

LA SEQUENCE SEDIMENTAIRE DE LA GROTTÉ DE BOHON (BELGIQUE)

par

Bruno BASTIN¹, Yves QUINIF², Christian DUPUIS³ & Mel GASCOYNE⁴

(7 figures et 1 planche)

RESUME.- La Grotte de Bohon se compose d'une galerie presque rectiligne à deux niveaux, l'Ourthe parcourant actuellement l'étage inférieur. Par endroits, la galerie supérieure a été complètement colmatée par une séquence sédimentaire comprenant des ensembles détritiques et stalagmitiques, parfois interstratifiés.

L'étude lithostratigraphique a permis de mettre au jour des planchers stalagmitiques dont la période de croissance a été datée par $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ de 120 000 à 88 000 B.P., interstratifiés entre deux séquences détritiques. La séquence détritique supérieure est elle-même scellée de place en place par un plancher stalagmitique holocène.

L'analyse pollinique a permis de décrire l'environnement végétal et le contexte paléoclimatique de ces séquences sédimentaires.

ABSTRACT.- The sedimentary sequence of the Bohon Cave (Belgium). The Bohon Cave consists of an almost straight two levels gallery, the Ourthe river running through the lower one. At some places, the upper gallery has been completely filled by a sedimentary sequence including detritic layers and speleothems, sometimes interstratified.

The lithostratigraphical study allowed the discovery of stalagmitic floors, the growth of which was dated by $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ between 120 000 and 88 000 B.P., interstratified between two detritic sequences. The upper detritic sequence itself is locally sealed by a holocene stalagmitic floor.

The pollen analysis allowed to describe the botanical environment and the paleoclimatic context of these sedimentary sequences.

1 Université Catholique de Louvain, Laboratoire de Palynologie et de Dendrochronologie, 4, Place Croix du Sud, B-1348 Louvain-la-Neuve (Belgique).

2. Centre d'Etudes et de Recherches Appliquées au Karst (CERAK), Faculté Polytechnique, 9, Rue de Houdain, B-7000 Mons (Belgique).

3. Faculté Polytechnique de Mons, Laboratoire de Géologie fondamentale et appliquée, 9, Rue de Houdain, B-7000 Mons (Belgique).

4 Division of Geochemistry and applied Chemistry, White Shell Nuclear Research Establishment, Pinawa, Manitoba, ROE 1LO (Canada).

I.- INTRODUCTION

En Belgique, une importante catégorie de réseaux karstiques est constituée par les recouvrements souterrains de méandres affectant les principales rivières épigénétiques de l'Ardenne, lesquelles ont une pente faible et sont fortement encaissées dans le socle hercynien. Ces réseaux, dont la morphologie prédominante est celle de galeries subhorizontales, constituent de bons pièges à sédiments, surtout fluviatiles. En outre, ils présentent souvent un étage souterrain des séquences sédimentaires, conséquence de l'enfoncement par saccades des rivières épigénétiques au cours des fluctuations climatiques du Quaternaire. Ces dernières ayant souvent entraîné le scellement de certaines séquences détritiques par des concrétionnements stalagmitiques, c'est notamment dans des recouvrements souterrains de méandres qu'ont été préservées quelques belles séquences sédimentaires : c'est le cas dans la Grotte de Bohon.

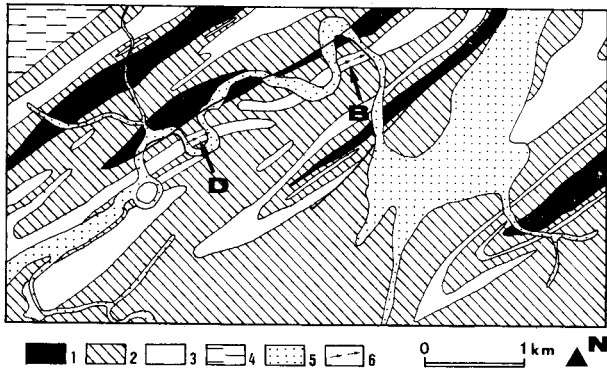


Fig. 1.- Carte géologique.

1. Givétien essentiellement calcaire; 2. Frasnien schisteux; 3. Frasnien calcaire; 4. Famennien schisteux; 5. Plaine alluviale de l'Ourthe et de ses affluents; 6. Axe des recouvrements souterrains de méandre. D. Durbuy; B. Bohon.

II.- DESCRIPTION GENERALE DU PHENOMENE (Quinif, 1980)

A.- CONTEXTE GEOLOGIQUE ET MORPHOLOGIQUE

Entre Durbuy et Barvaux, l'Ourthe entaille sur quelque 80 m de profondeur le socle hercynien en y décrivant des méandres (fig. 1). A Bohon, un de ces méandres traverse une bande de calcaire frasnien dans laquelle une partie de la rivière effectue un recouvrement souterrain de ce méandre (fig. 2). La partie aval du recouvrement, pénétrable à l'homme sur près de 200 m de longueur, constitue la Grotte de Bohon.

