

## MORPHOLOGIE ET SEDIMENTS DE LA PLUS GRANDE GROTTÉ DU BOUCLIER CANADIEN LA CAVERNE LAFLECHE, QUEBEC

par

Jacques SCHROEDER<sup>1</sup> & Luc DESMARAIS<sup>2</sup>

(6 figures et 1 tableau)

**RESUME.-** Avec 402 mètres de développement, la Caverne Lafleche est la plus longue grotte connue du Bouclier canadien. Elle est située au nord d'Ottawa dans une petite lentille de marbre entourée de gneiss de la province de Grenville, région qui a été couverte par les inlandsis du Pléistocène. La morphologie de la grotte suggère qu'elle est apparue par dissolution en régime noyé, bien qu'elle soit aujourd'hui inactive et perchée au-dessus de la nappe aquifère. Elle a ensuite fonctionné comme un piège en contact avec l'extérieur par 4 ouvertures perchées au sommet des versants et a été complètement colmatée par des dépôts détritiques qui ont été ensuite partiellement évacués. Ces sédiments consistent en sables divers, graviers et blocs stratifiés, qui ont été injectés dans la grotte en 3 phases à caractère glaciaire ou fluvioglaciaire. La dernière phase détritique est concomitante de la transgression marine postglaciaire datée dans la région à 12 200 ans. Une importante encoche de dissolution horizontale découverte dans la grotte à 239 m a.n.m. est attribuée à cette mer transgressive — dite de Champlain —, relevant ainsi son niveau local de 26 mètres. Enfin durant l'Holocène, les eaux d'infiltration ont surtout construit des coulées calcitiques interstratifiées de sables grossiers, ce qui les rend très vulnérables à la gélivation fort efficace depuis le creusement d'une galerie artificielle à la base du réseau.

**ABSTRACT.- Morphology and sediments of the biggest cave of the Canadian Shield : Lafleche Cavern, Quebec.** Lafleche Cavern, a 402-metres-long cave, is the longest one known in the Canadian Shield. The cave is located north of Ottawa, in a marble lentil included in Grenville gneisses. The area was covered by the Pleistocene inlandsis. It is a solution cave developed in phreatic conditions. Today, the cave is dry and above the piezometric surface. The cave has worked as a sedimentary trap with 4 openings near the summit of the hill, and filled by clastic deposits which were partly removed afterward. These stratified sediments are various sands, gravels and blocks which were injected in the cave during 3 glacial or fluvioglacial stages. The last one occurred during the postglacial marine transgression dated at 12 200 B.P. A straight horizontal solution notch discovered in the cave at 239 meters a.s.l. is a result of the postglacial Champlain Sea. Consequently, the marine level in this area must be 26 meters higher than known. During the Holocene epoch, seepage water built calcite flows with interbedded coarse sands. These vacuolar speleothems are being destroyed by highly effective gelifraction since an artificial galery was drilled at the bottom of the cave.

1. Université du Québec à Montréal, Département de Géographie, MONTREAL QUE H3C 3P8 (Canada).

2. Université du Québec à Montréal, Département des Sciences de la Terre, MONTREAL QUE H3C 3P8 (Canada).

## I.- INTRODUCTION

La Caverne Lafèche a été découverte en 1856 dans les collines du Bouclier canadien à 25 km au nord d'Ottawa (fig. 1). Elle s'appelait à l'origine la Caverne de Wakefield et a été aménagée pour les visites touristiques à partir de 1923. Ce fut la première grotte touristique du Canada. Abandonnée vers 1970, elle est maintenant très dégradée. En 1986, la municipalité de Val-des-Monts financée par le gouvernement du Québec a acquis les terrains où elle se situe et a entrepris le nettoyage de la grotte. Il a alors été possible de dresser le premier plan précis de la cavité et d'y observer de façon systématique la nature, la distribution et l'épaisseur des dépôts. Tout préliminaires que soient les résultats de notre étude, ils sont intéressants car ils montrent que la grotte aujourd'hui inactive a fonctionné comme un piège sédimentaire en un temps qui n'a pas de rapport avec sa genèse.

tient aux roches ignées et métamorphiques de la province géologique de Grenville du Précambrien. Le marbre est constitué de grains grossiers de couleur blanchâtre à grisâtre et est rubané avec des intercalations de gneiss oxydé et de minces lits de quartzite finement laminés. La lentille de marbre est partout limitée par des roches insolubles : à l'ouest, au nord et à l'est par des gneiss granitiques, au sud-est par des gneiss quartzeux et à hornblende et des quartzites et au sud-ouest par des roches verdâtres contenant des pyroxènes, de la trémolite, des micas, de l'apatite et de la calcite (Béland, 1954).

Toutes ces roches précambriennes sont en relief et constituent des collines culminant à 300-320 mètres a.n.m., dont les flancs sont le plus souvent escarpés. Les fonds de vallées relativement plats se situent sous 230 mètres et sont composés de dépôts fluvioglaciaires ou marins installés par la Mer de Champlain, mer postglaciaire transgressive qui aurait atteint dans cette région son altitude maximum, il y a 12 200 ans environ (cf. infra).

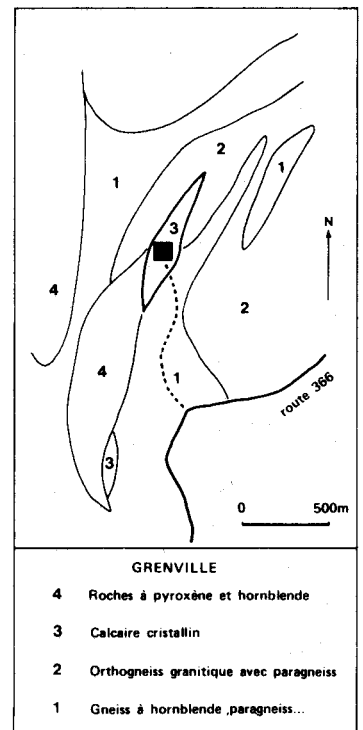


Fig. 1.- Localisation de la grotte et géologie régionale.

