

LES RECHERCHES DE BRUNO BASTIN DANS LE KARST

Yves QUINIF¹

RESUME. Bruno Bastin est un des premiers palynologues à travailler dans le domaine endokarstique. Ses découvertes comptent parmi les plus fondamentales : découverte de la présence de pollens dans le stalagmites, reconstitution de séquences paléoclimatiques dans des séries lithologiquement diversifiées, chronologie absolue des séquences par le parallélisme entre la palynologie et la datation U/Th.

MOTS-CLES: palynologie, endokarst, Quaternaire, paléoclimats.

ABSTRACT. Bruno Bastin is one of the first palynologists to have worked in the endokarst domain. Some of his fundamental discoveries are : pollens in speleothems, reconstruction of palaeoclimatic sequences in complex lithostratigraphic series, absolute chronology of the pollen sequences by the comparison of palynology and U-series disequilibrium dating.

KEYWORDS: palynology, endokarst, Quaternary, palaeoclimates.

1. INTRODUCTION

A la fin de l'année 1976, Bruno Bastin, à ce moment déjà palynologue de renommée internationale, rencontre deux chercheurs travaillant dans le domaine du karst : Christian Dupuis et moi-même, à l'entrée de la grotte d'Eprave. Ce fut le début d'une longue collaboration qui se mua très vite en amitié. A la suite de quelques analyses préliminaires, Bruno Bastin fut convaincu du potentiel de découvertes que recelaient les dépôts endokarstiques. Il fut bientôt un des piliers des équipes travaillant le karst en utilisant les méthodes de la géologie du Quaternaire. Les découvertes se succédèrent : fiabilité de la nouvelle méthode, premières études chronologiques dans des stalagmites belges, reconstitution de séquences paléoclimatiques, établissement des premières séquences palynologiques datées pour l'Holocène et le Pléistocène supérieur. Bruno Bastin a ouvert une voie prometteuse dans le domaine des paléoenvironnements du Quaternaire, en a établi les bases et publié des résultats fondamentaux.

2. LES PREMIERES ETUDES

Dès les premières analyses polliniques, les potentialités furent mises en évidence et les premières découvertes publiées (Bastin *et al.*, 1977, Bastin, 1978). Le travail à la Grotte d'Eprave révéla des spectres polliniques parfaitement utilisables, à la fois des sédiments détritiques et des planchers stalagmitiques. Bruno Bastin reconnut sans peine l'Holocène, et plus particulièrement l'Atlantique, à la fois dans des argiles et des planchers stalagmitiques (Figure 1). Les spectres étaient pareils dans ces deux types de sédiments : cela lui permit dès le début de confirmer la représentativité des résultats et de valider la méthode.

Paradoxalement, Bruno Bastin suscita l'émoi dans les milieux karstologiques ! Ses déterminations à Eprave amenant une datation des dépôts de la galerie d'entrée de la grotte, il prouve que cette dernière connut une activité fluviale au Tardiglaciaire et à l'Holocène alors qu'elle était déjà perchée sur les versants de la vallée

¹ CERAK, Faculté Polytechnique de Mons, rue de Houdain 9 - B-7000 Mons.