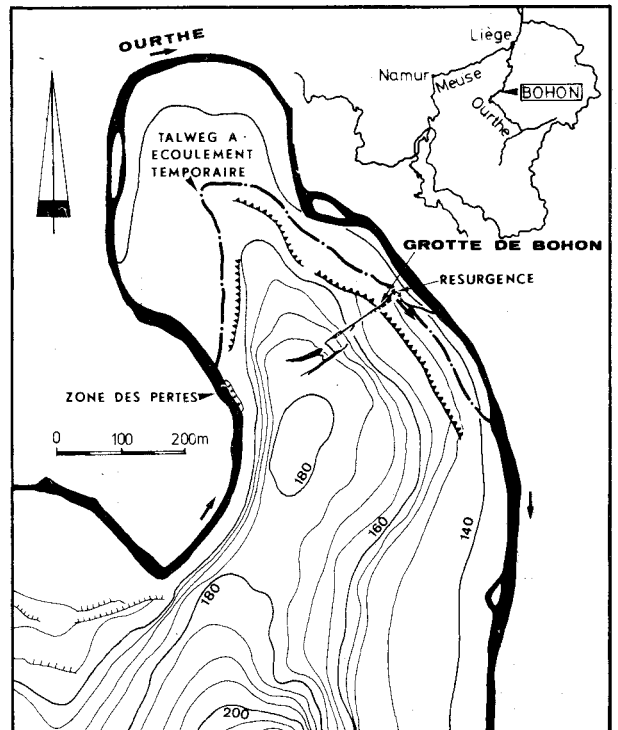


Fig. 2.- Contexte topographique.

B.- MORPHOLOGIE SOUTERRAINE (fig. 3)

Pratiquement horizontale, la cavité est pénétrable par un étage supérieur fossile, de quelque 3 à 4 m de largeur en moyenne, jalonné de regards permettant d'accéder à la rivière qui coule 2 m plus bas dans l'étage inférieur actif. Dans les 60 derniers mètres vers l'amont, les deux étages se rejoignent et forment une galerie de 8 à 10 m de largeur dans laquelle, entre deux siphons, le ralentissement du courant de l'Ourthe donne au spéléologue l'illusion d'être en présence d'un lac.

Le plus souvent, les galeries sont limitées latéralement par des plans de stratification verticaux, tandis que la voûte exploite alors une diaclase horizontale. Quelques conduits ou amorces de galeries se développent le long de diaclases transversales inclinées à 65°-75° ou verticales. Toute la grotte est riche en microformes, qui se répartissent en deux classes : celles qui sont contemporaines de la genèse du réseau, et celles qui sont liées à l'existence préalable des galeries.

1.- Microformes précoces

Des coupoles de paroi, allongées sur des fractures transversales, atteignent plusieurs mètres de haut et

un mètre de large, donnant l'impression d'avoir été trépanées par la galerie. Leur seule composante directionnelle est celle de la diaclase qu'elles élargissent. Leur genèse semble contemporaine de celle du réseau : elle n'est en tout cas pas postérieure à la structuration de la galerie.

Des chenaux anastomosés de voûte témoignent également du creusement précoce ; ils ont été formés par une eau agressive circulant dans une fracture horizontale au-dessus d'une surface non corrodable (un film d'argile par exemple). Ces chenaux sont visibles à la fois à la voûte des galeries, et dans des fractures ouvertes non pénétrables.

2.- Microformes tardives

Des coups de gouge entaillent les parois à des endroits très localisés, ce qui prouve que leur genèse est postérieure à l'existence de la galerie.

Des sillons de voûte longitudinaux sont des formes lisses qui résultent de la conjonction entre le sens du courant corrosif et la lithologie.

C.- ASSOCIATIONS MORPHO-SEDIMENTAIRES

La galerie principale montre partout des traces d'un remplissage quasi total : lambeaux de sédiments colmatant le flanc des galeries, morceaux de planchers stalagmitiques suspendus à la voûte, témoins détritiques dans des coupoles ou des diaclases transversales.

Les hautes coupoles de voûte, où s'observent parfois un plancher stalagmitique et des lambeaux de dépôts détritiques, sont antérieures au remplissage actuellement observé. Par contre, de petits conduits tubulaires de voûte, garnis de coups de gouge, sont associés au colmatage de la galerie qui a orienté les écoulements auxquels ils sont liés.

D.- EVOLUTION DE LA CAVITE

Une première phase génétique, antérieure à l'individualisation des conduits, est illustrée par les coupoles de paroi et les chenaux anastomosés. L'eau les a façonnés en circulant, au sein de la zone noyée, au travers de diaclases horizontales et de certains joints de stratification verticaux.

La structuration de drains suivit cette phase précoce, se déroulant toujours en karst noyé, avec notamment le façonnement des coupoles de voûte. Aucun dépôt n'est associable à cette phase.

Enfin, la grotte connaît une phase ultime caractérisée par des écoulements fluviatiles, alternativement en régime dénoyé et en régime noyé. C'est durant cette phase que se mettent en place les dépôts étudiés, présentés ci-après.

III.- LES DEPOTS

A.- LITHOSTRATIGRAPHIE

1.- La coupe I (fig. 4)

Cette coupe constitue la paroi gauche d'une section de galerie séparant les deux premiers regards sur la rivière souterraine. Les sédiments peuvent y être investigués du plancher rocheux jusqu'à la voûte.

