La chasse aux fantômes

Utilisation d'un nouveau concept de spéléogenèse dans la recherche de cavités

Photographie 1 : Fantôme de roche recoupé par l'exploitation des calcaires tournaisiens (dits "petit granit") dans la carrière du Clypot (Soignies, Belgique). Les stylolithes sub-horizontaux se poursuivent dans la roche altérée, ce qui confirme bien le caractère autochtone de cette formation argilo-sableuse. Photographie Laurent Bruxelles.

Laurent* et Stéphane BRUXELLES**

Depuis quelques années, grâce aux travaux de l'équipe du Laboratoire de géologie fondamentale et appliquée de la Faculté polytechnique de Mons (Belgique), un nouveau processus a été mis en évidence dans la formation de certaines cavités (Vergari, 1998 ; Quinif, 1999). Ce phénomène, la fantomisation, affecte des roches de nature diverse comme les calcaires, les dolomies ou les craies. Des cavités développées dans des gneiss (Cameroun ; Willems, 2001) ou dans des quartzites (Afrique du sud ; Martini, 2002) ont même été décrites et expliquées par ce type d'altération. Dans un premier temps, nous décrirons le processus de la fantomisation d'après quelques cas belges que nous avons pu observer. Puis, à partir de l'exemple de la grotte de Trabuc, nous verrons comment la compréhension de ce processus, lorsqu'il est à l'origine du développement d'un réseau karstique, peut aider au prolongement ou à la découverte de cavités nouvelles.

Qu'est-ce qu'un fantôme ?

Il s'agit d'une formation meuble qui de loin ressemble étonnamment à la roche saine. On y retrouve les principales structures tels que les joints de strates, les fractures (photographie 1) ou les lits de silex. Même les fossiles sont parfaitement conservés. Pourtant, si l'on pousse un peu plus loin l'examen, on s'aperçoit qu'il ne s'agit plus de calcaire mais plutôt d'une masse argilo-sableuse très poreuse (Kaufmann *et al.*, 1999). Ce "fantôme de roche" résulte de la dissolution plus ou moins complète des carbonates, tandis que le reste de la roche (argile, silice, dolomite…) est parfaitement respecté et conserve sa structure.

* Société cévenole de spéléologie et de préhistoire. E-mail : laurentbruxelles@aol.com. Site Internet : http://www.karstologie.com
** Association spéléologique nîmoise. E-mail : stephane.bruxelles@brl.fr

Les fantômes se présentent sous plusieurs formes (fig. 1) :

- en masse, quand la roche altérée affleure sur une grande surface (plusieurs centaines de m² à plusieurs hectares). Il s'agit en général de la partie supérieure de la zone altérée. En surface, le paysage est empâté par une importante couverture meuble alimentée par ces produits d'altération,
- en poches ou plutôt en couloirs, de un à une dizaine de mètres de largeur et de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres d'extension. Difficiles à identifier dans le milieu naturel, ce n'est qu'à l'occasion de travaux qu'ils sont révélés sans ambiguïté. Ils correspondent aux "racines" de ces zones d'altération et peuvent descendre à plus d'une centaine de mètres sous la surface,
- enfin, le pseudo-endokarst sur lequel nous reviendrons en détail, est une poche d'altération située en profondeur au sein de la roche saine. Cela ressemble tout à fait à une grotte classique presque entièrement colmatée, si ce n'est qu'ici le remplissage est constitué par la roche altérée en place (photographie 2). Il n'y a jamais eu d'écoulement d'eau (circulation karstique) dans ce conduit. ■