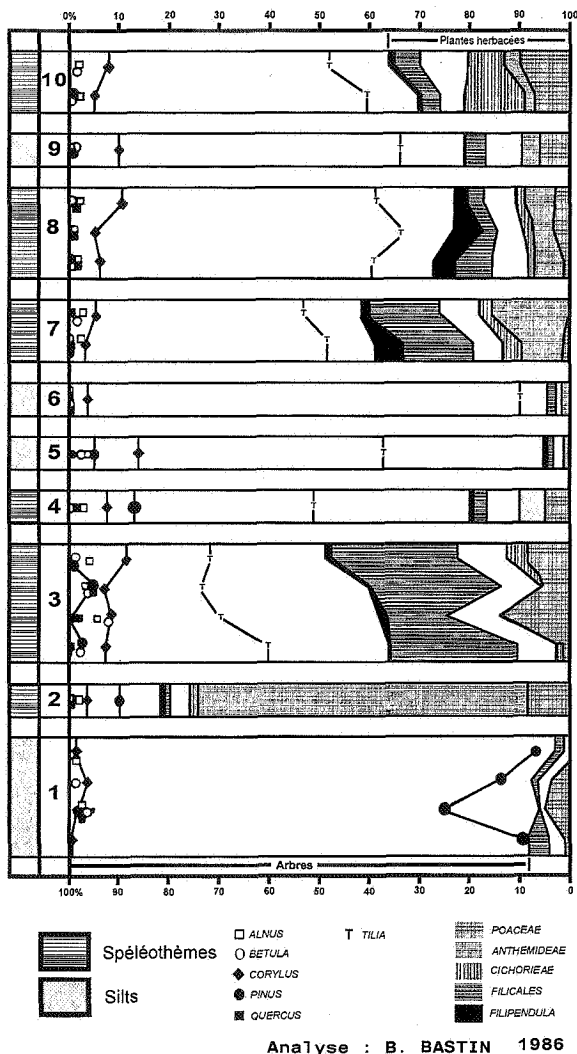


Figure 1. Spectres polliniques de la coupe d'Eprave. On trouve en 2 un environnement froid avec un spectre dominé par les plantes herbacées et plus particulièrement *Anthemidae*. Les spectres 3 à 10, que ce soit dans les sédiments détritiques et les sédiments stalagmitiques, indiquent clairement l'Atlantique grâce notamment à la dominance de *Tilia*. Cette interprétation fut confirmée par des datations ^{14}C (extrait de Bastin *et al.*, 1977).

de la Lomme ! Il remettait ainsi en question le schéma simpliste de l'abandon successif et définitif des étages de galeries au cours de l'enfoncement des rivières tributaires et jetait aussi les bases du fonctionnement climatique de l'endokarst.

3. LA DECOUVERTE DES POLLENS DANS LES STALAGMITES

Ce fut dans les stalagmites *s.s.* que Bruno Bastin fit une découverte majeure (Bastin, 1978) en mettant au point une nouvelle méthode d'extraction des pollens dans ce

type de sédiments, très purs et donc pauvres en matières organiques et éléments détritiques qui jouaient un rôle important dans l'extraction des pollens. Il prouve ainsi l'énorme intérêt de la palynologie dans les spéléothèmes pour la reconstitution des climats et des environnements du Quaternaire (Figure 2).

Plusieurs conclusions fondamentales furent soulignées. La reconstitution d'une **évolution climatique** fut découverte dans la stalagmite 1 de Nettine avec un passage Boréal-Atlantique-Subboréal. Les stalagmites représentent plus particulièrement une évolution locale que régionale. La croissance des stalagmites n'est pas exclusivement limitée aux périodes interglaciaires et interstadières : une stalagmite pléni-Weichsel fut découverte dans la grotte d'Arbre. L'existence d'une évolution climatique fut mise en évidence dans d'autres stalagmites comme RSM-V où on reconnaît l'Holocène par la croissance de la courbe *Tilia*, la diminution progressive de *Pinus*. Une collaboration avec M. Gewalt apporta une possibilité de datation ^{14}C , ce qui conduisit à une chronologie des épisodes climatiques révélés (Bastin & Gewalt, 1986). C'est ainsi que le maximum de la courbe de *Tilia* est datée de 6300 a BP dans RSM-V (Bastin, 1982). On reconnaît aussi le déboisement néolithique.

4. LES SEQUENCES PALEOCLIMATIQUES AU TRAVERS DES SERIES COMPLEXES

Plusieurs coupes exemplaires furent ensuite étudiées par Bruno Bastin : grotte de la Vilaine Source à Arbre (Quinif *et al.*, 1979), grotte de Bohon (Bastin *et al.*, 1988). Ces séries sédimentaires complexes apportèrent les premiers jalons de la reconstitution de longues séquences climatiques à partir de sédiments endokarstiques, reconstitution dans laquelle la palynologie jouait le rôle central (Figures 3, 4 & 5). Les pollens sont en effet présents dans toutes les lithologies, la palynologie se révélait être une méthode applicable à tous les niveaux d'une coupe donnée. Parallèlement, Bruno Bastin continuait à jeter les bases de la méthodologie (Bastin *et al.*, 1982). Le sommet fut atteint dans la grotte préhistorique de Sclayn où, en liaison notamment avec la paléontologie, l'analyse pollinique des diverses coupes permit la reconstitution d'une des séquences les plus complètes du Pléistocène supérieur (Bastin *et al.*, 1986).

