



Philippe AUDRA (1)
et Jean-Yves BIGOT

Photographie 1 : Vue panoramique depuis le rocher de la Lare de la vallée du Coulomp (à gauche) et du village de Saint-Benoît (à droite) dominé par les grès d'Annot. Cliché Jean-Yves Bigot.

Les grottes de Saint-Benoît

(Alpes-de-Haute-Provence)

Les grottes de Saint-Benoît sont connues et fréquentées depuis longtemps, mais bizarrement depuis les incursions de Michel Siffre dans les années 1950, personne n'avait vraiment revisité ces cavités situées à l'écart des grandes concentrations humaines. La région d'Annot, très affectée par l'exode rural, a été boudée par les spéléologues qui n'ont jamais vraiment poussé très loin leurs investigations. Mus par une curiosité aiguisée par la lecture de récits du XIX^e siècle, nous avons pu retrouver le chemin des grottes de Saint-Benoît et porter à deux kilomètres un labyrinthe de galeries (grottes de la Lare et des Perles) dont l'organisation s'est révélée particulièrement intéressante. Après avoir exposé l'intérêt préhistorique et historique de la cavité et les recherches de Michel Siffre dans la grotte des Perles, nous présentons ici les grottes de Saint-Benoît qui constituent un modèle de creusement de la zone épinoyée tout à fait remarquable.

Un peu d'histoire

La fréquentation préhistorique

La grotte de la Lare est connue de longue date ; des incursions probables des hommes du Néolithique jusqu'à 290 m et 360 m de l'entrée ont été attestées par les archéologues du Musée d'anthropologie préhistorique de Monaco (Barral *et al.*, 1955).

Des fouilles anciennes effectuées par l'anthropologue Émile Rivière le 16 septembre 1872 et surtout des fouilles récentes du Musée de Monaco, dans les années 1950, ont révélé dans la zone d'entrée des traces d'occupation essentiellement néolithiques, ainsi que quelques céramiques de l'âge du Bronze et de la période romaine dans des niveaux de surface remaniés (Bérard, 1997).

La grotte supérieure, dite grotte des Échelons, explorée en 1953, est située quelques dizaines de mètres au-dessus de l'entrée de la grotte préhistorique de la Lare, et accessible uniquement en escalade. Les archéologues y ont trouvé de « nombreux ossements humains pris dans la calcite et des tessons de pots épars à la surface d'une galerie » (Barral *et al.*, 1955). Des fouilles pratiquées en 1953-1954 par le Musée d'anthropologie préhistorique de Monaco ont montré qu'il s'agissait d'une grotte sépulcrale d'accès très difficile, comme on en connaît déjà dans les Alpes-Maritimes.

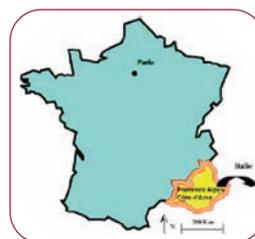


Figure 1 : Situation de la région de Saint-Benoît.



Les dates et signatures anciennes

Les premières mentions de cavités apparaissent dans les hagiographies et dans les actes de propriété (conventions, ventes, traités militaires). Cependant, lorsqu'aucun document n'est connu, il est difficile de retracer l'histoire d'une grotte. Il faut alors inspecter minutieusement les parois des cavités pour découvrir des dates ou des signatures qui attestent de leur fréquentation. La curiosité et l'intérêt pour les grottes apparaissent dès le XVI^e siècle – descriptions savantes de Bernard Palissy – et se maintiennent avec la naissance du tourisme souterrain et son cortège de curieux en mal de frissons. Au cours de la période dite « tourisme des Horreurs » (Gauchon, 1997), du XVIII^e au XIX^e siècles, les visiteurs laissent sur les parois des dates, des noms, voire des épigraphes ou des devises.

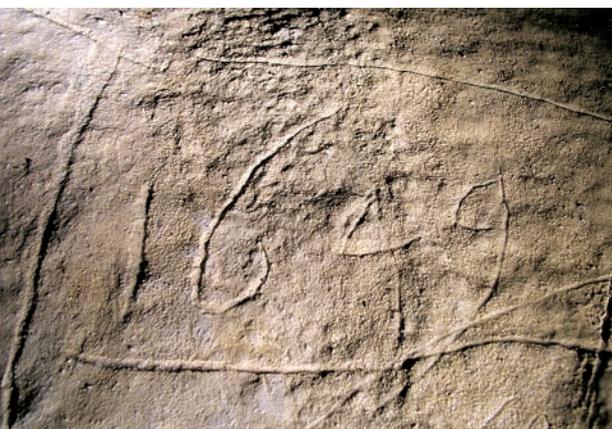
Ces graffiti anciens relevés dans de nombreuses cavités sont parfois gravés ou plus généralement exécutés à la sanguine ou au fusain du XVIII^e au

1. audra@unice.fr

XIX^e siècles, et à la mine de plomb ou encore au crayon à papier à partir de la fin du XIX^e siècle (environ 1860) avec la généralisation de l'école obligatoire. Il arrive que les dates soient écrites en chiffres romains, mais on les trouve plus souvent en chiffres arabes.

Dans la grotte de la Lare ont été relevés nombre de graffitis datant du XVI^e au XX^e siècles. Au fond de cette grotte, à environ 400 m de l'entrée, on remarque sur les parois des dates gravées du XVIII^e siècle, mais il en existe de l'année 1574 et de 1649 (photographie 2). En France, la date de 1574 est, après celle de 1549 dans la Grande grotte d'Arcy dans l'Yonne (Bigot, 2005b), la plus ancienne relevée en grotte.

Les traces d'incursions anciennes ne se limitent pas à des graffitis. On a parfois tenté de rapporter quelques « curiosités » comme une stalagmite altérée en surface, qu'un bûcheron abusé a tenté d'emporter. Les prélèvements de stalagmites et stalactites destinées à orner les « grottesques » des parcs et jardins à la mode italienne avaient cours dès la fin du XV^e siècle. Tous ces indices de fréquentations antérieures sont cohérents avec les dates anciennes relevées dans la cavité.



Photographie 2: Date « 1649 » gravée sur une concrétion. Cliché Jean-Yves Bigot.



Photographie 3: Signature gravée de Henry 1817. Cliché Jean-Yves Bigot.

Après la période des « mineurs », principaux pourvoyeurs des cabinets de curiosités, vint le temps du « tourisme des Horreurs » où diverses personnalités locales purent se livrer à des réécritures complètes de l'histoire.

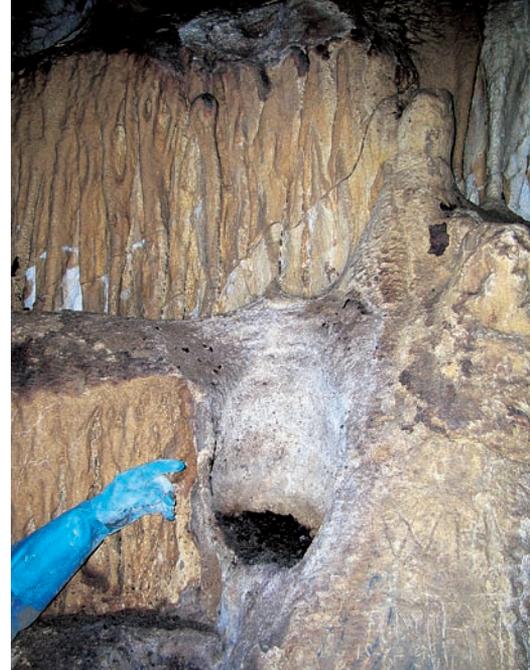
Les premières mentions des grottes de Saint-Benoît sont le fait d'auteurs du début du XIX^e siècle en mal de frissons. Les « horreurs des grottes » renvoient à la barbarie des premiers siècles avant notre ère, où la Gaule n'était pas encore romaine... Pour beaucoup d'auteurs anciens, la grotte est le prétexte d'un voyage fantastique qui leur permet de remonter le temps : une mode qui rappelle celles des ruines antiques, la celtomanie et les clichés sans grand rapport avec l'histoire.

