

Les cavernes glaciotectoniques au Québec, des objets paradoxaux

Glacitectonic cavities as paradoxical objects in Quebec

Jacques SCHROEDER*

Abstract: In Quebec province, some 90% of its population lives in its southern part along the St Lawrence Valley. Since half a century the increase in infrastructure works has been faster than the increase of population. In some cases excavation works will encounter voids in the underlying bedrock composed mainly of Palaeozoic rocks, including limestones. Some 300 caves are known in the province, are of small dimensions with lengths ranging from a few meters to hundreds of meters. They are ‘karstic’ caves in that they have been formed by dissolution of limestone by underground waters. However, since 30 years, we are finding caves that were formed by the dislocation of limestone masses due to the Quaternary glaciers displacements. These mechanical caves (called glaciotectonic caves), that is not karstic, are paradoxical objects, because earth sciences specialists responsible for describing bedrock relate them to the ‘karst’ concept because they are found in limestone and that water is usually present. This conceptual and deductive approach replaces, for these specialists, the proper study of these caves who for a geographer are primarily geomorphological objects that have a distinct history from that of the bedrock and a more complex one than what their circulating waters can deliver. Thus competence conflicts arise between specialists as well as difficult relations with local authorities and citizens dealing with the presence of such voids under their properties.

Key-words: Caves, Glacitectonic cavities, Karst, Urban management, Quebec.

Résumé : Au Québec, 90% de la population habite dans une zone au sud de la province dont l’axe est la vallée du Saint-Laurent. Depuis un demi-siècle, l’accroissement des infrastructures y est plus rapide que l’accroissement de la population. Les travaux d’excavation rencontrent parfois des vides dans le substratum composé de roches paléozoïques dont des calcaires. Environ 300 cavernes sont connues, elles sont de dimensions modestes en volume et longues de quelques mètres à des centaines de mètres. Ce sont des cavernes «karstiques» dues à la dissolution du calcaire par des eaux souterraines. Mais depuis plus de 30 ans, on y trouve aussi des cavités qui sont le résultat de la dislocation de ces calcaires lors du passage des glaciers quaternaires. Ces cavités mécaniques (dites glaciotectoniques) et non karstiques sont des objets paradoxaux, car les experts responsables de la caractérisation du substratum les assimilent au concept «karst» puisqu’elles sont situées dans des calcaires et que de l’eau y est présente. Cette approche déductive et idéale remplace pour ces spécialistes l’étude proprement dite de ces vides qui pour le géographe sont d’abord des objets géomorphologiques pourvus d’une histoire différente de celle de l’encaissant et plus complexe que ce que les eaux qui y circulent peuvent en dire. Il en résulte des conflits de compétence entre les spécialistes et des relations difficiles avec les autorités locales et les citoyens concernés par la présence de tel vide sous leur propriété.

Mots-clés : Cavernes, Cavités glaciotectoniques, Karst, Aménagement urbain, Québec.

(*)Université du Québec à Montréal, Dépt. de Géographie, Montréal, Qc, Canada
schroeder.jacques @uqam.ca

AVANT-PROPOS

L'exercice citoyen de la géomorphologie amène parfois le géographe à être partie prenante de situations conflictuelles dont les paramètres peuvent s'énoncer comme suit:

- 1) la confrontation plus ou moins inopinée d'un fait de nature (ici les «cavernes») avec l'idée qu'on se fait du phénomène et de l'appropriation du territoire qu'on exige;
- 2) le conflit des expertises effectives avec celles que s'attribuent des spécialistes et que reconnaissent les citoyens et les autorités concernées;
- 3) l'état des connaissances spécifiques à l'objet d'étude et les usages pertinents ou non qu'en font les spécialistes;
- 4) «l'esprit du temps» qui veut que tout espace utilisé soit contrôlable, contrôlé et sa gestion réductible à des normes. Il en découle une suite de paradoxes qu'illustre l'histoire des cavités glaciotectoniques au Québec.

INTRODUCTION

Une anecdote

Ile de Montréal durant l'été de 1982. Dans un quartier construit récemment et composé d'immeubles à appartements qu'entourent des jardins coquets, un résident constate que d'année en année, le gazon en bordure de la fondation de son bâtiment s'affaisse. Suite à sa requête, une excavatrice envoyée par les services de la municipalité dégage la terre où se produit l'affaissement du gazon pour en identifier la cause. Lorsque la pelle de l'excavatrice gruge le terrain juste à la base du solage, un trou apparaît. Quelques personnes descendent dans l'excavation, se penchent vers le trou et s'exclament «ça continue!». En effet le trou donne accès à un talus de débris s'arrêtant sur une nappe d'eau environ deux mètres plus bas. Descendus avec des éclairages au niveau de l'eau, les visiteurs téméraires constatent qu'ils sont dans une sorte de tunnel horizontal large de plus de deux mètres dont les murs verticaux et le plafond plat sont constitués de calcaire massif. Le «tunnel» alors éclairé est visible sur des dizaines de mètres de long. La nouvelle est immédiatement reprise par les médias locaux : sous les bâtiments de 3 étages construits il y a à peine quelques années, le socle rocheux jugé pourtant «solide» contient des vides! Or les investigations d'usage préalables à l'émission des permis de construire ont été bien faites. Comment est-il possible que des vides importants sous les bâtiments aient ainsi échappé aux investigations géotechniques conventionnelles comme aux études géologiques détaillées concernant la nature et l'origine de ces roches? En effet, on y cartographiera plus tard 383 mètres de galeries dont 317 mètres pénétrables (Figure 1).