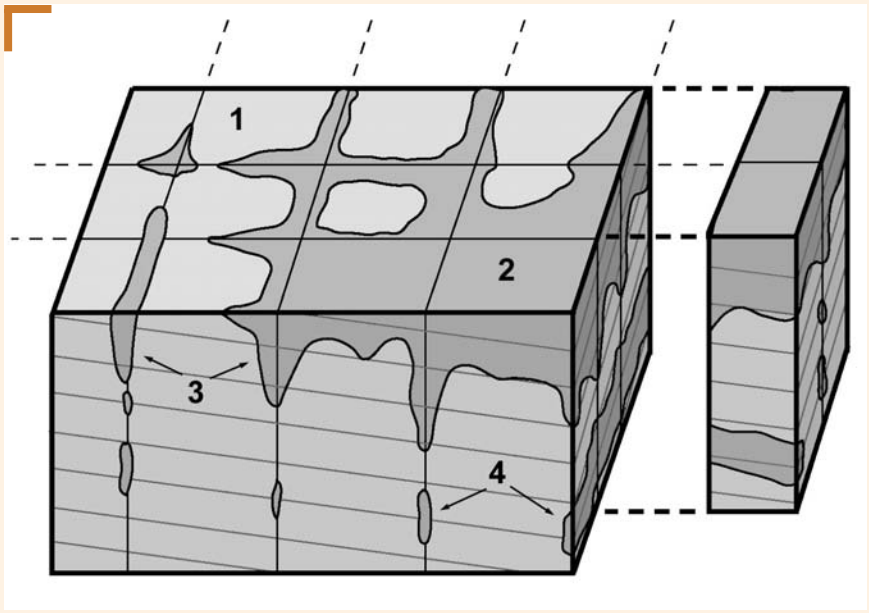


Figure 1 : Bloc-diagramme schématique montrant les différents types de fantômes. La roche saine (1) est parcourue de nombreuses discontinuités (fractures, joints de strates) qui sont exploitées préférentiellement par l'altération. Dans les parties fantomisées, on distingue les altérations en masse (2), en poches ou en couloir (3) et les pseudo-endokarsts (4) qui sont caractérisés par la présence d'un toit calcaire.

Quelles sont les conditions de la fantomisation ?

Trois conditions sont impératives pour que l'on aboutisse à la formation d'un fantôme. Les deux premières interviennent aussi pour le creusement d'une cavité classique. C'est le troisième paramètre dont l'absence ou la présence fait que l'on aura un fantôme ou une cavité :

- l'acidité des eaux d'infiltration permet la dissolution des carbonates,
- la fracturation favorise la pénétration des eaux dans le massif. Cela implique qu'une famille de fractures au moins soit en extension. S'il n'y a pas de fractures ou si elles sont fermées (en compression) la dissolution sera bloquée en surface,
- enfin le gradient hydraulique (différence de niveau entre l'entrée et la sortie des eaux) permet le renouvellement des eaux d'infiltration. Il fournit également l'énergie pour que les circulations entraînent les résidus insolubles. Pour aboutir à la formation d'un fantôme, il faut que les carbonates en solution soient évacués mais qu'il n'y ait pas assez de courant pour transporter les matériaux insolubles.

On corrèle ainsi le processus de fantômisation à un contexte d'aplanissement, avec un relief faible, où les circulations souterraines sont extrêmement ralenties (diffusion). Ce type d'altération est donc un phénomène très lent qui s'exprime en millions, voire en dizaines de millions d'années. Ceci implique une certaine stabilité géologique du secteur pendant la phase d'altération. ■

Photographie 2 : Pseudo-endokarst du Clodo glandeur recoupé par la carrière du Milieu, (Tournai, Belgique). La branche de droite, pénétrable sur une dizaine de mètres ressemble à s'y méprendre à un méandre à banquettes classique. La branche de gauche commence de la même manière mais bute très rapidement sur l'altérite en place et montre que ce ne sont pas des circulations d'eau vive qui ont façonné ces conduits. Photographie Laurent Bruxelles.

Caractéristiques d'un pseudo-endokarst ?

Le plus souvent, il se forme en profondeur, dans le prolongement inférieur d'un couloir de fantômisation (fig. 1). Une épaisseur de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres de roche saine les sépare, donnant au pseudo-endokarst l'apparence d'une cavité classique avec un toit calcaire.

Les travaux de Anne Vergari (1997 et 1998) dans les carrières belges décrivent plusieurs exemples de pseudo-endokarsts non vidés de leurs résidus altérés. Leur section est souvent plus haute que large et dessine un haut méandre en grande partie colmaté. Le remplissage est donc constitué par la roche altérée en place. Sous l'effet de leur tassement respectif, les différents niveaux présentent une disposition en "U" qui s'accentue vers le sommet, donc en sens contraire d'un soutirage classique. Les parois quant à elles sont très irrégulières. Chaque banc calcaire apparaît soit en saillie, soit en retrait, en fonction de sa plus ou moins grande sensibilité à l'altération. Certaines sections de pseudo-endokarsts dessinent d'ailleurs parfaitement une forme de méandre à banquettes alors qu'il n'y a jamais eu la moindre circulation d'eau vive contre ces parois.

En plan, les pseudo-endokarsts sont calés sur la fracturation. Ainsi, toutes les fractures en extension (légèrement ouvertes) permettant le passage de l'eau, peuvent être affectées par cette altération. Le fantôme peut donc être composé de longues bandes parallèles ou bien dessiner un véritable maillage dont les "galeries" sont interconnectées. Ceci est très bien illustré par le travail de topographie de l'un de ces paléokarsts en Belgique (Quinif et Quinif, 2002). ■

Comment passe-t-on d'un pseudo-endokarst à une cavité classique ?

Photographie 3 : Pseudo-endokarst en cours de décolmatage dans la carrière de Nocarcentre (Soignies, Belgique). L'abaissement artificiel du niveau de base par pompage a donné l'énergie suffisante aux circulations pour évacuer la roche altérée et créer une cavité. Photographie Laurent Bruxelles.

