

Spéléologie et société

Aujourd'hui la spéléologie se pratique également comme un loisir de nature, démocratisé, où certaines cavités deviennent des « classiques », topographiées par les spéléologues mais visitées aussi bien par les spéléologues que par des centres de vacances, des familles ou des professionnels de l'industrie du loisir avec leurs clients.

À côté de cette pratique touristique et de loisir, le spéléologue est porteur d'une éthique, formulée notamment par la Fédération française de spéléologie (FFS [archive]) et par l'Union internationale de spéléologie (UIS [archive]). Il contribue ainsi à la connaissance et à la protection du patrimoine souterrain. Il devient alors un véritable acteur concret du développement durable.

En plus des valeurs éthiques qu'elle véhicule, la spéléologie tend à s'imposer de manière croissante dans le monde scientifique. Outre le complément indispensable qu'elle apporte à la géologie, la karstologie, l'hydrologie, l'archéologie, la paléontologie, la mécanique des roches, etc. La spéléologie s'intéresse au monde souterrain dans des domaines scientifiques parfois originaux : on peut citer pour exemple les études d'acclimatation humaine « hors du temps » nécessaires à l'approche des vols spatiaux de longue durée ; ou encore la paléodatation à l'aide des stalactites, plus précise et plus complète que la datation par carottes de glace. La spéléologie implique aussi une pratique de la topographie, de la biologie, de la météorologie, etc. sous des formes adaptées au milieu souterrain.

Les contributions de la spéléologie aux disciplines scientifiques précitées peuvent se résumer ainsi :

Archéologie

Le spéléologue doit parfois se transformer en archéologue amateur. Les cavités sont en effet des lieux privilégiés pour recueillir des informations indispensables à la connaissance de l'homme ancien, ou autres vestiges du vivant (archéobotanique). Le spéléologue est donc investi de responsabilités précises et délicates.

Même en l'absence de présence stable et durable des anciens hommes dans les grottes, les cavités ont souvent fonctionné comme des pièges naturels et conservent ainsi de nombreux restes d'animaux, d'humains, ou de végétaux (pollens, graines...).

L'importance considérable des cavités naturelles pour l'étude des restes fossiles de vie ancienne (paléontologie) découle de quatre facteurs principaux :

- elles concentrent les restes par effet d'attrait (piège, abri) ;
- elles conservent les restes par effet d'ensevelissement ;
- elles conservent la chronologie des êtres et événements, par effet d'empilement ;
- elles conservent les repères par effet de protection contre les intempéries.

Les cavités sont donc des sites de détermination aisée, exactement localisés et circonscrits dans l'espace. Par conséquent leurs dépôts sont favorables à la possibilité de découverte et d'étude.

L'homme ancien utilisa rarement les zones profondes des cavités, ou seulement pour des raisons rituelles. Il choisissait généralement comme implantation stable la zone d'entrée ou vestibulaire, naturellement plus lumineuse et sèche. De telles zones pouvaient en outre être adaptées et réglées thermiquement au moyen de structures de peaux tendues sur des poteaux ou équivalent.

La présence d'objets manufacturés dans les zones internes sera sans doute plutôt due au transport de ces objets par les eaux agissant sur des dépôts archéologiques extérieurs.

Dans quelques cas exceptionnels seulement, les cavités peuvent se révéler intéressantes pour ce qu'elles révèlent sur leurs parois. Le spéléologue archéologue doit donc s'habituer à considérer les cavités comme des dépôts de remplissage riches en vestiges. Ces dépôts dans les cavités doivent être explorés avec précaution, dans le cadre de programmes précis et durables. Cela est encore plus vrai si un potentiel archéologique est soupçonné.

Toute intervention dans un dépôt en cavité doit suivre des modalités strictes de fouille sous égide scientifique. En effet, la caractéristique la plus originale des fouilles est qu'elles constituent une méthode hautement destructive.

De telles fouilles doivent donc produire la plus grande quantité d'informations valides et donner lieu à une documentation rationnelle et permanente.