## II.- LE CADRE GEOLOGIQUE ET TOPOGRAPHIQUE

La grotte se situe dans une étroite lentille de marbre orientée N 040° qui s'étire sur 1 000 mètres de long et mesure 150 mètres de large au plus (fig. 1). Comme les roches environnantes, ce marbre appar-

## III. LA MORPHOLOGIE DE LA GROTTE

Longue de 402 mètres et disposée sur une dénivellée de 35 mètres, la Caverne Lafèche est aujourd'hui accessible par une belle entrée naturelle de 6 mètres de large et 3 mètres de haut perchée à mi-hauteur du versant, à 240 m a.n.m. (fig. 2 et 3).

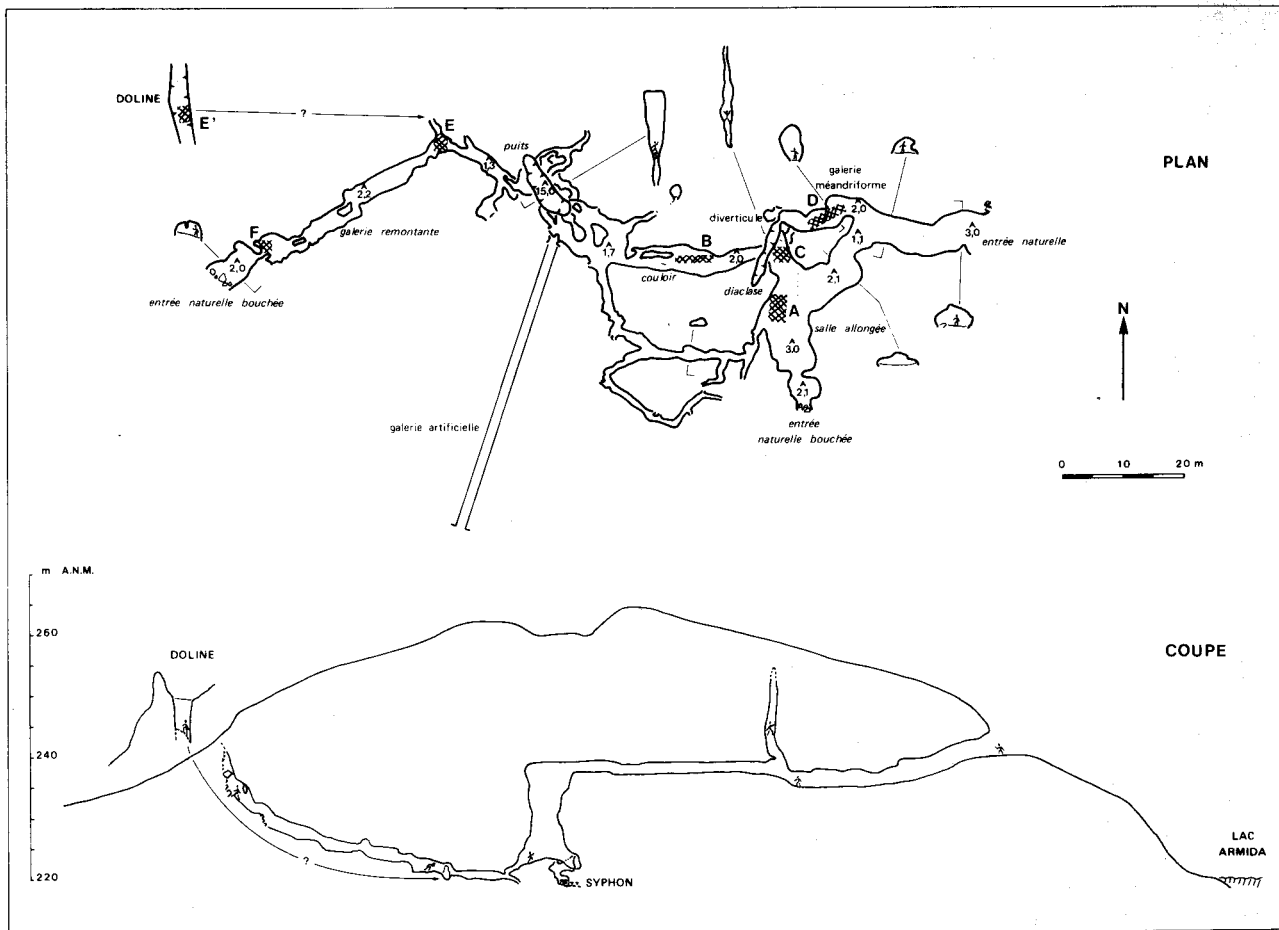


Fig. 2.- Topographie de la Caverne Lafèche et localisation des coupes (à partir d'une topographie détaillée de J. Schroeder, M. Beaupré & D. Caron).

L'entrée naturelle se prolonge par une galerie de même gabarit, légèrement descendante, branchée sur une salle allongée vers le sud et une galerie remontante et méandrique dirigée vers l'ouest. Une galerie rectiligne étroite et haute de 12 mètres unit ces dernières. Sous cette «diaclose» (Gèze, 1973), s'ouvre un diverticule anastomosé et un couloir dirigé vers l'ouest qui s'arrête au sommet d'un puits profond de 15 mètres. Quelques mètres avant le rebord du puits, le conduit se prolonge latéralement par de courts diverticules surbaissés et un long boyau qui rejoint la salle allongée. Le puits unit cette partie supérieure de la grotte à un réseau de diverticules méandriques dirigés en gros vers le nord-est, qui se recoupent et descendent jusqu'à un siphon dont le niveau de l'eau est de quelques centimètres supérieur au niveau du Lac Armida. Ce lac est situé à la base du versant taillé dans les marbres à l'altitude de 220 m a.n.m. (fig. 2). Vers le sud-ouest, toujours à partir de la base du puits, on accède par un ramping à une galerie remontante pourvue d'étranglements et s'arrêtant sur un éboulis. Enfin une galerie artificielle rectiligne et horizontale relie la base du puits à l'extérieur.

