

Géomorphologie structurale et faciès sédimentaire du réseau karstique de Frênes (province de Namur, Belgique)

Michel VAN ASTEN

Résumé

La notion de faciès sédimentaire permet de synthétiser une bonne partie des facteurs de la karstification. D'autre part, si une étude lithologique détaillée rend possible d'expliquer le développement de bon nombre de conduits, l'examen attentif du levé topographique permet de reconnaître les relations structurales entre les galeries. Ceci à condition de pouvoir résoudre de façon simple les problèmes d'interprétation de représentation en deux dimensions de systèmes karstiques.

Abstract

The notion of sedimentary facies allows to synthetise a number of the karstification factors. Explaining the development of many passages is possible thanks to a detailed lithological survey. But the careful investigation of the topographical survey allows to identify the structural relations between the galleries, provided the interpretation of two dimensions representations of karstic systems is solved in easy manner.

I. INTRODUCTION

L'alignement du Réseau de Frênes selon la direction des couches est remarquable. En effet, si la cavité s'étire sur plus de 400 m de l'amont vers l'aval, latéralement, ses galeries se sont développées dans un ensemble de bancs ne dépassant pas 20 m de puissance. Ces bancs, situés au sommet de la formation calcaire, constituent un ensemble lithologique contrasté. Ils s'individualisent du restant de la formation par la réapparition d'un faciès construit faisant suite à un faciès lagunaire (COEN & COEN-AUBERT, 1974). Nous montrons que la concordance entre le développement de la cavité et l'apparition de ce faciès n'est pas fortuit. En mettant en évidence les relations structurales existant entre certaines galeries, nous montrons les possibilités qu'offre un micro-ordinateur pour exploiter les données d'un levé topographique à des fins prospectives. Les résultats contenus dans cet article sont extraits d'un mémoire de licence en Sciences géographiques (VAN ASTEN, 1991).

H. CONTEXTE KARSTIQUE

Le Réseau de Frênes est un exemple remarquable de cavité étagée. Celle-ci s'est formée au sein des rochers de Frênes à une dizaine de kilomètres en amont de la ville de Namur (Fig. 1). Pour les étages principaux de

la cavité, nous avons pu établir une corrélation avec les terrasses principales de la Meuse. Cette grotte draine les eaux de deux bassins hydrographiques différents et des ruisseaux souterrains apparaissent à plusieurs endroits, séparés par des siphons. Bien que ces écoulements soient relativement proches, des expériences de coloration tendent à prouver que ces différents ruisseaux n'ont pas une origine unique.

III. FACIÈS SÉDIMENTAIRES ET MORPHOLOGIE

A. Lithologie

La "Formation de Lustin" a été décrite par COEN & COEN-AUBERT (1974) et elle constitue l'essentiel du massif calcaire des Rochers de Frênes.

"(...) On distingue une série essentiellement construite surmontée d'une série lagunaire. La série construite débute par un calcaire massif à Stachyodes (...). La série construite est interrompue à mi-hauteur environ, par un épisode plus argileux, à *Disphyllum* (...). La véritable coupure entre les deux premiers horizons récifaux du Frasnien est à placer à la base de la phase à stromatopores lamellaires, avec laquelle débute habituellement le second biostrome (...).

