	1,09
58*	2010,50	2009,55	0,95	15	85	0,14	0,81
59	2009,55	2008,50	1,05	05	95	0,05	1,00
60	2008,50	2007,40	1,10	30	70	0,33	0,77
61	2007,40	2006,30	1,10	30	70	0,33	0,77
62	2006,30	2005,20	1,10	05	95	0,06	1,04
63	2005,20	2004,10	1,10	05	95	0,06	1,04
64	2004,10	2003,10	1,00	10	90	0,10	0,90
65	2003,10	2001,90	1,20	05	95	0,06	1,14
66	2001,90	2000,90	1,00	15	85	0,15	0,85
67	2000,90	1999,90	1,00	05	95	0,05	0,95
68	1999,90	1998,90	1,00	05	95	0,05	0,95
69	1998,90	1997,90	1,00	15	85	0,15	0,85
70	1997,90	1996,90	1,00	35	65	0,35	0,65
71	1996,90	1995,90	1,00	05	95	0,05	0,95
72	1995,90	1994,90	1,00	10	90	0,10	0,90
73	1994,90	1993,90	1,00	05	95	0,05	0,95
74	1993,90	1992,90	1,00	20	80	0,20	0,80
75	1992,90	1991,90	1,00	30	70	0,30	0,70
76	1991,90	1990,90	1,00	05	95	0,05	0,95
77	1990,90	1989,90	1,00	05	95	0,05	0,95
78	1989,90	1988,90	1,00	05	95	0,05	0,95
79*	1988,30	1987,30	1,00	00	100	0,00	1,00
80	1987,30	1986,40	0,90	05	95	0,05	0,85
81	1986,40	1985,40	1,00	05	95	0,05	0,95
82	1985,40	1985,00	0,40	05	95	0,02	0,38
83	1985,00	1983,98	1,02	35	65	0,36	0,66
84*	1983,87	1982,87	1,00	25	75	0,25	0,75
85	1982,87	1981,82	1,05	30	70	0,32	0,73
86	1981,82	1980,85	0,97	15	85	0,15	0,82
87	1980,85	1979,85	1,00	25	75	0,25	0,75
88	1979,75	1978,77	0,98	10	90	0,10	0,88
89	1978,77	1977,73	1,04	10	90	0,10	0,94
90	1977,73	1976,70	1,03	40	60	0,41	0,62
91	1976,70	1975,80	0,90	35	65	0,32	0,58
92	1975,80	1974,80	1,00	05	95	0,05	0,95
93	1974,76	1973,66	1,10	05	95	0,06	1,04
94	1973,66	1972,66	1,00	30	70	0,30	0,70
95	1972,66	1971,56	1,10	25	75	0,28	0,82
96	1971,56	1970,42	1,14	15	85	0,17	0,97
97	1970,42	1969,47	0,95	25	75	0,24	0,71
98*	1969,15	1968,52	0,63	05	95	0,03	0,60
99	1968,52	1967,50	1,02	15	85	0,15	0,87
100	1967,50	1966,64	0,86	05	95	0,04	0,82
101	1966,64	1965,54	1,10	15	85	0,17	0,94
102	1965,54	1964,48	1,06	15	85	0,16	0,90
103	1964,48	1963,40	1,08	10	90	0,11	0,97
104	1963,40	1962,35	1,05	95	05	1,00	0,05
105*	1960,00	1958,93	1,07	50	50	0,54	0,54
106	1958,85	1958,00	0,85	70	30	0,60	0,25
107*	1955,30	1954,20	1,10	70	30	0,77	0,33

108*	1950,30	1949,10	1,20	85	15	1,02	0,18
109*	1945,97	1944,90	1,07	95	05	1,02	0,05
110*	1943,75	1942,63	1,12	70	30	0,78	0,34
111	1942,63	1941,61	1,02	05	95	0,05	0,97
112	1941,61	1940,68	0,93	25	75	0,23	0,70
113	1940,58	1940,00	0,58	15	85	0,09	0,49
114	1940,00	1938,90	1,10	100	00	1,10	0,00
115*	1937,50	1936,50	1,00	100	00	1,00	0,00
			109,47			24,40	

Tableau 1: Pourcentages de carbonates et de sulfates par intervalle (les * signalent que la passée fait suite à une lacune d'au moins 10 cm).