Les « enfumades ¹ » rapportées par D.-J.-M. Henry (1818) traduisent assez bien l'ambiance et les motivations des visiteurs en ce début du XIX^e siècle. Henry s'est rendu dans la caverne de Saint-Benoît en 1817 comme en atteste sa signature (photographie 3), apposée au-dessus d'une date ancienne de 1649. Avec un peu de culture latine, Henry a pu construire de toutes pièces une histoire autour de conflits antiques qui n'ont, bien entendu, pas eu pour théâtre les grottes de Saint-Benoît, mais tout au plus sa région (Bigot, 2005a).

Les chauves-souris

Ni les « enfumades » ni les curieux n'ont empêché les chauves-souris de s'installer temporairement dans la grotte de la Lare.

Le premier à mentionner la présence de chauves-souris est le biospéologue Paul de Peyerimhoff :



Photographie 4: Les « oules », encore remplies de guano, creusées dans un massif stalagmitique par les déjections acides des chauves-souris. Cliché Jean-Yves Bigot.

« C'est une grande excavation hantée par les chauves-souris, dont le guano s'accumule » (Peyerimhoff, 1909-10).

Effectivement, une nurserie de chauves-souris a été observée le 19 mai 2003 : il devait y avoir peut-être plusieurs centaines d'individus. Il s'agit d'une colonie de petits murins qui fréquentent la grotte épisodiquement, soit comme lieu de transit, soit pour y hiberner, sans doute depuis longtemps comme l'indique un squelette de chauve-souris pris dans la calcite.

Vers le fond de la grotte, les concrétions présentent des « oules » (marmites) remplies de guano (photographie 4) qui ont été creusées par l'acidité des déjections des chauves-souris. Ces indices permettent de déceler la présence ancienne de chiroptères dans les endroits où les chauves-souris et le guano ont disparu.



Photographie 5: Minioptère occupant une coupole, noter le filet d'urine brun. Cliché Jean-Yves Bigot.

1. Enfumades: technique de guerre inspirée de l'enfumage du renard dans son terrier pour le contraindre à sortir ou à mourir sur place.

La vallée du Var, de Guillaumes au pont de Gueydan, a fait l'objet d'une proposition de sites d'intérêt communautaire (n° FR 9301554). Le rocher de la Lare est inclus dans la zone Natura 2000 appelée « Sites à chauves-souris – Castellet-lès-Sausses et gorges de Daluis » qui s'étend sur les départements des Alpes-Maritimes et des Alpes-de-Haute-Provence. La colonie de murins et les autres espèces de chauves-souris (photographie 5) de la grotte de la Lare font l'objet d'un suivi par le Groupe chiroptères de Provence ; l'intérêt faunistique de la grotte a probablement justifié l'extension de la zone Natura 2000 à la montagne de la Lare, qui constitue la terminaison ouest de la zone proposée.

Si les conditions environnementales de la grotte de Lare conviennent aux chauves-souris, la grotte des Perles de dimensions plus modestes ne présente pas les mêmes avantages.

Découverte de la grotte des Perles

À l'origine, un trou situé sur l'emplacement d'une ancienne carrière était connu des habitants : le trou de Saint-Laurent, mais de mémoire d'homme, il n'avait jamais fait l'objet d'une exploration. Le 29 juillet 1952, Michel Siffre, Jean-Claude Daviot et Michel Vivian explorent cette cavité qu'ils nomment « grotte des Perles », dont l'entrée est en partie bouchée. La grotte se présente comme un vaste laminoir, grossièrement horizontal, ramifié, avec un plancher argileux ou concrétionné de gours plus ou moins fossiles. Elle se termine dans une salle aux parois nues et d'aspect broyé ; des boyaux quasi-impénétrables ressortent en paroi au-dessus de la route (Siffre, 1984). Un courant d'air circule en permanence dans la cavité, ce qui favorise la formation de concrétions de glace dans l'entrée. Un plan dressé par Michel Siffre en 1956 (Créac'h, 1987) permet d'estimer son développement à 450 m. Le 21 août 1953, Michel Siffre et Marc Michaux réalisent la première traversée de la grotte en sortant par une chatière située vingt mètres au-dessus de la route Nice-Grenoble (Siffre, 1984).

Les premiers pas de Michel Siffre

On ne peut évoquer la grotte des Perles sans faire référence aux jeunes années de Michel Siffre.

D'une famille originaire de l'Hérault, Michel Siffre est né à Nice le

3 janvier 1939. À l'âge de 10 ans, il découvre le monde souterrain en compagnie de son père avec lequel il visite les grottes de Méailles en 1951.

En 1952, il visite la grotte de la Lare et explore la grotte des Perles. Dans cette dernière, qu'il a la chance de découvrir en première, il se livre à des travaux topographiques, et bien sûr à des observations scientifiques (Siffre, 1956), plus particulièrement sur les remplissages des cavernes. C'est le début de sa première vie scientifique, où il est à la fois géologue et spéléologue de 10 à 23 ans. Cette période précède celle des expériences hors du temps, où il a été chronobiologiste pendant 10 années, pour revenir ensuite à une spéléologie plus classique avec sa « période Maya ».

On peut dire que les premières armes de Michel Siffre en spéléologie ont eu pour décor les grottes des Alpes-Maritimes et des Basses-Alpes. Les nombreux articles (Chabert, 1984) sur les « alluvions souterraines » ou « alluvions karstiques » publiés au début des années 1960, ont été nourris pour partie par des observations faites dans les grottes de Saint-Benoît, notamment dans la grotte des Perles.

Très tôt, Michel Siffre comprend l'intérêt des remplissages et des études pluridisciplinaires. Il veut prouver que les grottes sont des pièges à sédiments dans lesquels on peut trouver des minéraux lourds, traceurs naturels qui permettraient de déterminer l'origine des remplissages (Olivaux, 1993).

Dès 1956, il est remarqué par le professeur Jacques Bourcart, de l'Institut de France (Académie des Sciences), qui l'encourage à poursuivre des études scientifiques.

En 1961, il dirige l'expédition spéléologique au Marguareis (Alpes-Maritimes & Italie) ; il découvre le

gouffre de Scarasson et son extraordinaire glacier souterrain. En 1962, il décide de tenter sa première expérience hors du temps, il a alors 23 ans.

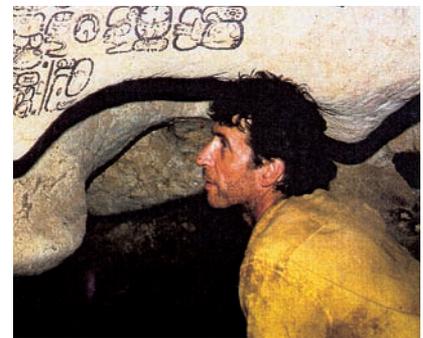
De 1956 à 1964, il conçoit, organise et dirige plusieurs expérimentations humaines de confinement prolongé hors du temps en caverne. Ces expériences de chronobiologie humaine contribuèrent à une meilleure connaissance du rythme circadien (rythme veille-sommeil).

De 1973 à 1985, il explore les grottes et la jungle du Peten au Guatemala où il met au jour d'importants sites mayas et prémayas (photographie 6).

Bien sûr, les centres d'intérêt de Michel Siffre ont changé, mais pour lui la grotte des Perles restera la grotte initiatique : là où tout a commencé.

Des grottes oubliées

Dans les années 1950, les grottes de Saint-Benoît ont passionné Michel Siffre et Marc Michaux (photographie 7). Ces jeunes spéléologues ont exploré la grotte des Perles et se sont intéressés aux étonnantes émergences du rocher de la Lare. De nombreux rapports mentionnent les premières observations scientifiques sur le régime hydrologique des émergences et les remplissages de la grotte des Perles. Puis la grotte tombe dans l'oubli.