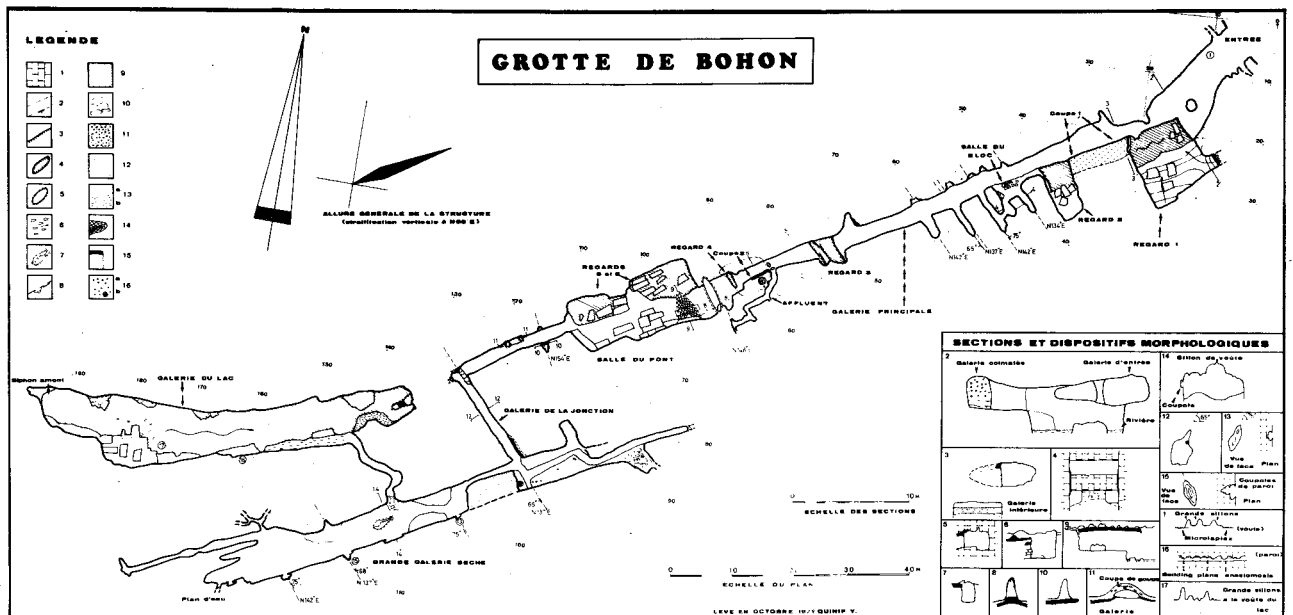
De façon synthétique, deux ensembles sédimentaires (inférieur et supérieur) sont séparés par un complexe stalagmitique. L'ensemble inférieur comprend trois séquences successives allant des sables jusqu'aux argiles. La dernière séquence est la plus épaisse ; sa couche d'argile terminale se caractérise par des fentes de dessiccation parfois remplies de calcite, constituant alors les racines du premier plancher stalagmitique intercalaire. Nous avons là affaire à une séquence d'assèchement (Sorriaux, 1982).

Le complexe stalagmitique intercalaire se compose de deux planchers bien distincts à une extrémité, mais se confondant à l'autre extrémité. Le plancher inférieur se dilate par endroits en stalagmites. L'espace compris entre les deux planchers est colmaté par des argiles et des sables.

L'ensemble détritique supérieur, après une première couche argileuse, présente un aspect beaucoup plus chaotique que l'ensemble inférieur : stratifications obliques et entrecroisées, mêlant diverses granulométries allant jusqu'à la présence de galets centimétriques près de la voûte.

2.- La coupe II (fig. 5)

Située à l'intersection d'une galerie affluente avec la galerie principale, elle est moins importante que la première coupe, mais dévoile une séquence terminale absente de cette dernière. On y voit un ensemble détritique comprenant des fragments de planchers stalagmitiques remaniés, ravinant un ensemble basal.



- 1. Roche calcaire encassante.
- 2. Fractures observées avec indication du pendage.
- 3. Escarpement.
- 4. Puits (ici, pris dans le sens général et non morphologique).
- 5. Cheminée.
- 6. Coups de pouge avec indication du sens de courant.
- 7. Falweg de voûte.
- 8. Coupoles de mur.
- 9. Rivière.
- 10. Blocs éboulés.
- 11. Galets roulés dans matrice argileuse.
- 12. Sédiments détritiques fins indifférenciés.
- 13. a) Sables et limons; b) Limons et argiles.
- 14. Couffées stalagmitiques vues en plan.
- 15. Coupe d'un plancher stalagmitique surmontant un ensemble détritifique à tendance sableuse.
- 16. a) Stalactites; b) Stalagmites.

Fig. 3.- Plan de la grotte.