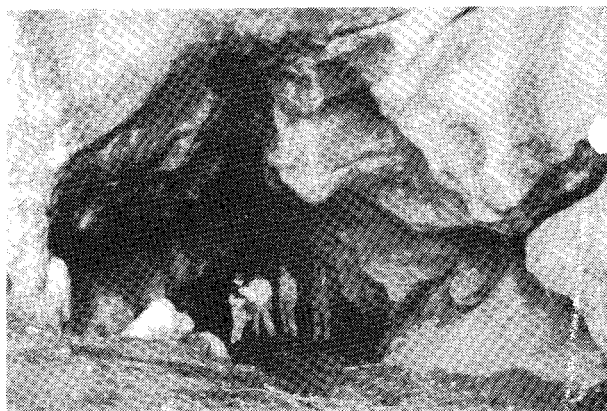


Fig. 3.- Entrée naturelle de la grotte dont la voûte est surcreusée par un chenal.

Toute la morphologie de la grotte résulte de la dissolution du marbre à l'exception d'une courte section de la galerie remontante partant de la base du puits. Là, murs et plafond sont remodelés par des effondrements qui ont fait disparaître la morphologie de dissolution. Partout ailleurs, la dissolution du marbre suit les contraintes dues à la disposition de la

foliation et des joints. En effet, la texture du marbre dans la grotte est soulignée en relief positif par des traînées de minéraux insolubles millimétriques à centimétriques, des alignements de lits de gneiss et de blocs insolubles anguleux submétriques à métriques, dont l'orientation est toujours comprise entre N 045° et N 065° et dont le pendage est au moins de 75° vers le sud. Les principales galeries de la grotte et la disposition générale du réseau suivent donc l'orientation de la foliation qui correspond d'ailleurs à l'alignement de la lentille de marbre et à l'orientation des bandes de gneiss limitrophes. M. Beaupré a, par ailleurs, relevé dans la grotte que l'encaissant est fracturé par des joints (N = 117) qui se regroupent en 4 familles inégales qui ont plus ou moins facilité la dissolution du marbre. La famille principale se compose des joints orientés à N 170° et subverticaux (pente de 70° W à 80° E), continus sur des dizaines de mètres. Le puits, l'espace compris entre la base de la «diacalse» et la salle allongée et de nombreux murs de galerie suivent les joints de cette famille. La deuxième famille regroupe des joints dont l'orientation est assez dispersée autour de N 050° mais qui cette fois ont un pendage nul à modéré ( $\leq 25^\circ$ ) vers le S-E, soit proche de l'attitude de la foliation. De nombreux plafonds dont celui du puits ainsi que des planchers de galeries suivent ces joints. Les joints des deux dernières familles sont subverticaux. Leurs orientations respectives sont N 125° puis N 030° et leur incidence sur la morphologie de la caverne est mineure.

#### SPELEOGENESE PROBABLE

Il semble donc que la grotte soit d'abord le résultat de la dissolution par des eaux souterraines en régime noyé, contrôlées principalement par la foliation et deux familles de joints. Cependant comme la quasi-totalité des blocs insolubles suspendus aux murs et aux voûtes sont dépourvus de traces de corrosion significatives, et conservent le plus souvent leurs arêtes vives, la circulation d'eau à l'origine de la cavité a été plutôt lente ou n'a pas duré suffisamment longtemps. Aujourd'hui, l'espace spéléologique dans la lentille de marbre est inactif et il se situe en permanence au-dessus de la nappe aquifère. On a aussi constaté que la grotte a capté des eaux de surface par trois entrées évidentes et une probable toutes situées à mi-versant donc hors d'atteinte pour l'hydrographie de surface actuelle. En plus de l'entrée actuelle, il existe en effet deux autres entrées naturelles évidentes, aujourd'hui bouchées, qui se trouvent respectivement à l'extrémité sud de la salle allongée et à l'ouest du réseau là où la galerie

remontante se termine sur un éboulis traversé par des racines d'arbres (fig. 2). Le calcul topographique permet d'évaluer l'épaisseur du talus d'éboulis à trois mètres au minimum. De plus, au beau milieu de cette galerie juste deux mètres à l'aval du talus, un insoluble suspendu au plafond et mesurant plus d'un mètre, a été remarquablement bien émoussé par des eaux qui — le profil de l'insoluble l'atteste — devaient venir de l'extérieur. Enfin la base de cette galerie presque sous le puits est noyée chaque printemps par des eaux venant d'un diverticule colmaté par une arénite de marbre analogue à celle trouvée au fond de la doline située à l'ouest de la caverne (fig. 2). Comme on le verra, ces dépôts autochtones ne sont connus que là. A chaque printemps, un coup d'eau chasse ces dépôts et noie la base de la galerie. Il est donc probable qu'une connexion existe entre la doline où s'entasse de la neige et la base de la galerie. Incidemment, signalons que la seule zone de la grotte affectée par des effondrements est justement localisée là où le coup d'eau saisonnier se fait sentir. Dès lors, les effondrements résultent probablement de la fatigue mécanique qui affecte actuellement les murs et le plafond de la galerie.