Photographie 6: Michel Siffre en 1981 à Naj Tunich, lors d'un raid solitaire dans la jungle du Peten au Guatemala. Cliché Michel Siffre.



Photographie 7: Marc Michaux dans l'entrée de la grotte des Perles le 31 décembre 1952, il a 14 ans. Cliché Michel Siffre.

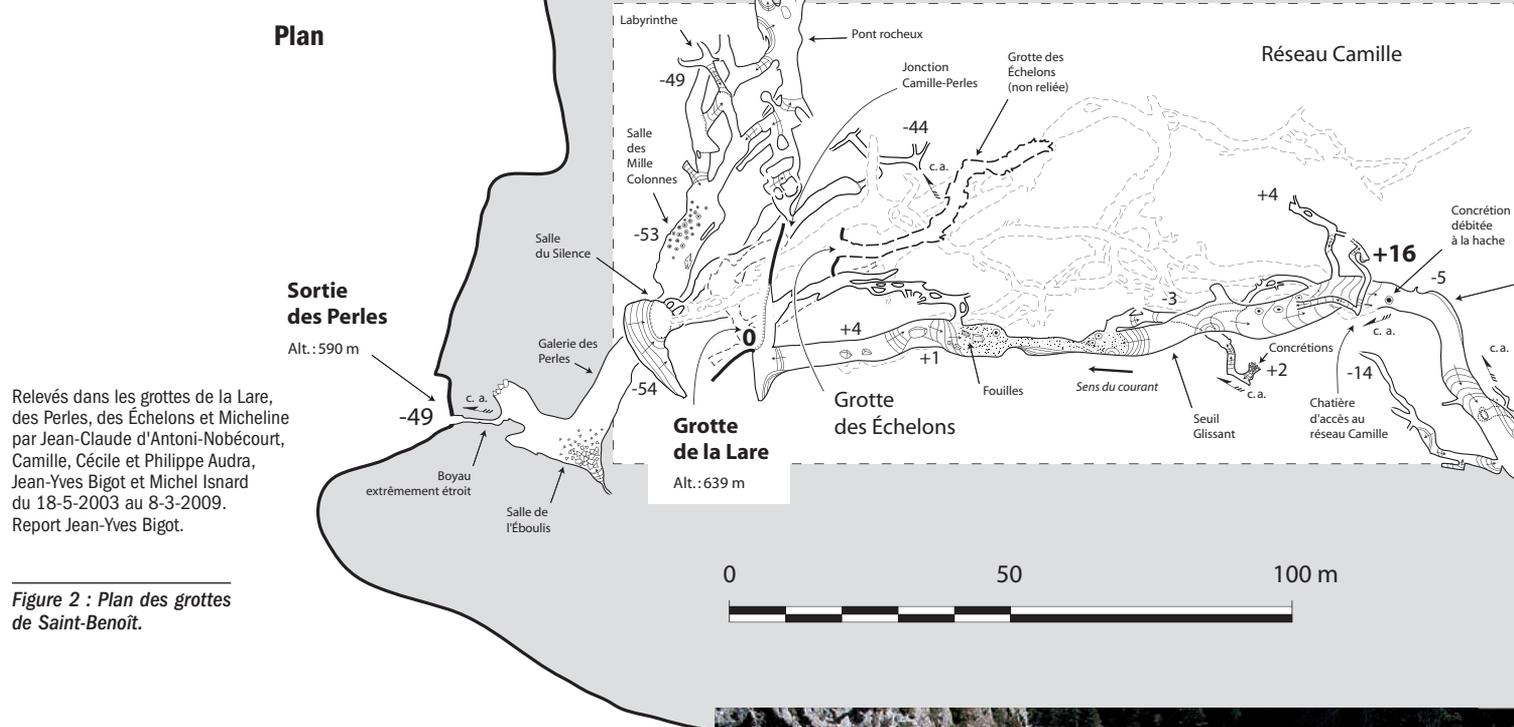
Système de Saint-Benoît

(Alpes-de-Haute-Provence)

Grotte de la Lare : dév. : 929 m
Réseau Camille : dév. : 683 m
Grotte des Perles : dév. : 468 m

Développement total : 2 080 m
Dénivellation : 74 m (-58 m, + 16 m)

Plan



Relevés dans les grottes de la Lare, des Perles, des Échelons et Micheline par Jean-Claude d'Antoni-Nobécourt, Camille, Cécile et Philippe Audra, Jean-Yves Bigot et Michel Isnard du 18-5-2003 au 8-3-2009. Report Jean-Yves Bigot.

Figure 2 : Plan des grottes de Saint-Benoît.

En 1981, Claude Chabert estime à 1 000 m le développement de la grotte des Perles ; ce chiffre ne reflète pas la réalité et tient plus du souvenir que de la rigueur spéléométrique. Ces informations sont confuses et anciennes ; en fait la grotte n'a pas fait l'objet d'investigations complémentaires depuis de nombreuses années.

En 1987, Yves Créac'h indique un développement de 450 m, ce qui est beaucoup plus proche de la réalité.

En revanche, la grotte de la Lare (aussi appelée grotte de Saint-Benoît) est renseignée sommairement : « assez grande galerie dont la longueur atteindrait dans les 200 m ». En réalité, la cavité n'a pas été visitée par l'auteur et ces renseignements très succincts sont de seconde main.

La plupart des cavités du sud-est des Alpes-de-Haute-Provence sont fréquentées occasionnellement par les spéléologues des Alpes-Maritimes et rarement par ceux de Haute-Provence, essentiellement cantonnés sur le plateau de Vaucluse, et qui ne connaissent pas du tout la grotte de la Lare.

Photographie 8 : À gauche, l'entrée de la grotte de la Lare qui domine d'une soixantaine de mètres le pont de la Reine Jeanne. Cliché Jean-Yves Bigot.