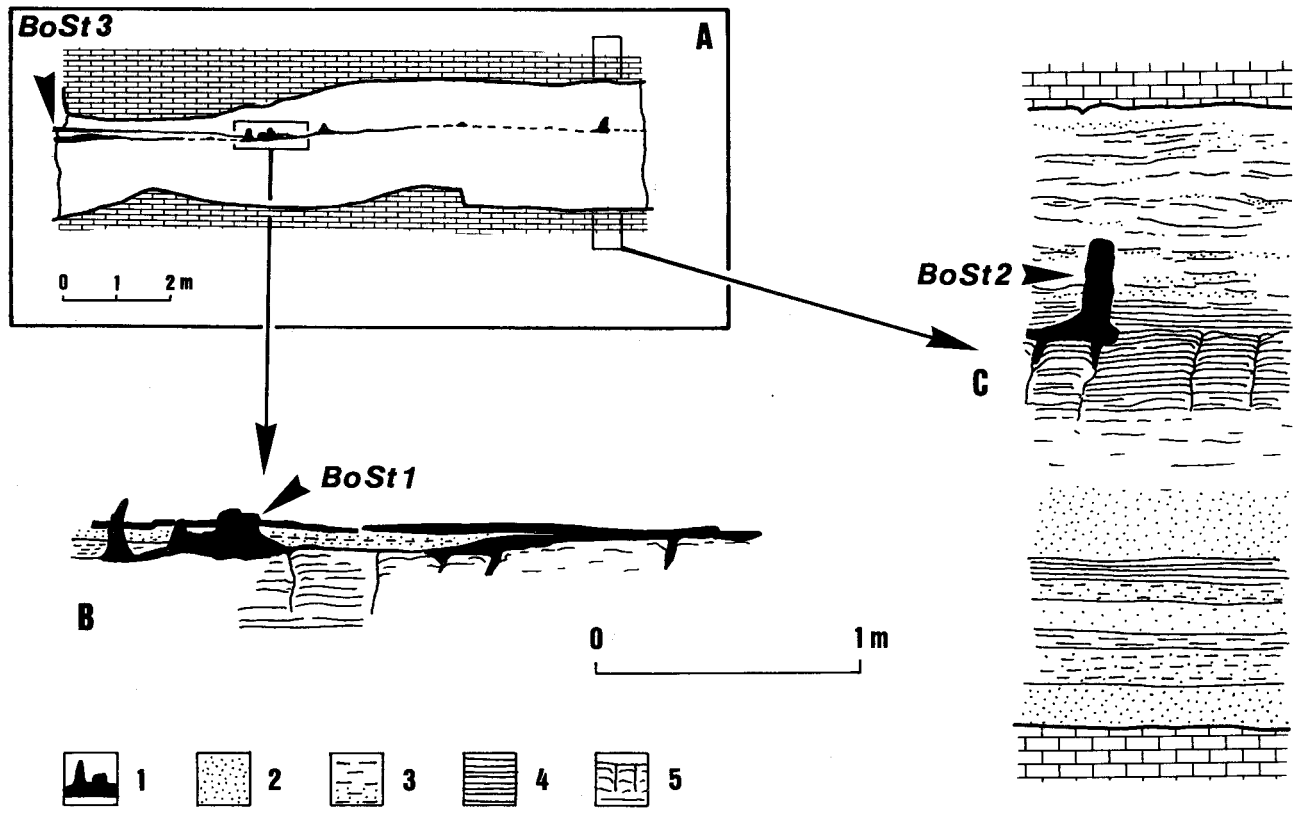


Fig. 4.- Coupe I.

A. totalité de la coupe avec le complexe stalagmitique médian ; B. détail du complexe stalagmitique ; C. colonne litho-stratigraphique ; 1. plancher stalagmitique et stalagmite ; 2. sable ; 3. limon éventuellement sableux ; 4. argile ; 5. fentes de dessiccation.

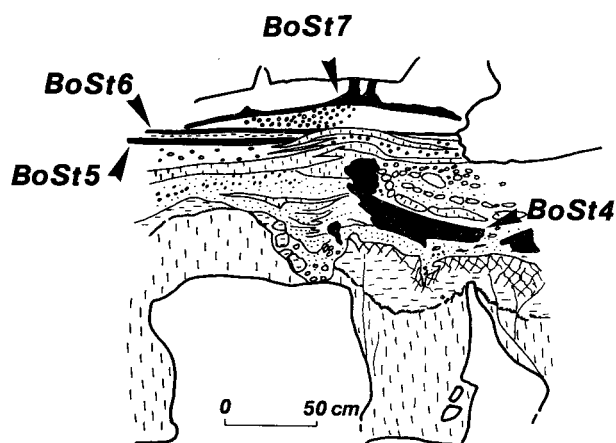


Fig. 5.- Coupe II, avec la localisation des planchers stalagmitiques.

Deux planchers stalagmitiques en place, séparés par une mince couche argileuse, sont discordants sur les sédiments inférieurs. Enfin, au-dessus d'une autre couche argileuse, se développe un petit complexe stalagmitique : plancher, stalagmites, colonnettes.

B.- PALYNOLOGIE (fig. 6)

1.- Spectres polliniques obtenus dans la coupe I

De l'ensemble détritique inférieur, seule la partie terminale (échantillon n° 1) a permis d'obtenir un spectre pollinique, le reste de la séquence s'avérant stérile. Caractérisé par la très forte dominance des plantes herbacées (94 % dont 90 % de *Cichoriées*), ce spectre témoigne d'un climat pléniglaciaire, dont on peut supposer qu'il a régné durant la mise en place de l'entièreté des dépôts détritiques constituant l'ensemble inférieur.

Les spectres polliniques obtenus dans la concrétion stalagmitique BoSt 1 (échantillons n°s 2 à 7) témoignent d'une végétation ouverte, à la fois par l'importance des plantes herbacées (50,3 %), au sein desquelles on note une héliophile stricte en courbe continue (*Helianthemum* : 1,5 %), et par la dominance de *Pinus* (20 %) et *Betula* (9,2 %) parmi les arbres. Néanmoins, la présence simultanée de *Quercus* (6,3 %), *Corylus* (5 %), *Alnus* (3,8 %) et surtout *Fagus* (1,7 %) plaide en faveur d'un climat interglaciaire, s'accordant bien avec l'âge de 121 000 ± 14 000 B.P. obtenu par la datation $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ de l'échantillon n° 3.