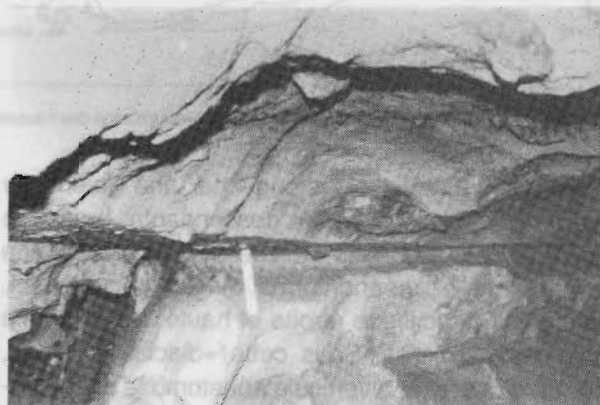


Fig. 4.- Encoche de dissolution dans le couloir allant vers le sommet du puits. La coupe B se trouve en dessous.

D'ores et déjà on peut dire qu'après son développement en zone noyée qui doit dater d'une période où une nappe aquifère pouvait être perchée plus haut que son niveau, — ce qui est impossible aujourd'hui — la Caverne Lafèche a été en très large contact avec l'extérieur par 4 entrées différentes et a été parcourue par des eaux de surface dont l'hydrographie n'a pas de rapport avec celle d'aujourd'hui. La Caverne Lafèche a donc fonctionné comme un piège sédimentaire. En plus des dépôts, deux évidences de ce fonctionnement relevant de contextes paléogéographiques différents ont été trouvées. En

effet, les voûtes de la presque totalité du réseau sont surcreusées par un réseau de chenaux de voûtes peu profonds mais évidents dont le développement implique le colmatage complet du réseau souterrain. Ils sont particulièrement évidents sur la voûte sud-est de la «diaclose», et surtout entre l'entrée naturelle actuelle et la salle allongée (fig. 2 et 3). Une dernière forme d'érosion va nous permettre de poser un jalon supplémentaire dans cette chronologie relative. Il s'agit d'une encoche de dissolution parfaitement horizontale visible dès la galerie d'entrée et aussi dans le couloir conduisant au sommet du puits (fig. 4). Cette encoche toujours à la même altitude indique évidemment un niveau d'eau calme dont l'altitude se situait à 239 m a.n.m. soit 19 m au-dessus du lac actuel. Comme cette encoche de dissolution entaille les chenaux de voûte, elle lui est postérieure et constitue un autre élément paléogéographique, impliquant un niveau d'eau à cette hauteur non seulement dans la grotte, mais aussi aux alentours, puisqu'elle est présente dès l'entrée.

#### IV.- LES SEDIMENTS PIEGES

En fonction du temps, les dépôts observés dans la Caverne Laflèche se divisent drastiquement en deux familles : ceux qui répondent à des processus géomorphologiques actuels ou sub-actuels, et ceux mis en place dans des contextes paléoenvironnementaux très différents. La première famille comprend les rares effondrements mécaniques aux voûtes, quelques gours mais surtout un concrétionnement important dans le puits et dans le réseau supérieur. Ces draperies pour l'essentiel constituaient l'attrait majeur de la grotte lors de sa période d'exploitation touristique. Malheureusement la galerie artificielle creusée à la base du puits, 15 mètres sous l'entrée naturelle principale, a transformé le fonctionnement climatique de la cavité comprise entre ces deux ouvertures du «sac à air» en un «tube à vent» (Gèze, 1965). Ce qui a entraîné la destruction généralisée des concrétions par gélivation et hydratation, ainsi qu'une contamination complète les rendant inutilisables pour des datations. Ce processus est paradoxalement d'autant plus efficace que les concrétions toujours actives grâce aux eaux d'infiltration, sont interstratifiées de lentilles de sables grossiers. Comme d'une part, ces concrétions recouvrent les voûtes de la caverne y compris certaines surcreusées par des chenaux de voûtes, mais aussi localement des sédiments détritiques, et que, d'autre part, les excavations dans ces sédiments montrent bel et bien que le concrétionnement calcitique leur est pos-

térieur, nous avons d'abord étudié cette seconde famille de dépôts qui attestent que la grotte a fonctionné comme un piège sédimentaire dans un ou des contextes (?) géomorphologiques radicalement différents de la période actuelle. Dans le cadre de la chronologie relative en cours d'élaboration, le concrétionnement apparaît donc comme un phénomène postérieur 1) à la phase de remplissage de la cavité nécessaire pour expliquer les chenaux de voûtes, 2) à l'encoche de dissolution attestant qu'un plan d'eau calme inonde la grotte et ses environs immédiats et 3) à tous les sédiments clastiques observés comme on va le voir. Quand ces concrétions fossilisent une séquence détritique, elles sont alors décrites.

#### LOCALISATION ET DESCRIPTION DES COUPES

La coupe A (fig. 2) levée à 40 mètres de l'entrée, au pied du mur ouest de la salle allongée, comporte de haut en bas les couches suivantes (fig. 5) :

- 6) débris d'origine anthropique dans une matrice fine avec lits minces. Epaisseur : 10 cm,
- 5) diamicton à matrice silto-sableuse massive contenant des cailloux hétérométriques, dont beaucoup sont anguleux, et quelques-uns subarrondis, et de nombreux débris de concrétions de calcite longs de 2 cm ou plus. Au sommet de la couche se trouvent deux blocs décimétriques insolubles encroûtés finement par de la calcite et fortement altérés, comme d'ailleurs certains cailloux réduits à l'état de silhouette. Le contact supérieur est net. Epaisseur : 70 cm,
- 4) unité granoclassée composée de sables fins à grossiers et de cailloux fins. Stratification floue à la base entre les cailloux et les sables grossiers, devenant nette entre les sables grossiers et fins. Ces lits minces alternés gris clair et vert foncé (rythmites ?) sont perturbés par des plissements de gravité et des microfailles de cisaillement qui impliquent une poussée due à la mise en place de l'unité supérieure en provenance de l'entrée principale. Epaisseur : 25 cm à 30 cm,
- 3) sables fins à argileux, massifs avec quelques cailloux subarrondis en contact graduel avec l'unité supérieure, contenant un bloc analogue aux deux vus dans l'unité 5. Epaisseur : 15 cm,
- 2) diamicton à matrice sableuse et massive avec des cailloux pugilaires (5 cm < A < 8 cm) anguleux à subanguleux dont le contact supérieur avec l'unité 3 est flou. Au N-E de la coupe le