Après une dizaine d'années de travail dans l'endokarst, Bruno Bastin synthétisa les données acquises (Quinif & Bastin, 1989 ; Bastin, 1990). Il construisit un tableau synthétique des résultats dans les stalagmites pour en retirer les grandes constantes durant les stades isotopiques 1 à 5 (Figure 6).

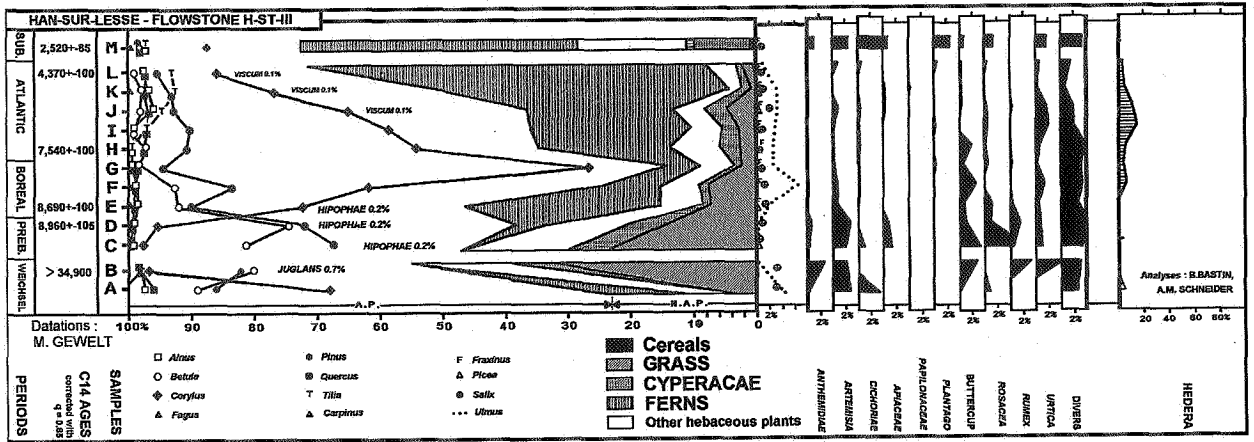


Figure 2. Spectres polliniques caractéristiques d'une stalagmite holocènes. Pointons quelques découvertes clés.
 - La brusque extension de *Tilia* marque la transition entre le Boréal et l'Atlantique.
 - Le maximum de *Tilia* à l'Atlantique, associé aux forts pourcentages de *Hedera*.
 - Le recul de *Tilia*, *Corylus*, *Quercus* à la fin de l'Atlantique attestant de l'ouverture de la forêt (extrait de Bastin, 1982).

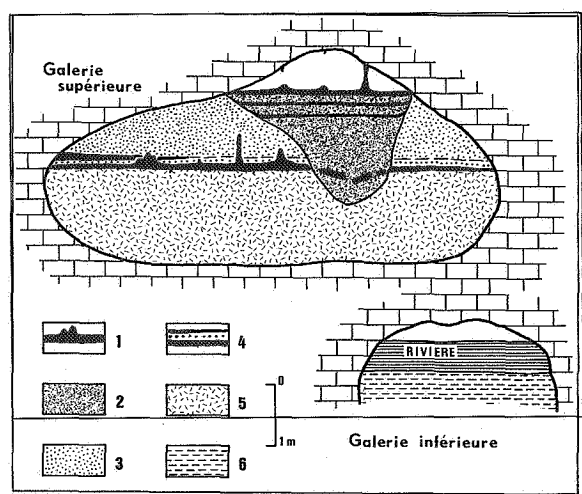


Figure 3. Coupe synthétique du remplissage de la galerie de la Grotte de Bohon. La galerie supérieure est presque complètement comblée d'une séquence complexe qui commence par un ensemble détritique inférieur (5) d'origine fluviale. Une période d'arrêt des écoulements permet la constitution d'un complexe stalagmitique médian (1 et 2) suivi d'un ensemble détritique supérieur (3). Ensuite, ce dernier a été recréusé par une rivière moins puissante, le recréusement étant ultérieurement comblé par un ensemble détritique terminal (2) coiffé par trois niveaux stalagmitiques alternant avec des couches d'argile (extrait de Quinif *et al.*, 1988).