Très proches des spectres polliniques de la concrétion stalagmitique BoSt 1, les spectres fournis par la concrétion stalagmitique BoSt 2 (échantillons n°s 8 à 12) s'en distinguent principalement par une nette régression des pourcentages de *Quercus* (- 5 %), de *Fagus* (- 1,6 %) et de *Alnus* (- 1,5 %), ainsi que par l'apparition d'une courbe continue de *Calluna* (1,5 %). La *Calluna* colonisant typiquement les substrats acides ou en voie d'acidification, son apparition en courbe continue est l'indication d'une fin de période interglaciaire, classiquement caractérisée par l'accentuation des phénomènes de lessivage des sols (Iversen, 1958). L'ensemble des spectres polliniques 2 à 12 sera dès lors rapporté à la fin du stade isotopique 5e, tenant compte de la datation $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$. Rappelons qu'antérieurement à la datation radiométrique de l'échantillon n° 3, les spectres polliniques 8 à 12 avaient précédemment été rapportés à un interstade du Weichsel (Bastin, 1978).

Le spectre pollinique 14, obtenu dans la concrétion stalagmitique BoSt 3, est caractérisé à la fois par une nette dominance des pollens arboréens (70 %), et parmi ceux-ci par le rôle important des arbres mésophiles et thermophiles : *Alnus* (15 %), *Corylus* (8 %), *Carpinus* (2 %), *Fagus* (2 %) et *Quercus* (2 %). Il témoigne donc d'un climat interglaciaire, en bon accord avec l'âge de 88 000 ± 10 000 B.P. qu'a fourni sa datation $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$.

Les huit spectres polliniques obtenus dans l'ensemble détritique supérieur (échantillons n°s 15 à 22) reflètent le retour à des conditions climatiques pléniglaciaires, ainsi qu'en témoignent la forte dominance des *Cichoriées* (79,7 %) et la régression de tous les pollens arboréens (11,2 %). La dominance de *Alnus* (8,3 %) parmi les arbres dans les échantillons n°s 17 à 19 pourrait correspondre à l'une des oscillations «Ognon» mises en évidence à La Grande Pile par Woillard (1978). Inversement, la présence d'une spore de *Selaginella selaginoides* dans l'échantillon n° 22 indique à coup sûr l'instauration d'un climat rigoureux. On a donc ici une confirmation des spectres polliniques obtenus dans la Grotte de la Vilaine Source à Arbre (Quinif et al., 1979), dans des sédiments mis en place sous un climat dont la rigueur était attestée par la présence de spores de *Selaginella selaginoides*.

2.- Spectres polliniques obtenus dans la coupe II

Le spectre pollinique obtenu dans le plancher stalagmitique «remanié» BoSt 4 (échantillon n° 23) pré-

GROTTE DE BOHON

1977-1980

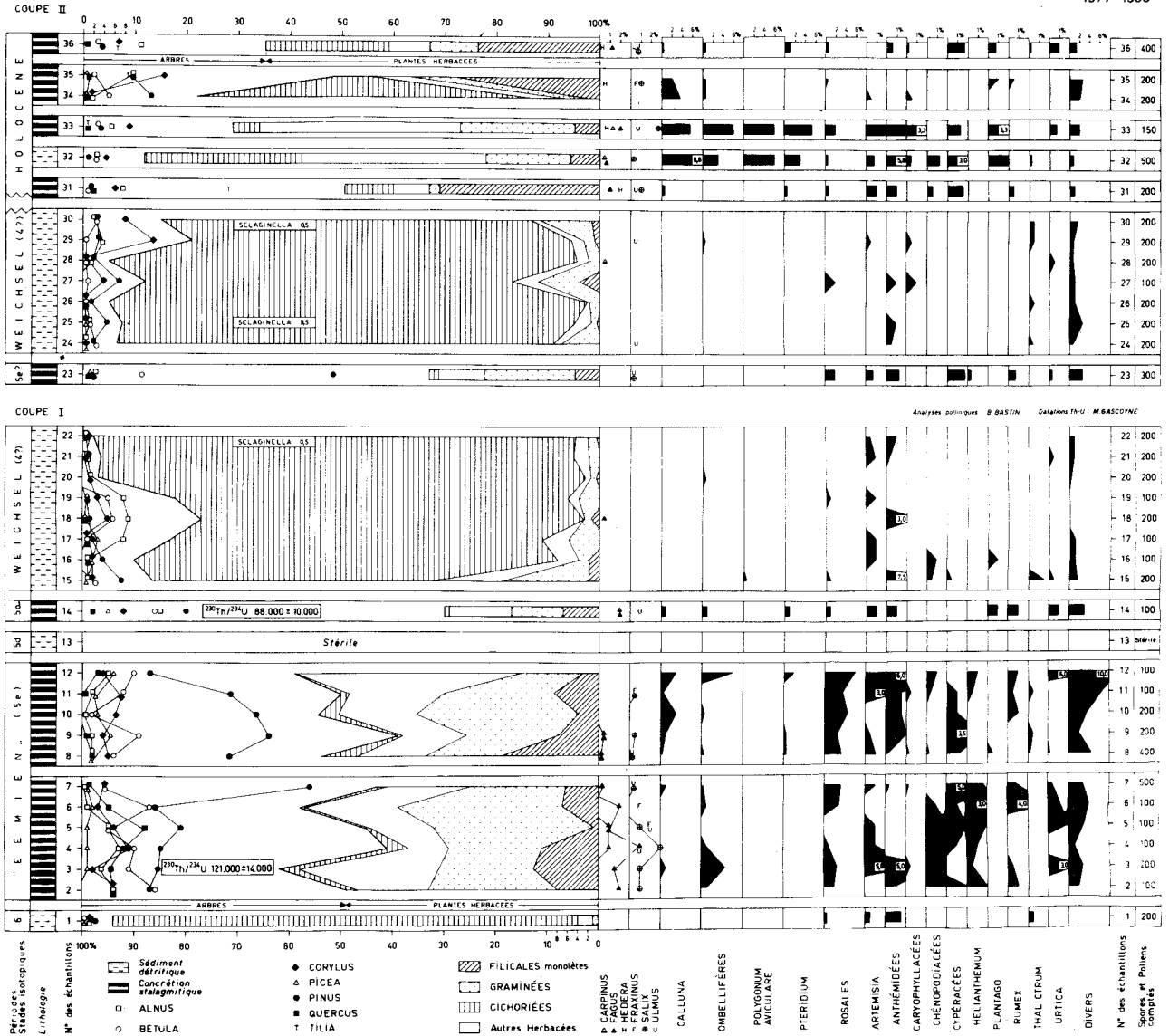


Fig. 6.- Diagrammes polliniques obtenus dans les coupes I et II.