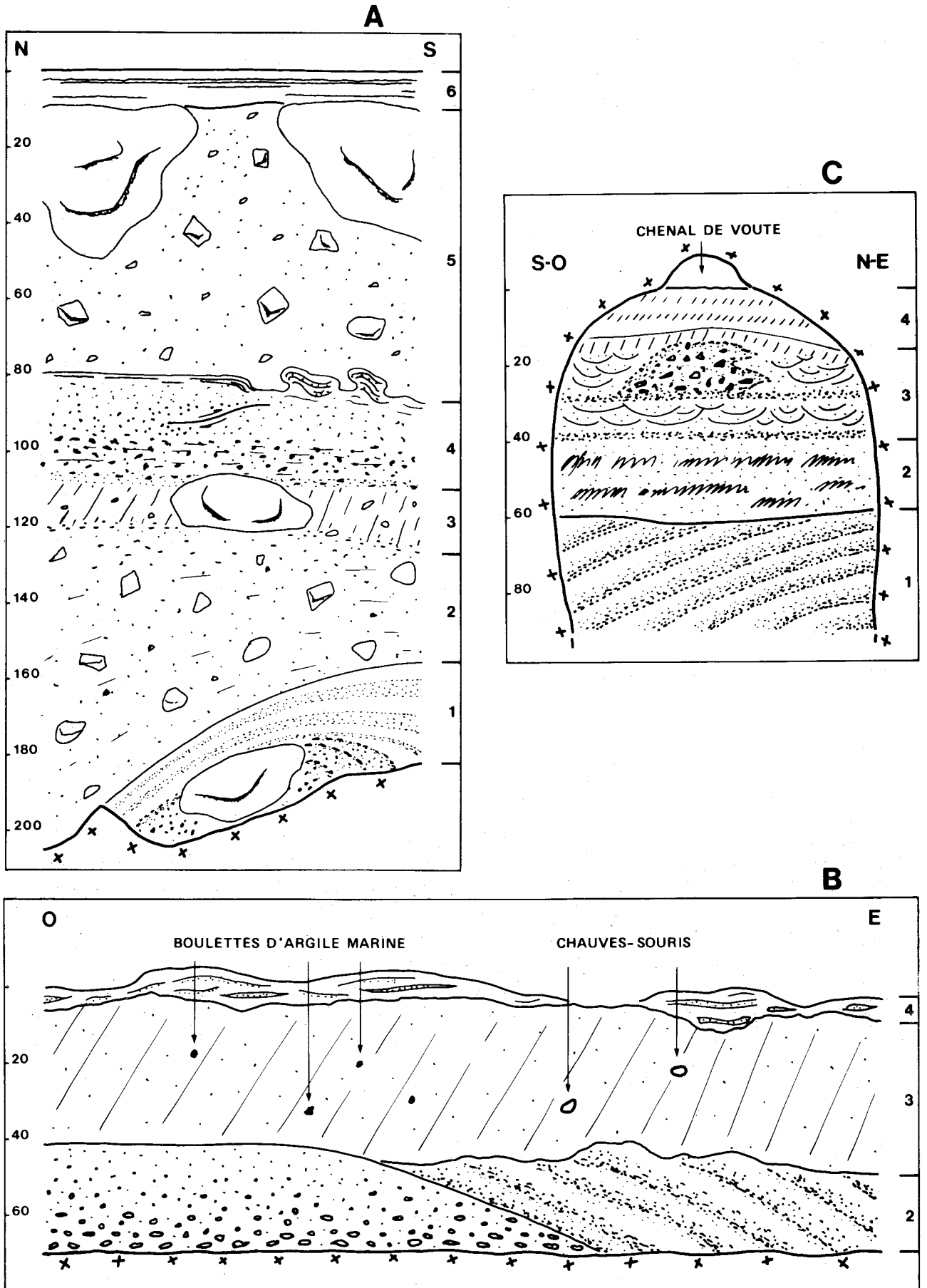


Fig. 5.- Coupes A, B et C. Les numéros renvoient au texte, les coupes sont localisées sur la figure 2.

diamicton a 80 cm d'épaisseur et est en contact avec l'encaissant, tandis que vers le S-W, il repose en concordance sur l'unité 1 et son épaisseur se réduit à 30 cm,

- 1) sables fins limoneux rythmés (lits épais de 1 mm) de couleur gris vert reposant sur des sables grossiers à stratification floue qui enrobent un bloc aux arêtes émoussées et au poli glaciaire. Le passage est graduel entre les sables fins et grossiers. Unité mise en place par un courant d'eau venant du N-E et dirigé vers l'entrée sud. Epaisseur : 10 cm à 30 cm.

