

# Fantôkarst contre Wallon yard

Ou « L'inspecteur Karst contre la spéléogénèse aux mille visages »

La karstologie expliquée par un nul,  
par Karst Marx Brother



Alors où on en était, déjà? Ah oui.

D'abord on avait vu dans le n°124 que si des trous se creusent dans le calcaire, c'est à cause que le carbonate de calcium qui le compose en grande partie est susceptible aux acides même pas trop nerveux, comme un que justement y'en a plein dans la nature: celui qui se forme lorsque du gaz carbonique se combine avec de l'eau.

Puis dans le n°133 on avait vu qu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, Martel et Cvijić, illustres précurseurs de la karstologie, avaient bâti leur théorie de la formation des grottes et des gouffres sur un exemple beau comme un appartement-témoin: le plateau du Kras en Slovénie (à l'époque: du Karst en Autriche), vu que le premier y était allé en vacances avec ses parents

et que le second était plus ou moins du pays. Leur modèle repose sur un drainage des eaux de pluie et de ruissellement spécifique aux massifs calcaires: au lieu de circuler en surface sous forme de ruisseaux qui font de grandes rivières comme partout ailleurs, l'eau y exploite les fissures, les élargit en corrodant le carbonate (figure 1), circule à travers la masse rocheuse (figure 2) et ressort sous forme de sources dans les vallées au pied du massif (figure 3). Eh bon, voilà, ça fait des pertes, des gouffres, des galeries, des grottes et des résurgences. Ce modèle « fluvio-karstique » était tellement LA référence que depuis un siècle tout massif calcaire est appelé un karst, c'est vous dire.

Figure 1: une perte karstique à l'embut de Caussols (Alpes-Maritimes).  
Cliché de l'auteur. ↗

Figure 2: une circulation karstique dans la grotte de Milandre (Jura Suisse).  
Cliché B. Losson. ↓





Figure 3 : une exsurgence karstique à La Balme d'Épy (Jura). Cliché de l'auteur.

Mais dans le n° 144 on avait vu que parfois l'eau qui creuse les trous ne tombe pas du ciel pour descendre à travers le calcaire : dans certaines grottes c'est exactement l'inverse, elle REMONTE à travers le calcaire ; c'est ce qu'on appelle depuis les années 1980 la *spéléogenèse hypogène*, un processus physique complètement différent du modèle classique de Martel. Même que dans ces cas-là la corrosion peut être sulfurique plutôt que carbonique (figure 4), ce qui pour le coup est très différent aussi sur le plan chimique.

Et puis dans le n° 147 ça s'est encore corsé ; on a vu qu'il n'y a même pas forcément besoin de circulations d'eau pour creuser le karst, les simples circulations d'air bouffent le calcaire parce que l'air transporte les agents corrosifs : l'eau sous

forme gazeuse qui se condense sur la roche, et le gaz carbonique (éventuellement l'hydrogène sulfuré) pour l'acidifier. On a vu aussi que les chauves-souris et leur guano produisent entre autres gaz plus ou moins inélégants du CO<sub>2</sub> à gogo, un vrai turbo pour cette *spéléogenèse par condensation-corrosion* (figure 5). Un processus chimiquement voisin de ce qu'on avait vu dans le n° 124, mais physiquement là encore rien à voir... Mais on en avait conclu que, courant d'eau ou courant d'air, il faut quand même toujours un courant pour creuser les trous.

Toujours ?

Ben non. Y'a des grottes qui se forment sans aucun courant de rien du tout. Je sais, c'est énervant, mais c'est pas de ma faute.



Figure 4 : un petit matin de décembre en Sicile... Un karstologue vérifie scientifiquement que la source de Segesta est hydrothermale et sulfureuse : oui, l'eau est à 27 °C et pue les œufs pourris, donc c'est bien celle-là qui a creusé les gouffres hypogènes sulfuriques de l'Eremita et dei Cocci juste à côté. L'eau sulfureuse, c'est pas bon pour le calcaire mais c'est très bon pour la peau. L'odeur colle quand même un peu, après je vous dis pas dans la baignole. Cliché de l'auteur.



Figure 5 : dans les grottes « à chiros » la condensation-corrosion agrandit globalement les conduits, mais crée aussi par convection des morphologies en coupoles, nichoirs tout trouvés pour les chauves-souris, ce qui va les approfondir encore plus par condensation-corrosion et par bio-corrosion (par les acides organiques). Schéma Philippe Audra.