Il faut garder présent à l'esprit que toute destruction de gisement représente une perte irréversible, et sera également puni par la loi.

En France, toute découverte archéologique doit être déclarée au Service régional de l'archéologie (préfecture de région).

Biospéologie

Article détaillé : Biospéologie.

La biospéologie est l'étude de la faune cavernicole, qu'elle soit ponctuelle ou pérenne. Le spéléologue étant le seul à pouvoir pénétrer dans le milieu souterrain, il se fait alors observateur de la vie souterraine et apporte son concours à des scientifiques en effectuant des prélèvements de biotes, des relevés de températures, en décrivant les milieux de vie, etc. Les apports des spéléologues permettent notamment de faire progresser les connaissances sur l'adaptation de la vie à des milieux hostiles (obscurité, humidité, froid, etc.).

Hydrogéologie

La grotte de Bournillon, l'un des phénomènes hydrologiques majeurs du massif du Vercors.

L'hydrogéologie est l'étude des eaux souterraines¹³, considérées dans leur action de circulation et de distribution dans le sol et les roches, et dans leurs rapports avec les structures géologiques et les eaux de surface. En milieu karstique, la circulation des eaux est très différente de celle observée dans les autres milieux; elle mérite une étude particulière.

Le spéléologue qui observe directement des phénomènes généralement peu accessibles est le collaborateur indispensable de l'hydrogéologue. Même le spéléologue « du dimanche », parfois qualifié de *touriste*, peut apporter une contribution importante par les observations inédites de circulation des eaux qu'il pourra rapporter. Il suffit pour cela de connaître quelques concepts de base, de s'intéresser au milieu et de s'armer de patience.

On n'insistera jamais assez sur la valeur d'une donnée géologique ou hydrogéologique, même approximative (pourvu qu'elle soit correctement relevée), recueillie lors d'une sortie spéléologique : il faut se souvenir que la même donnée, tirée d'un sondage mécanique à plusieurs centaines de mètres de profondeur, coûterait beaucoup plus cher.

Le spéléologue, qu'il soit *sportif* ou *touriste*, n'a pas besoin de se transformer en scientifique de haut niveau. Il a simplement le devoir de transmettre ses observations aux scientifiques n'ayant pas la possibilité d'entrer et de descendre sous terre.

Les eaux qui intéressent l'hydrogéologie en milieu calcaire peuvent avoir trois types de provenance distincts, dont les conséquences sur le développement du karst sont bien différentes.

Elles peuvent provenir :

- de cours d'eau extérieurs à la zone karstique,
- de précipitations météorologiques,
- de condensation.

Le parcours des eaux souterraines est généralement tortueux et conditionné essentiellement par la fracturation du massif calcaire, par sa lithologie et par l'inclinaison des couches de terrain.

Compte tenu de leurs origines, les cours d'eau souterrains peuvent subir des crues soudaines et importantes, parfois différées par rapport aux précipitations initiatrices, tombées sur des versants quelquefois différents et éloignés de l'entrée des cavités.

De façon générale, la ligne de partage des eaux superficielles coïncide rarement avec celle des eaux souterraines. Il est donc important de préciser les limites souterraines de circulation des eaux.

Les sources karstiques sont caractérisées par une grande variabilité des débits, avec des crues impétueuses qui alternent avec des périodes d'étiage marqué voire de tarissement.

L'étude de l'hydrogramme de crue met en évidence la saturation progressive des fissures de la roche : c'est la phase de concentration. Dans un second temps, l'eau envahit les conduits : c'est la phase de paroxysme qui dure jusqu'à cessation de l'alimentation principale. Vient ensuite une lente décrue qui correspond à la vidange des conduits majeurs puis des fissures.

Karstologie

Un karst de haute montagne : le Clot d'Aspres.

La karstologie est une discipline scientifique à part entière dont l'objet d'étude se concentre sur les phénomènes associés aux terrains calcaires¹⁴.

Les spéléologues apportent des résultats d'observations faites à la surface et au cœur même des massifs karstiques.