La coupe B est située au centre du couloir orienté E-W qui mène de la salle allongée sous la «diacalse» au sommet du puits (fig. 2). Elle comporte de haut en bas les unités suivantes (fig. 5) :

- 4) une croûte calcitique de 1 à 4 cm d'épaisseur, finement laminée, vacuolaire et hydratée sur toute son épaisseur. A des lits discontinus de calcite, succèdent des lits discontinus sableux dont les grains sont analogues à l'unité 3. La calcite constitue une solution de continuité avec les draperies du mur nord du couloir,
- 3) sables fins à silteux, massifs avec une stratification floue aux 3 ou 4 cm, dont un lit mince cendré discontinu. Contient deux cavités brunâtres, d'un diamètre de 2 à 3 cm, fantômes de microvertébrés (chauves-souris ?) et quelques boulettes d'argile marine stratifiée. Repose en discordance soit sur l'unité 1 à l'ouest de la coupe, soit sur l'unité 2 à l'est. Sa disposition et sa texture attestent d'une mise en place par des eaux courantes circulant de l'ouest vers l'est. Epaisseur : 30 cm à 40 cm,
- 2) gravillons, sables grossiers à silteux à stratifications assez nettes délimitant une rythmicité inégale. Les bandes claires de sables grossiers bien lavés sont larges de 2 à 5 cm tandis que les bandes sombres où le sable est plus silteux sont épaisses de 1 cm en moyenne. La discordance entre les unités 3 et 2 semble résulter d'un fluage de l'unité 2 vers l'est. A l'est de la coupe, l'unité 2 repose sur l'encaissant et à l'ouest sur l'unité 1. Epaisseur : de 0 cm à 30 cm,
- 1) gravillons subarrondis à arrondis, bien classés, à granoclassement normal, qui reposent directement sur le plancher du couloir. A l'aval de l'unité à l'est, le contact avec l'unité 2 est concordant. Epaisseur : 20 cm à 30 cm. Cette séquence (sauf l'unité 4) a donc été mise en place par des eaux rapides circulant de l'ouest vers l'est, donc venant du puits et par conséquent remontant ce dernier.

La coupe C est située dans un conduit du diverticule anastomosé localisé sous la «diacalse» (fig. 2). Toujours de haut en bas, on y observe les couches suivantes (fig. 5) :

- 4) sable silteux noirâtre massif avec trace d'horizons plus clairs. Ce sable est en contact avec le plafond du conduit, à l'exception du chenal de voûte surcreusé et resté vide. Epaisseur : 15 cm,
- 3) unité complexe de graviers, sables grossiers et fins. A la base, elle débute par une strate de sables grossiers et sombres épaisse de 3 cm et passant progressivement vers le haut à des sables fins, blanchâtres à stratifications entrecroisées. Cette couche est limitée vers le haut par une surface d'érosion. La couche au-dessus est analogue mais en son centre, on trouve des graviers et des sables grossiers. L'unité 3 est en contact avec l'unité 4 par une strate concordante de sable fin silteux de 5 cm d'épaisseur, rubanée, où alternent des horizons clairs et rubigineux. Epaisseur : 35 cm,
- 2) ces sables fins silteux et rubanés varient du beige au rubigineux avec au centre de la formation une strate de sable gris clair épaisse de 1 cm ; ils reposent en discordance sur l'unité 1. Epaisseur : 20 cm,
- 1) sables rythmés dont la disposition dénote une mise en place par des eaux coulant vers l'observateur, situé dans la salle allongée. Huit varves (?) ont été comptées et se composent chacune d'une série sableuse granoclassée du sable grossier au sable fin silteux légèrement rubigineux. Epaisseur visible : 30 cm.

La coupe D est située dans la galerie méandri-forme joignant la galerie d'entrée à la «diacalse» (fig. 2). Malgré une excavation longue de 2,3 m tout au long de la pente du plancher rocheux atteignant 36° le dépôt consiste partout en un diamicton à matric sablo-silteuse très hétérométrique, à variétés pétrographiques évidentes. Les galets sont très altérés mais le dépôt ne présente pas de trace d'oxydation. Trois échantillons ont été prélevés et analysés. Epaisseur variable de 50 cm à 120 cm.

La coupe E a été creusée dans les dépôts qui colmatent un conduit branché sur la galerie remontante à l'ouest du réseau, là où elle est la plus basse et inondée à chaque printemps (fig. 2). Les eaux saisonnières chassent dans la grotte un sable graveleux calcaire blanc et rouille, présentant une stratification floue et des lits très minces de bois brûlé. Epaisseur plus de 120 cm.

La coupe E' est localisée dans le fond de la doline située au N-W de la grotte (fig. 2). Sous une couche de 90 cm d'humus, de terre noire et de blocs allochtones, se trouvent des blocs de marbre altéré, sub-angulaires à subarrondis baignant dans une matrice de sable calcaire blanc et rouille légèrement cimenté et induré. Une excavation exploratoire de 130 cm ne fait que dégager cette même arénite. Cependant la voûte rocheuse conserve les évidentes marques de dissolution propres aux autres galeries souterraines.

La coupe F se trouve à proximité de l'éboulis qui termine la galerie remontante à l'ouest du réseau (fig. 2). Le plancher est couvert de galets subanguleux à subarrondis, d'un grand axe compris entre 5 cm et 15 cm, à grande variété pétrographique. Là où la coupe n'a pas été perturbée par les visiteurs, les galets sont dépourvus de matrice. Epaisseur : 20 cm à 40 cm.

#### ANALYSES SEDIMENTOLOGIQUES

Dans un premier temps, nous avons soumis à l'analyse les séquences les plus complexes, soit celles observées dans les coupes A, B, C, D. Les paramètres sédimentologiques de Folk (1968) ont été calculés (tabl. 1), la morphoscopie des sables faite, ainsi que les densimétries des quelques fractions fines. Il en ressort que les séquences clastiques sont dominées par des sables variés, pauvrement classés, généralement déviés vers les fins : 40 % ont une courbe «mésokurtique», 30 % «leptokurtique» et les 30 autres % «platykurtiques». La fraction grossière

(entre 2 et 4 mm) montre des grains anguleux ou très peu émoussés, issus des roches locales avec une fraction importante de marbre, et ce pour les séquences déposées dans les coupes A, D et la base de C. Par contre, les grains grossiers déposés en B et dans la partie supérieure de C, ont des arêtes émoussées dans 50 % des cas et une proportion plus faible de marbre.