Il suffit que le gradient hydraulique augmente et que les circulations acquièrent l'énergie nécessaire pour évacuer l'altérite. Cela peut se produire par exemple dans le cas de l'abaissement du niveau marin, du soulèvement du massif, du creusement d'une vallée (Bruxelles, 2001) ou de n'importe quelle autre cause susceptible d'abaisser le niveau de base local comme une capture hydrologique, un pompage, l'exhaure (pompage) dans les mines ou les carrières (photographie 3).

Les pseudo-endokarsts constituent une discontinuité dans le massif, qui va être utilisé préférentiellement par les circulations. D'abord, l'existence d'un vide au sommet des niveaux altérés favorise la mise en place d'un écoulement. Ensuite, l'évacuation du matériau argilo-sableux est relativement aisée et rapide compte tenu de sa faible cohérence. Enfin, ces pseudo-endokarsts sont la plupart du temps interconnectés (maillage) ce qui facilite d'autant la mise en place des circulations karstiques (fig. 2).

Lorsqu'il n'existe pas d'interconnexions entre les bandes altérées parallèles, des galeries de liaisons, souvent le long de contacts lithologiques (interstrates, contact dolomie-calcaire par exemple…), assurent la jonction avec le pseudo-endokarst voisin. Elles peuvent exploiter un niveau altéré calé sur cette discontinuité, ou se former tout à fait classiquement par dissolution.

Ainsi, le long de l'axe principal de drainage, les pseudo-endokarsts sont décolmatés. Latéralement, des écoulements convergent vers la circulation principale et évacuent les altérites d'autres conduits. Progressivement, par érosion régressive, le maillage tectonique sur lequelle s'est calée l'altération apparaît. Plus loin des circulations principales, l'altérite peut rester en place et les conduits restent donc colmatés. ■

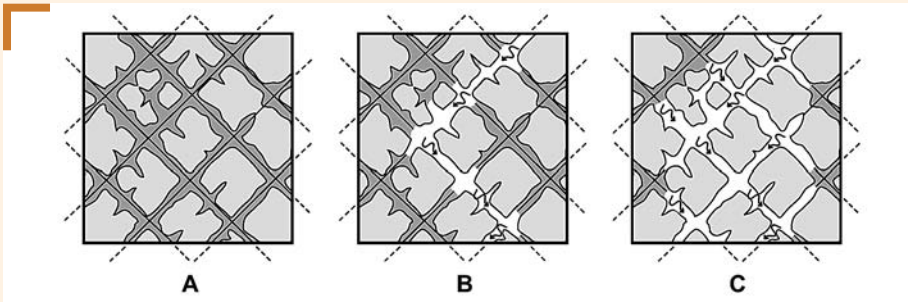
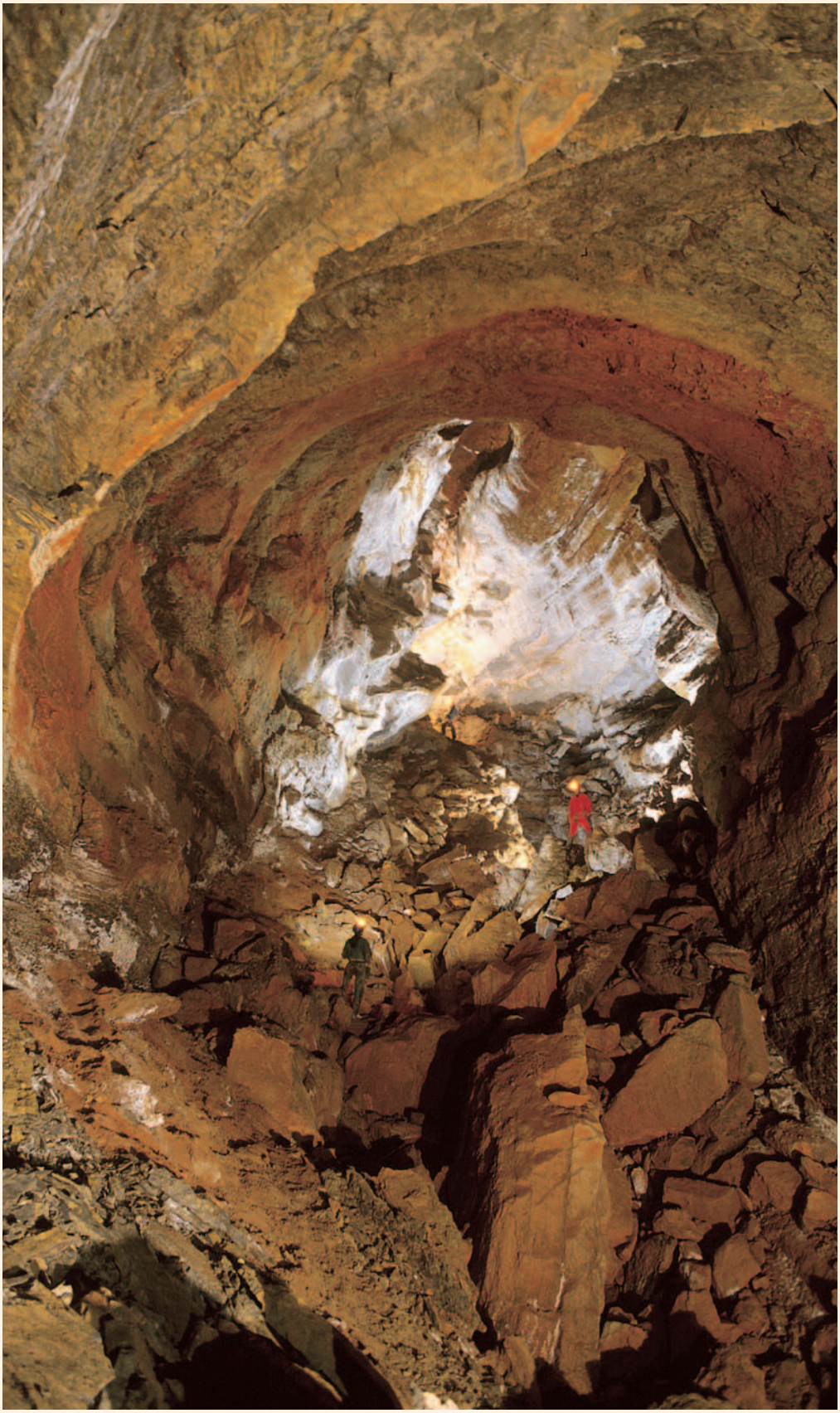