« Avec ses cathédrales pour uniques montagnes, avec ses carrières pour uniques falaises, regardez-le karstifier, le plat pays qui est le mien... » (Karst Brel)

Dans les années 1990, des karstologues de la fac de Mons (Belgique), avec en tête le professeur Yves Quinif et une doctorante, Anne Vergari, partis fureter dans les carrières du coin où on exploite un beau calcaire plein de petits fossiles très jolis, se sont intéressés à des trucs qui embêtaient bien les carriers : par endroits, dans la bonne roche massive, ils tombaient sur des grosses masses toutes friables toutes nazes ; ça se prolongeait parfois sur des dizaines de mètres derrière le front

de taille, parfois jusqu'au sommet de la couche calcaire, ça faisait comme des corridors ou bien des sortes de puits, ou des poches, des conduits, mais toujours pleins d'un truc argilo-granuleux (figure 6). C'était bien délimité, mais quand même rien de tel pour bousiller un front de taille et te pourrir l'exploitation...

Comme ça ressemblait à d'anciennes grottes bourrées de remplissage (figure 7), forcément nos karstologues sont allés voir ça de plus près ; mais bon, ce qui

était bizarre c'est qu'on retrouvait dans ce soi-disant remplissage les mêmes fossiles que dans la roche, avec la même répartition. Et puis tiens, quand un filon de calcite bien blanc traversait la roche, ben il traversait aussi le soi-disant remplissage (figure 8). Pareil, quand il y avait un joint de strate dans la roche, il se voyait aussi dans le soi-disant remplissage. Bon, bah c'est simple : c'était pas du remplissage, c'était juste la roche en place, mais toute pourrie. Ça ressemble à de la roche mais



Figure 6: au front de la carrière de Hainaut (Belgique), une des formes « pseudoendokarstique » que les engins ont recoupée et en partie vidée. Celle-ci ressemble à un puits. Cliché Yves Quinif.



Figure 7: le décaissement du tunnel de Bure (Autoroute A16, Jura Suisse) a recoupé des cavités qui ressemblent à des conduits colmatés d'argile. Sauf qu'ils sont isolés dans la masse rocheuse et non interconnectés... Ce n'est pas un réseau mais des volumes d'altération *in situ*. Le front d'altération s'est diffusé à partir d'une diaclase et a exploité les interstrates comme l'aurait fait un courant d'eau... Sauf que, sans amont et sans aval, l'eau n'a jamais pu couler là ! Cliché Didier Cailhol.



Figure 8: le fantôme de l'Excursion (carrière Gauthier-Wincqz, Soignies, Belgique): la partie altérée se distingue par sa couleur plus sombre. Les filons de calcite blanche qui traversent l'ensemble montrent qu'il s'agit de roche encaissante altérée *in situ* et non d'un remplissage remanié. Cliché Yves Quinif.

c'est plus de la roche, juste un souvenir de roche. Une roche fantôme, quoi.

En l'analysant, ils ont vu que cette roche fantôme est juste « décarbonatée » : la calcite qui fait ciment a été corrodée, il reste essentiellement la partie argileuse ou siliceuse et les petits fossiles plus durs, du coup la roche n'est plus du tout compacte.

Pour corroder le carbonate, il fallait forcément que de l'eau, un peu acidifiée par du CO<sub>2</sub> comme d'hab', ait imbibé la porosité et les discontinuités de la roche et puis qu'elle ait circulé pour évacuer les solutés. Circulé, oui, mais très très doucement sinon elle aurait dégagé les insolubles comme ça se passe dans le karst classique des bouquins, et bon, ça aurait fait un trou creux. Là, c'étaient des trous pleins, c'étaient même comme qui dirait des non-trous, des idées de trous.

Très doucement, ça veut dire pas de vitesse, pas d'énergie, donc pas de gradient, pas de dénivelé qui permette à l'eau de couler et de faire un bon vieux drainage à la Martel voir *Spelunca* n° 133 p. 23). Et bon, faut bien avouer que la Belgique, question gradient, hein... Brel chantait « Le plat pays qui est le mien », ben voilà : ici y'a plus de degrés dans la bière (purée, j'adore la Belgique...) que dans la pente des paysages. Pas de montagnes, donc pour l'eau souterraine pas de vallée

en contrebas où ressortir, pas d'exutoire, du coup sous la surface du sol l'eau ne circule pas vraiment.