Dans l'année qui suivit, les autorités de la ville sont talonnées d'abord par les résidents inquiets, voire affolés à l'idée que leur immeuble soit à l'aplomb d'un vide inconnu, mais aussi par les médias fascinés par l'étrangeté du phénomène ou même hystériques pour ceux qui l'exagèrent jusqu'à la désinformation pourvu que «vibre» leur lectorat. Il s'ensuit que des firmes spécialisées en génie proposent leurs services tant aux autorités qu'individuellement aux propriétaires inquiets, garantissant à tous que possédant des techniques sophistiquées ---et incidemment coûteuses---, ils sont capables de localiser des vides dans le socle rocheux. D'autre part, des géologues et des géomorphologues aussi consultés rappellent que le roc dans lequel se trouvent les cavités étant en calcaire, il peut être dissout par l'eau. Et comme des sections de la cavité sont remplies d'eau, leur explication du phénomène est toute trouvée autant que péremptoire : «c'est du karst». Cette hypothèse émise comme une évidence est aussi reprise par des ingénieurs et des géophysiciens qui se font forts de localiser ces vides naturels par des méthodes indirectes (géoradar, microgravimétrie, etc.). Des investigations aux coûts extravagants sont alors entreprises par eux, tandis qu'une cartographie des cavités accessibles est dressée avec boussole et décamètre et juxtaposée au plan de cadastre. Il en ressort que malgré la proximité des cavités avec la surface, les anomalies des relevés de géophysique (quelle que soit la méthode) ne permettent que rarement et mal de localiser les

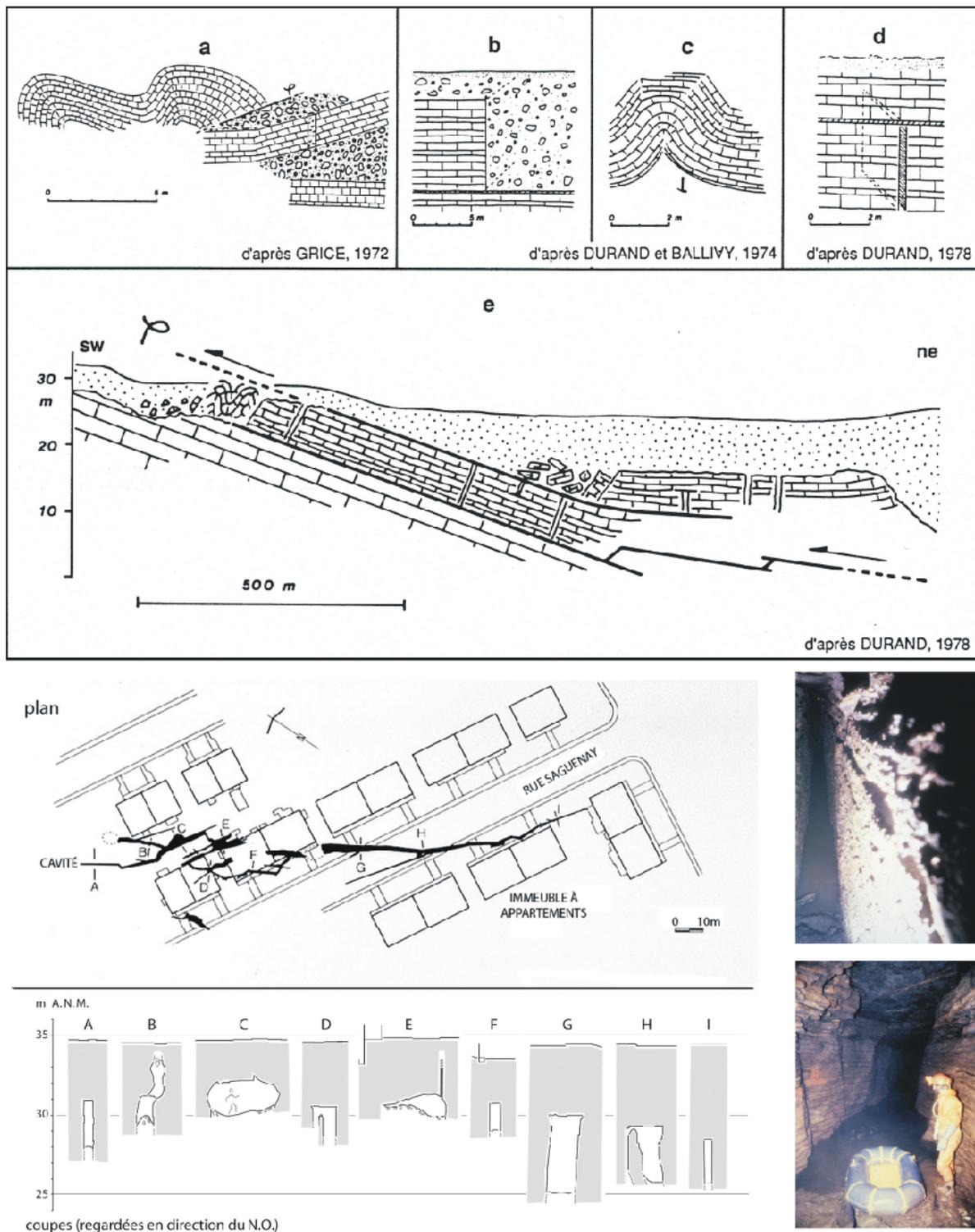


Figure 1. La planche du haut représente les dislocations observées dans les excavations de divers chantiers à Montréal ainsi que le schéma explicatif proposé par les auteurs de ces observations. En-dessous, deux photos illustrent le gabarit variable des cavités trouvées en 1982 ainsi que le plan du réseau et sa position vis-à-vis des structures en surface.