sente de grandes similitudes avec certains spectres des concrétions stalagmitiques BoSt 1 et BoSt 2, et plus particulièrement avec le spectre de l'échantillon n° 7. Il est donc probable que le plancher stalagmitique BoSt 4 se soit lui aussi édifié durant le stade isotopique 5e.

L'ensemble détritique, au sein duquel a été «remanié» le plancher stalagmitique BoSt 4, a fourni sept spectres polliniques (échantillons n°s 24 à 30) présentant des caractéristiques de climat pléni-glaciaire : dominance des *Cichoriées* (81,7 %), présence de *Selaginella selaginoides*, rôle peu important des arbres (10 %).

Reposant en discordance sur cet ensemble détritique, le plancher stalagmitique BoSt 5 (échantillon n° 31) a fourni un spectre dont les caractéristiques principales sont la dominance de *Tilia* (28 %) parmi les arbres, la dominance des *Filicales* (31 %) parmi les plantes herbacées et la présence de *Hedera* (2 %). Ces caractéristiques permettent de situer la période d'édification de ce plancher stalagmitique au sein de l'Holocène, probablement au Subatlantique. En effet, la présence de *Juglans* (0,2 %) et de *Centaurea cyanus* (0,2 %) dans le spectre de l'échantillon sus-jacent n° 32 permet de dater de la période romaine ou d'une période plus récente le sédiment intercalé entre les planchers stalagmitiques BoSt 5 et BoSt 6.

Ainsi que nous venons de l'évoquer, les planchers stalagmitiques BoSt 6 et BoSt 7 datent tout au plus de la période romaine, puisqu'ils surmontent un sédiment renfermant des pollens de Noyer et de Bleuet, l'un et l'autre introduits dans nos régions par les Romains.

La présence simultanée de *Alnus* (11 %), *Tilia* (6,5 %) et *Fagus* (1,2 %) parmi les arbres, et des *Filicales* (23,5 %) parmi les plantes herbacées, caractérise le spectre pollinique n° 36 obtenu dans le plancher stalagmitique BoSt 8. C'est donc à l'Holocène que peut être rapportée la période d'édification de ce plancher «suspendu» à des pendants de voûte situés à environ 10 m à l'amont de la coupe II.

C.- DEFINITION DES ENSEMBLES, GEOCHRONOLOGIE

1.- L'ensemble inférieur

La coupe I est claire : les ensembles inférieur et supérieur sont séparés par le complexe stalagmitique médian. L'ensemble inférieur présente une suite de séquences normales exprimant chaque fois une diminution de la compétence de la rivière souterraine. La fin de la troisième séquence est démonstrative, car elle constitue la transition avec la croissance du premier plancher stalagmitique. Les fentes de dessiccation matérialisent l'existence de cette phase d'assèchement.

Cette phase d'assèchement peut avoir deux causes ; ou bien un changement climatique provoque une diminution drastique des écoulements, ou bien la rivière souterraine disparaît : soit parce qu'elle s'enfouit dans un étage inférieur, soit parce qu'elle est empêchée de couler dans la grotte par obstruction des pertes. Nous penchons pour la première hypothèse car l'existence des fentes de dessiccation scellées par la calcite prouve que l'assèchement a précédé la disparition totale, durant une longue période, des écoulements à ce niveau. En accord avec les données polliniques, nous pensons que cette structure sédimentaire traduit le passage d'un climat froid et humide, ayant provoqué la sédimentation de la presque totalité de l'ensemble inférieur, à un climat froid et sec pendant lequel la sédimentation est réduite, voire inexistante, permettant le développement des fentes de dessiccation.

2.- Le complexe stalagmitique médian

Cet épisode fondamental nous apporte le premier jalon chronologique. L'échantillon n° 3 du plancher

stalagmitique inférieur a fourni une datation $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ de $121\ 000 \pm 14\ 000$ B.P., ce qui permet de rapporter sa période de croissance à l'Eemien *sensu stricto*. L'échantillon n° 14 du plancher stalagmitique supérieur a fourni une datation $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ de $88\ 000 \pm 10\ 000$ BP : sa période de croissance peut donc être rapportée à l'interglaciaire Saint-Germain II *sensu* Woillard (1978). Les sédiments détritiques pincés entre les deux planchers se sont probablement mis en place durant une pulsation froide : Melisey I ou II *sensu* Woillard (1978). La question qui reste posée est l'absence d'enregistrement dans la coupe I de l'interglaciaire Saint-Germain I *sensu* Woillard (1978), pourtant attesté dans une autre stalagmite, malheureusement hors contexte stratigraphique, qui a fourni par datation $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ des âges de $114\ 000 + 10\ 000/- 9\ 000$ B.P. et $99\ 300 + 9\ 100/-7\ 900$ B.P. (Gewelt & Juvigné, 1986).