La série lagunaire est pratiquement dépourvue de

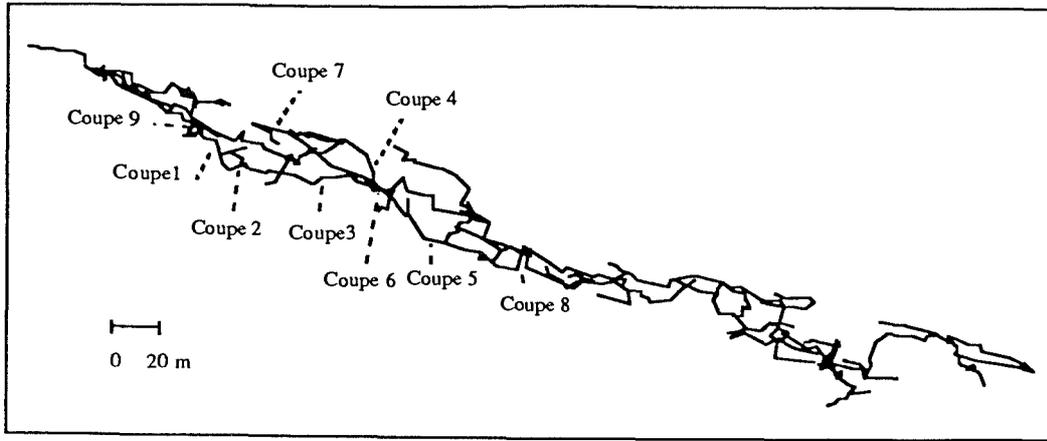


Figure 1: Localisation des coupes.

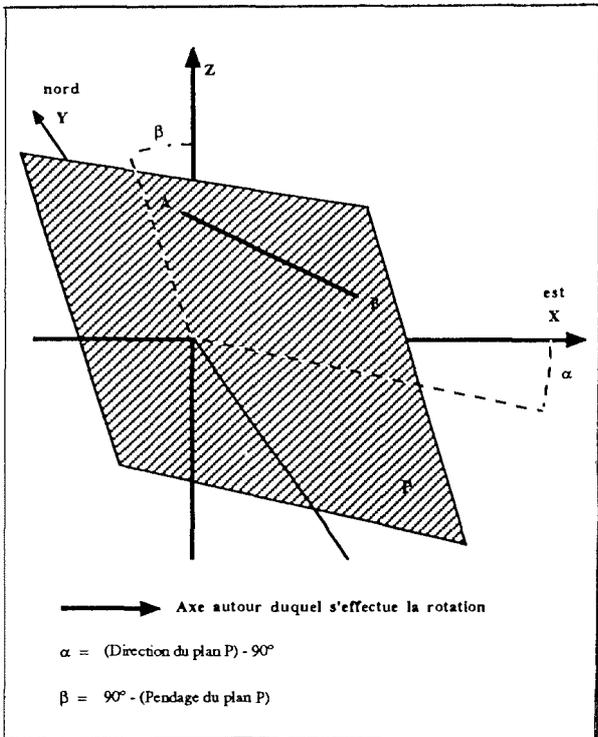


Figure 3: Principe de recherche sur la structure à partir de rotations effectuées sur les coordonnées des points topographiques.

macrofaune à l'exception de quelques bancs proches du sommet. On y observe des niveaux finement laminés, des minces lits bréchifiés sur place, des mud-cracks et dans les couches les plus septentrionales l'une ou l'autre couche de dolomie fine (...)" (COEN & COEN-AUBERT, 1974).

Les galeries les plus septentrionales du Réseau de Frênes

se sont formées aux sein des calcaires nodulaires de la "Formation d'Aisemont".

"Dans la région étudiée, la formation a une puissance moyenne d'une quarantaine de mètres et peut être subdivisée en trois parties :

- d'abord, des calcaires nodulaires à Brachiopodes et à rares *Phillipsastrea* qui s'épaississent légèrement du nord au sud;
- ensuite des schistes;
- enfin, du calcaire fm et foncé, à rares *Coraux* (*Phillipsastrea* et *Alvéolites* principalement) au sommet." (COEN & COEN-AUBERT, 1974).

Le levé de plusieurs coupes au sein de la cavité (Fig. 2 et 3) nous a permis de poser un certain nombre d'hypothèses sur la genèse de celle-ci. Suite à des contraintes de temps, notre étude ne couvre que la partie aval de la cavité. Les faibles distances qui séparent les coupes ainsi que l'absence de concrétionnement en de nombreux endroits ont facilité l'établissement de corrélations entre celles-ci.