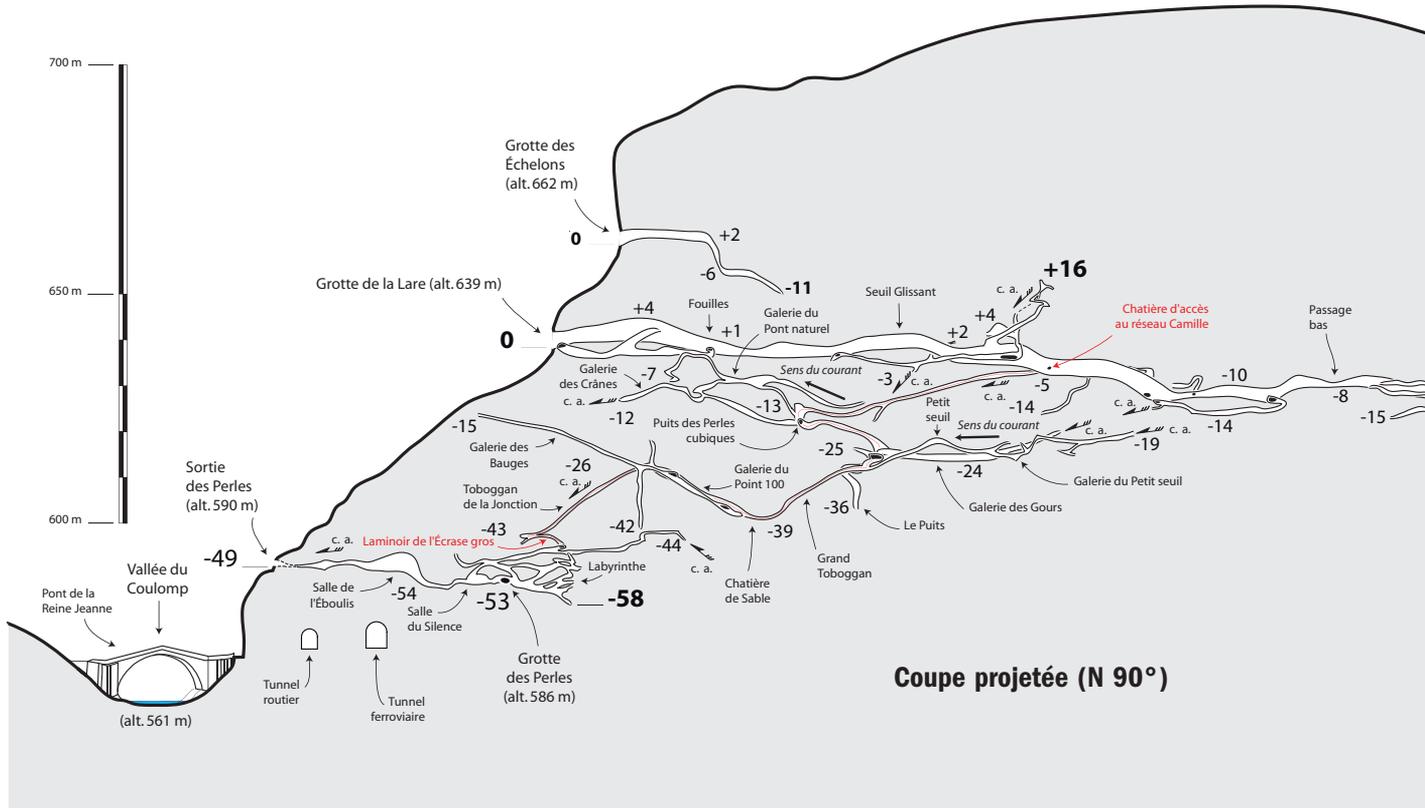


Des recherches bibliographiques systématiques

Des recherches bibliographiques systématiquement entreprises sur les grottes des Alpes-de-Haute-Provence ont livré quelques sources anciennes ne remontant cependant pas au-delà du XIX^e siècle. La lecture des descriptions, toujours pittoresques (Henry, 1818), de la grotte de la Lare laissait penser que la longueur de la cavité était supérieure à 200 m... En outre, les écrits mentionnent toujours un chemin d'accès extrêmement périlleux ; c'est avec une certaine appréhension que

le 1^{er} juin 2002 Jean-Yves Bigot « brave le péril » du sentier dominant la route d'une soixantaine de mètres (photographie 8) et peut ainsi parcourir 300 m de conduits dans des conditions très confortables. Les éléments les plus étonnants étaient la taille des conduits et surtout leur profil en long en montagnes russes.

Rendez-vous était pris alors avec Philippe Audra, spécialiste de la spéléogénèse en milieu épinoyé, pour visiter en détail ces grottes curieuses, objet de descriptions emphatiques des érudits du XIX^e siècle.



Coupe projetée (N 90°)

Photographie 11 : Les conduits du réseau Camille sont en général de très modestes dimensions. Cliché Jean-Yves Bigot.



La topographie nous met sur le chemin

La visite de la cavité est certes très intéressante, mais l'absence de topographie précise ne permet d'accréditer aucune hypothèse de creusement de la cavité.

Le début des travaux topographiques de la galerie principale commence le 29 juin 2003, jour où Philippe Audra, trouve une occasion de faire un tour dans un boyau aspirant – qu'il savait continuer depuis la dernière séance – avec le topofil bien sûr, puisque de toutes façons il faudra bien topographier ces conduits étroits.

Il s'engage dans l'étréouiture du boyau aspirant, sa fille Camille le suit et n'a pas de mal à se faufiler dans ces conduits étroits qu'on est peu enclin à parcourir, après avoir déambulé dans les vastes galeries anciennement connues. Bon, là n'est pas la question et nous décidons de « tirer le fil » du topofil dans ces infâmes conduits (photographie 11), tout en souhaitant ne pas y revenir.

Cependant, après une quarantaine de mètres, Philippe ne trouve plus d'indices de passage, après le Gour noir dont la couleur est due aux courants d'air, les traces ont disparu alors qu'aucun obstacle n'a été rencontré.

Photographie 12 : La galerie du Point 100 dans le réseau Camille. Cliché Jean-Yves Bigot.

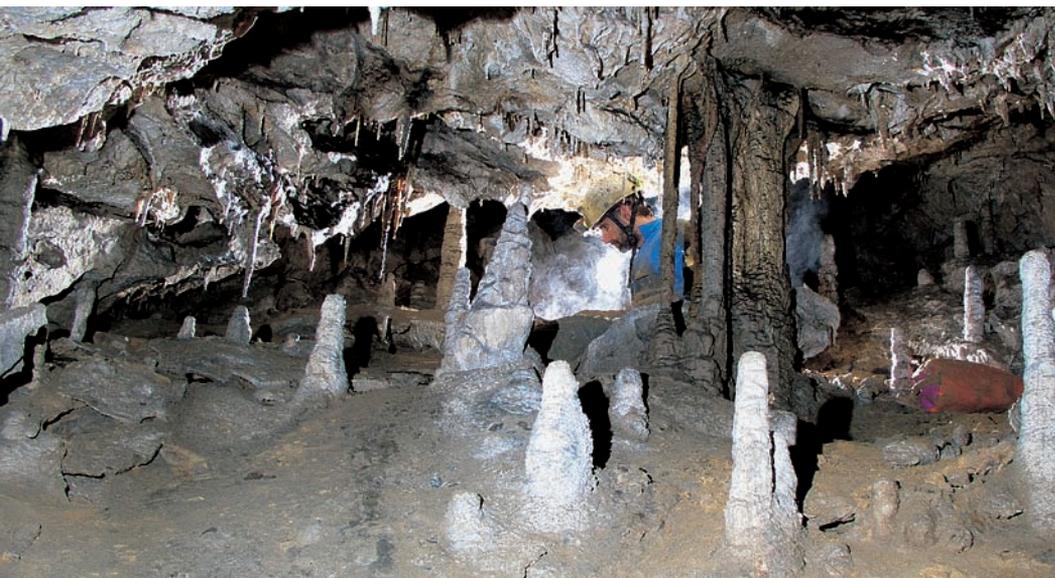
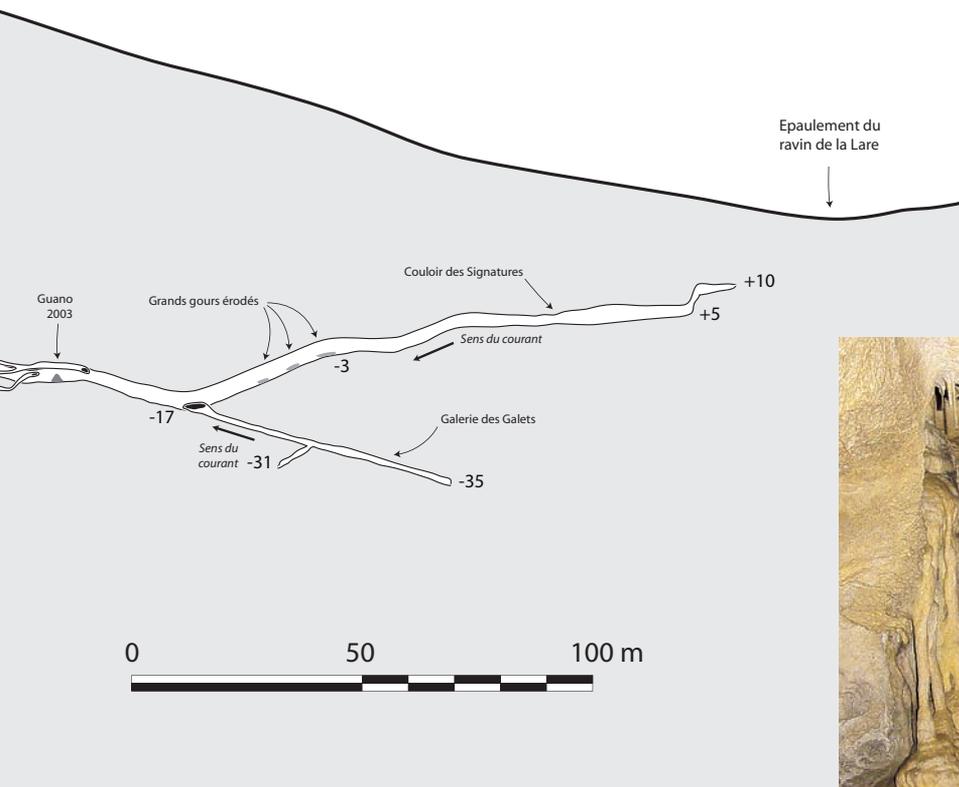
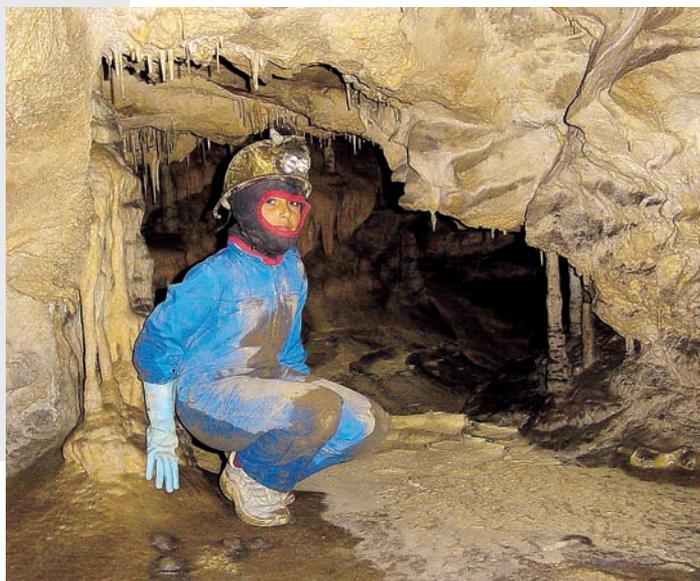