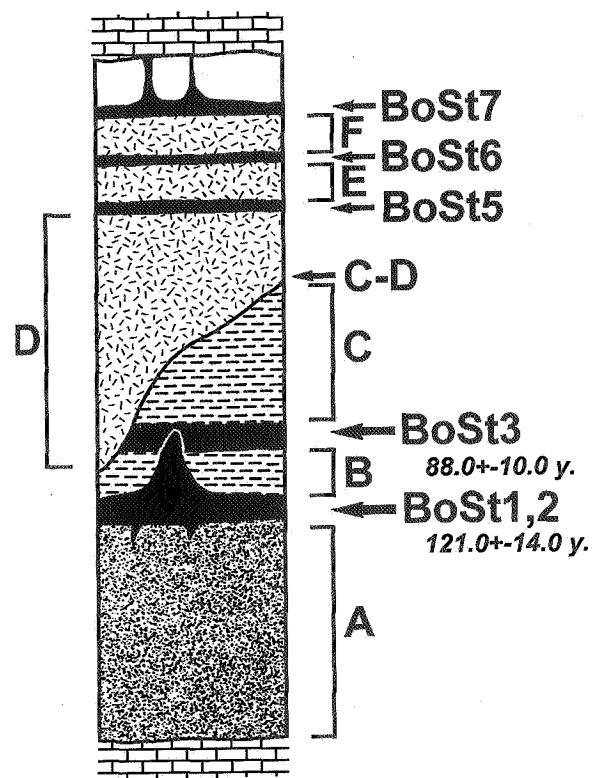


Figure 4. Chronostratigraphie du remplissage de la galerie de la Grotte de Bohon et repérage des spectres polliniques de la figure 3.