Figure 2 : Plan schématique d'un pseudo-endokarst. Tant qu'il n'y a pas assez d'énergie potentielle (courant), les circulations ne peuvent évacuer l'altérite (A). Puis, l'apparition d'un gradient hydraulique permet la mise en place d'une circulation et l'évidement des conduits par érosion régressive (B). Progressivement, le maillage tectonique sur lequel s'était calée l'altération se dessine et laisse apparaître un labyrinthe de galeries (C). Les parties trop éloignées des principales circulations resteront colmatées par le fantôme.

Comment utiliser ce concept dans la recherche de nouvelles cavités : l'exemple du système karstique de Trabuc (Mialet, Gard)



Phototographie 4 : Galerie du Renouveau (grotte de Trabuc, Gard). La désobstruction a permis de franchir un obstacle ponctuel et d'explorer cette grande galerie qui constitue le prolongement logique d'une des bandes altérées. Photographie Thierry Aubé, l'A.S.N., le S.C.S.P. et le S.C. La Gardonenque.

Le développement d'un pseudo-endokarst répond à une logique propre différente de celle d'un karst classique. Ainsi, une fois le processus de fantômisation identifié, certaines caractéristiques peuvent être utilisées pour trouver des prolongements aux cavités connues ou en découvrir de nouvelles. Ce travail peut être mené aussi bien dans la cavité qu'en surface.

Dans la cavité

Très tôt, nous avons constaté que la plupart des galeries de la grotte de Trabuc se développaient au contact entre les dolomies hettangiennes et les calcaires sinémuriens (Lias). C'est également le cas de très nombreuses cavités de ce massif. Ce changement de type de roche peut expliquer à lui seul la mise en place de circulations karstiques. Mais, c'est surtout la concentration de matière organique et de pyrite à ce contact qui permet de comprendre pourquoi le pseudo-endokarst est localisé à ce niveau. En effet, lorsque la pyrite est oxydée, elle libère de l'acide sulfurique, ce qui redonne aux eaux qui atteignent ce niveau toute l'agressivité nécessaire pour dissoudre les carbonates. Une de nos premières conclusions était donc qu'il fallait rester proche de ce contact pour avoir le plus de chances de trouver une continuation.

Dans un pseudo-endokarst, le plan dessine un maillage constitué d'une multitude de carrefours. Les coudes des galeries sont donc à regarder avec suspicion. Il s'agit probablement d'un croisement dont les deux autres branches ne sont pas encore connues.

C'est sur cette base que nous avons inspecté certains coudes dans les grandes galeries de la grotte de Trabuc (fig. 3). Le carrefour de la Grande stalagmite semblait le mieux placé par rapport aux parties déjà connues de