Figure 3 : Coupe des grottes de Saint-Benoît.



Photographie 13 : Camille Audra en première dans la galerie des Gours le 29 juin 2003 : « j'ai froid ! ». Cliché Philippe Audra.



L'étroitesse des lieux a dû en rebuiter plus d'un, et le plus intrépide s'est arrêté un peu avant le Gour noir ; ce gour à sec est un point bas derrière lequel le boyau remonte un peu.

L'attrait de la première rend la topographie plus intéressante ; la progression est lente car il ne faut pas lâcher le fil de la boîte Vulcain.

Successivement sont explorées les galeries des Gours, de la Stalagmite noire, du Grand toboggan jusqu'à la galerie du Point 100 (photographie 12) après avoir levé 160 m de conduits d'environ un mètre de diamètre. Camille a suivi sans rien dire et commence à sentir les effets du froid et de la fatigue : elle a seulement 10 ans et sa combinaison en coton est complètement trempée (photographie 13). Le retour est difficile pour elle ; elle pleure, mais nous l'encourageons dans les passages difficiles. La perspective d'une jonction avec la grotte des Perles devient réaliste.

D'autres séances (28 septembre 2003), moins passionnantes, suivront notamment la topographie de parties déjà connues, mais nous les mettrons à profit pour faire quelques photographies. La jonction entre la grotte de la Lare et la grotte des Perles via le réseau Camille a effectivement eu lieu le 27 mars 2004 (Audra, 2005).

On peut décomposer le développement topographié des grottes de Saint-Benoît (2 080 m) de la manière

suivante : galerie principale de la grotte de la Lare : 436 m ; diverticules de la grotte de la Lare : 493 m ; réseau Camille : 683 m ; grotte des Perles : 468 m. Les cavités non reliées sont la grotte des Échelons (45 m) et la grotte Micheline (54 m).

Après cette jonction Lare-Perles, il a bien fallu admettre qu'une relation existait entre les deux grottes, et, tout

naturellement, les idées développées depuis quelques années par Philippe Audra se sont imposées au fur et à mesure de l'avancement de la topographie : l'organisation du système de Saint-Benoît s'explique très bien par les processus de spéléogénèse spécifiques de la zone épinoyée.

La jonction

Nous nous retrouvons au point n° 100 dans le réseau Camille, tout près de l'endroit ventilé repéré la dernière fois. Le courant d'air s'engouffre dans une étroiture obstruée par un bloc ; trois coups de marteau et quelques grands coups de bottes permettent de le faire basculer pour libérer un passage garni de concrétions en forme de peigne (chatière du Vent). Pas de doute, la suite est là. Plus mince, Philippe ouvre la voie ; par chance les passages sont toujours au gabarit d'homme et nous pouvons continuer notre descente. Nous savons que nous sommes maintenant très près de la grotte des Perles, mais les choses se gâtent quand Philippe se glisse dans un laminoir encombré de stalagmites qu'il faut contourner. Le plafond s'abaisse, le casque racle et l'on sent bientôt l'odeur de la terre. La position allongée est inconfortable (laminoir de l'Écrase gros) ; il faut cependant attendre que l'éclaireur dégage le passage. Philippe déchausse une stalagmite de son socle terreux puis avance vers un espace moins confiné. À sa suite, j'apprécie modérément la gymnastique car il faut bien expirer pour passer. Philippe nous signale la présence de traces partout : c'est la jonction Perles-Lare. Voilà une excellente occasion d'interrompre la topographie pour nous consacrer à la recherche de la sortie : je suis le seul à connaître un peu la grotte des Perles. Au début, on ne reconnaît rien des passages, car la jonction se fait dans des boyaux situés au-dessus de la salle du Silence. Philippe et Camille ne connaissent pas la grotte, mais le courant d'air aurait pu leur servir de guide. Après 53 m de descente, nous sortons tous avec le vent dans le dos au pied de la montagne de la Lare.

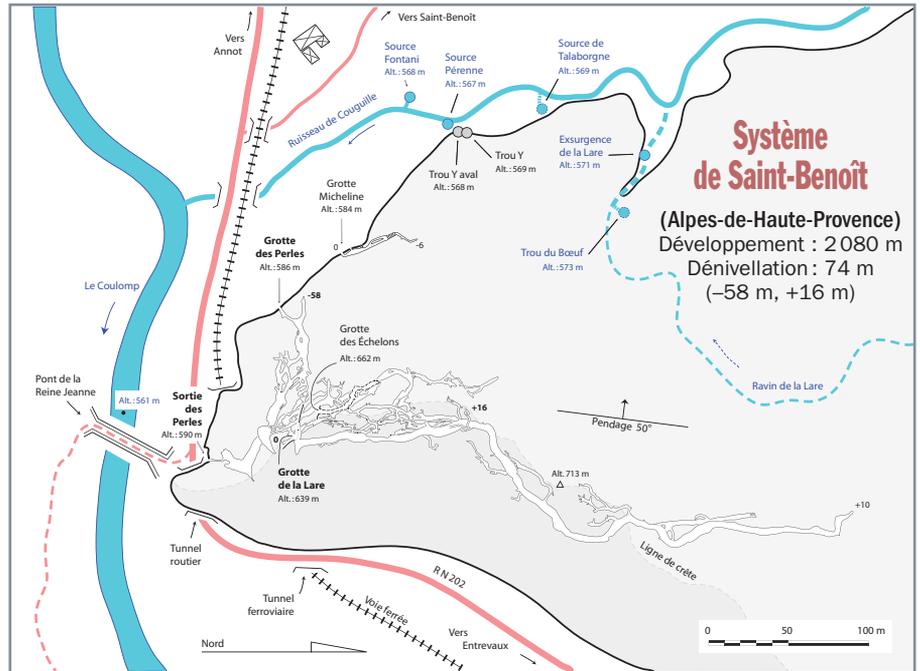
Jean-Yves BIGOT

Les grottes de Saint-Benoît : un modèle de cavité épinoyée

Le rocher de la Lare est un petit massif de calcaire nummulitique situé en bordure du Coulomp, à proximité du village de Saint-Benoît (photographie 14). La grotte de la Lare est une ancienne émergence perchée (alt. 639 m) dans les parois qui dominent la vallée du Coulomp (560 m). C'est un tube d'environ 3 m de diamètre, long d'environ 400 m. La cavité est globalement horizontale, mais présente un profil en long en montagnes russes et un labyrinthe de petits conduits développés sous l'axe principal. Cette complexité apparente s'explique aisément dans le cadre du fonctionnement des réseaux épinoyés, c'est-à-dire temporairement noyés en crue.