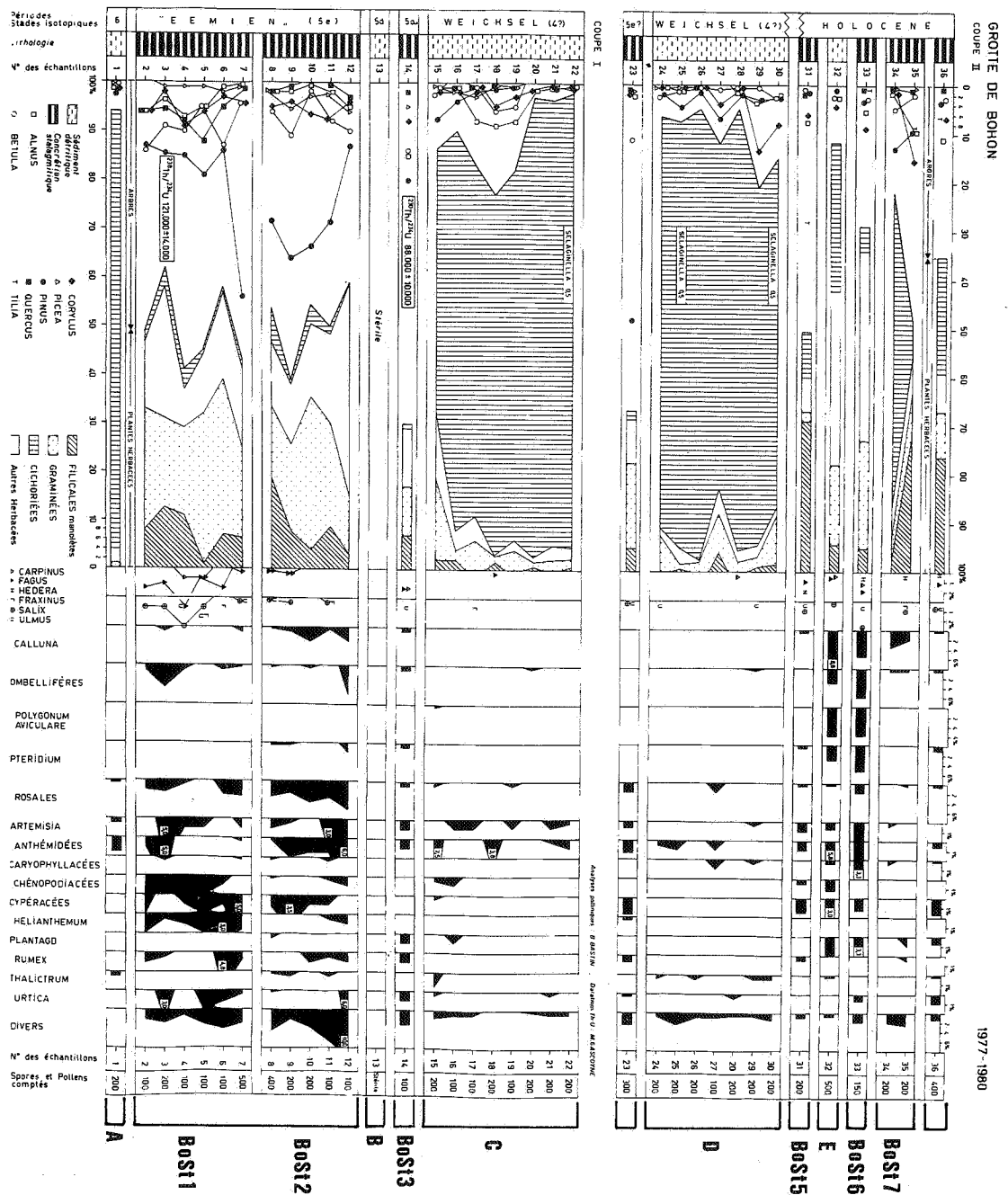


Figure 5. Diagramme pollinique de la coupe I de Bohon. On y distingue les caractères suivants :

- (i) L'ensemble inférieur (1) est de caractère pléniglaciaire avec 90 % de Cichoriées.
- (ii) Dans l'ensemble stalagmitique médian, le premier sous-ensemble (de 2 à 7) témoigne d'une végétation ouverte avec quelques taxons thermophyles. Parmi les 50 % d'arbres, soulignons la présence de *Quercus*, *Corylus*, *Alnus*, *Fagus*, en plus de *Betula* et *Pinus*, non thermophyles. Parmi les plantes herbacées, remarquons la présence d'*Helianthemum*, plante héliophile. Malgré cette végétation ouverte, cet ensemble appartient à l'Eemien. Le deuxième sous-ensemble stalagmitique (de 8 à 12) voit la régression de *Quercus*, *Fagus*, *Alnus*. L'apparition parmi les plantes herbacées de *Calluna* prouve la présence de sols lessivés, en voie d'acidification. C'est une fin d'interglaciaire. La dernière stalagmite de cet ensemble voit le pourcentage d'arbres remonter à 70 %, témoignant d'une reprise de conditions climatiques tempérées après un épisode froid souligné par une strate argileuse malheureusement stérile. Deux datations U/Th prouvèrent la justesse d'interprétation de Bruno Bastin, en attribuant la totalité de l'ensemble stalagmitique médian au stade isotopique 5.
- (iii) L'ensemble détritique moyen se met en place dans des conditions pléniglaciaires prouvées notamment par la présence de *Selaginella selaginoides*. On y remarque une interstade caractérisé par la courbe de *Alnus*. Ce caractère glaciaire se retrouve dans l'ensemble détritique supérieur levé dans la coupe 2 et séparé des sédiments inférieurs par un recreusement important qui, par endroit, a démantelé l'ensemble stalagmitique médian.
- (iiii) Enfin, les planchers stalagmitiques supérieurs appartiennent à l'Holocène (*Tilia*, *Hedera* et Filicales). De plus, l'existence de *Juglans* et de *Centaurea cyanus* témoignent de la période romaine (extrait de Quinif *et al.*, 1988).

