

Est-ce que les karstologues comprennent tout dans le karst ?

par Karst Marx BROTHER

La karstologie expliquée par un nul

Résumé de l'épisode précédent

Comprendre pourquoi les massifs calcaires se retrouvent tout bouffés de trous dans lesquels nous autres spéléologues nous aimons à nous engouffrer, ça a l'air super-compliqué comme ça au premier abord, mais dans l'épisode précédent (*Spelunca* n° 124, décembre 2011), on avait vu que les processus sont originaux, d'accord, mais qu'en réalité ils sont « vachement » courants et même qu'on les retrouve dans la vie de tous les jours :

- ✘ En cuisant une plâtrée de spaghettis, on avait vu que, si parfois il y a de l'eau dans le gaz, en tout cas y'a toujours du gaz dans l'eau... Dès que ça commence à chauffer, le gaz part (Théorème de la Casserole), mais tant qu'il fait frais, discrètement, le gaz se combine mine de rien avec l'eau.
- ✘ Cuisiner, ça donne soif, et réfléchir encore plus ; en décapsulant une cannette, on a compris que le gaz se combine d'autant plus volontiers avec l'eau qu'on lui met la pression : si la pression baisse, le gaz part (Théorème de la Binouze).

✘ Une « manip » rigolote avec de l'eau minérale gazeuse nous a montré que lorsque ce gaz est du gaz carbonique, cela donne un acide, l'acide carbonique (pourquoi se compliquer l'existence?), qui mange le calcaire (insoluble) en donnant un corps soluble qui s'appelle hydrogénocarbonate de calcium et c'est bien fait pour lui (Théorème de la Sampé).

✘ Puis, en faisant la vaisselle, on s'est aperçus que, non seulement l'acide carbonique n'est pas très stable et relâche son gaz dès que ça chauffe un peu ou que la pression baisse (Théorème de la Casserole et Théorème de la Binouze inversés), mais qu'en plus l'hydrogénocarbonate de calcium (Ptouy !) n'est pas très stable non plus et se retransforme en calcaire insoluble dès qu'il y a moins de gaz carbonique dans le bazar (Théorème du Bec de Robico), ce qui n'arrange pas la robinetterie mais assure des lendemains qui chantent aux

plombiers. Et si vous ne me croyez pas faites donc la vaisselle de temps en temps.

Sans sortir de la cuisine et surtout sans nous enfermer dans une bibliothèque, nous avons donc compris le processus chimique qui, à l'échelle du caillou, creuse des trous dans le calcaire et fabrique les concrétions. Mais à l'échelle d'un massif, d'un de ces fameux « karsts », concrètement, comment ça s'organise ce bouffage de calcaire ? Là encore, pas besoin de s'esquinter avec des expressions trop alambiquées (moi, l'alambic, c'est pas pour la karstologie que je le trouve le plus intéressant...), vous allez voir, les premiers qui ont compris tout ça n'étaient pas beaucoup mieux renseignés que nous au départ, ils sont tout simplement allés sur le terrain et ont observé, puis réfléchi... Avant de mettre tout ça dans des bouquins qui à force sont devenus de plus en plus compliqués, parce que c'est plus ou moins toujours comme ça, la Science !

Y'a karst regarder...

On dit souvent que l'un des premiers qui, à la fin du XIX^e siècle, ait vraiment compris quelque chose au karst n'est autre que notre grand Édouard-Alfred Martel. Cocorico, donc. Dans le détail, il a été sur le terrain, ouvert ses yeux, cogité... Et aussi pas mal discuté avec son ami Jovan Cvijić, géographe austro-serbe qui justement publiera en 1893, au tout début de la carrière spéléologique de Martel, un bouquin nommé comme de par hasard « Das Karstphänomen ». Les idées naissent rarement d'un seul homme, et Martel partagera, et pour tout dire, reprendra, beaucoup de ses idées.