cavités effectivement cartographiées et dont la position vis-à-vis de la surface est confirmée par forage! Mais il y a plus. En mesurant avec une précision du décimètre le volume de ces cavités, on constate que les murs toujours verticaux sont généralement plats et parallèles ou se referment peu à peu : il s'agit en fait des plans de diaclase plus ou moins ouverte. Enfin, couvrant les murs verticaux, le plafond de la cavité est une surface horizontale correspondant à l'éponte inférieure

d'une strate de calcaire dûment identifiée comme subhorizontale dans la région. Et quand murs et plafonds sont irréguliers, il s'agit toujours d'éboulements localisés. Enfin, tout au long de ces plus de trois centaines de mètres de galeries souterraines, aucune marque importante de dissolution du calcaire n'a été observée bien que les vides les plus grands soient partiellement remplis d'eau (il arrive que sur quelques centimètres à partir d'une fissure dans le plafond, le calcaire soit dissout ou couvert d'une fine pellicule de calcite, il s'agit là d'un épiphénomène non significatif en ce qui concerne l'origine et le développement des cavités évidemment). Quant à l'eau qui noie le fond des galeries, elle est dépourvue de mouvement apparent et son niveau se situe à hauteur de celui de la nappe aquifère identifiée par les hydrogéologues étudiant l'alimentation en eau souterraine de la métropole. Au vu de cette description, il n'est pas possible de retenir comme hypothèse génétique que ces cavités soient karstiques malgré leur présence dans des calcaires et que de l'eau y soit stockée.

Or, devant l'inquiétude pour le moins justifiée des personnes dont les maisons se trouvent à l'aplomb de ces cavités découvertes par hasard et pour le voisinage tout autant que pour les autorités, il s'avère nécessaire de comprendre comment des vides aussi grands sont apparus dans le roc, avec l'espoir d'identifier des zones à risques au cas où la voûte d'une de ces cavités s'affaisse. Deux approches découlent directement de la perception qu'en ont les spécialistes. Pour la plupart des experts du sol, des ingénieurs aux géologues et aux géophysiciens, ces cavités sont perçues comme des anomalies dans un plein dont ils contrôlent bien les caractéristiques. C'est donc en quelque sorte par défaut qu'ils conçoivent l'existence des cavités souterraines, celles-ci étant vues comme une absence de matière dans un plein parfaitement connu. Ou pour le dire autrement, la cavité naturelle doit se conformer à l'idée qu'ils se font généralement de ce qu'est une grotte dans le calcaire soit le résultat de la combinaison d'une roche soluble et de l'eau qui y circule, pourtant des praticiens dans le génie conseil ont déjà signalé l'existence de telles cavités (cf. infra et figure 1). Cependant dans la mesure où la cavité naturelle peut être investiguée en détail comme c'est le cas ici, une autre approche est concevable : observer les caractéristiques du vide proprement dit, c'est-à-dire observer l'enveloppe qui le limite du plein qui le contient. Les formes et l'état de cette enveloppe donnent alors à l'observateur des informations uniques sur le développement du vide au détriment du plein. Il va de soi que les connaissances acquises sur le plein restent nécessaires pour décrire la surface qui limite la cavité du plein qui la contient. En effet à lire ainsi la morphologie de la cavité, l'observateur se trouve dans la même situation qu'en surface lorsqu'il étudie un paysage. Bref pour lui, la cavité étudiée n'est pas conforme à une idée servant de norme à ses raisonnements, mais représente un objet aussi réel que ceux qu'il étudie en surface en tant que géomorphologue. Ainsi au-delà de la faillite des méthodes géophysiques de l'époque comme encore aujourd'hui pour ce qui concerne de *localiser avec précision* un vide dans un plein (cf. infra), connaître les caractéristiques géotechniques d'un matériau ne permet aucunement de comprendre pourquoi une cavité naturelle s'y trouve. Toutes les cavités naturelles sont en effet et logiquement le résultat d'événements qui ont affecté à posteriori les pleins que sont les substrats qui les contiennent. Ce qui veut dire que *les cavernes sont des objets historiques* qui témoignent d'une évolution subie par le plein une fois que celui-ci a acquis ses caractéristiques. Le plein tout autant que «sa» caverne ont donc des histoires différentes, inscrites dans des temps successifs parfois séparés par des durées se mesurant en millions d'années.

Au sortir des cavités trouvées sous les bâtiments en 1982, il fallait donc pour comprendre leur présence non seulement récuser leur origine karstique, cette hypothèse de base qui semblait être une évidence, mais surtout trouver le «comment» et le «pourquoi» elles se trouvaient là. Du moins c'étaient là le souci et la question des autorités comme des experts consultés, toute discipline confondue. Car en saine gestion du territoire, il fallait répondre aux deux questions que tous se posaient : à quel degré de dangerosité étaient donc exposés les personnes et les biens de ce quartier de la ville et devait-on craindre que de telles cavités jusque-là occultes soient découvertes ailleurs?