L'examen de la Fig. 3 montre que l'échelle du banc n'est pas adéquate pour une représentation cartographique, ceci essentiellement suite au manque de repères constant à cette échelle. Pour cette raison les bancs ont été regroupés en cinq unités lithologiques relativement bien délimitées par de minces bancs à fines laminations argileuses.

A l'échelle de la carte, trois éléments paraissent avoir une grande importance :

- 1 La présence des calcaires nodulaires qui, pour la partie de la cavité concernée par notre levé, marquent la

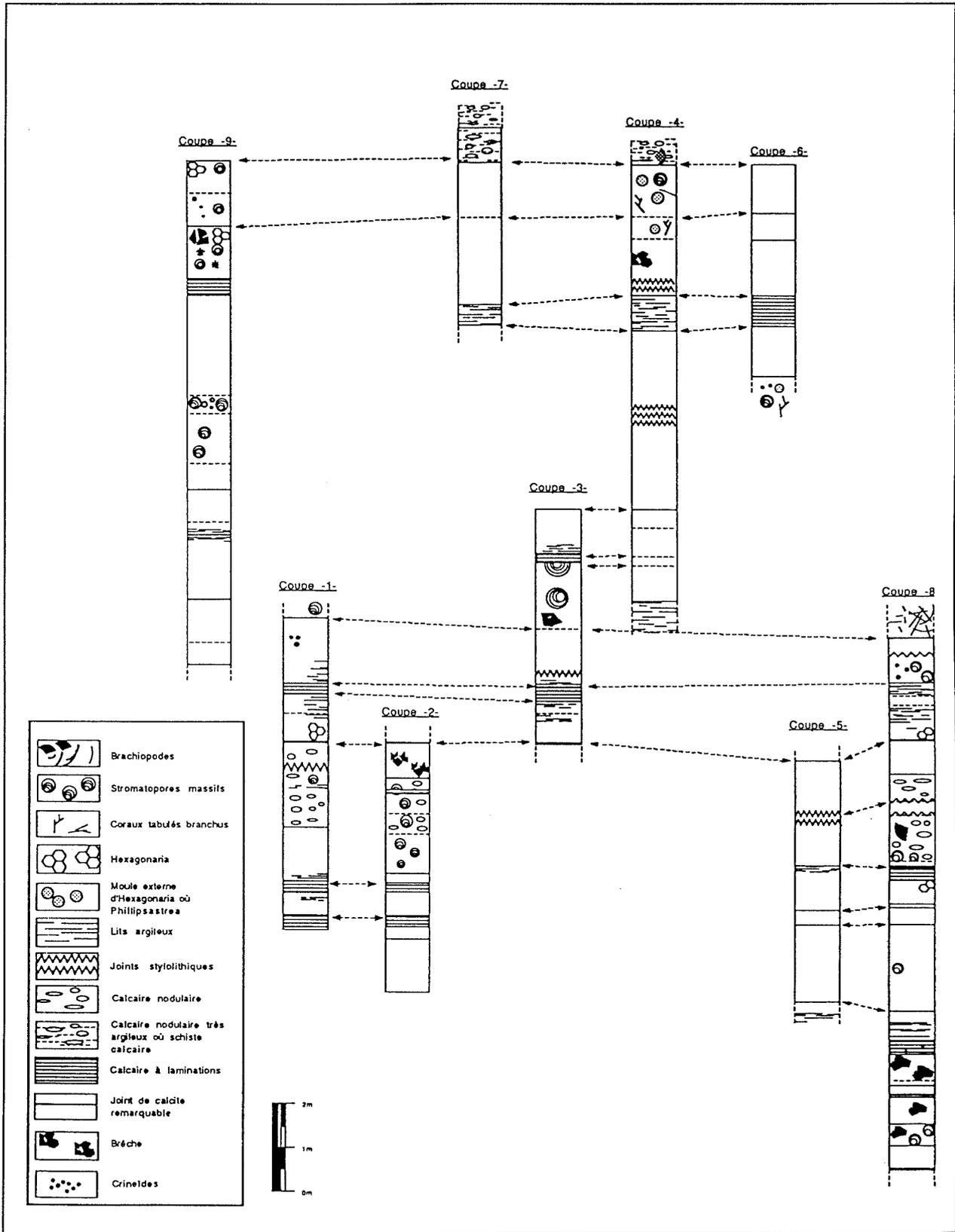


Figure 2 : Raccords entre les coupes.