#### V. CORRELATION STRATIGRAPHIQUE ET MORPHOLOGIQUE

A la suite de cette étude préliminaire, il est possible d'établir une première hypothèse où, dans une chronologie toute relative, s'ordonne l'ensemble des évidences morphologiques et sédimentologiques observées. A une période actuellement non identifiable caractérisée par le fait que la lentille de marbre était sous un niveau piézométrique au moins situé au-dessus de 255 mètres a.n.m. (altitude maximum de la grotte), la Caverne Lafèche est apparue grâce à la dissolution du marbre contrôlée par la trame structurale. Comme la topographie actuelle à l'aplomb de la cavité ne permet pas à une nappe aquifère d'être plus haute que 220 m a.n.m., on doit concevoir que cette période date d'un temps où la surface était différente et le vallon du Lac Armida inexistant, ou que, grâce à la présence d'un inlandsis, la nappe aquifère a réussi à se percher au sommet des marbres. De façon conservatrice donc, la genèse de la grotte se comprend dans le cadre d'une chronologie longue ou courte mais limitée par la présence du dernier inlandsis qui a quitté la région il y a à peine 12 200 ans (cf. infra). Après son développement et le rabattement du niveau aquifère, la grotte se trouve en contact avec l'extérieur par 4 entrées aujourd'hui en haut des versants taillés dans les marbres. Problème en suspens : ces entrées ont-elles été recouvertes par l'abaissement de la topographie arasée par les glaciers, ou faisaient-elles la jonction avec des chenaux sous- ou intra-glaciaires, comme cela a été montré en Norvège (Lauritzen, 1986). Dernière remarque, les nombreux insolubles des voûtes de la grotte mis en relief par la dissolution des marbres ne présentent pas — sauf un particulièrement bien placé — un émoussé dû à la circulation des eaux. Ce fait accreditte l'hypothèse que la grotte a eu au moins deux fonctionnements hydrogéologiques différents : celui responsable de son développement exclusivement par dissolution et celui lié à la circulation des eaux de surface drainées au moins par les entrées ouest ou est de la grotte, comme leur morphologie le montre clairement. Tous les dépôts clastiques étudiés ont été installés lors de ce second fonctionnement hydrogéologique.

Tableau 1.- Classement granulométrique des sédiments

Coupe	Couche	$\bar{X}$ (mm)	Classement	Dissymétrie $Sk_1$	Acuité $K_G$
D	1	3.3	2.392	0.348	0.956
D	2	2.2	2.545	0.325	0.809
D	3	2.7	2.552	0.296	0.897
A	5	4.5	1.44	0.487	0.722
A	4	1.0	1.69	0.244	1.95
A	3	1.5	2.96	0.27	0.838
A	2	2.5	2.27	0.11	0.842
A	1	0.5	0.9	0.22	0.977
C	4	0.45	1.688	-0.3	1.043
C	3	0.13	1.045	0.133	1.230
C	2	0.1	1.026	0.213	1.416
C	1	0.4	1.08	-0.03	0.956
B	3	0.25	1.367	-0.02	1.092
B	2	0.2	1.045	0.211	1.135
B	1A	3.5	2.26	0.239	0.935
B	1B	3.75	1.98	0.142	1.072