UN CADRE GÉOGRAPHIQUE EN MÉTAMORPHOSE

On sait que plus de 90% de la population du Québec vit dans l'axe de la vallée du Saint-Laurent, un semi-graben appelé les Basses Terres du St-Laurent, que limitent au nord le Bouclier canadien et au sud les Appalaches. L'occupation du territoire s'y est métamorphosée durant la

seconde moitié du XXe siècle à cause de l'augmentation de la population, de l'étalement urbain et de l'emprise des infrastructures de communication. Et ceci d'autant plus aisément que le fond du semi-graben a été nivelé par l'accumulation des dépôts quaternaires (marins, lacustres et glaciaires). Ces dépôts ont cependant des épaisseurs variables si bien que localement affleurent les roches du Paléozoïque dont des calcaires subhorizontaux à interlits de shale de l'Ordovicien.

Dans les années 1960-1970, à la suite des nombreux travaux d'excavation, on constate que «le substratum, sur une épaisseur pouvant aller jusqu'à 25m, était perturbé par des failles inverses, des ouvertures *centimétriques* de diaclases verticales tant au contact avec la surface que localisées en profondeur et par des méso-plis de compression (SCHROEDER & BEAUPRE, 1985, p.69).» L'hypothèse retenue par les auteurs de ces observations de chantier est que ces dislocations et ces déformations du roc résultent du passage des inlandsis quaternaires dont les mouvements auraient permis le décollement et le déplacement d'écaillés du substratum ayant environ 1km². L'hypothèse «glaciotectonique» est dès lors avancée par GRICE (1972), DURAND & BALLIVY (1974), BALLIVY *et al.* (1977) et DURAND (1978) (*cf.* SCHROEDER *et al.*, 1986 pour le relevé complet des références). Car en l'absence de relief, seuls la présence et le mouvement de la glace d'inlandsis ont pu produire l'énergie et les conditions mécaniques adéquates pour disloquer et déformer ainsi le socle rocheux. Jusqu'à ce moment, ces altérations du plein posaient d'abord des problèmes à l'avancement des chantiers. En effet les dynamitages requis et planifiés de longue date, lorsque exécutés, avortaient, l'énergie se dissipant dans les discontinuités du roc. Ce qui entraînait des surcoûts qui n'étaient pas prévisibles au vu des caractéristiques géologiques connues de ces roches. Sans être confidentielle, l'hypothèse «glaciotectonique» restait néanmoins confinée au milieu de la construction et des ingénieurs-géologues.

Aussi en 1982, la découverte inopinée et en ville de cavités naturelles pénétrables sur des centaines de mètres fait l'effet d'une bombe médiatique dont l'onde de choc se répercute aussi parmi les spécialistes du Quaternaire. Et quand après les avoir étudiées dans le détail, il est avéré que ces cavités *métriques à décimétriques* résultaient aussi du glaciotectonisme, certains parmi les plus éminents quaternaristes du moment iront jusqu'à s'opposer à la publication de nos conclusions pourtant clairement documentées et rigoureusement argumentées (SCHROEDER *et al.*, 1986). Leur refus d'agréer l'hypothèse «glaciotectonique», faut-il le souligner, ne s'appuyait pourtant que sur l'idée qu'ils se font du phénomène sans l'avoir ni observé ni étudié : pour eux, il est impensable que des vides aussi grands résultent de poussées glaciaires. À cet argument d'autorité, d'autant plus facile à accepter pour qui n'a pas observé le phénomène, s'ajoute le fait que le Québec est dépourvu de «grottes-spectacles». Ne sont connues que quelque trois centaines de cavités naturelles de dimensions modestes (SCHROEDER, 2004), là où résident un peu plus de 5 à 6 millions de personnes sur une superficie égale à celle de la France, ...qui compte elle plus de 150.000 cavernes. Quel paradoxe que cette situation où sur un si vaste territoire, ni la culture populaire via les médias ni l'expertise des spécialistes ne sont accoutumées à la présence d'un «monde souterrain» sous leurs pieds. Ce qui probablement aurait permis à ces derniers d'éviter les pétitions de principe privilégiant leurs idées aux dépens de la réalité.

UNE HYPOTHÈSE CONFIRMÉE ET PRÉCISÉE

Le 20 mai 1988, le long de la rivière Jacques Cartier, la voûte à l'aplomb d'une galerie d'amenée horizontale s'effondre. Un regard de 5m x 10m et de 12m de profond apparaît brusquement (SCHROEDER *et al.*, 1990). En coupe, on observe de haut en bas des sables stratifiés puis un till dense, le tout épais de ±9m reposant sur des calcaires. À partir d'un conduit karstique (de section phréatique suivant une diaclase), un tunnel de section rectangulaire avait été creusé il y a des décennies sur une hauteur de l'ordre de 5m pour servir de galerie d'amenée. On dispose donc à la suite de l'effondrement d'une coupe stratigraphique remarquable montrant de haut en bas sous les sables, un till de fond et son contact avec le calcaire dit de Neuville et sous celui-ci le calcaire de Deschambault. *Quelle surprise de trouver sur une longueur d'à peine 40m toutes les déformations des calcaires répertoriées jusque là dans la littérature par les ingénieurs-géologues* (Figure 2). Or de telles déformations du substrat à proximité de la surface requièrent des conditions mécaniques précises, incompatibles les unes avec les autres dans la position actuelle des roches, de la topographie régionale et de la présence de till dans tous les interstices : il est en effet