Pourtant une fois que l'eau a bouffé sa dose de carbonate et qu'elle est « saturée », faut quand même bien qu'elle se renouvelle pour que la corrosion continue, non ? Et si elle ne circule presque pas, du

coup il faut forcément beaucoup de temps pour qu'elle se renouvelle ? Ben oui, beaucoup, mais en géologie, du temps souvent on en a, et justement la Belgique ça fait en gros 200 millions d'années que c'est un plat pays : c'est bien assez pour que, dans les zones les plus perméables du calcaire (principalement les fissures) de l'eau



Figure 9: ces grès surmontent les célèbres ocres de Rustrel (Vaucluse) et épongent depuis une centaine de millions d'années les eaux de pluie. Des oxydes de manganèse ont migré dans la masse minérale et, au gré de variations d'humidité, se sont concentrés en auréoles appelées *anneaux de Liesegang*. Pour cette migration de minéraux, il suffit d'avoir de la porosité, de l'eau dedans et pas mal de temps : la fantômisation ça marche aussi comme ça. Cliché de l'auteur.

emporte les carbonates tout doucement, millimètre par millimètre... D'ailleurs, en fait, dans une roche poreuse il n'y a même pas besoin d'une vraie circulation pour faire migrer les sels minéraux, de simples va-et-vient de molécules d'eau suffisent (figure 9). Donc voilà, ces *fantômes de roche* c'est simplement une altération très lente et très longue par l'eau diffuse, sur place, sans évacuation des résidus, une altération qui se produit quand l'eau souterraine ne peut pas s'écouler et éroder.

Bon, d'accord, les fantômes existent en géologie, mais c'est quoi le rapport avec les grottes, alors ?

## Tant karst faire...

Ben le rapport il a vite sauté aux yeux des karstologues wallons quand ils ont vu de l'eau sortir d'une de ces poches d'altérites (figure 10).

Dans un plat pays ou y'a ni montagnes ni falaises, pour faire une carrière pas le choix : faut creuser. C'est pourquoi dans les plaines des Hauts-de-France et en Belgique, les carrières c'est le plus souvent de grandes excavations de plusieurs dizaines (parfois centaines) de mètres de profondeur. Du coup l'eau souterraine de la nappe phréatique y trouve un point bas



Figure 10 : dans la carrière de Nocarcentre (Belgique), ce couloir de fantômisiation a été recoupé par le front de taille; un drainage de la nappe phréatique a pu se mettre en place, et le courant d'eau est en train de vider le fantôme en évacuant ses altérites. Cliché Yves Quinif.

pour ressortir, même que si t'as pas de bonnes pompes pour virer la flotte tu te retrouves vite fait avec un lac à la place de ta carrière. Et comme l'eau de la nappe est virée dès qu'elle sort, eh ben elle re-coule, en permanence ; les carriers et leurs pompes font donc en quelques mois le boulot que l'orogénèse, l'incision des vallées et la géologie en général mettent des millions d'années à faire : ils créent un gradient hydraulique là où il n'y en avait pas, et du coup un drainage dans le karst. Et d'après vous, cette eau qui stagnait bêtement dans le calcaire et qui

se met à circuler dans la masse rocheuse, par où elle passe ? Ben oui, par les zones les plus perméables, forcément. En l'occurrence, par les zones fantômées. Et voilà, dans les carrières les fantômes se mettent à te drainer le calcaire comme des vrais conduits fluvio-karstiques à la Martel.

Résultat : comme ces écoulements-là, eux, ont un gradient et de l'énergie, ils arrachent les altérites, ils te récurent tout ça bien comme il faut, et au bout du compte quand les fantômes sont vidés il reste quoi ? Des couloirs, des puits et des galeries dans du calcaire massif, éventuellement axés sur fracture (figure 11), avec même des fois un ruisseau qui court au fond. Exactement ce qu'on voit dans plein de « vraies » grottes, du bon p'tit fluvio-karst tout ce qu'il y a de « normal », bien propre sur lui ! Quels hypocrites, ces fantômes... C'est vraiment à s'y méprendre.

Et d'ailleurs...

## L'arnakarst !

D'ailleurs, avant d'être portés en altitude par des orogénèses plus ou moins vigoureuses, avant que l'encaissement des vallées périphériques ne les ait drainés, plein de karsts ont commencé par être à un moment ou à un autre des plats pays... Beaucoup ont pu stagner des milliasses et