limite stratigraphique supérieure de la grotte. Des processus d'effondrement permettent toutefois localement l'extension de la cavité plus au nord.

2 La présence des niveaux à fines laminations argileuses, au contact desquels se sont développées une majorité de salles et de galeries. Il s'agit, pour nous,

d'un effet d'imperméabilité relative dans un contexte où les variations lithologiques ne s'opposaient pas à la direction initiale de l'écoulement (pendage important et écoulement subséquent).

3 La présence de bancs à stromatopores globulaire dont la concordance avec le développement de bon nombre de galeries doit être soulignée.

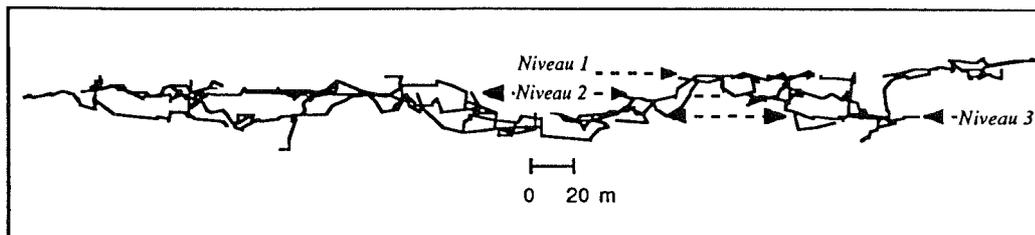


Figure 4 : Projection des galeries sur un plan normal au pendage des couches

B. Dosage des carbonates

Un facteur souvent invoqué pour expliquer la présence, l'absence ou encore le moindre développement de cavités à un endroit est le degré de pureté des calcaires.

On est donc fort logiquement en droit de se demander s'il existe des différences significatives entre les bancs dans lesquels se développe la cavité et la roche encaissante. Au lieu de rechercher des valeurs moyennes, nous avons analysé un ou plusieurs échantillons caractéristiques d'un ensemble lithologique homogène. Le dosage a été effectué à l'aide d'un calcimètre Bernard. La présence de minéraux de la série dolomite-ankérite a été établie après examen microscopique; elle n'a toutefois pas été quantifiée.

(2) calcaire bréchique et argileux contenant des débris d'organismes divers (entre les deux biostromes de la coupe des Rochers de Frênes).

(3) fragment de stromatopores lamellaires dans sa matrice (base du second biostrome);

(4) calcaire fin (limite stratigraphique inférieure du réseau);

(5) micrite (coupe de la grotte);

(6) et (7) calcaires à laminations argileuses (coupe de la grotte);

(8) calcaire de granulométrie hétérogène dans un banc très fossilifère (limite supérieure de coupe de la grotte);

(9) schiste (sommet de la coupe de la grotte);

(10) calcaire argileux (puits d'entrée du réseau);

(11) calcaire riche en Brachiopodes (au pied du puits d'entrée, sommet de la coupe de la grotte);

Origine	Carbonates (%)
(1)	94
(2)	86
(3)	95
(4)	85
(5)	91
(6)	80
(7)	74
(8)	83
(9)	0
(10)	42
(11)	69

Tableau 1 : Analyse au calcimètre

(1) fragment de *Disphyllum* dans sa matrice (sommet du premier biostrome);

Extrapolés à l'ensemble de la coupe des rochers ces données semblent montrer une pureté plus faible des bancs occupés par la cavité. Par contre la variabilité des valeurs obtenues pour la cavité est plus importante. Il apparaît également que les calcaires nodulaires (sommet de la coupe) se caractérisent par une pureté beaucoup plus faible - ce à quoi nous nous attendions - mais aussi par une hétérogénéité importante. Il est difficile de déterminer, vu le faible nombre d'échantillons, s'il s'agit d'une véritable variation latérale de faciès ou d'une hétérogénéité liée à celle de la roche elle-même.