impossible que cohabitent à quelques mètres de distance des diaclases ouvertes (état de détente) mais remplies de sédiments mal triés, avec une faille inverse (état de compression) se terminant par un pli coffré où se mélange le till et les débris de calcaire! Les calcaires de Neuville sont donc disloqués mais aussi déplacés latéralement. Si bien qu'à leur base, les strates supérieures du Deschambault sont marquées de stries (Figure 2). Il ne fait aucun doute que l'hypothèse «glaciotectonique» se trouve ici confirmée et précisée. Car seul le poids de l'inlandsis et ses mouvements lents sont susceptibles de créer dans le substrat des contraintes telles qu'aujourd'hui on puisse trouver au même endroit des évidences de déformation du roc par détente autant que par compression, toutes mélangées au till. En prime dans ce site, on peut même connaître la direction de la poussée glaciaire, qui incidemment coïncide avec les mouvements glaciaires connus dans la région!

Mais il y a plus, le site de la Jacques Cartier montre que les déformations glaciotectoniques ne sont pas distribuées à la périphérie d'une écaille de grande étendue comme on le pensait jusqu'alors, avec d'une part des zones où seraient groupés les phénomènes de compression soit à l'aval-mouvement des écailles et les phénomènes de dislocation en amont et sur le côté des écailles. Toutes ces déformations sont en fait susceptibles de cohabiter à quelques mètres les unes des autres. La distribution de ces déformations du substrat s'en trouve dès lors encore plus aléatoire : on ne peut plus espérer délimiter des zones où leur probabilité d'exister soit plus élevée en comparant la disposition et la nature du substrat, la position de dislocations connues et les mouvements glaciaires locaux tels que ceux bien établis pour le Québec méridional par les quaternaristes. Les cavités glaciotectoniques constituent ainsi des phénomènes qui bien que très localisés semblent ubiquistes. Ce qui peut compromettre la validité du travail autant des responsables de la gestion du territoire que des entrepreneurs (SCHROEDER & COMEAU, 1997). En effet, pour les premiers, l'émission des permis de construire basés sur les caractéristiques de l'encaissant ne constitue plus une garantie absolue quant à la stabilité de ce qui va y être construit et pour les seconds, la préparation des devis eux aussi basés sur les connaissances standards en géotechnique ne permet plus d'évaluer correctement entre autres le coût des dynamitages! Le glaciotectonisme devient ainsi une contrainte environnementale qui bien que diffuse reste alors ignorée du grand public comme de la majorité des spécialistes œuvrant de près ou de loin à l'aménagement du territoire. C'est une contrainte littéralement occulte, puisque jusque-là elle a été dépourvue d'impact médiatique majeur comme d'incidence sur les méthodes géotechniques usuelles.

L'HISTOIRE S'EMBALLE

Le fleuve Saint-Laurent à l'aval de la vieille ville de Québec est surplombé par un épaulement spectaculaire d'où tombent les eaux de la rivière Montmorency qui, juste à l'amont, méandrent sur les mêmes calcaires de plateforme que ceux déjà rencontrés. En 1981, en bordure aval de la plateforme, on découvre une caverne de 190 mètres de long sous les rues et les maisons. L'eau y circule à l'année et fait surface quelques dizaines de mètres plus loin, là où se situent plusieurs résurgences. Par traçage, on sait qu'il s'agit des eaux de la Montmorency provenant de l'amont d'un petit barrage. Et comme le niveau des eaux y est 15m plus haut que celui des résurgences, on y voit à juste titre une percée hydrogéologique classique. D'autant que les calcaires sont ici très peu épais, posés en discordance sur le socle précambrien et fortement diaclasés à la suite du rebond postglaciaire. Si bien que les trains de diaclases ouvertes ont probablement facilité l'amorçage de la percée dès la construction en 1908 d'un barrage sur la rivière qui en a haussé le niveau de 15m. Néanmoins, le volume d'eau transitant par cette caverne ne représente qu'une petite partie de ce qui sort aux résurgences. Il y a donc d'autres cavités par où circule l'eau souterraine entre l'amont du barrage et les résurgences distantes de 1250m de celui-ci. De plus l'histoire locale est remplie d'anecdotes concernant des tassements remblayés régulièrement, des clôtures qui se déforment parce que les piquets ne restent pas de niveau, ou de souvenirs d'avant l'urbanisation lorsqu'on pêchait des petits poissons au fond de «trous» où coulait de l'eau... Bref vu la présence à la surface ou proche d'elle de calcaires d'ailleurs artisanalement exploités jusqu'au niveau des eaux souterraines, on s'habitue à la présence inopinée de ces phénomènes perçus comme une conséquence inévitable de la présence de calcaire et d'eau souterraine.