Et du coup, de ses termes : c'est pas pour rien que vous entendez parler de « ponors », « ouvala », « poljé » : pas bien franchouillard, tout ça, plutôt typé Balkans, non ? En tout cas, ce qui est sûr c'est que celui qui en a parlé le plus et le plus fort, c'est Martel, au point que sa théorie est au cœur du modèle mondialement admis. Enfin, celui en tout cas qu'on vous apprend dans tout stage digne de ce nom et que vous trouvez dans tout bon manuel disponible pour une somme modique chez votre libraire habituel.

Édouard-Alfred naît en 1859 près de Paris. On n'est qu'au tout début de la

révolution industrielle, les congés payés ne seront inventés que trois quarts de siècle plus tard ; rares sont ceux qui ont les moyens et la liberté de voyager, et à l'époque se rendre à l'étranger (ne serait-ce qu'en Europe) est carrément une aventure : pas de GPS, pas d'autoroutes, et même carrément pas de bagnoles... Or la famille Martel, aisée, fait ce que seuls les riches pouvaient faire à l'époque : du tourisme ! Les Martel possèdent même une maison de campagne dans les Causses où le jeune Édouard-Alfred traîne ses godillots avec ses cousins Gabriel et Marcel Gaupillat,

fascinés comme tous les gamins (et comme vous et moi, on n'a pas dû grandir dans nos têtes) par les grottes, les gouffres et les avens qui y baillent.

Un beau jour de 1879, la p'tite famille va visiter une province alors autrichienne, la Carniole. Les Martel y parcoururent le plateau du Karst (aujourd'hui

« Kras » en slovène), truffé de ces curiosités naturelles dont raffolent les touristes de l'époque, toujours plus ou moins frottés de culture, comme par exemple la rivière Pivka qui s'engouffre dans les gigantesques grottes d'Adelsberg (aujourd'hui Postojna) et disparaît dans le noir ; ou encore la Reka, qui, une dizaine de kilomètres après sa source, s'engouffre sous terre dans la grotte de Sankt Kanzian (aujourd'hui Škocjan) et, après un cours souterrain d'une quarantaine de kilomètres jalonné sur le plateau

de gouffres et de dolines, revoit le jour et donne naissance à la rivière Timava (aujourd'hui Timavo, en italien). De ces rivières souterraines, grottes, gouffres, le Karst en est farci !

Édouard-Alfred a vingt ans, et même s'il est prévu qu'il fasse avocat comme papa, il est passionné de géographie : il est frappé par les ressemblances entre les paysages qu'il voit sur le Karst et ceux qu'il connaît depuis tout gamin sur les Causses. On peut même dire que ces rivières qui disparaissent sous le Karst, coulent sous terre et ressortent des kilomètres plus loin le marqueront intellectuellement à vie : du coup, ce n'est sûrement pas un hasard si, neuf ans plus tard, en 1888, la première véritable expédition souterraine de Martel, considérée comme fondatrice de la spéléologie moderne, est la traversée du cours souterrain de la rivière le Bonheur, qui comme la Reka (enfin, en plus court quand même...) s'enfonce sous terre sur le causse de Camprieu et ressort à la grotte de Bramabiau. Ce concept de perte-résurgence, qu'il appellera « percée hydrogéologique » s'ancrera dans l'esprit de Martel et donnera naissance à sa conception du creusement des grottes et des gouffres, causé selon lui par des pertes (actuelles ou anciennes) de cours d'eau de surface et la circulation de rivières souterraines (photographies 1, 2 et 3).

À partir de la traversée de Bramabiau, il va multiplier les explorations et les publications avec l'ambition évidente de se tailler une reconnaissance scientifique ; à son grand regret, il ne sera jamais membre de l'Académie des sciences, où ses idées bien arrêtées et sa façon plutôt rugueuse de les défendre ne lui ont pas valu que des amis... En tout cas la quantité colossale de communications qu'il y fera imposera aux scientifiques le modèle du Karst, avec ses gouffres, ses pertes, ses rivières souterraines, ses sources, comme LE modèle général de creusement dans les massifs calcaires, sur lequel s'appuieront la quasi-totalité des géomorphologues scientifiquement corrects pendant près d'un siècle.