PHASES	EEM	SGI	SGII	PRB	BOR	ATL	SBB	SBA
<i>Alnus</i>	3.6	2.0	3.9	1.3	1.0	2.7	3.5	3.5
<i>Betula</i>	8.2	109	3.1	17.2	4.2	2.9	2.1	2.9
<i>Carpinus</i>	0.6	0.5	6.4	-	-	0.2	0.3	0.4
<i>Corylus</i>	5.0	2.8	16.8	2.5	40.4	23.5	14.8	8.2
<i>Fagus</i>	0.7	1.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	2.8
<i>Fraxinus</i>	0.2	0.6	1.0	-	0.2	0.7	0.3	0.3
<i>Picea</i>	2.3	0.6	0.7	0.1	-	0.1	0.1	0.2
<i>Pinus</i>	27.0	13.5	19.0	22.5	13.5	4.9	2.3	2.2
<i>Quercus</i>	3.1	4.5	1.2	0.3	1.9	3.5	3.4	3.8
<i>Salix</i>	0.6	1.5	2.2	13.7	2.0	1.3	2.0	1.2
<i>Tilia</i>	0.5	0.1	1.3	-	0.1	17.3	22.3	18.8
<i>Ulmus</i>	0.3	1.1	16.9	0.3	4.2	2.4	1.0	0.5
Autres Arbres	0.4	0.3	1.0	0.2	0.5	0.6	0.3	0.1
A.P./T.	52.5	39.6	73.7	58.3	68.2	60.3	52.7	44.9
<i>Anthémidiées</i>	1.2	1.8	1.1	0.9	0.3	0.3	0.6	2.1
<i>Apiacées</i>	0.7	0.5	0.5	0.8	0.3	0.7	0.7	1.2
<i>Artemisia</i>	1.3	2.1	0.9	2.5	0.9	0.5	0.6	0.9
<i>Chénopodiacées</i>	0.6	1.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	1.6
<i>Cichoriées</i>	3.1	1.1	1.2	4.1	0.9	2.2	4.7	13.2
<i>Cypéracées</i>	2.2	2.6	0.3	5.0	1.3	0.9	1.4	1.5
<i>Filicales monolètes</i>	7.7	2.0	12.8	2.1	16.2	23.8	24.1	11.0
<i>Plantago</i>	0.1	0.3	0.1	-	0.1	0.2	0.6	2.4
<i>Poacées</i>	20.3	38.8	5.4	17.5	6.1	5.1	6.8	12.5
<i>Renonculacées</i>	0.9	0.3	0.1	1.1	1.0	0.4	0.9	0.9
<i>Urtica</i>	1.1	1.6	0.5	0.6	0.5	0.5	1.0	0.8
Autres herbacées	8.3	7.8	3.2	6.9	4.1	5.0	5.6	7.0
N.A.P./T.	47.5	60.4	26.3	41.7	31.8	39.7	47.3	55.1
<i>Hedera</i>	-	0.1	1.4	0.1	29.3	21.5	13.8	2.1

Figure 6. Pourcentages moyens des principaux taxons dans les spectres polliniques de 8 phases du Pléistocène supérieur et de l'Holocène. Pour chaque taxon, la valeur la plus forte est visualisée par un chiffre en caractère gras (Bastin, 1990).

Parallèlement, il contribuait par ses déterminations à établir les modalités de la sédimentation endokarstique dans les grottes belges durant le Quaternaire, en relation avec les fluctuations climatiques, ce qui permit d'élaborer petit à petit un schéma évolutif global (Quinif & Bastin, 1989).