Un karst développé dans une bande de calcaire étroite et redressée

La montagne de la Lare correspond au flanc sud du synclinal de Saint-Benoît, constitué d'une barre de calcaire nummulitique de quelques dizaines de mètres d'épaisseur, redressée à environ 50° dans la cluse du pont de la Reine Jeanne (fig. 5). Il s'agit d'un cas extrême de karst de contact dit « karst en bande » (Lauritzen, 2001), avec un affleurement très restreint d'une strate calcaire redressée, enserrée de marnes imperméables. Cette situation est paradoxalement très favorable à la spéléogénèse : le réseau karstique est concentré dans le volume



Plan de masse du rocher de la Lare et de la cluse du Coulomp. L'émergence pérenne (Fontani) et, à l'extrémité ouest du rocher, les trop-pleins s'amorcent vers l'est, jusqu'au trou du Bœuf.

restreint de calcaire ; le karst bénéficie des apports allogènes de l'une ou des deux couches imperméables encadrantes. Dans le cas de la montagne de la Lare, les marnes crétacées sous-jacentes ne peuvent pas contribuer à l'alimentation (fig. 6) ; en revanche, la

couverture de marnes priaboniennes est susceptible de contribuer à une recharge indirecte par infiltration des ruissellements de surface arrivant concentrés au contact des calcaires. De plus, le bassin d'alimentation est susceptible de s'étendre sur plusieurs

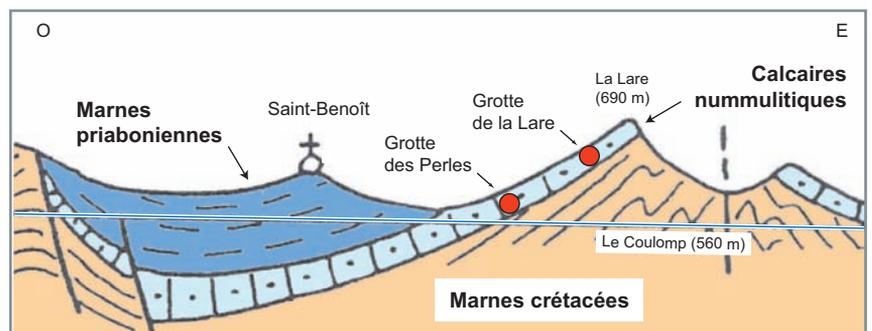


Figure 5 : Coupe géologique ouest-est le long de la N 202, aux environs de Saint-Benoît (Kerkhove, 2004).

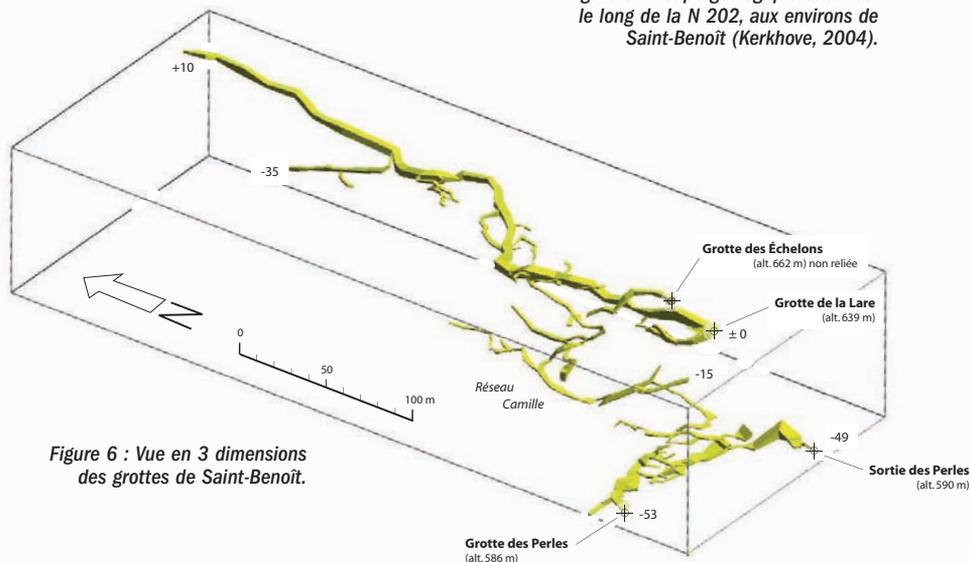


Figure 6 : Vue en 3 dimensions des grottes de Saint-Benoît.

kilomètres vers le nord, au-dessus de Castellet-lès-Sausses, en direction du col du Fa et du Mourre Frey (fig. 7).

Le réseau de Saint-Benoît constitue le terme aval de ce système karstique, développé dans une bande inclinée de calcaire. En conséquence, le réseau est confiné dans la montagne qui s'étire selon un axe N-S. Au moins deux niveaux horizontaux apparaissent clairement : le drain principal de la grotte de la Lare et le labyrinthe de la grotte des Perles, perchés respectivement à environ 80 m et 12 m au-dessus du talweg du Coulomp, auquel il faut ajouter le niveau d'émergence actuelle, dans le petit ruisseau au pied de la barre (source de Fontani). Chaque niveau matérialise un stade d'arrêt de l'enfoncement de la vallée, la source de Fontani étant adaptée au niveau actuel. Celui des Perles est probablement « assez récent », alors que le niveau haut perché de la grotte de la Lare est beaucoup plus ancien, sans toutefois atteindre les grands replats de vallée connus dans le secteur entre +130 et +200 m, qui pourraient correspondre à la surface d'abandon pliocène datée vers 2 Ma. Ainsi, en première approximation, ce réseau correspondrait à l'enregistrement de l'incision quaternaire de la vallée du Coulomp, dépendant lui-même du Var très proche.

Des tubes en montagnes russes et des labyrinthes de soutirage

La complexité réelle de ce labyrinthe de deux kilomètres apparaît beaucoup plus simplement en appliquant le modèle de fonctionnement des réseaux épinoyés (fig. 6 et 8) :

- Le drain principal correspond à la grotte de la Lare. C'est un conduit en



Figure 7 : Vue en relief de la montagne de la Lare avec indication de la zone calcaire et bassin supposé.

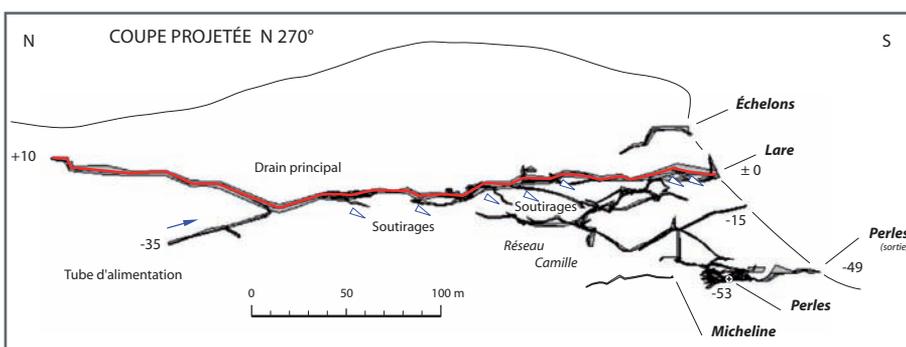


Figure 8 : Coupe projetée N-S des grottes de Saint-Benoît (réalisée sous Visual Topo). Le trait rouge suit le tracé du drain principal de la Lare, le réseau inférieur à gauche est un tube d'alimentation de crue. Tous les autres labyrinthes sont des soutirages (marqués par une flèche triangulaire).

tube de plusieurs mètres de diamètre (photographies 15, 16). Son profil en long est en montagnes russes, avec une amplitude verticale des boucles d'une vingtaine de mètres. À l'étiage, le drain était vide. En début de crue, l'eau se déversait successivement de boucle en boucle, les noyant progressivement. Chaque point haut des boucles est un seuil asymétrique de déversement (photographie 17) : l'amont est de

section tubulaire, car l'écoulement est toujours noyé ; l'aval est incisé par un surcreusement peu marqué, façonné par le déversement torrentiel en début de crue. Dès que la boucle située à l'aval est remplie, l'écoulement devient noyé, façonnant le conduit en tube.