Alors bon, le karst de Martel et de ses héritiers, comment ça marche ? Essayons de voir ça comme je le vois, avec le regard du simple spéléologue de terrain (qui est finalement celui des premiers karstologues), et avec les mots des karstologues les plus utiles au spéléologue de terrain.



1. Selon Martel, le karst, c'est simple, ça commence comme ça : une perte en surface... (plateau de Tsanfleuron, Valais suisse). Cliché de l'auteur.



2. Puis ça continue comme ça... (Coulomp souterrain, Alpes-de-Haute-Provence. Cliché J.-Y. Bigot.



3. ...Puis ça se termine comme ça. (grotte du Pontet, Doubs. Cliché J.-Y. Bigot.

Il y a de l'eau dans le karst...

C'est simple : le modèle que Martel et ses successeurs ont construit sur ses observations dans le Karst et dans les Causses se résume en un mot : drainage. Le karst martélien fonctionne à la base comme un drainage normal, de surface : il pleut, ça forme des petits ruisseaux, qui forment de grandes rivières. Sauf que dans le karst, c'est en trois dimensions parce que le calcaire est une passoire... Voyons ça de plus près.

La pluie tombe sur un massif. Bon, normal. Sur ce massif, y'a des sols, des herbes, des arbustes, des arbres, bon, ça aussi c'est banal (photographie 4). On dit que les plantes produisent de l'oxygène, le poumon de la planète, etc. C'est bien ce qu'on dit, hein ? Ben accrochez-vous : c'est FAUX ! Pas QUE de l'oxygène, du gaz carbonique aussi, et même beaucoup de gaz carbonique !

Dans le métabolisme végétal, l'oxygène est un sous-produit de la photosynthèse, c'est-à-dire du processus par lequel la plante, en utilisant comme énergie la lumière, transforme du gaz carbonique et de l'eau en hydrates de carbone (en matière vivante, quoi) : dans le gaz carbonique CO_2 et l'eau H_2O , il y a de l'oxygène, et même bien plus qu'il n'en faut, donc le surplus est rejeté dans l'atmosphère. Bon, d'accord, c'est ça la photosynthèse. Mais parallèlement à ça, les plantes ont AUSSI une respiration, qui comme la nôtre consomme de l'oxygène et rejette du gaz carbonique. Comme disait Maurice de Talleyrand-Périgord, « Ça va sans dire, mais ça va encore mieux en le disant ! »...

Cela veut donc dire que tant qu'il y a de la lumière il y a photosynthèse, et comme ce processus est plus productif que la respiration, la plante absorbe plus de gaz carbonique qu'elle n'en rejette, et surtout produit plus d'oxygène que de gaz carbonique ; mais pas de lumière, pas de photosynthèse : donc la nuit, pas d'oxygène, et surtout, dans le système racinaire, encore moins de lumière, ni la nuit ni le jour, donc zéro pour la production d'oxygène, rien que du bon gros gaz carbonique... Or, le système racinaire c'est pas rien ! On ne le voit pas parce que c'est planqué dans le sol mais ça représente parfois plus de la moitié de la masse totale de la plante (photographie 5) ! En plus, la plante, dans le sol, elle n'y est pas toute seule : il y a des tas de bactéries et de champignons, dont