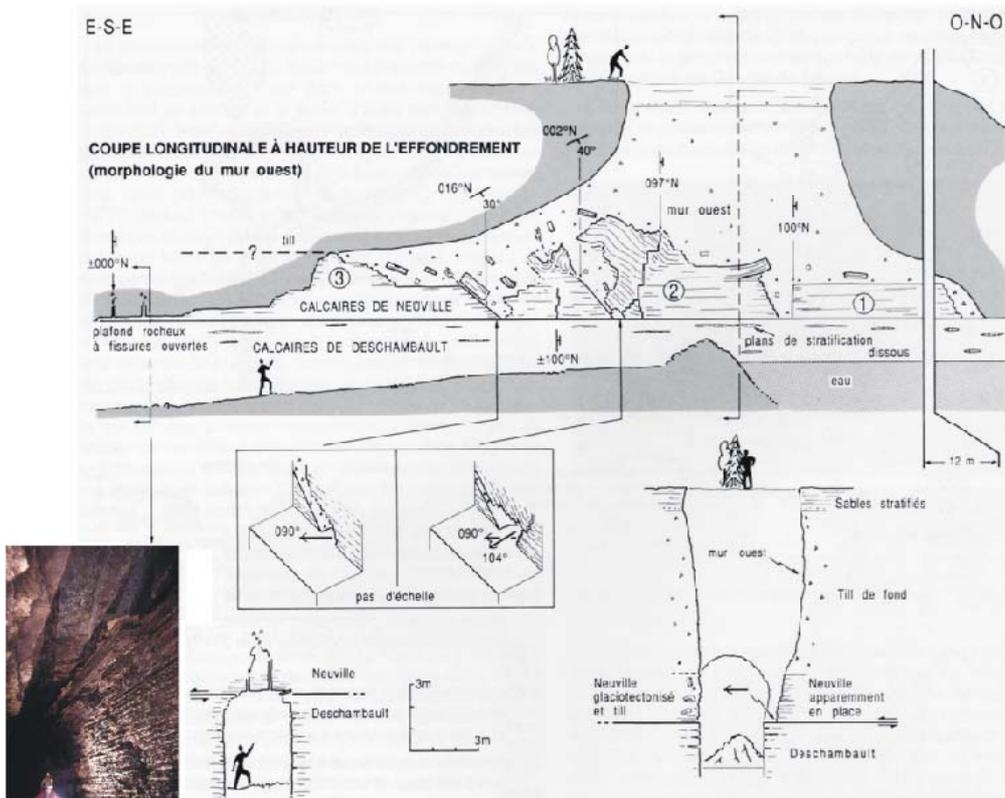
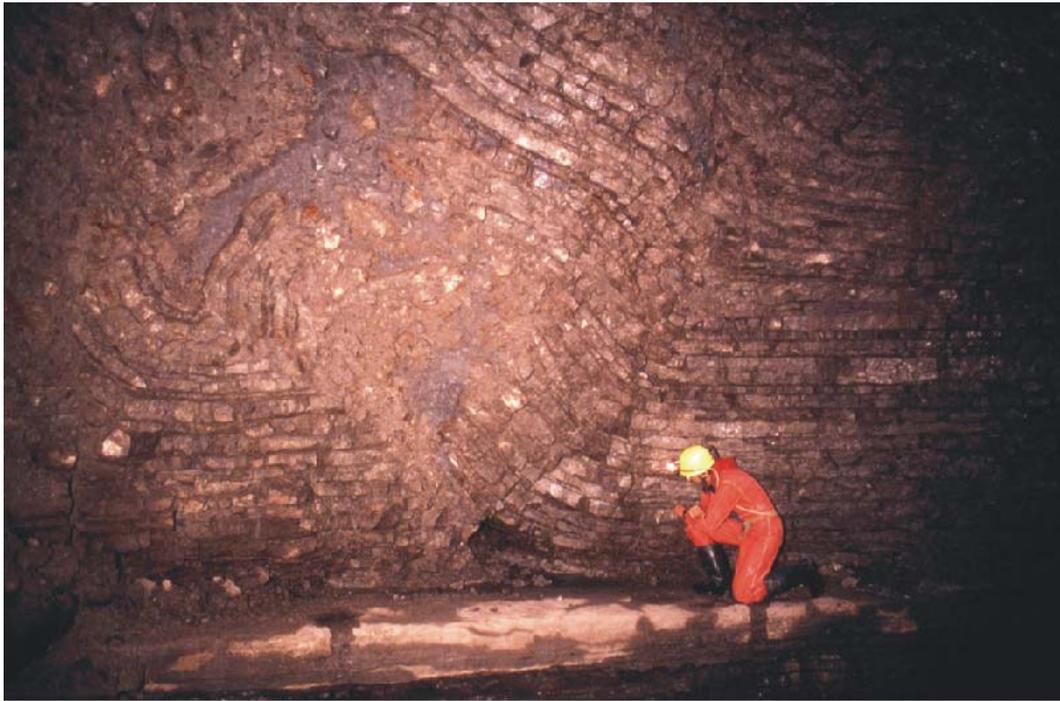


Figure 2. Photo du pli coffré et du plan de faille inverse au-dessus duquel sont mélangés les débris de calcaire et ceux allochtones du till de fond. Le schéma présente l'ensemble de la coupe apparue à la suite de l'effondrement de la voûte d'une galerie d'amenée : les diverses formes de compression et d'extension observées antérieurement se trouvent à quelques mètres les unes des autres et voisinent avec la dislocation des calcaires de Neuville et l'inclusion des débris dans le till de fond. Des stries glaciaires sur le haut des calcaires de Deschambault attestent du déplacement latéral des calcaires disloqués. La photo du bas montre les diaclases de ces calcaires ouvertes et bouchées par la matrice du till.