3.- L'ensemble supérieur

Ainsi que nous l'avons souligné, après un épisode argileux traduisant le retour à des conditions d'écoulement fluvial, la sédimentation se fait chaotique. Les écoulements devaient être irréguliers, torrentueux, avec des pulsations de crues et de décrues anarchiques. C'est l'image que peut donner la rivière, si nous supposons qu'elle s'écoulait déjà par l'étage inférieur et que, épisodiquement, elle envahissait lors des crues l'étage supérieur jusqu'à son colmatage total dans cette partie du réseau. La fin de la sédimentation à cet endroit se situe toujours au sein de la dernière glaciation, aucun épisode stalagmitique ne scellant l'ensemble supérieur. Pour en trouver un, nous devons aller à la coupe II, située à quelque 70 m plus en amont.

4.- L'ensemble terminal

La coupe II nous montre cet ensemble ravinant. Il peut soit être parallélisé avec l'ensemble supérieur de la coupe I, soit être plus récent et avoir raviné ce dernier. C'est à cette dernière hypothèse que nous nous rallions. En effet, à la coupe I l'ensemble supérieur n'est pas ravinant, laissant mécaniquement intact le complexe stalagmitique qui se trouve ici démantelé. De plus, la coupe II est scellée par une séquence stalagmitique supérieure, absente dans la coupe I. L'existence de cet ensemble terminal, ravinant à cet endroit, est dû à la présence de la galerie affluente d'où est venu cet apport qui érode les dépôts de la galerie principale.

5.- Le complexe stalagmitique terminal

Il marque l'abandon définitif des circulations dans la galerie supérieure. Les analyses polliniques situent sans ambiguïté ce complexe à l'Holocène.

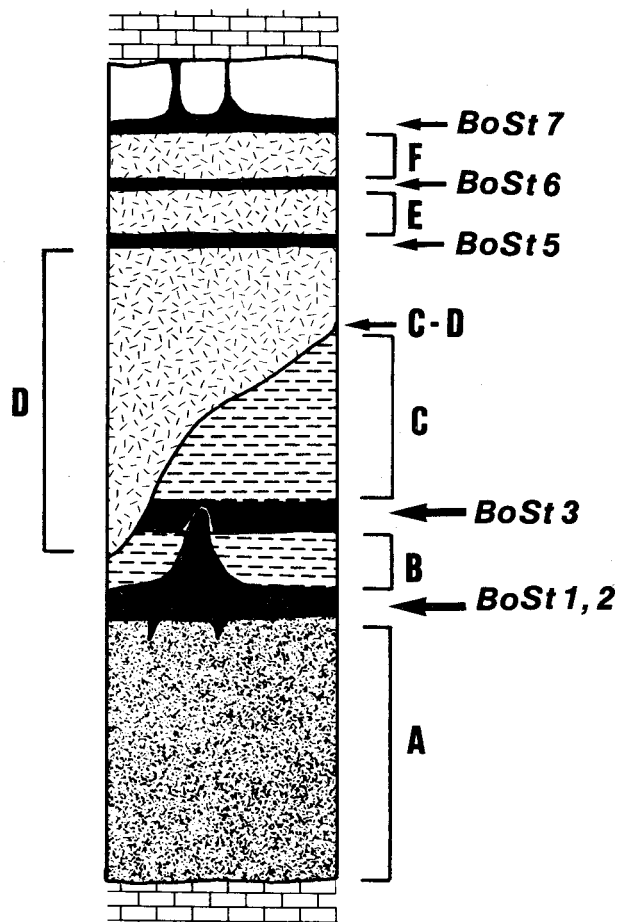


Fig. 7.- Colonne lithostratigraphique synthétique.

A. ensemble inférieur ; B. ensemble moyen ; C. ensemble supérieur ; D. ensemble terminal ; E, F. couches détritiques holocènes ; BoSt 1 et 2. plancher stalagmitique Eemien ($121\ 000 \pm 14\ 000$ B.P.) ; BoSt 3. plancher stalagmitique Saint-Germain II ($88\ 000 \pm 10\ 000$ B.P.) ; BoSt 5, 6 et 7. planchers stalagmitiques holocènes.

IV.- CONCLUSIONS

La colonne lithostratigraphique de la figure 7 illustre la richesse des dépôts de la Grotte de Bohon. Débutant au Saalien (A), ils comprennent ensuite la marque de deux épisodes de caractère interglaciaire : Eemien (BoSt 1 et 2) et Saint-Germain II (BoSt 3), avec un épisode froid intercalaire (B). Remarquons que la fin de l'ensemble inférieur enregistre le passage d'un climat froid et humide à un climat froid et sec, ce dernier étant probablement la pulsation pléni-glaciaire finale du Saalien.

Le Weichselien (C, D) comprend deux épisodes principaux, le second (D) ravinant le premier (C). Un important recreusement de ce type a été constaté dans la Grotte de la Vilaine Source (Quinif *et al.*, 1979) et attribué alors au Vistule 2/3 *sensu* Juvigné (1976) ; il semble actuellement préférable de le rapporter à l'Interstade des Cottés *sensu* Bastin *et al.* (1976). Considérant que les effets morphologiques de cet interstade sont les plus importants durant le Weichselien, nous pouvons à nouveau admettre cette interprétation dans ce cas.

Enfin, l'Holocène (E, F) couronne cette séquence par trois planchers stalagmitiques successifs (BoSt 5, 6 et 7), dispositif analogue à celui observé lors de l'étude de la coupe de la Grotte d'Eprave (Bastin *et al.*, 1977).