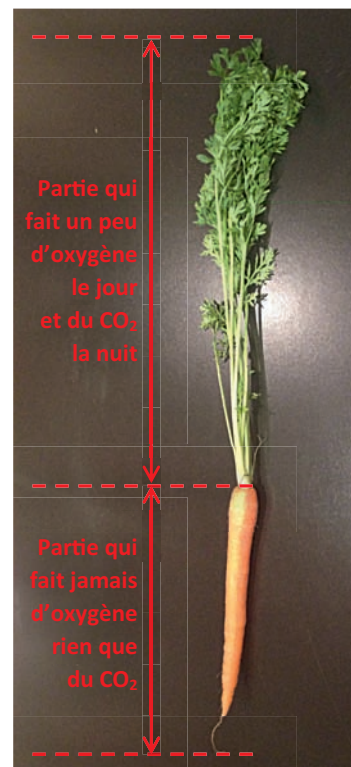
4. Une usine à bouffer le calcaire (karst dans les Monts Hybléens, Sicile), mais quand t'en as vu un tu les as tous vus. Cliché de l'auteur.

beaucoup d'ailleurs contribuent à son métabolisme en lui apportant par exemple des nitrates ; et tout ce beau monde, évidemment, respire...

Ben oui, respire, car il y a bel et bien de l'air dans le sol, diffus entre les particules solides et nécessaires aux bactéries et champignons qui y participent à ce véritable écosystème souterrain. Il y en a même beaucoup ! Pour connaître la quantité d'air qu'il y a sans qu'on le sache dans un sol, vous pouvez faire une petite « manip » très simple chez vous (dès que maman aura le dos tourné, parce que c'est pas sûr que ça lui plaise) : prenez une balance de cuisine, et posez dessus un récipient avec une quantité que vous pouvez mesurer d'une terre de votre choix (dans la photographie 6, c'est 900 cm^3 de terre de mon jardin). Tarez votre balance, et versez de l'eau jusqu'à ce que votre terre soit saturée : lisez le poids de l'eau que vous avez versée (dans mon exemple, il a fallu 370 grammes, c'est-à-dire 370 cm^3) et faites la division, vous aurez le pourcentage de vides, donc de gaz dans votre sol. Dans mon exemple, on voit que la terre de mon jardin contient... 40 % de gaz ! Et encore, elle était mouillée, il avait plu. On comprend maintenant pourquoi les plantes poussent mieux sur un sol travaillé : en « aérant » le sol comme disent les jardiniers, on apporte tout simplement de l'air à toutes ces bactéries et ces champignons, et on leur permet de foisonner et d'apporter plein de nutriments à la plante... Une terre non cultivée en contient un peu moins, mais l'ordre de grandeur est le même, et soyez

certain que dès qu'il y a des plantes sur le sol, c'est que sous le sol il y a du gaz et des bactéries.

Du coup, au-dessus du sol, oui, certes, on respire l'oxygène à pleins poumons, mais dans le sol, c'est bien gazé : alors que le pourcentage de CO_2 considéré comme normal dans l'atmosphère n'est que de 0,038 %, dans le sol on relève couramment des taux qui vont flirter allègrement avec les 10 % ! Vous imaginez la soupe carbonique lorsque l'eau de pluie traverse le sol et se mélange à ce gaz-là (théorème de la Casserole)...



Partie qui fait un peu d'oxygène le jour et du CO_2 la nuit

Partie qui fait jamais d'oxygène rien que du CO_2

5. Biologie de cuisine : un générateur photosynthétique différentiel ; en haut du cliché, plus d'oxygène que de CO_2 , en bas, plus de CO_2 que d'oxygène. Cliché de l'auteur.



a.



b.



c.

6. **Karstologie de cuisine** : pour connaître la quantité d'air qu'il y a sans qu'on le sache dans un sol, on pèse un volume connu de terre (a), on la sature d'eau (b), on soustrait (c) et on sait combien il y avait de place entre les particules de terre. Les conjoints ne comprenant pas toujours l'intérêt de la Science, l'auteur décline toute responsabilité concernant les conflits conjugaux pouvant découler de cette expérimentation. Clichés de l'auteur.

En plus, lorsque l'eau s'infiltré dans le sol, elle fait « piston », et dans les interstices où elle se trouve en contact avec le gaz, la pression augmente : du coup, le CO₂ sous pression se combine encore plus volontiers avec elle (Théorème de la Binouze). Et comme dans le sol il fait toujours un peu frais, c'est encore mieux (Théorème de la Casserole).