- Un seul tube d'alimentation de crue est connu, la galerie des Galets, réseau inférieur le plus éloigné de l'entrée. Cette galerie est la seule à remonter en



Photographie 15 : Vue de la partie amont du seuil Glissant: le conduit est tubulaire. Cliché Jean-Yves Bigot.



Photographie 16 : Vue de la partie amont du seuil des Grands gours érodés dans la galerie principale. Cliché Jean-Yves Bigot.



Photographie 17 : Seuil de déversement épinoyé (partie aval du seuil Glissant) dans la grande galerie de la grotte de la Lare, côté aval. On distingue le surcreusement correspondant au déversement torrentiel en début de crue; en pleine crue, l'écoulement est noyé et façonne un conduit en tube. Cliché Jean-Yves Bigot.

direction de l'entrée et les vagues d'érosion observées à la confluence confirment la direction du courant, de l'amont vers le drain principal. En début de crue, l'eau remontait de la zone noyée profonde par ce conduit et ennoyait progressivement le drain principal. Au maximum de la crue, quand l'ensemble du réseau était ennoyé, l'eau refluit jusqu'à la grotte des Échelons (non reliée actuellement sur la topographie), point haut du système, à +21 m (fig. 8). D'autres tubes d'alimentation de ce type doivent exister au-delà du terminus amont du drain principal.

- Tous les autres labyrinthes inférieurs sont des soutirages (photographie 18). Ils s'ouvrent aux points bas de boucles du drain principal ou dans les remontées. Certains ne sont que des raccourcis « by-pass » des seuils (fig. 22), d'autres soutirent l'eau du drain principal. Le réseau Camille acheminait les eaux de soutirage vers le réseau inférieur de la grotte des Perles. Il s'agit de petits tubes de quelques dizaines de centimètres de diamètre à 1,5 m au maximum (photographie 19). Ils présentent également un profil en montagnes russes, avec des seuils de déversement, façonnés par les puissants flots de soutirage. L'écoulement était torrentiel en début de crue, noyé pendant et en fin de crue, lors de la vidange du drain principal. Ce mode de fonctionnement, avec un très fort gradient hydraulique, a généré de multiples diffluences de crue et des soutirages de décrue, à l'origine de l'aspect extrêmement labyrinthique (Palmer, 1975).

Le fonctionnement épinoyé en relation avec l'enfoncement de la vallée du Coulomp

Ce mode de fonctionnement épinoyé se rattache étroitement à l'évolution de la vallée du Coulomp. Trois phases au moins peuvent être distinguées.

Initiation du drain principal de Saint-Benoît

Le niveau de la vallée du Coulomp se situe à l'altitude de la grotte de la Lare. Un drain se met en place au toit de la zone noyée.

Phase épinoyée principale

Le Coulomp s'enfonce d'une soixantaine de mètres, au niveau de la grotte des Perles. À l'étiage, des sous-écoulements acheminent les faibles débits. Ces conduits de faible calibre localisés au niveau ou sous le niveau de la grotte des Perles sont inconnus. En crue, le réseau se mettait en charge sur une soixantaine de mètres de hauteur, si bien que la grotte de la Lare devait fonctionner en trop-plein, se déversant en cascade dans la paroi, à l'image de la grotte du Revest (Alpes-Maritimes) dans les gorges du Loup (Audra, 2000). En décrue, le réseau se dénoyait progressivement de haut en bas, jusqu'au retour aux conditions d'étiage. C'est la phase de spéléogénèse la plus dynamique, lors de laquelle le drain principal a atteint ses grandes dimensions et les labyrinthes de soutirages sont apparus.



Photographie 18 : Le réseau Camille : un ensemble de petits conduits labyrinthiques de soutirage. Cliché Jean-Yves Bigot.



Photographie 19 : Les sections des conduits du réseau Camille ne sont jamais très grandes. Cliché Jean-Yves Bigot.

Phase actuelle

Un fonctionnement similaire élabore probablement un réseau équivalent, mais encore inconnu, dont le trou du Bœuf est de toute évidence le sésame. À l'étiage, la source de Fontani (photographie 20) draine la montagne de la Lare. Comme celle-ci est occultée par les alluvions, des trop-pleins se mettent en charge successivement : source de Talaborgne (photographie 21), exsurgence de la Lare, trou du Bœuf (photographie 22). Les vagues d'érosion observées dans le trou du Bœuf attestent d'un courant remontant de la zone noyée profonde. Malheureusement, celui-ci est bourré à chaque décrue par



Photographie 20 : La source de Fontani, en mars 2006, est occultée par les alluvions. Cliché Jean-Yves Bigot.

les alluvions charriées par le torrent temporaire de la Lare dans le lit duquel il s'ouvre.

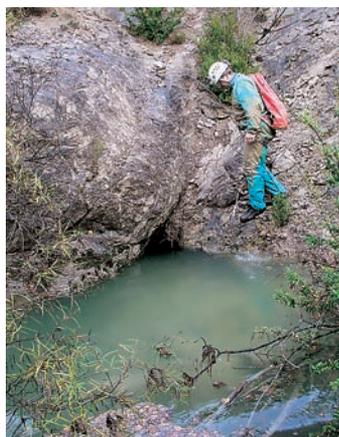
Le réseau de Saint-Benoît a donc enregistré deux stades d'enfoncement de la vallée du Coulomp, situés à +12 m (Perles) et à +80 m (Saint-Benoît). Cette dynamique torrentielle est liée à la combinaison des mouvements de surrection du massif du Mercantour proche, et des variations du niveau de la Méditerranée, le Coulomp étant proche de la confluence avec le Var. Une étude affinée de la cavité et des indices morphologiques extérieurs permettrait de discriminer les parts respectives de la tectonique alpine et de l'eustatisme quaternaire de la Méditerranée.

Par ailleurs, les sédiments sont diversifiés : le tube principal comporte de nombreuses concrétions corrodées, notamment dans le secteur des Grands gours qui ont été profondément incisés (photographie 23). Le remplissage le plus ancien, visible dans certaines coupoles, est un limon jaunâtre. Les remplissages les plus récents sont des limons gris provenant des marnes priaboniennes. Dans les parties basses de la galerie principale, on trouve du sable, des graviers et petits galets roulés provenant des couvertures de grès d'Annot, et des ossements

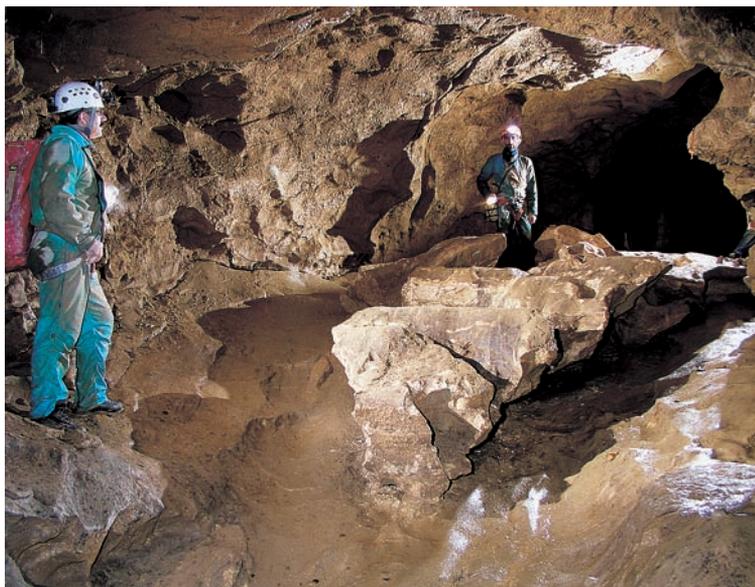
animaux. Une ou des pertes en surface ont probablement contribué à alimenter le réseau à un stade récent de la phase épinoyée.