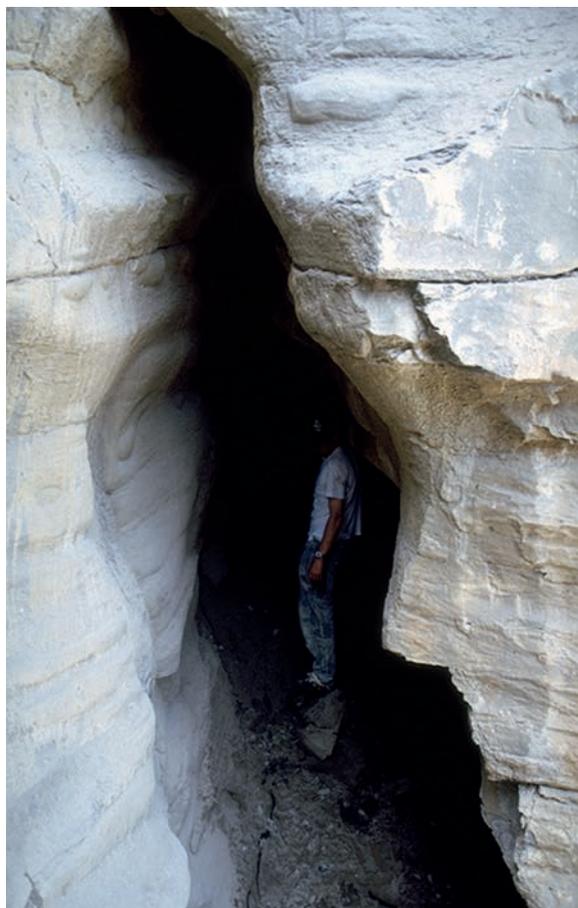
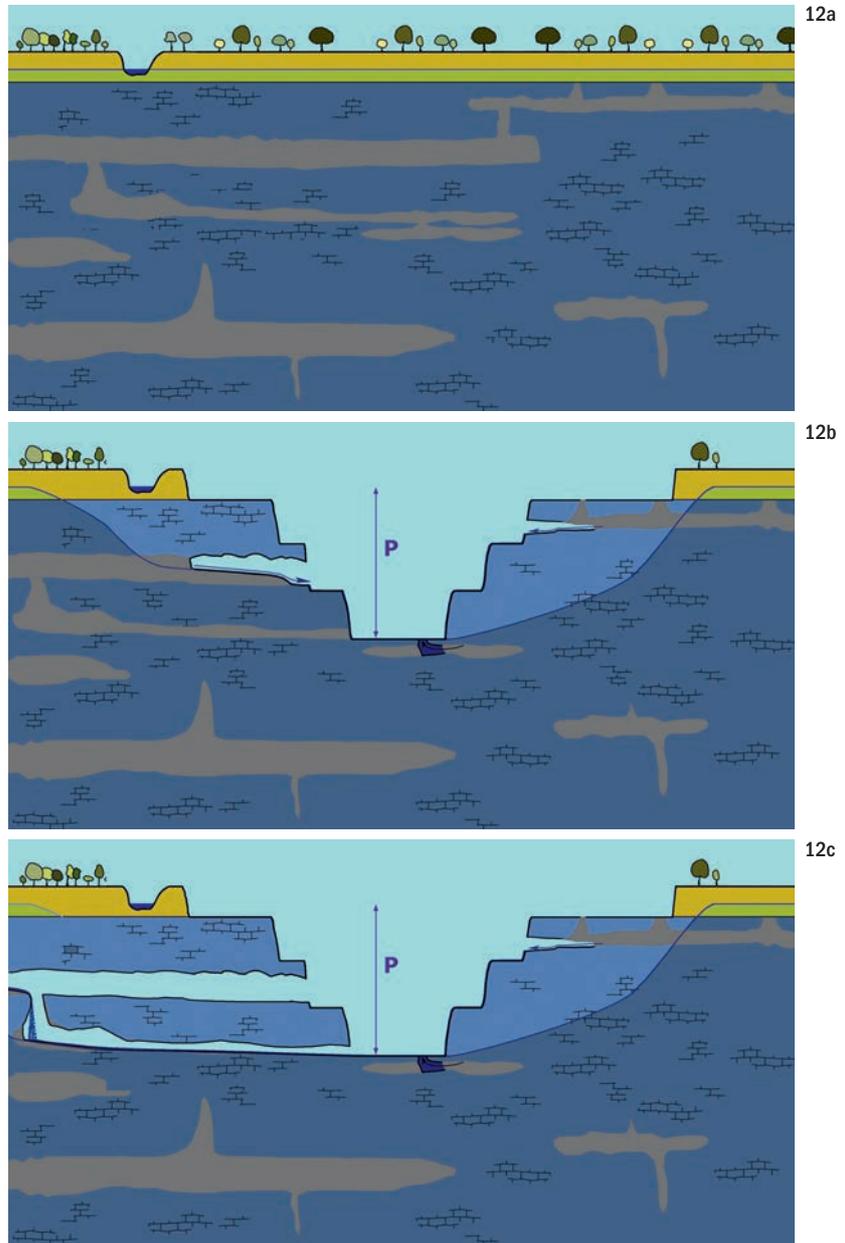


Figure 11 : un fantôme complètement vidé, ici dans la carrière de Clypot (Belgique), ressemble parfaitement un conduit karstique « normal », avec même des morphologies qui miment des banquettes paragénetiques et un méandre. Cliché Yves Quinif.

des milliasses de millénaires pleins d'une flotte fainéante qui se contentait de digérer le calcaire là où elle pouvait l'imbiber, et fabriquer lentement de la roche pourrie. Après, lorsque l'orogénèse et l'érosion en ont fait des massifs perchés avec un potentiel hydraulique, ben là le drainage il était tout préinstallé : les écoulements n'avaient plus qu'à découper les fantômes selon les pointillés, et en quelques dizaines de milliers d'années on te démodule un réseau de grottes et un simili-fluvio-karst bien propres, ni vu ni connu (figure 12 a, b et c). Du coup, des anciens fantômes évidés, ben si ça se trouve on en connaît plein sauf qu'on ne voit plus que c'en est...