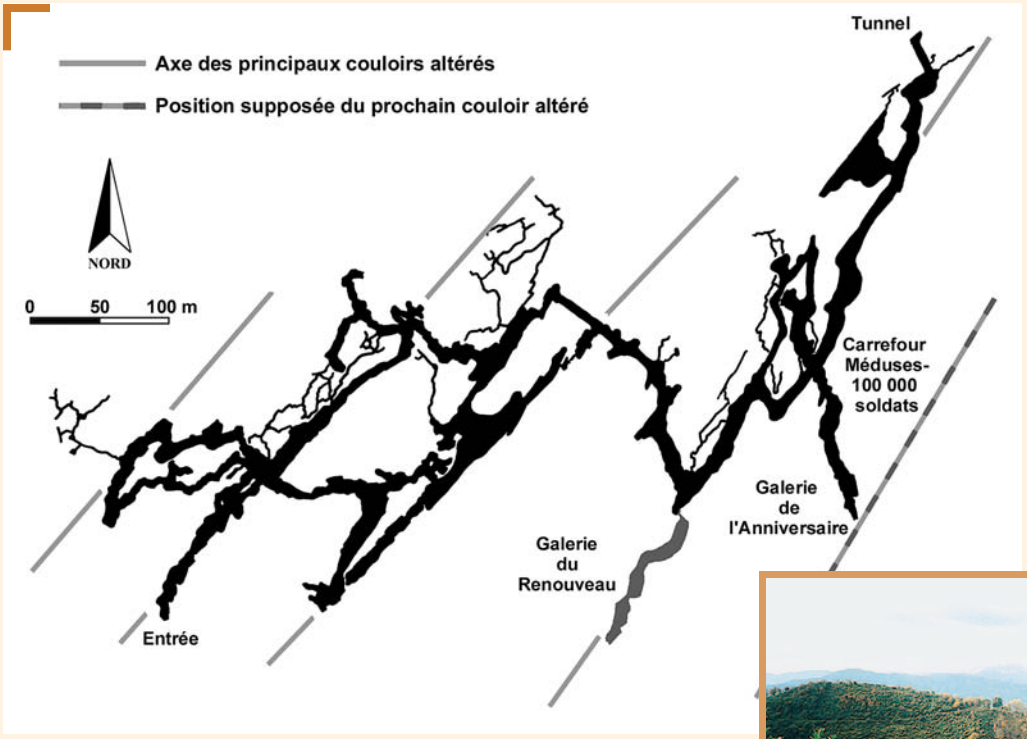


Figure 3 : Plan de la grotte de Trabuc (d'après S.C.S.P., 1988). Les principales galeries de cette cavité sont calées sur d'anciens pseudo-endokarsts dont la topographie permet d'entrevoir le maillage. On retrouve une grande galerie (dont la hauteur peut dépasser 50 m) environ tous les 125 m.

Photographie 5 : Le col de la Fage (Mialet, Gard) correspond à une poche fantomisée développée dans les calcaires siliceux du Lotharingien (Lias). C'est la présence de châtaigniers, qui habituellement fuient les sols calcaires, qui nous ont permis de l'identifier. La cartographie de ces indices permet de reconnaître les principales bandes altérées le long desquelles on a le plus de chances de trouver un pseudo-endokarst. Photographie Stéphane Bruxelles.

Trabuc et vis-à-vis des versants souvent proches des extrémités de la cavité. Le postulat était : si cette grotte découle bien d'un pseudo-endokarst, ce coude doit être un carrefour dont d'autres branches restent à découvrir. Après une inspection minutieuse, nous découvrons un petit départ situé dans l'axe de la galerie principale. Après avoir désobstrué une dizaine de mètres d'argile sablonneuse, nous avons débouché dans la suite. Il s'agit d'une grande galerie de dix mètres de large sur vingt à trente mètres de haut (photographie 4). Elle constitue le prolongement exact de la galerie de la Grande stalagmite.

Connaissant le pas, en général assez régulier, sur lequel sont calés les pseudo-endokarst, il est aisé de prévoir la proximité d'un prochain croisement. Ainsi, lorsqu'une galerie de jonction se termine non loin du prochain carrefour, il est judicieux de s'y attaquer pour essayer de franchir le bouchon certainement localisé (sédiments, éboulement).

Toujours dans la grotte de Trabuc, la galerie de l'Anniversaire rassemble toutes les caractéristiques d'une galerie de liaison entre deux bandes altérées. Elle se termine au bout de 120 m sur un colmatage de blocs et de galets enrobés d'argile (fig. 3). Logiquement, une nouvelle bande devrait passer à ce niveau, exactement comme le croisement précédent entre la galerie des 100 000 Soldats et celle des Méduses. Nous avons donc entamé une désobstruction qui devrait, espérons-le, valider prochainement cette hypothèse.

En revanche, si on désobstrue dans le fantôme, il est inutile de continuer ! Le pseudo-endokarst n'a jamais été réutilisé et il y a peu de chance de retomber sur un secteur décolmaté rapidement. Il existe certainement des kilomètres de pseudo-endokarst encore colmatés qu'il est utile de pouvoir cerner afin de ne pas y perdre de temps.

En surface

Une fois les orientations des principales galeries qui constituent le pseudo-endokarst relevées, on peut essayer de les repérer en surface. L'utilisation des photographies aériennes est à ce niveau extrêmement instructive. Connaissant le pas qui sépare chaque couloir fantomisé, il est aisé d'en identifier de nouveaux de part et d'autres des réseaux déjà explorés. On peut également se servir du canevas tectonique, de l'affleurement de poches d'altérites (photographie 5) ou tout simplement d'autres cavités, d'orientation et de morphologie semblables aux pseudo-endokarsts, pour positionner les couloirs.