En conséquence, pour expliquer la localisation de la grotte, la teneur en carbonates apparaît comme facteur nécessaire mais non suffisant. Par contre la proximité de la limite du domaine karstifiable où l'écoulement a pu se concentrer a favorisé la genèse de galeries. De même les changements lithologiques fréquents qui entraînent l'existence de discontinuités au sein du

sommet de la formation calcaire ont dû favoriser la circulation souterraine des eaux ainsi que la dissolution.

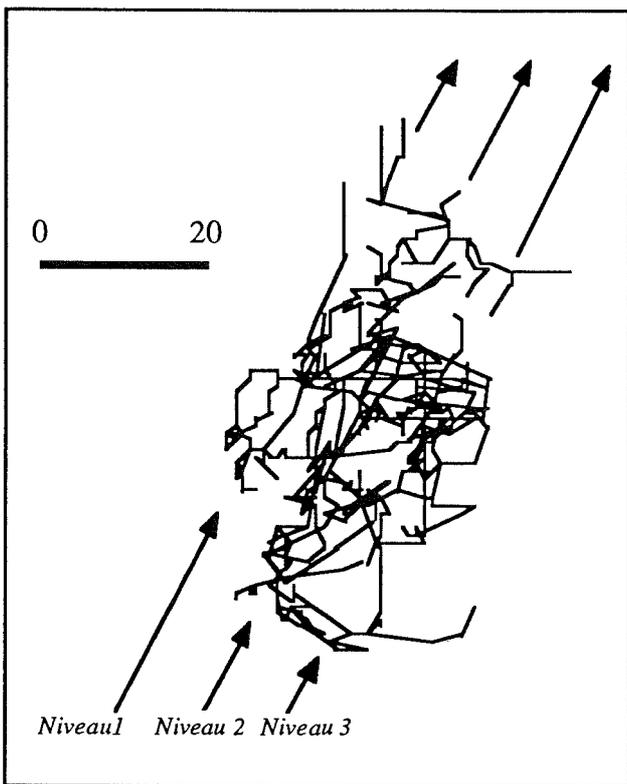


Figure 5 : Galeries projetées sur un plan normal à la direction des bancs.

C. Réflexions sur l'interprétation morphogénétique de la macro-faune

C. Ex (1969) a montré le rôle important que joue la taille des grains sur la cinétique de la dissolution dans le cas de calcaire de grande pureté, la dissolution des calcaires finement grenus étant beaucoup plus rapide que celle des calcaires macro-grenus. Or les cristaux constitutifs des fossiles sont généralement de grande taille, nettement supérieure à celle des grains d'une matrice micritique, de taille plus semblable dans le cas d'un ciment sparitique.

Sur un même affleurement, les organismes peuvent apparaître tantôt en relief, tantôt ne laisser qu'une empreinte. A la surface des mêmes bancs, un espace millimétrique est visible entre quelques fossiles et la matrice. Ces diverses observations nous amènent à admettre qu'une dissolution préférentielle se produit à l'interface entre le fossile et la matrice, facilitant son descellement ultérieur.