Eh ben justement, reculons de trois pas et voyons ça d'un peu plus loin : faut bien avouer que nos inventaires spéléologiques sont farcis de moutons à cinq pattes qui rentrent vraiment pas bien dans le modèle fluvio-karstique, non ? Dans le modèle « classique », normalement les réseaux devraient être organisés selon une logique hydrographique : un chevelu de petits amonts qui convergent, se hiérarchisent en descendant et suivent une direction préférentielle (celle du gradient hydraulique) pour faire un drain principal (le « collecteur »). Oui mais voilà, y'a plein de réseaux bizarres, qui descendent pas franchement, avec des conduits plus ou moins en zigzags qui suivent plus la fracturation qu'un gradient hydraulique, du coup parfois bizarrement organisés en réseaux parallèles réunis par des jonctions en baïonnette, au final tellement labyrinthiques qu'on ne voit pas trop où sont les amonts et les avals surtout



Figures 12a, b et c : création de fantômes de roche et intégration dans un karst « classique » dès lors qu'un gradient se crée et permet la mise en place d'un drainage qui évacue les altérites. (Schéma Yves Quinif)

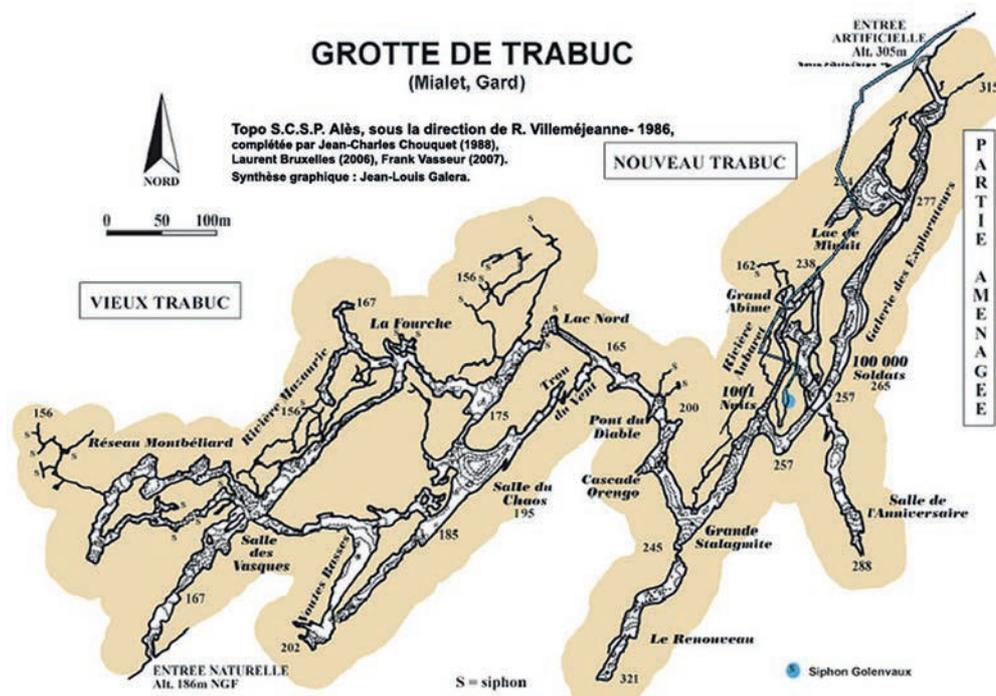


Figure 13 : topographie d'ensemble de la grotte de Trabuc. Vous y voyez un collecteur et une ramification d'affluents, vous ? Ou une direction de drainage ? Topographie Société cévenole de spéléologie et de préhistoire d'Alès et contributeurs.

quand ils ne sont pas actifs (figure 13)... C'est quoi au juste ces réseaux-là? On y voit même des galeries qui, cash, s'arrêtent en cul-de-four: et alors elle passait par où la flotte? Là, t'as beau forcer sur le chausse-pied, le système « classique » ça marche plus du tout; en revanche, la fantômisatation explique tout ça très bien!