Ainsi, début 2002, plusieurs de ces bandes ont été repérées à partir des photographies aériennes. Sur le terrain, la difficulté était ensuite de les localiser précisément. Mais dès la première reconnue, nous trouvons un minuscule trou souffleur. Son ouverture rapide nous à permis de déboucher dans une galerie d'une trentaine de mètres de hauteur que nous avons suivie sur près de 300 m. La découverte d'un site archéologique a stoppé momentanément l'exploration de cette cavité.

Enfin, c'est la mise en place de circulations qui est responsable de l'évidement du fantôme. C'est donc le long des axes de drainage que l'on a la plus de chances de trouver un pseudo-endokarst réutilisé et donc pénétrable. Une bonne connaissance des principales circulations karstiques permet de localiser les secteurs les plus décolmatés. Dès que l'on s'éloigne de ces axes, on risque de buter sur le fantôme en place. Ceci dit, l'histoire d'un massif karstique est complexe, et plusieurs axes de drainage ont pu se succéder dans le temps et l'espace, décolmatant, tour à tour, un secteur différent… ■

En guise de synthèse : comment reconnaître une cavité qui découle de l'évidement d'un fantôme ?

La difficulté est d'identifier l'origine d'une cavité comme étant un fantôme puisque pour qu'il y ait cavité, il faut que la roche altérée soit évacuée. De plus, nous n'avons pas pour l'instant de critères stricts. Certains indices cités ci-dessous se retrouvent aussi dans des cavités karstiques classiques. C'est le croisement de ces arguments qui peut amener à avoir un doute quant à l'origine du réseau.

Photographie 6 : Grotte-exsurgence de la Cabane (Saint-Paul-des-Fonts, Aveyron). La partie haute de la galerie est un ancien pseudo-endokarst où l'altérite est encore préservée entre les lits de chailles. Les circulations karstiques ont utilisé cette discontinuité pour se mettre en place avant que la rivière n'acquière une compétence suffisante pour recalibrer le conduit. Photographie Laurent Bruxelles.

L'idéal pour identifier la fantômisation est de retrouver en place une partie de la roche altérée, mais le résidu meuble et poreux, facile à évacuer, est rarement conservé. Il peut cependant être retrouvé dans la partie haute d'une galerie (photographie 6) ou contre les parois, dans des conduits ou seul le soutirage est responsable de l'évacuation du "remplissage". De même, le terminus d'une galerie peut avoir conservé le fantôme en place. L'examen de certaines terminaisons "brutales" de cavités ou de coudes marqués permet parfois de retrouver l'altérite en place.

D'autres indices permettent de subodorer la présence d'une cavité découlant d'un fantôme :

- en surface, la présence de couloirs fantomisés ou de pseudo-endokarsts donne une bonne idée de l'état d'altération du massif (photographie 7). L'examen de leur morphologie, de leur fréquence, de leur orientation et de leur répartition dans le massif peut permettre de reconnaître, par exemple, l'architecture du réseau karstique en question,
- le réseau peut se développer dans des roches carbonatées impures ou hétérogènes, que l'on pourrait considérer comme plus difficilement karstifiables : dolomies, calcaires siliceux ou à chailles, calcaires marneux, craies (Rodet, 1996)... Les fantômes sont souvent développés dans des roches carbonatées contenant un résidu moins soluble assez important. Il en existe peut-être dans des calcaires plus fins et plus purs, mais pour l'instant, nous ne savons pas les identifier,
- le pseudo-endokarst ne se corrèle pas nécessairement à des niveaux de base locaux ou régionaux. Sa formation se réalise nécessairement sous le niveau de la nappe mais peut descendre à plusieurs dizaines, voire même dans certains cas, plusieurs centaines de mètres de profondeur. Cette altération affecte plutôt un niveau de roche particulier ou un contact entre deux formations qu'elle va pouvoir exploiter (contact dolomie-calcaire à Trabuc par exemple). Sa répartition dans le massif va donc être liée à la position de ce niveau lithologique au moment de l'altération,
- les conduits sont plus hauts que larges. Ils sont souvent calés sur une ou deux fractures qui ont conditionné l'action de l'altération et donc la forme du pseudo-endokarst. Le toit, quant à lui, est plutôt tabulaire, résultant de l'effondrement des bancs plus ou moins altérés qui surmontaient le fantôme,
- les principales cavités suivent des couloirs ou de hautes diaclases parallèles, rectilignes, qui se retrouvent à un pas régulier. Ils sont fidèlement calés sur les fractures qui ont guidé l'altération et se retrouvent dans l'ensemble de massif. La grotte de Trabuc, mais aussi plusieurs cavités voisines sont nettement guidées par ces bandes altérées. On y retrouve une grande galerie rectiligne de même orientation approximativement tous les 125 m,
- dans les grands réseaux, la topographie dessine un véritable maillage assez régulier où toutes les discontinuités ouvertes et connectées pendant la longue période d'altération ont été exploitées. Ceci va totalement à l'encontre d'un karst classique dans lequel les circulations se hiérarchisent vers un collecteur principal. C'est le cas de la grotte de Trabuc, mais aussi par exemple celui du réseau de Bramabiau (fig. 4) ou plus de 10 km de galeries ont été topographiés sous une surface du causse extrêmement réduite. ■