Pour terminer, nous ferons remarquer une fois encore les très riches potentialités que présentent les dépôts souterrains pour l'étude de la Géologie du Quaternaire.

BIBLIOGRAPHIE

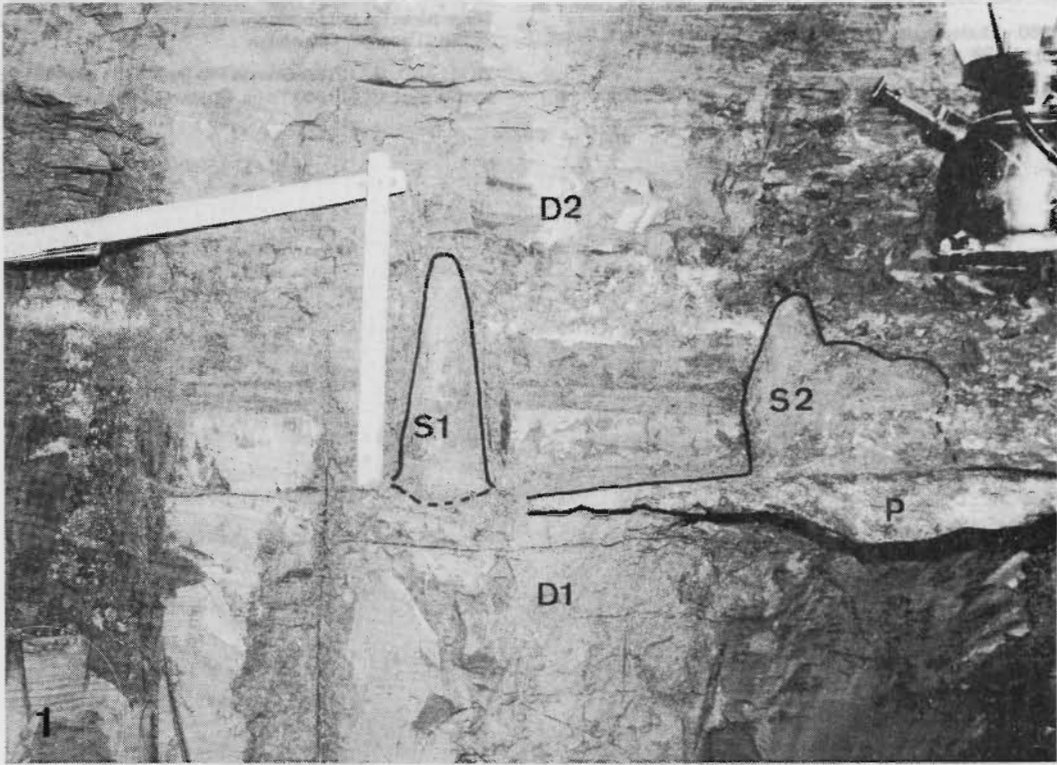
BASTIN, B., 1978.- L'analyse pollinique des stalagmites : une nouvelle possibilité d'approche des fluctuations climatiques du Quaternaire. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 101 : 13-19.

BASTIN, B., DUPUIS, C. & QUINIF, Y., 1977.- Preliminary results of the application of Quaternary geological methods to speleogenetic studies of a Belgian cave. *Proceed. 7th Intern. Speleol. Congr., Sheffield, England* : 24-28.

BASTIN, B., LÉVÊQUE, F. & PRADEL, L., 1976.- Mise en évidence de spectres polliniques interstadiers entre le Moustérien et le Périgordien ancien de la Grotte des Cottés (Vienne). *C.R. Acad. Sc. Paris, sér. D*, 282 : 1261-1264.

PLANCHE 1

1. Vue partielle de la coupe 1. D1. ensemble inférieur ; D2. ensemble supérieur ; S1, S2, P concrétions stalagmitiques de l'ensemble moyen.
2. Pendants de voûte auxquels est suspendu un plancher stalagmitique (fig. 6 : éch. 36) holocène. Ce plancher s'est formé sur des sédiments analogues à ceux de la coupe 2, ultérieurement enlevés par la rivière.



IVERSEN, J., 1958.- The bearing of glacial and interglacial epochs on the formation and extinction of plant taxa. *Uppsala Univ. Årsskr.*, 6 : 210-215.

JUVIGNÉ, E., 1976.- La stratigraphie du Quaternaire. in «*Géomorphologie de la Belgique*». Lab. Géol. et Géogr. phys., Univ. Liège : 169-179.

QUINIF, Y., 1980.- Etude karstologique de la Grotte de Bohon. *Rev. Belg. Géogr.*, 104 (3) : 47-62.

QUINIF, Y., DUPUIS, C., BASTIN, B. & JUVIGNÉ, E., 1979.- Etude d'une

coupe dans les sédiments quaternaires de la Grotte de la Vilaine Source (Arbre, Belgique). *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 102 (1) : 229-241.

SORRIAUX, P., 1982.- *Contribution à l'étude de la sédimentation en milieu karstique. Le système Niaux-Lombrives-Sabart (Pyrénées Ariégeoises)*. Thèse 3ème Cycle, Laboratoire souterrain du CNRS, Moulis, 255 p., 84 fig., 34 tabl., 1 annexe, 1 plan h.t.

WOILLARD, G., 1978.- Grande Pile Peat Bog : A Continuous Pollen Record for the Last 140,000 Years. *Quaternary Research*, 9 : 1-21.