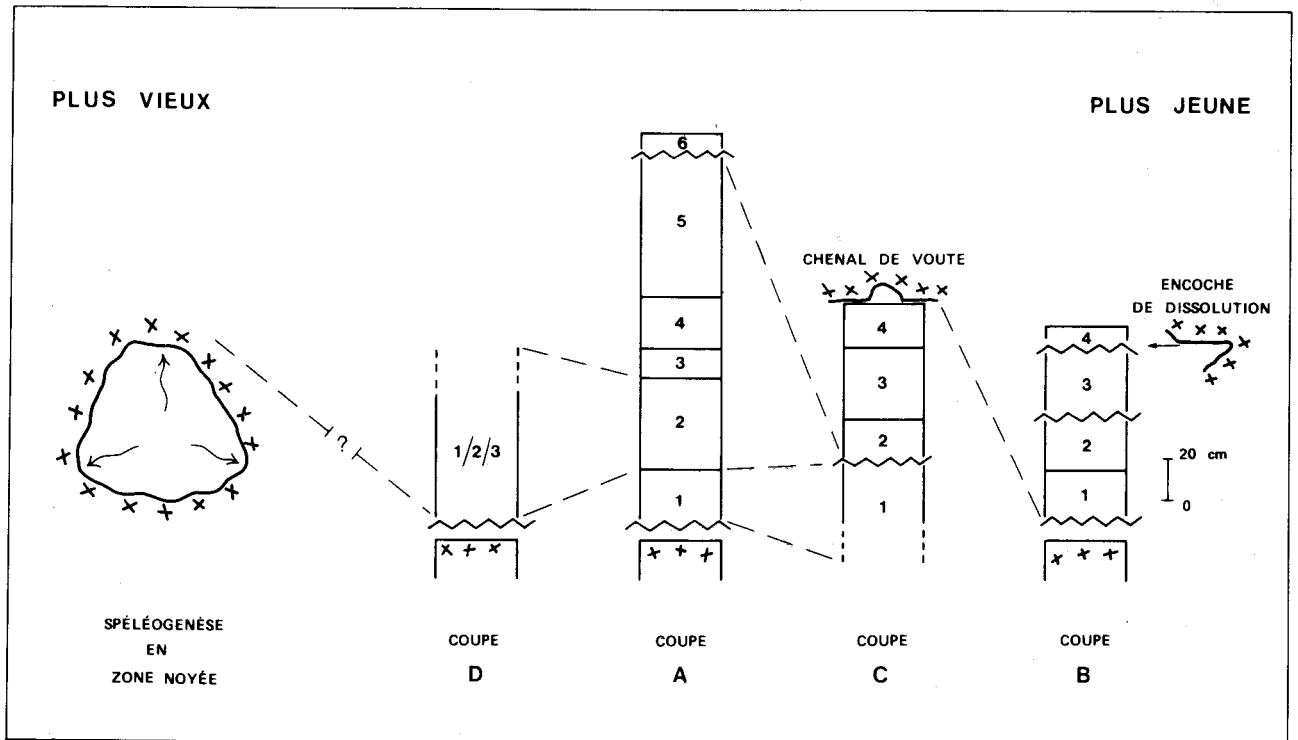


Fig. 6.- Corrélation entre la morphologie de la grotte et les dépôts des principales coupes.

Des eaux sous- ou pro-glaciaires ont d'abord installé des rythmites (A-1 et C-1), puis un till (D 1/2/3 et A-2) a glissé ou a été injecté par l'entrée principale. La grotte a continué à se remplir par une séquence sablo-graveleuse (A-3, A-4) qui se termine par une nouvelle injection de till (A-5). Le réseau souterrain a ensuite été parcouru par des eaux courantes qui ont fortement érodé cette série de dépôts, spécialement dans le diverticule sous la «diacalse» où se trouve la coupe C. Le réseau a alors été noyé par une nappe perchée à niveau fluctuant pour permettre la mise en place de sables massifs ou à stratifications entrecroisées (C-2, C-3, C-4). La grotte ainsi fossilisée a été réactivée — mais après combien de temps ? — par des eaux qui ont surcreusé des chenaux de voûtes (par exemple sommet de C). Vient ensuite un nettoyage important du réseau avec, entre autres, circulation d'eaux venant sans doute de l'entrée ouest (F) qui remontent le puits de 15 mètres et installent des sables dans le conduit horizontal à son sommet (B-1, B-2). Les sables massifs (B-3) qui fossilisent ces derniers constituent l'ultime vestige d'un coup d'eau chassé par le puits. Ils contiennent les traces de deux microvertébrés et des boulettes d'argile marine, qui ne s'expliquent que si la topographie au-dessus de la grotte était libérée des glaces et des eaux marines. L'encoche de dissolution à 239 mètres a.n.m. peut

dès lors être interprétée à l'égal d'une encoche littorale attestant du retrait de la Mer de Champlain dans la région. L'isostasie aidant, la grotte à cause de la position élevée de ses entrées devient inactive. Un éboulis bloque l'entrée ouest et l'encroûtement de calcite précipitée par des eaux d'infiltration débute sur les parois. Ces eaux nettoient aussi les voûtes des sables résiduels qui s'agglomèrent, en interlits dans la calcite (B-4). Le processus fonctionne aussi à la verticale dans les concrétionnements du grand puits.

## VI.- CONCLUSIONS

Comme le vallon à mi-hauteur duquel se trouve la grotte est ouvert sans obstacles topographiques sur une dépression remplie de dépôts fluvioglaciaires et marins, il est des plus probable que la grotte a fonctionné comme piège alors qu'elle était en situation pro- ou sous-glaciaire, à l'exception de la dernière séquence déposée lors du retrait marin. Cependant dans la mesure où la grotte a été remplie, vidée, ensuite fossilisée puis réactivée, il est raisonnable de concevoir qu'elle a fonctionné comme piège sédimentaire durant au moins deux stades glaciaires. Il est dès lors possible que l'origine de la grotte remonte au moins à l'interglaciaire du Sangamon.

Enfin, notons que dans la région toute proche la limite maximum de la transgression marine est reconnue jusqu'à 213 m a.n.m. (Dumont *et al.*, 1980) et que des mollusques tirés de limons marins à 193 m a.n.m. ont été datés à 12 200 ans (GSC 1646, Romanelli, 1976). L'encoche de dissolution et les sables à boulettes d'argile trouvés dans la grotte sont donc probablement de cette époque, mais ils montrent qu'il faut revoir ces données et positionner le niveau maximum de la transgression au moins au niveau des sables à boulettes d'argile soit à 238 m a.n.m.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement M. Beaupré, D. Caron et M. Foisy pour leur aide, ainsi que les autori-

tés de la municipalité de Val-des-Monts qui sont propriétaires du site de la grotte.

### BIBLIOGRAPHIE

- BELAND, R., 1954.- *Rapport préliminaire sur la région de Wakefield, Comté de Gatineau*, R.P. n° 298, min. des Mines, Québec.
- DUMONT, A., ALLARD, M. & SOUCY, J.-M., 1980.- *Carte géomorphologique de Wakefield, 31 G/120*. Office de planification et de développement du Québec, Québec.
- FOLK, R.L., 1968.- *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill's, ed., Austin, Texas.
- GEZE, B., 1965.- *La spéléologie scientifique*. Ed. Le Seuil, Paris.
- GEZE, B., 1973.- Lexique des termes français de spéléologie physique et de karstologie. *Ann. Spéol.*, 28 (1) : 1-20.
- LAURITZEN, S.-T., 1986.- Kvithola at Fauske, Northern Norway : an example of ice-contact speleogenesis. *Norsk geologisk Tidsskrift*, 66 : 153-161.
- ROMANELLI, R., 1976.- *Environmental history of sand and gravel deposits of the Champlain sea in the Gatineau Valley, Québec*. Thèse de M. Sc., Ottawa, non publiée.