5. LA CHRONOLOGIE PALEOCLIMATIQUE DE SERIES SEDIMENTAIRES CONTINENTALES

Dans les dernières étapes de son travail, Bruno Bastin analysa des stalagmites qui, par ailleurs, étaient datées soit par le ^{14}C , soit par la méthode U/Th (Bastin & Gewalt, 1986 ; Quinif & Bastin, 1990, 1993, 1994). Plusieurs séquences paléoenvironnementales furent ainsi datées et replacées dans le cadre général de l'évo-

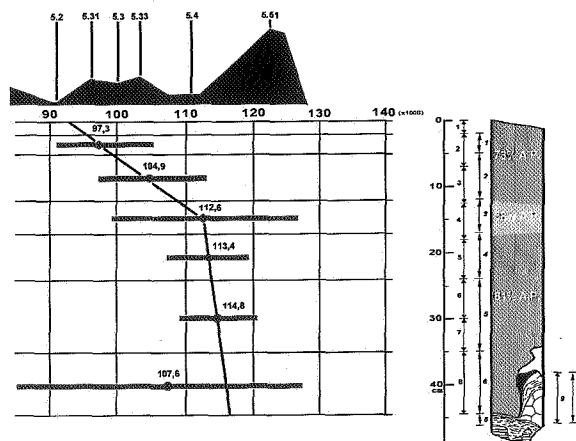


Figure 7. Stratigraphie de la série stalagmitique H-St-33 de la Grotte de Han (à droite). J'y ai indiqué les pourcentages de pollens arboréens des trois ensembles distingués par Bruno Bastin, ensembles que l'on trouve dans la lithologie de la série stalagmitique. Le premier correspond à une dynamique forestière interglaciaire avec la présence de *Quercus*, *Alnus*, *Fagus*, *Hedera*, *Abies*, *Ilex* et *Viscum*, ces deux derniers taxons caractérisant, d'après les palynologues de l'équipe de Marseille, un interglaciaire s.s. L'ensemble médian se caractérise par la diminution des pollens arboréens, indice d'un climat plus froid. La présence parmi eux d'*Alnus* et *Fraxinus* dominants, ainsi que de *Sangisorba officinalis* détermine un paysage de prairies humides. Enfin, l'ensemble supérieur voit la forêt se réinstaller (*Quercus*, *Alnus*, *Corylus*, *Fagus*, *Carpinus*, mais aussi *Betula*). A gauche, la chronostratigraphie trouvée est comparée avec la courbe SPECMAP (Martinson *et al.*, 1987). On y voit que Bastin a caractérisé le fin du sous-stade interglaciaire 5.5, le refroidissement du sous-stade 5.4 et le réchauffement du sous-stade 5.3 (extrait de Quinif & Bastin, 1994).

lution du Pléistocène supérieur. L'exemple de la coulée stalagmitique H-St-33 dans la galerie des Vervieitois de la Grotte de Han est exemplaire (Figure 7). Citons aussi son étude détaillée de la transition entre les stades isotopiques 5 à 4, nouvelles données fondamentales dans la problématique de l'installation d'une période glaciaire.

6. LES RECHERCHES KARSTOLOGIQUES

Enfin, je ne saurais passer sous silence les travaux purement karstologiques auxquels Bruno Bastin s'est livré de bon coeur comme la nouvelle topographie des grottes de Han, avant de s'y passionner, en grand chercheur qu'il était (Bastin, 1984 ; Bastin *et al.*, 1986, 1987 ; Deflandre *et al.*, 1987 ; Quinif *et al.*, 1987).