En plus de leur effet immédiat sur le processus d'érosion, quelques fossiles d'identification rapide sur le terrain sont caractéristiques d'un environnement

sédimentaire particulier :

Disphyllum: ce sont des polypiers fasciculés de l'ordre des tétracoralliaires (classe des hydrozoaires). On en trouve depuis le Silurien jusqu'au Dévonien. Ce sont des organismes constructeurs de récifs qui forment des massifs de taille imposante. On les retrouve à Frênes dans un environnement boueux et généralement agité. A l'heure actuelle, en surface, ces bancs subissent beaucoup plus facilement la désagrégation mécanique, notamment l'action du gel et apparaissent en retrait par rapport aux bancs à stromatopores lamellaires.

Hexagonaria et *Phillipsastrea* : ce sont des polypiers massifs sans structure axiale, de l'ordre des tétracoralliaires. Ils se développent au sein des récifs ou à proximité immédiate. Ils sont caractéristiques d'une ouverture du milieu qui n'est donc plus strictement lagunaire.

Les *Stromatoporoïdae* : ce sont des organismes coloniaux de forme massive à dendroïde. Ces organismes se caractérisent par un polymorphisme. La forme généralement rencontrée dans la cavité est massive, elle est caractéristique de milieux agités. Les stromatopores branchus parmi lesquels les *Amphipora*, que l'on rencontre au sommet de la coupe, sont caractéristiques de milieux plus calmes que les stromatopores globulaires.

IV. ETUDE STRUCTURALE

A. Méthode

La technique que nous avons utilisée consiste à faire subir des rotations dans l'espace à l'ensemble des points d'un cheminement topographique afin de visualiser les éléments structuraux qui n'apparaissent pas nécessairement sur le plan. Deux méthodes sont possibles :

1 Après rotations, les segments sont tracés tels qu'ils apparaissent. Par cette technique, les linéaments que l'on cherche à mettre en évidence sont visibles mais il est parfois fort difficile d'arriver à les localiser, puisque la cavité apparaît sous un angle inhabituel.

2 Après rotations, les segments qui se trouvent alignés selon une direction de référence (celle que l'on cherche à mettre en évidence) sont "marqués". Seuls ces derniers sont tracés tels qu'ils apparaissent avant toute rotation. La Fig. 4 illustre le principe de la méthode. Cette technique ne peut être mise en oeuvre aisément et dans un temps raisonnable qu'à l'aide de moyens informatiques.

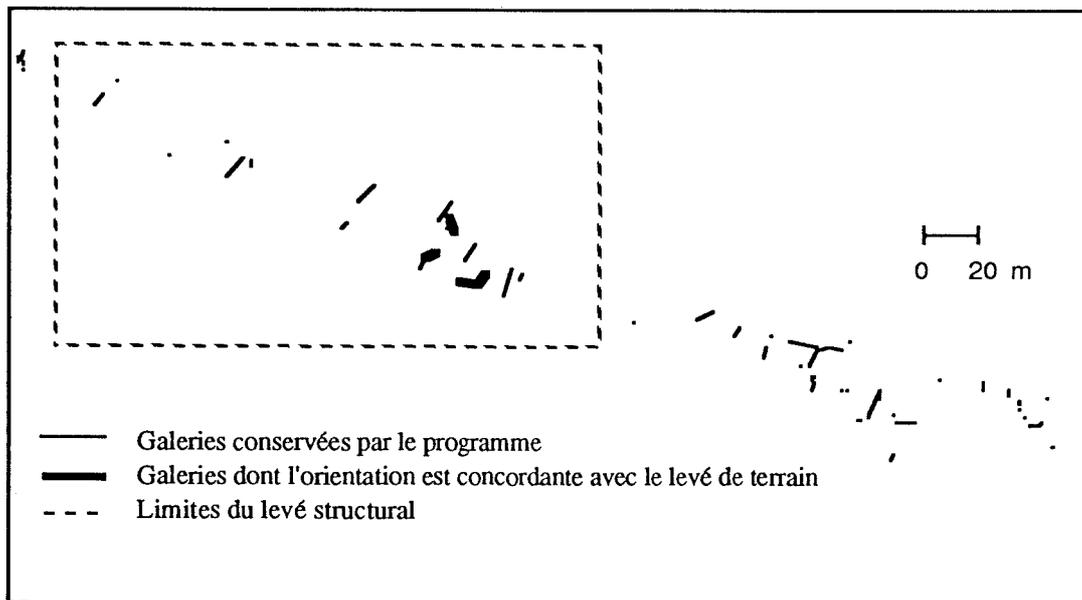


Figure 6 : Galeries sélectionnées après rotation ($\alpha = 110^\circ$ et $\beta = 50^\circ$)