Photographie 7 : La coupe de la route départementale n°999 entre la Cavalerie et St-Rome-de-Cernon (Aveyron) montre l'intensité de l'altération des calcaires bajociens dans ce secteur (Bruxelles, 2002). On reconnaît des couloirs altérés que l'on retrouve sur toute la hauteur de la corniche, ainsi que quelques pseudo-endokarsts. Photographie Laurent Bruxelles.

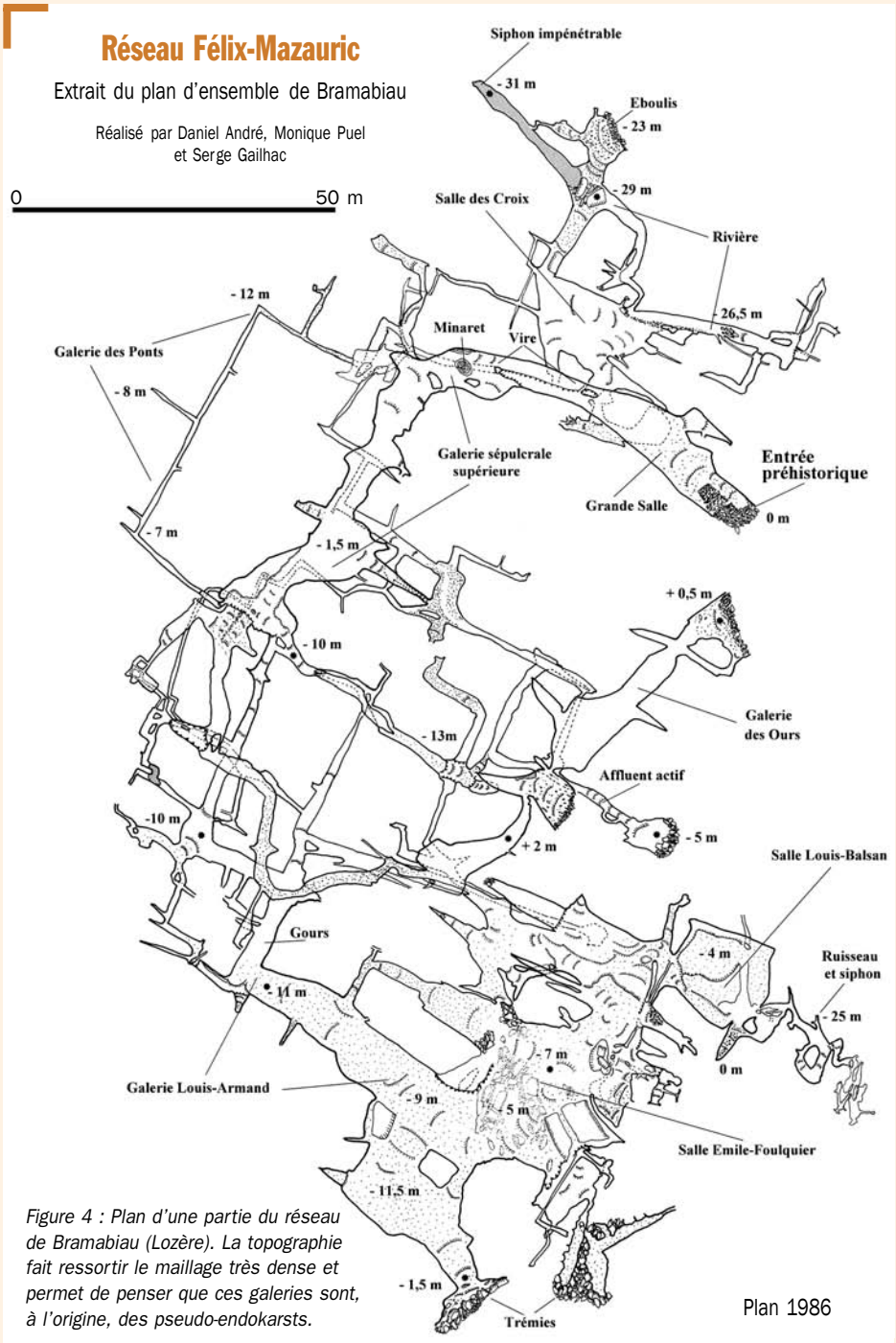


Figure 4 : Plan d'une partie du réseau de Bramabiau (Lozère). La topographie fait ressortir le maillage très dense et permet de penser que ces galeries sont, à l'origine, des pseudo-endokarsts.