7. BIBLIOGRAPHIE

- BASTIN, B., 1978. L'analyse pollinique des stalagmites : une nouvelle possibilité d'approche des fluctuations climatiques du Quaternaire. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 101: 13-19.
- BASTIN, B., 1982. Premier bilan de l'analyse pollinique de stalagmites holocènes en provenance de grottes belges. *Revue Belge de Géographie*, 106/1: 87-97.
- BASTIN, B., 1984. Le milieu karstique envisagé sous l'angle de la géologie du Quaternaire. In: *Peuples chasseurs de la Belgique préhistorique dans leur cadre naturel*. D. Cahen & P. Haesaerts Eds, Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, 79-86.
- BASTIN, B., 1990. L'analyse pollinique des concrétions stalagmitiques : méthodologie et résultats en provenance des grottes belges. *Karstologia Mémoires*, 2: 3-10.
- BASTIN, B., CORDY, J.-M., GEWELT, M. & OTTE, M., 1986. Fluctuations climatiques enregistrées depuis 125 000 ans dans les couches de remplissage de la Grotte de Scladina (Province de Namur, Belgique). *Bulletin de l'AFEQ*, 2ème série, 25/26: 168-177.
- BASTIN, B., DUPUIS, C. & QUINIF, Y., 1977. Application des méthodes de la géologie du Quaternaire à l'étude de la spéléogénèse : exemples pris dans les grottes belges. *Congrès international de l'U.I.S.*, Sheffield, 24-28.
- BASTIN, B., DUPUIS, C. & QUINIF, Y., 1979. La grotte de la Vilaine Source à Arbre. Excursions du Colloque franco-belge de karstologie appliquée. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 102: 178-180.
- BASTIN, B., DUPUIS, C. & QUINIF, Y., 1982. Etude microstratigraphique et palynologique d'une croûte stalagmitique de la grotte de la Vilaine Source (Arbre, Belgique). Méthodes et résultats. *Revue Belge de Géographie*, 106/1: 109-120.
- BASTIN, B. & GEWELT, M., 1986. Analyse pollinique et datation ^{14}C de concrétions stalagmitiques holocènes : apports complémentaires des deux méthodes. *Géographie Physique et Quaternaire*, XL/2: 185.
- BASTIN, B., QUINIF, Y., DUPUIS, C. & GASCOYNE, M., 1988. La séquence sédimentaire de la Grotte de Bohon (Belgique). *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 111/1: 51-60.
- DEFLANDRE, G., BASTIN, B., QUINIF, Y. & GEWELT, M., 1987. La Grotte du Père Noël. *Livre-guide du colloque international de sédimentologie karstique (CISK)*, 37-44. Han-sur-Lesse, Belgique. Centre Belge d'Etudes Karstologiques.
- MARTINSON, D.G., PISIAS, N.G., HAYS, J.D., IMBRIE, J., MOORE, T.C. & SHACKLETON, N.J., 1987. Age dating and the orbital theory of ices ages : development of a high resolution 0 to 300 000-years chronostratigraphy. *Quaternary Research*, 27: 1-29.
- QUINIF, Y. & BASTIN, B., 1986. Le système karstique de Han-sur-Lesse (Belgique). *Actes du 9ème Congrès International de Spéléologie*, Barcelona, 1: 158-161.
- QUINIF, Y. & BASTIN, B., 1989. Modalités et chronologie de la sédimentation souterraine en Belgique au Pléistocène moyen et supérieur. *Acta Carsologica*, XVIII: 71-87.
- QUINIF, Y. & BASTIN, B., 1990. Datation d'une séquence pollinique éémienne dans une stalagmite par la datation uranium/thorium. *Speleochronos*, Revue du Centre d'Etudes et de Recherches Appliquées au Karst, 2: 11-20.
- QUINIF, Y. & BASTIN, B., 1993. Une fin d'interglaciaire: le plancher stalagmitique de Feluy. La transition entre les stades isotopiques 5 et 4. *Speleochronos*, Revue du Centre d'Etudes et de Recherches Appliquées au Karst, 5: 19-24.
- QUINIF, Y. & BASTIN, B., 1994. Datation uranium/thorium et analyse pollinique d'une séquence stalagmitique du stade isotopique 5 (Galerie des Verviétos, Grotte de Han-sur-Lesse, Belgique). *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 318, série II: 211-217.
- QUINIF, Y., BASTIN, B., DUPUIS, C. & GASCOYNE, M., 1987. La Grotte de la Vilaine Source. *Livre-guide du colloque international de sédimentologie karstique (CISK)*, 45-54. Han-sur-Lesse, Belgique. Centre Belge d'Etudes Karstologiques.
- QUINIF, Y., DUPUIS, C., BASTIN, B. & JUVIGNE, E., 1979. Etude d'une coupe dans les sédiments quaternaires de la grotte de la Vilaine Source (Arbre, Belgique). *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 102: 229-241.

Manuscrit reçu le 12 août 1996 et accepté pour publication le 23 octobre 1996.