B. Résultats

Lorsque les galeries sont projetées dans un plan normal au pendage des couches (Fig. 5), trois niveaux de développement préférentiels apparaissent. Le premier niveau correspond aux galeries qui se développent au-delà des calcaires nodulaires. Le deuxième correspond aux galeries qui se développent au contact de ces calcaires. Le troisième n'est pas clairement identifié.

Ces niveaux apparaissent également lorsque les galeries sont projetées sur un plan normal à la direction des bancs (Fig. 6). Ces observations nous permettent d'affirmer que le niveau de référence que nous avons utilisé pour notre levé de la partie aval de la cavité (la base des calcaires nodulaires) n'est probablement pas valable pour la partie amont de la cavité.

Le levé de terrain nous a révélé un système de failles (40° vers 110° E). Ensuite par sélection de segments après rotation, nous avons pu déterminer les galeries dont le développement est probablement lié à ce système de failles (Fig. 6).

V. CONCLUSIONS

La comparaison du levé lithologique détaillé de la partie aval du Réseau de Frênes avec la description de la coupe des Rochers de Frênes de COEN & COEN-AUBERT (1974) montre la concordance entre le développement de la grotte et la réapparition d'un faciès construit au sommet de la coupe des Rochers de Frênes. La carte lithologique réalisée suite à ce levé montre le rôle

déterminant des bancs à fines laminations argileuses sur la genèse des galeries ainsi que le rôle des calcaires nodulaires de la "Formation d'Aisemont" comme limite stratigraphique supérieure de partie aval de la cavité.

Le dosage des carbonates effectué sur divers échantillons caractéristiques de leur milieu sédimentaire proche montre que les calcaires qui proviennent de la cavité se caractérisent par des teneurs en carbonates plus faibles en moyenne que celles relevées pour l'entièreté de la coupe des Rochers. Les calcaires de la cavité se caractérisent, par contre, par des variations lithologiques importantes et fréquentes favorables à la karstification.

L'examen des figures obtenues après rotation des segments du levé topographique montre

- l'existence de niveaux préférentiels de développement de galeries;
- le développement vers l'amont de galeries au-delà de la limite des calcaires sub-nodulaires;
- comment obtenir une estimation des relations entre le développement des galeries et la présence d'éléments structuraux d'orientation connue.

VI. REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement la Société spéléologique de Namur ainsi que le Docteur C. Ex, notre promoteur de mémoire, pour le soutien constant qu'ils nous ont apporté tout au long de cette étude.

VII. BIBLIOGRAPHIE

- COEN, M. & COEN-AUBERT, M., 1974. Le Givétien et le Frasnien dans la vallée de la Meuse, de Tailfer à Yvoir (Bord nord du Bassin de Dinant). *Ann. Soc. géol. Bel.* , 97: 499-524.
- EK, C., 1969. *Facteurs, processus et morphologie karstique dans les calcaires paléozoïques de la Belgique* (première et deuxième parties). Thèse de doctorat, inédit, Univ. Liège, Lab. Géol. et Géogr. phys.
- VAN ASTEN, M., 1991. *Structure, paléoenvironnement, facteurs du développement d'un système karstique*. Mém. Lic. Sc. géogr., inédit, Univ. Liège, 126 p.

Adresse de l'auteur :

Michel Van Asten
rue Saint-Jacques, 54
B-5500 DINANT
BELGIQUE