Figure 3. De haut en bas, plan simplifié de la cavité glaciotectionique découverte en 1996 et position des maisons à l'aplomb et en vis-à-vis, photo d'une galerie rectiligne à plafond plat et dont les murs verticaux s'emboîtent. En dessous, montage photographique montrant le contact en «dents de scie» entre deux galeries rectilignes. La voûte, de la gauche vers la droite, consiste en un till compact à gros et petits blocs, tandis, qu'au-dessus du personnage en rouge, la voûte se compose de dalles horizontales. La démarcation entre les deux types de voûtes est nette. En bas de page, photo d'un conduit karstique de petit gabarit par où arrivent les eaux souterraines. Ce conduit résulte de la dissolution actuelle du calcaire à partir d'une diaclase qui n'a pas été ouverte par les mouvements glaciaires.

Mais en 1996, un puits profond de plus de 6m est découvert sous le gazon du jardin d'une des maisons. En surface, le puits mesure plus de 4m sur 5m. Ses flancs peu stables se composent de blocs submétriques et de pans verticaux de calcaires en place. Au fond, entre les débris accumulés, s'entrouvre un vide étroit limité par deux murs verticaux et parallèles qui donne accès en contre-bas à une cavité horizontale de 132m de développement dont les formes sont analogues à celles des cavités trouvées en 1982 à Montréal. Mais ici, les vides atteignent des largeurs de 2 à 3m et des hauteurs de près de 10 mètres. Les murs sont toujours verticaux et parallèles dans la majeure partie du réseau, tandis que les plafonds sont plats ou composés de blocaille avec localement des dômes remontant. Mais ce qui est le plus remarquable est que les sections rectilignes de la cavité sont disposées en angle nettement marqué au point que le réseau présente un tracé en dents de scie irrégulières (Figure 3). De l'eau venant de l'amont y transite puis s'écoule suivant des diaclases non pénétrables. L'étude détaillée de la cavité incluant sa topographie permet d'identifier les emboitements des murs verticaux appariés au sommet desquels se trouve une sorte de brèche de calcaires broyés épaisse de plus de 60cm qui a servi de plan de glissement aux strates formant le plafond. Mais existent aussi d'autres états du plafond, là où la voûte de la cavité se compose d'amas de blocailles dont la disposition des éléments figurés permet d'identifier l'état de concassage du roc propre au till immature ou ailleurs du till de fond habituel, composé de matériaux hétérométriques avec matrice fine. Localement des dômes remontant s'y sont aussi développés. Il n'est pas difficile d'imaginer l'inquiétude qui a saisi les résidents à l'aplomb ou en périphérie de cette cavité. Les relations avec les autorités en deviennent rapidement polémiques et peu rationnelles. On tient compte ici de cette situation sans pour autant en étudier le détail, laissant cela à d'autres spécialistes.

Pendant ce temps en surface, des experts en géophysique travaillant autour de ce puits affirment au vu de leurs relevés qu'aucun vide n'existe à l'amont de celui-ci! Reste que, pour qui étudie directement cette cavité et constate que l'eau y transite, il doit pourtant exister et à l'amont et à l'aval de cette cavité des vides alors inconnus. Quinze ans plus tard, l'eau provenant de l'amont de cette cavité a grugé le talus au fond du puits. Profond maintenant de plus de 12m, le puits permet d'accéder vers l'amont à une autre cavité longue de 250 mètres. Également en dents de scie avec des murs verticaux, ce nouveau réseau souterrain présente une particularité inconnue à ce jour : on y trouve quelques sections rectilignes confinées larges de 50 à 70cm et hautes de 1 à 2.5m qui résultent de la dissolution actuelle des calcaires par les eaux qui y circulent rapidement en suivant le plan de diaclases ouvertes (Figure 3 en bas à gauche). Ces courtes sections sont donc «karstiques» et semblent servir de lien entre les cavités glaciotectoniques de dimensions métriques qui fonctionnent à l'identique de conduits pluviaux de grand gabarit. On peut raisonnablement penser que ces sections dissoutes sont apparues à la suite de l'érection du barrage sur la Montmorency qui donne, grâce à un gradient topographique de 15m, assez d'énergie aux eaux s'infiltrant dans les versants fissurés le long de la rivière pour s'acheminer vers le rebord de l'épaulement où les calcaires sont peu épais. En 2013 et 2014 de nombreux autres relevés de géophysique sont à nouveau réalisés sans pour autant localiser avec certitude les cavités déjà étudiées et encore moins caractériser ces vides et déterminer l'état et la stabilité des voutes. Ce dernier point étant celui qui intéresse avant tout les autorités. Durant cette période, des hydrologues mesurent aussi en continu les paramètres habituels qui caractérisent les eaux courantes aux pertes, aux résurgences et dans deux des cavités par où une partie des eaux souterraines transitent. Se trouvent confirmés les traçages réalisés antérieurement qui avaient mis en évidence que ces eaux souterraines proviennent pour l'essentiel de la rivière Montmorency. Quant aux données concernant la chimie de ces eaux, elles nous semblent de peu de secours pour connaître la nature et l'état des vides par où ces eaux transitent à comparer avec l'étude directe de la morphologie des cavités.