Tiens, je vais vous décevoir: manifestement, la plupart de nos superbes méga-lapiés ruiniformes genre Païolive en Ardèche, Montpellier-le-Vieux en Aveyron, Nîmes-le-Vieux en Lozère ou bien encore Saint-Barnabé dans les Alpes-Maritimes (figure 14), ne se sont pas formés comme on t'explique dans les brochures de l'Office de tourisme: la pluie qui élargit les fissures bla-bla bla... En fait, ce sont probablement des fantômes nettoyés de leurs altérites après exhumation. Eh ben pareil, beaucoup de grottes qui paraissent plus ou moins « normales » ont dû au départ naître fantômes de roche avant d'être vidées, voire réutilisées dans du vrai fluvio-karst... Parce que quand un drainage karstique se met en place, la flotte, qu'est-ce que vous croyez, elle va pas se fatiguer à taper dans le dur, elle va faire avec ce qui existe déjà: si y'a déjà du trou ou du



Figure 14: lapiaz ruiniforme de Saint Barnabé, col de Vence (Alpes-Maritimes): ce paysage étrange excite l'imaginaire des ufologues qui y viennent la nuit traquer l'OVNI. Les karstologues y voient plutôt des fantômes: une altération sous couverture commandée par la fracturation a décarbonaté les parois des diaclases de ce calcaire jurassique; lorsque la couverture a disparu, les altérites tendres ont été dégagées, laissant émerger entre les couloirs d'altération les parallépipèdes de roche saine, que l'érosion météorique et nivale subactuelle émousse en chicots striés de *rillenkarren* (cannelures). Le processus initial, souvent nommé *cryptocorrosion*, n'est rien d'autre qu'un cas de fantômisatation. Cliché Jean-Yves Bigot.

presque trou, ben vu que le fantôme c'est toujours plus facile à creuser que le bon calcaire, elle va s'en servir. Je sais, c'est moins géo-poétique que dans le bouquin de classe, mais c'est comme ça. Si ces

conduits-là sont aujourd'hui pénétrables, c'est que le fantôme a disparu (comme dirait La Palisse), du coup bien malin qui peut le voir aujourd'hui, et encore plus malin qui pouvait le comprendre avant...

## Des grottes fantômes ???

### Ça va tourner à la karstomancie cette histoire...

Dans le passé, plein de spéléologues, de karstologues, d'ingénieurs des mines étaient tombés par hasard sur les rares reliques spéléologiques de ces altérations *in situ*; beaucoup avaient vu ces lits de chailles ou de silex, ces fractures ou ces joints de strates bizarrement en continuité entre l'encaissant et le pseudo-remplissage, mais sans qu'un modèle conceptuel n'en sorte. Bizarrement, les grandes idées émergent souvent à peu près en même temps dans plusieurs endroits: pendant qu'en Wallonie les karstologues de Mons invoquaient les fantômes dans les carrières du Hainaut, dans les carrières de craie de Normandie Joël Rodet vidait à la Mansonnrière un « labyrinthe d'altération » de ses altérites, et appelait ça un *primokarst*. La chance peut-être qu'ont eue les karstologues de Mons, c'est de voir la vidange spontanée de ces fantômes grâce à la création artificielle d'un gradient hydraulique, ce qui a permis de mettre en évidence qu'il peut y avoir après la fantômisatation une spéléogénèse complète.

Anne Vergari soutient en 1997 sa thèse de doctorat dans laquelle elle décrit

le modèle global, qui a rapidement été consolidé par de nouvelles observations: en 1999, Paola Tognini identifie dans les grottes du Monte Bisbino (Alpes italiennes) l'héritage d'une fantômisatation datant de 25 à 5 millions d'années, recyclée ces cinq derniers millions d'années en karst « normal » lorsque les Alpes se sont soulevées et que les vallées se sont creusées; en 2002, le karstologue Laurent Bruxelles (qui est en fait français et de Montpellier) utilise le modèle de façon prédictive pour prospecter (et trouver!) de nouvelles cavités (*Spelunca* n° 88, « La chasse aux fantômes dans les Grands Causses. Utilisation d'un nouveau concept de spéléogénèse dans la recherche de cavités. »): c'est carrément une preuve par « neuf »...