La contribution de la spéléologie à la karstologie est très importante : l'observation et les mesures faites sur les paramètres physico-chimiques de la cavité encaissante, ainsi que de l'air et de l'eau qu'elle contient, permettent de préciser le fonctionnement actuel du karst. L'examen des spéléothèmes et de la morphologie générale des conduits permet d'échafauder des hypothèses sur la genèse et les évolutions passées de la cavité.

Inversement, la karstologie appliquée à un massif et à un ensemble de cavités voisines permettra de mieux comprendre l'histoire et la logique spatiale d'une nouvelle cavité en cours d'exploration sur le même massif, ou au voisinage de cavités précédemment étudiées ou de même nature.

Météorologie hypogée

Vue d'un boyau géologique pouvant conduire à une cavité. La présence d'un courant d'air entrant ou sortant est le principal indice pour un spéléologue.

La *météorologie hypogée* est l'étude du climat des cavités souterraines et de tous les phénomènes qui le déterminent.

Bien que l'environnement étudié soit limité en volume, l'étude du climat hypogée est difficile à cause des faibles intervalles de variation des paramètres à étudier. Par exemple, alors que la température extérieure d'un lieu varie de plusieurs degrés voire dizaines de degrés, celle d'une cavité ne fluctue souvent que de quelques dixièmes de degrés dans le même intervalle de temps. Les mesures doivent donc être effectuées avec une grande précision, en prenant garde aux influences parasites. Ces considérations restent valides pour d'autres paramètres tels que pression, humidité, mouvements d'air, etc.

Le but des recherches météorologiques hypogées est double :

- approfondir la connaissance de l'environnement souterrain connu,
- découvrir des parties encore inconnues ou impossibles à atteindre.

Les premières informations concernent surtout le biologiste qui s'intéresse aux conditions de la vie souterraine.

Les secondes informations intéressent le spéléologue, qui espère en savoir plus sur les parties inconnues de la cavité. En effet, les mouvements d'air permettent de déceler la présence de volumes importants non encore pénétrés.

De même des variations de température en cours de progression permettent de déceler la présence d'embranchements.

Température

La mesure de température se fait aujourd'hui à l'aide de thermomètres numériques, affichant le dixième de degré, précis et peu encombrants[réf. nécessaire].

Paléontologie

Lopha sp. (huître) fossile.

Les roches qui intéressent tout particulièrement le spéléologue sont des roches sédimentaires ; ce sont en particulier les roches carbonatées. Dans une grande majorité des cas, ces roches ont une origine organique : ce sont des détritiques de coquilles et autres parties d'animaux ou végétaux marins, accumulées au fond d'anciennes mers, plus rarement d'anciens lacs, aujourd'hui disparus.

Ces roches calcaires constituent des masses qui présentent une importance et une étendue très supérieures aux roches carbonatées d'origine chimique. Elles sont repérables, même pour le profane, par l'évidence et la régularité de leurs stratifications.

L'état de conservation des restes d'organismes ayant contribué à leur formation est très variable. On appelle roches *fossilifères* celles qui présentent des restes, nettement reconnaissables à l'œil nu, d'animaux ou de plantes fossiles. Très fréquemment, avec l'aide d'un microscope, on peut aussi repérer de très petits fossiles dans les calcaires où aucune structure organique ne se remarque à l'œil nu.

D'autres fois encore, des phénomènes chimiques ou mécaniques ont fait disparaître plus ou moins complètement les traces de la structure organique primitive ; on parle alors de processus de diagenèse, de dissolution et de recristallisation partielle, produits pendant ou peu après le dépôt du matériel sédimentaire. Cette transformation peut être très poussée et aboutir à une complète recristallisation, jusqu'à transformer toute la roche en une masse cristalline.

Pendant le parcours d'une cavité souterraine, il arrive souvent de trouver, enchâssés dans les parois, des restes de coquilles de gastéropodes, de bivalves ou autres fossiles marins ou lacustres.

Topographie hypogée

Une cavité n'existe réellement que lorsque ses caractéristiques sont décrites et lorsque ses formes et reliefs sont représentés par des plans. Sauf cas particuliers, l'ensemble de ces informations doit être publié pour assurer un partage constructif des connaissances, en vue de la poursuite des explorations de la cavité ou du massif.