L'EFFET «GÉOGRAPHIE»

En filigrane tout au long de l'histoire de ces cavités naturelles trouvées sous les maisons et les structures dans le Québec méridional, on a été confronté à des paradoxes d'où il est difficile de sortir. En effet il paraissait peu probable que, compte tenu de l'efficacité des campagnes d'investigations géotechniques réalisées pour caractériser toutes les propriétés de l'encaissant

comme des dépôts qui peuvent le couvrir, des vides échappent à ces investigations autant qu'aux connaissances poussées qu'en avaient les géologues. Il est vrai que, pour les approches de mécanique des roches comme pour la paléogéographie des calcaires paléozoïques, on étudie évidemment le plein des matériaux en considérant les vides qui pourraient s'y trouver comme une absence d'information et non comme un objet d'étude pourvu de son historique et de ses caractéristiques spécifiques. Mais ici, même en tenant compte de la réalité des vides découverts, on se trouvait d'office plongé dans le concept qui paraissait le plus opératoire, «le karst», même si l'étude standard des eaux transitant par les cavités n'apportait quasi aucune information pertinente pour comprendre et expliquer le phénomène «caverne». Quant aux spécialistes du Quaternaire, il était évident pour plus d'un que des dislocations de volume métrique dans le roc sous une surface sans relief ne pouvaient provenir du poids de la glace et de son déplacement. Enfin la géophysique, invoquée depuis des décennies comme une avenue prometteuse, ne donnait guère de *résultats utilisables* en milieu construit. Ce qui d'ailleurs est bien connu, comme vient encore de le rappeler en 2013 la Direction générale de la prévention des risques en France dans un document destiné aux communautés locales confrontées à la présence de cavernes si nombreuses sur leur territoire. Enfin, pour les résidents concernés et les autorités locales, ces cavités littéralement occultes ne peuvent avoir de place dans leur paysage mental pour lequel leur milieu de vie quotidienne ne peut être que clairement normé et présenter un «risque zéro».

Il n'empêche que pour sortir de tous ces paradoxes, une attitude semble fructueuse plus et avant n'importe quelle méthode. Elle consiste à faire d'abord le constat que le cadre physique de nos vies tant individuelle que sociétale se compose d'objets qui ont des relations entre eux et avec nous au-delà des mesures que nous sommes capables de réaliser bien que celles-ci soient nécessaires. Mais attention, il n'y a pas là un autre paradoxe malgré les apparences : en effet ne sont jamais utilement mesurables que les objets dont on a d'abord pris conscience de leur réalité et de leurs spécificités. ***Notre première préoccupation est donc de les identifier pour ce qu'ils sont et non de les contraindre à cadrer avec quelque présupposé que ce soit.*** Bref il convient de les décrire, c'est-à-dire de prendre acte de toutes les informations qui en émanent pour choisir au mieux les concepts qui permettent de se les représenter adéquatement. Cette fonction première est aussi celle de l'esprit géographique.

Ces objets qui composent notre environnement sont alors susceptibles de devenir ce qu'on pourrait nommer des «objets/partenaires» dont il devient possible d'étudier les interrelations qui les relient entre eux et avec nous. Pour y arriver, il est bien efficace aussi de garder à l'esprit que tout objet est inexorablement posé ---comme nous--- quelque part dans la «flèche du temps» et non donné au moment où il interfère avec nous. Cette précaution somme toute banale préserve de bien des amalgames. Cela fait, c'est-à-dire avoir étudié les objets qui interfèrent avec nous, on peut alors se diriger vers des modes acceptables de cohabitation en fonction des risques réels et non de la perception qu'on peut en avoir.

RÉFÉRENCES

- Direction générale de la prévention des risques, Min. de l'écologie, du développement et de l'énergie : Plan national pour la prévention des risques liés aux effondrements de cavités souterraines, 2013, 13p. www.developpement-durable.gouv.fr
- SCHROEDER, J., 2004. Les cavernes, un patrimoine gravé par le temps. Actes du premier colloque du Patrimoine géologique du Québec, *Ass. Prof. des Géologues et des Géophysiciens du Québec, Min. des Ressources naturelles du Québec*, MB 2004.05, éd. par G. Prichonnet et M.A. Bouchard, 77-84
- SCHROEDER, J. & BEAUPRÉ, M., 1985. Impacts des cavités glaciotectoniques sur l'aménagement urbain de Montréal, Canada. *Ann. de la Soc. Géol. de Belgique*, 108 : 69-75.
- SCHROEDER, J., BEAUPRÉ, M. & CLOUTIER, M., 1986. Ice-push Caves in Platform Limestones of Montreal Area. *Can. J. of Earth Sc.*, 23 : 1841-1851. *Toutes les références concernant les travaux précurseurs de Grice, Durand et Ballivy y sont répertoriés. Cet article est consultable via le portail www.researchgate.net*
- SCHROEDER, J., BEAUPRÉ, M. & CLOUTIER, M., 1990. Substrat glaciotectonisé et till syngénétique à Pont-Rouge, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 44 : 33-42.
- SCHROEDER, J. & COMEAU, W., 1997. La glaciotectonique : un fléau pour les entrepreneurs en minage, une solution logique pour les consultants et les promoteurs. *20^e Session d'étude sur les techniques de sautage*, 30-31 octobre 1997, Université Laval, 18p.