Plus récemment, en France, les grottes de Trabuc (figure 13) ou le Trou du Bois du Clot à Pranzac (Charente) ont eux aussi trouvé dans la fantômisatation initiale une logique génétique (Laurent Bruxelles, Grégory Dandurand, *Karstologia mémoires* n° 19, « Grottes et karsts de France », coordinateur Ph. Audra, p. 306-307 et

326-327). Grégory a même argumenté dans sa thèse de doctorat l'hypothèse de la fantômisatation profonde du karst charentais (un autre « plat pays »...) et de l'utilisation de ces proto-conduits par le fluvio-karst de La Rochefoucault: voilà qui expliquerait enfin pourquoi les sources de la Touvre (la deuxième exurgence de France après Fontaine de Vaucluse, rien que ça!) qui jaillissent à 50 m d'altitude ont pu être plongées jusqu'à -180 sans trouver le point bas! Car dans le karst martélien rien n'explique clairement que des réseaux puissent se creuser sous le niveau le plus bas atteint par l'océan à travers les temps géologiques, alors que la fantômisatation explique très bien que dans la zone noyée le calcaire s'altère, puis que des fantômes profonds puissent être dégagés et utilisés comme drains.

Et le processus de fantômisatation permet même maintenant de comprendre comment des grottes peuvent se creuser dans des roches non calcaires, comme les quartzites des tepuis vénézuéliens ou des gneiss et des gabbros au Cameroun!

## Fantômisation express !

La fantômisation c'est très long, mais à la cocotte-minute forcément ça va plus vite...  
Et s'il y a sur Terre un endroit qui ressemble à un autocuiseur, c'est bien l'Islande !

L'île est faite pour l'essentiel de bon basalte bien costaud. Le basalte, sous l'action des acides organiques de l'humus, ça finit par s'altérer, surtout sous climat tropical humide : pour faire simple, les aluminosilicates qui le composent s'hydrolysent et ça donne principalement du silicate d'alumine hydraté, de l'argile pour causer poliment ; mais normalement, ça, ça prend des éternités, disons des millions d'années sans être trop marseillais... Or l'Islande déjà c'est pas vraiment tropical, et puis l'île est trop jeune pour ce truc de vieux continent : une grande partie de ses basaltes sont quaternaires, autant dire d'hier...

Trop jeune, l'Islande, c'est pas faux, mais à côté de ça elle est toute grêlée de zones géothermales où fusent à travers la roche de la vapeur d'eau surchauffée et pleine de gaz ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ...) qui ne demandent qu'à faire des acides bien piquants (carbonique, sulfureux, sulfhydrique, sulfurique, chlorhydrique...) : à ce régime-là, le basalte ne fait pas le malin bien longtemps ! Près du lac Mývatn par exemple, le volcan Krafla a recouvert la région il y a 2000 ans d'une coulée de lave dite « la jeune Laxá ». À Leirhnjúkur, elle est truffée de fumerolles et de solfatares : à ces endroits-là le basalte, cuit à l'étouffée par les vapeurs et imbibé d'acides, est complètement décomposé en argile (Leirhnjúkur, en islandais, ça veut dire « colline d'argile »)... On voit sur la photographie 1 le basalte non altéré au premier plan, et au second le basalte compté par les vapeurs acides dont on le voit tout fumant : là, il est complètement pourri à cœur, réduit en une argile sableuse qui se casse à la main sans trop forcer. La photographie 2, prise à 200 m de la photographie 1, montre la différence entre ce basalte altéré et le basalte sain d'une coulée du Krafla toute fraîche (entre 1975 et 1984)... Cette altération du basalte de la Laxá s'est forcément faite après la coulée (comme dirait Laxá Palisse), du coup en pas plus de deux petits millénaires : quasiment de l'instantané. L'érosion n'a même pas eu le temps de déblayer les argiles, du coup on voit partout des blocs de basalte pourri où sont emballés des morceaux que la coulée de lave avait arrachés au substrat, qui, plus compacts, ne sont pas encore trop altérés (photographie 3).

Altération sur place, isovolumique, structure de la roche originelle respectée : on est bien dans un cas particulier de fantômisation, une fantômisation rapide, mais surtout une fantômisation hydrothermale, donc hypogène... Et si un panache hydrothermal est capable de bouffer du basalte, il est facile d'imaginer ce que ça peut faire dans du calcaire même si on n'est pas dans le paroxysme islandais ! CQFD.



Photographie 1 : zone de solfatares dans les basaltes du Krafla.



Photographie 2 : basalte frais et basalte altéré.



Photographie 3 : inclusions préservées dans le basalte altéré. Clichés de l'auteur.

# Fantokarst ou la spéléogénèse aux mille visages : le maître du monde souterrain ?

La fantômisiation explique donc la genèse réelle de cavités qui, parfois, semblent pourtant « normales » parce que récupérées dans une seconde phase par des processus fluvio-karstiques. Mais elle ne concurrence pas ce modèle-là : elle le complète, parce que ce n'est pas l'un OU l'autre, c'est l'un APRÈS l'autre.