Conclusion

Près de quinze années de recherches spéléologiques dans le bassin de Mialet ont été nécessaires pour interpréter le commentaire de Yves Quinif lors de sa première visite à Trabuc en 1995 : "Cette grotte n'est pas normale !". Quinze années de recherches et de découvertes pendant lesquelles nous avons collecté une grande quantité d'informations sur la géologie, l'hydrogéologie et sur les cavités de ce petit massif. En parallèle, les travaux belges sur les altérations des calcaires progressaient et la notion de pseudo-endokarst apparaissait.

Aujourd'hui, l'intégration du phénomène de fantomisation dans le contexte géologique et morphologique nous permet non seulement de comprendre la mise en place de ce karst, mais aussi de savoir où trouver de nouvelles cavités. Plusieurs découvertes récentes sont le résultat direct de cette assertion et apportent à leur tour des informations qui confirment et complètent nos conclusions.

Le phénomène de fantomisation concerne de nombreux massifs karstiques dans le monde. Son assimilation peut permettre aux spéléologues de considérer certains karsts sous un jour nouveau et d'apprécier, comme nous avons pu le faire dans le bassin de Mialet, l'importance de ce qu'il reste encore à découvrir. La chasse aux fantômes ne fait que commencer… bonne chasse ! ■

Bibliographie

BRUXELLES, L. (2001) : *Dépôts et altérites des plateaux du Larzac central : causses de l'Hospitalet et de Campestre (Aveyron, Gard, Hérault). Évolution morphogénétique, conséquences géologiques et implications pour l'aménagement.*- Thèse 3e cycle, Université de Provence, Aix-en-Provence. 266 p. + 5 cartes couleur.

BRUXELLES, L. (2002) : La fantomisation des calcaires bajociens sur le Causse du Larzac. *Proceedings of the first Geologica Belgica International meeting,* Leuven, 11-15 septembre 2002. Aardk. Mededel., 2002, 12, p.149-152.

KAUFMANN, O. ; BINI, A. ; TOGNINI , P. et QUINIF, Y. (1999) : Étude microscopique d'une altérite de type fantôme de roche.- *Études de géographie physique, travaux 1999,* supplément n°XXVIII, CAGEP, Université de Provence, p.129-133.

MARTINI, J. E. J. et MARSHALL, C. G. A. (2002) : Noodsberg cave, une grotte dans les quartzites de la province du Kwazulu-natal.- *Karstologia*, n°39, p.47-50.

QUINIF, Y. (1999) : Fantomisation, cryptoaltération et altération sur roche nue, le triptyque de la karstification.- *Actes du Colloque européen Karst-99,* p.159-164.

QUINIF, Y. et G. (2002) : Méthodes et éléments de cartographie d'un paléokarst : l'exemple de la carrière du Clypot (Hainaut, Belgique).- *Karstologia*, n°39, p.1-8.

RODET, J. (1996) : Une nouvelle organisation géométrique du drainage karstique des craies : le labyrinthe d'altération, l'exemple de la grotte de la Mansonnière (Bellou-sur-Huisne, Orne, France).- *Compte rendu à l'Académie des sciences* (Paris), t.322, série II a, p.1039-1045.

Société cévenole de spéléologie et de préhistoire (S.C.S.P.) (1988) : *Monographie de la grotte de Trabuc, 96 p.*

VERGARI, A. (1997) : *Contraintes paléokarstiques dans l'exploitation du calcaire carbonifère sur le bord nord du synclinorium de Namur en Hainaut Occidental.*- Mémoire de thèse en sciences appliquées, Faculté polytechnique de Mons, Belgique, (non publié), 261 p.

VERGARI, A. (1998) : Nouveau regard sur la spéléogenèse : le pseudo-endokarst du Tournaisis.- *Karstologia,* n°31, p.12-18.

WILLEMS, L. ; POUCLET, A. et VICAT, J.-P. (2001) : Problématique des karsts en roche silicatées non carbonatées. La grotte Mfoula, un cas dans les gneiss du Sud Cameroun. *Geological survey of Belgium,* Professional papers, 2001/3N. 295, p.135-139.

Remerciements : Nous tenons à remercier "l'inter-potes" avec qui nous partageons nos recherches sur ce massif passionnant : Laurent Boulard (Spéléo-club de la Gardonenque), Robert Bougy (S.C.G.), Arnaud Caballé (individuel), Emmanuel Drappier (S.C.G.), Henri Paloc (individuel de la F.F.S.), Jean-Paul Paloc (Groupe d'études et de recherches spéléologiques et archéologiques de Montpellier), Jean-Éric Tournour (S.C.G.), Damien Vignoles (S.C.G.) et Claude Villadomat (Centre loisirs et plein-air). Merci à Daniel André qui nous a fourni le plan de Bramabiau. Enfin, nous remercions vivement Yves Quinif et Michel Wienin dit "vetus reptator" pour la relecture attentive de cet article.