Pour assurer une représentation graphique fidèle et utile aux explorations et études suivantes, il est nécessaire de réaliser une topographie de la cavité. Cette topographie est effectuée progressivement, en deux phases principales :

1. Le *relevé* (ou *levé*) : c'est le recueil de données caractérisant la position et la forme des différentes parties de la cavité

2. Le *report* : c'est le calcul et la restitution graphique des formes correspondantes sur un support adapté (papier, écran, etc.) qui constituera le plan proprement dit.

Les échelles de représentation utilisées sont variables (généralement de 1 / 100 pour les petites cavités à 1 / 1 000 voire plus faible pour les plus grandes cavités) selon l'extension de la cavité.

Avec les méthodes modernes de calcul du report par ordinateur, ce facteur d'échelle peut être facilement ajusté. Dans le cas d'un report manuel, il faut bien choisir ce facteur *a priori*, sous peine de devoir recommencer une grande partie des calculs et du dessin en cours de travail.

Outre l'échelle utilisée, il faut également mentionner sur le dessin :

- la position du pôle Nord magnétique,
- la date du relevé (et non celle du report) nécessaire pour tenir compte de la déclinaison magnétique,
- le nom de la commune et du lieu-dit où se trouve l'entrée de la cavité,
- le nom des auteurs (levé et report) de la topographie,
- les coordonnées et l'altitude de l'entrée,
- une indication du niveau de précision du relevé.

D'autres informations pertinentes (géologiques, climatiques, biologiques, etc.) peuvent être ajoutées sur le dessin, si elles n'alourdissent pas trop la représentation. Dans le cas contraire, elles peuvent être mentionnées dans la description écrite de la cavité.

Dès que la cavité présente une certaine complexité (pentes et directions variables), il est nécessaire de produire au moins deux vues complémentaires (par exemple : une vue en plan développée ou projetée et une coupe verticale développée ou projetée), ainsi que quelques coupes transversales significatives des conduits.

Les coordonnées de l'entrée sont à mentionner dans un système de géolocalisation le plus universel possible (UTM, etc.) permettant une prise en compte facile dans les GPS.

Logiciels de topographie

Il existe de nombreux logiciels de topographie souterraine assistée par ordinateur. Les plus connus sont : *PocketTopo*¹⁵, *TopoDroid*¹⁶, Visual Topo, GHTopo¹⁷, Therion, Topo Calc'R¹⁸, Karto, etc.

D'autres produits ont eu une certaine notoriété mais sont, en 2021, obsolètes ; c'est le cas de *Toporobot*, développé par Martin Heller, dont la source n'est plus mise à jour depuis 2007 mais qui a inspiré ultérieurement de nouveaux produits¹⁹.

Les outils de relevé souterrain doivent permettre de mesurer trois paramètres dimensionnels définissant le « squelette » de la cavité : la direction dans un plan horizontal (azimut), l'inclinaison dans un plan vertical (pente), la distance entre deux points successifs de mesure (*distance*). Lorsque la cavité est sensiblement horizontale (grotte), on pourra se contenter d'estimer la pente.

D'autres données morphologiques complémentaires, quantitatives ou qualitatives, permettent de dessiner un habillage des conduits : largeur, hauteur, présence d'obstacles ou de reliefs spéciaux (spéléothèmes, blocs, arrivées d'eau...).

Les méthodes de topographie automatisée et de reconstitution 3D, par photogrammétrie ou multicorrélation d'images, permettent de créer une imagerie en trois dimensions de cavités²⁰ ou de spéléothèmes^{21,22}.

Cette imagerie 3D, qu'elle soit issue de photogrammétrie ou seulement d'un traitement spécial de levés classiques²³, est particulièrement utile pour visualiser et comprendre les réseaux souterrains complexes, comme le système karstique du Folly, sur la commune française de Samoëns, en Haute-Savoie²⁴, ou bien le système karstique du massif de la Séranne, dans le département français de l'Hérault²⁵.