Photographie 21 : La source de Talaborgne en crue le 5 novembre 2005. Cliché Jean-Yves Bigot.



Photographie 22 : Le trou du Bœuf en crue le 5 novembre 2005. Cliché Jean-Yves Bigot.



Photographie 23 : Gours entaillés par les circulations au niveau du seuil des Grands gours érodés vers -3 m. Cliché Jean-Yves Bigot.

Conclusion

Les grottes de Saint-Benoît présentent beaucoup de points communs morphologiques avec les réseaux alpins, notamment celui des Siebenhengste dans les Alpes bernoises (Suisse) étudié par Philipp Häuselmann (2002). La mise en charge des conduits provoque la montée et le déversement des eaux par un système de conduits en montagnes russes présentant des seuils (Audra, 1994). La vidange des conduits entre deux seuils après la crue est à l'origine du creusement de nouveaux conduits dans les points bas, les labyrinthes de soutirage. Comme dans les parties profondes du Bärenschacht (Suisse), les formes noyées en tube sont les plus développées, mais des indices comme les seuils vadoses dissymétriques montrent que le modèle de creusement épinoyé s'impose. Le fonctionnement particulier lors de mises en charge saisonnières, et aussi l'abaissement du niveau de base contrôlé tant par la surrection alpine que par les variations du niveau de la Méditerranée, ont favorisé le développement de conduits de soutirage sous le drain principal sur une dénivellation de plus de 60 m. Les grottes de Saint-Benoît offrent le double avantage de présenter des morphologies claires et caractéristiques de leur fonctionnement épinoyé, et d'être en outre aisément accessibles à l'observation ; ce qui n'est pas le cas des grands réseaux épinoyés alpins situés souvent à de grandes profondeurs. ●

Remerciements : Nous tenons à remercier Michel Siffre et Marc Michaux qui ont mis à disposition tous les documents dont nous avons besoin.

Un article historique intitulé « Exploration et étude de la région de Saint-Benoît » de Michel Siffre et Marc Michaux paraîtra dans le prochain *Spelunca*.

Bibliographie

- AUDRA Ph. (1994) : Karsts alpins. Genèse de grands réseaux souterrains. *Karstologia Mémoires*, n° 5, 280 p.
- AUDRA Ph. (2000) : La crue au Revest (Alpes-Maritimes) du 24 octobre 1999. *Spelunca*, n° 79, pp. 39-42. Publié en ligne en novembre 1999 à <http://cds06.free.fr/karst/cruces/cruces.html>.
- AUDRA Ph. (2005) : Grotte de Saint-Benoît - grotte des Perles (Saint-Benoît). *Spelunca*, n° 98, p. 2.
- AUDRA Ph. & BIGOT J.-Y. (2005a) : Processus de spéléogénèse : réseaux de contact et épinoyés. *Méailles et la région d'Annot. Paysages culturels karstiques. Architecture d'une relation homme-territoire unique*. Université de Nice Sophia Antipolis, département de Géographie, pp. 53-58.
- AUDRA Ph. & BIGOT J.-Y. (2005b) : La grotte de Saint-Benoît : un modèle de cavité épinoyée. *Méailles et la région d'Annot. Paysages culturels karstiques. Architecture d'une relation homme-territoire unique*. Université de Nice Sophia Antipolis, département de Géographie, pp. 65-69.
- BARRAL L. avec la collaboration de IAWORSKY G., MEMMI R., NOBLE J., NOTARI R. & ROUDELON J. (1955) : Les grottes de Saint-Benoît (B.-A.). Le gisement, les fouilles, la céramique. *Bull. Musée Anthropologie Préhistorique de Monaco*, fasc. 2, pp. 149-228.
- BÉRARD G. (1997) : Les Alpes-de-Haute-Provence 04. *Fondation Maison des Sciences de l'homme édit.*, Paris, Coll. Carte Archéologique de la Gaule (CAG 04), 567 p.
- BIGOT J.-Y. (2005a) : Quelques énigmes des Alpes du Sud. *Spelunca*, n° 97, pp. 16-20.
- BIGOT J.-Y. (2005b) : Les grottes bas-alpines de l'est de la Durance : approche historique. *Méailles et la région d'Annot. Paysages culturels karstiques. Architecture d'une relation homme-territoire unique*. Université de Nice Sophia Antipolis, département de Géographie, pp. 37-46.
- CHABERT C. (1984) : Bibliographie de Michel Siffre 1956-1984. *Grottes et Gouffres, bull. Spéléo-club de Paris*, n° 94, pp. 29-37.
- CREAC'H Y. (1987) : Grottes et gouffres divers des Alpes de Haute Provence. In *Inventaire spéléologique des Alpes-Maritimes*, tome IV, pp. 915-967.
- GAUCHON Ch. (1997) : Des cavernes et des hommes. *Géographie souterraine des montagnes françaises. Karstologia Mémoires*, n° 7, 248 p.
- HÄUSELMANN Ph. (2002) : Caves Genesis and its Relationship to Surface Processes: Investigations in the Siebenhengste Region (BE, Switzerland). *Höhlenforschung im Gebiet Siebenhengste-Hohgant*. Organ der Höhlenforschergemeinschaft, n° 6. Thèse, pp. 93-108.
- HENRY D.-J.-M. (1818) : *Recherches sur la géographie ancienne et les Antiquités du département des Basses-Alpes*. Chez Henri Gaudibert, imprimeur à Forcalquier (Réimp. Lafitte Reprints, 1979), pp. 58-67.
- KERKHOVE C. (2004) : Géologie en Haute-Provence, l'arc de Castellane, du plateau de Valensole au Dôme de Barrot, du Verdon au Var, 21 p.
- LAURITZEN S. E. (2001) : Marble stripe karst of the scandinavian Caledonides: an end-member in the contact-karst spectrum. *Acta Carsologica*, t. 30, n° 2 (9th International Karstological School "Classical Karst - contact karst"), pp. 47-79.
- Slovene Arts and Sciences Academy, Ljubljana.
- OLIVAUX J.-L. (1993) : Spéléoscopie : Michel Siffre. *Grottes et Gouffres, bull. Spéléo-club de Paris*, n° 128, pp. 28-36.
- PALMER A. N. (1975) : The Origin of Maze Caves. *The NSS Bulletin*, t. 37, n° 3, pp. 56-76. National Speleological Society, Huntsville.
- PEYERIMHOFF P. de (1909-1910) : Recherches sur la faune cavernicole des Basses-Alpes. *Annales des Basses-Alpes*, t. XIV, pp. 9-19.
- SIFFRE M. (1956) : Morphologie souterraine et hydrogéologie du massif calcaire de la Lare, Saint-Benoît (Basses-Alpes). Prix de géographie du Club alpin français (CAF) de la Ville de Nice. Le document constitue le n° 5 des *Mémoires du Spéléo-club de Paris*, CAF, 1977, 46 p.
- SIFFRE M. 1977 : Morphologie souterraine et hydrogéologie du massif calcaire de La Lare, Saint-Benoît, (Alpes de Haute-Provence). *Mémoires du Spéléo-club de Paris*, n° 5, 46 p.
- SIFFRE M. (1984) : Découverte de la grotte des Perles. *Grottes & Gouffres, bull. Spéléo-club de Paris*, n° 91 (1^{ère} partie), pp. 23-28 ; n° 92 (2^{ème} partie), pp. 21-28 ; n° 93 (3^{ème} partie), pp. 21-28 ; n° 94 (4^{ème} partie), pp. 23-28.