Et pas que le modèle fluvio-karstique, d'ailleurs... En effet, cette altération lente *in situ* des calcaires, si elle peut se faire avec l'eau qui s'infiltré lentement d'en haut pour faire une nappe phréatique, pourquoi pas aussi avec l'eau du dessous ? Avec les remontées diffuses de fluides profonds, souvent corrosifs, parfois minéralisés ? C'est probablement le cas dans pas mal de grottes-mines (genre la grotte d'Oilloki à Sainte-Engrâce, Pyrénées-Atlantiques, mais ça c'est juste mon avis) ou de mines tout court (genre la Grande Vernissière, figure 15) où ont été exploitées des minéralisations de galène dans des calcaires très altérés *in situ*. Il y aurait donc une fantômisiation épigène (ou plus exactement endogène) et une fantômisiation hypogène (voir encadré)... Car il est sans doute aussi difficile de détecter une part originelle de fantômisiation dans les grottes hypogènes « évoluées » que dans les grottes d'apparence fluvio-karstique ! Les fosses charentaises, par exemple, on sait pas trop si c'est du fantôme ou de l'hypogène, les deux se discutent, mais après tout c'est peut-être les deux, non ?

Tiens, puisqu'on cause de ça, les grottes-mines de l'Iglesiente en Sardaigne... Moi qui suis pourtant à moitié rital j'y suis jamais allé, et puis de toute façon j'y connais pas grand-chose en karstologie, mais quand même, vu de loin, hein... Des volumes fermés non interconnectés qui n'ont aucune sortie en surface... Des zones de calcaires intensément altérés, des sédiments argilo-silteux qui m'ont plus l'air d'altérites à peine remaniées que de bouse de vache venue de la surface on ne sait pas comment... Des figures de corrosion différentielle (« Boxworks ») qui rappellent les filons de calcite dans



Figure 15 : fantôme de roche dans l'ancienne mine de la Grande Vernissière (Fressac, Gard). La galerie a recoupé des volumes d'apparence argileuse où on peut sans problème planter une truelle ; mais en fait la structure de l'encaissant y est conservée, la stratification initiale se voit bien à gauche du torse du personnage, et les zones noires dans la masse altérée sont des silex qu'on retrouve en continuité dans le calcaire sain. Même les filons minéralisés se retrouvent en continuité dans le fantôme. Cliché Jean-Yves Bigot.

les fantômes du Hainaut... Les copains karstologues italiens disent que tout ça c'est de l'hypogène, bon, OK, aucun doute là-dessus, mais une de ces cavités est carrément creusée dans des quartzites : même pour de l'hypogène c'est quand même zarbi, non ?

Sans vouloir balancer du gros fromage qui pue dans les carstologghi bolognaise, si ça se trouve, dans les années à venir, on aura sur l'origine de ces cavités-là un autre regard comme ça s'est passé pour Trabuc, parce que si c'étaient de bons vieux fantômes récupérés par une spéléogénèse plus récente et ici effectivement hypogène, ça n'aurait pas une autre gueule... Tiens, délirons un peu : il y a 300 millions de piges entre le Carbonifère et le Trias, à vue de nez il y avait tout ce qu'il faut et tout le temps pour faire des fantômes dans ces calcaires cambriens, et au pif, à l'Oligo-Miocène, l'ouverture du bassin méditerranéen occidental avec tout le bazar volcanique et hydrothermal que ça a foutu dans le secteur, ça a dû être au top pour te faire du bon gros hypogène qui les

aurait récurés et retouchés, ces fantômes. Enfin, je dis ça et pis je dis rien, c'était juste mon côté Marx Brother, mais quand même faut avouer que c'est tentant... « Se non è vero è ben trovato<sup>1</sup> », non ?

En tout cas, on commence bel et bien à identifier une fantômisiation initiale dans beaucoup, beaucoup de cavités, des bizarres et des apparemment « normales », et ce n'est que le début... Les fantômes, en fait, une fois qu'on sait ce que c'est, c'est comme les cavités hypogènes et les emmerdes : plus tu cherches, plus tu en trouves...

Bon, alors c'est bon, là, maintenant ? Spéléogénèse fluvio-karstique, hypogène carbonique, hypogène sulfurique, par condensation-corrosion, et maintenant spéléogénèse après fantômisiation : des courants d'eau, des courants d'air, pas de courant du tout, par-dessus, par-dessous... Là on a fait le tour de la question dans tous les sens, non ?

Mouais... Vous croyez vraiment ?

1. « Si ce n'est pas vrai, c'est en tout cas bien trouvé » proverbe italien ancien, notamment cité au XVI<sup>e</sup> siècle par le moine et philosophe Giordano Bruno dans un dialogue imaginaire entre le Cœur et les Yeux.