Donc on se résume : lorsqu'il pleut sur un sol un tant soit peu végétalisé, l'eau qui traverse le sol se combine avec d'autant plus de gaz carbonique qu'il y a de biomasse, et devient donc acide ; vous comprenez maintenant UNE des raisons pour lesquelles on dit de certains terrains riches en matière organique, comme la terre de bruyère, qu'ils

sont « acides » ! Vous voyez, même au jardin on fait de la karstologie sans le savoir !

Donc l'eau de pluie traverse le sol, s'acidifie au passage et arrive sur la couche rocheuse sous-jacente. À une échelle plus grande que le simple bloc, la roche est toujours un peu fissurée, fracturée, il suffit de la regarder quand elle est à nu pour le voir. Si la roche est un granit, un gneiss, une argile, un schiste... Bref à peu près n'importe quoi sauf du calcaire, un peu d'eau va s'infiltrer dans les discontinuités et les remplir, à la limite y circuler très lentement, mais sans avoir d'action significative ; l'essentiel des circulations va se faire au-dessus de la couche rocheuse et va créer un drainage

« normal », de surface : des petits ruisseaux, puis de grandes rivières... En revanche, dans un calcaire, l'eau qui va s'infiltrer dans les fissures, acide, va en corroder les parois (Théorème de la Sampé) et du coup les élargir ; et plus la fissure sera large, plus l'eau va s'y infiltrer, et plus elle va s'y infiltrer et plus elle va corroder... Et ainsi de suite. C'est ce que les scientifiques, qui, pour discuter entre eux adorent mettre leurs mots à eux sur des choses qui se comprennent aussi très bien sans ça, appellent une *rétroaction positive*.

Donc l'eau qui tombe sur le calcaire s'y infiltre et élargit les fissures pour faire des vides. Mais jusqu'où cela s'arrêtera-t-il ?

Karst sur table !

Naturellement, tant que l'eau acide trouvera des fissures où elle pourra circuler, elle y circulera, et tant que ce sera dans du calcaire elle les élargira. Or, ce qui fait bouger l'eau, c'est son propre poids, c'est la gravité. Donc, comme la pomme de Newton, direction le centre de la Terre ! Bon, évidemment, elle va s'arrêter avant, mais tant que rien ne l'arrêtera elle aura tendance à s'enfoncer verticalement en élargissant les discontinuités sur son parcours.

En même temps il va se produire verticalement ce qui se produit à peu près horizontalement dans un drainage de surface : les ruisselets font des ruisseaux, qui font des rivières... Les petites infiltrations vont se rassembler, former des écoulements plus importants qui vont élargir encore plus les vides : voilà pourquoi, comme nous l'avons tous vu en spéléologie, la surface des karsts est souvent persillée de fissures ou de



7. Le drainage d'un karst est, dans un premier temps, vertical... (grotte de Sakany, Ariège). Cliché J.-Y. Bigot.

conduits pour la plupart plus ou moins impénétrables, mais quelques mètres ou quelques dizaines de mètres plus bas nous arrivons souvent à ce que nous appelons dans notre langage de terrain « la zone des puits », où on a beaucoup plus de place mais où ça descend sec... Les karstologues, eux, parlent d'*épikarst* pour la tranche plus ou moins impénétrable, et disent volontiers *endokarst* pour la zone des puits ; le tout, ils appellent ça la *zone de transfert vertical*, ce qui est assez explicite si on sait comment ça marche. En tout cas, c'est pour ça qu'on peut dire que le karst fonctionne comme un drainage de surface, mais en trois dimensions au lieu de deux : il y a la verticale en plus.

Alors qu'est-ce qui peut arrêter l'eau de s'enfoncer verticalement (photographie 7) ? Il peut y avoir deux raisons : soit elle bute sur une couche non calcaire, soit en dessous toutes les fissures sont déjà pleines d'eau et elle ne peut plus s'enfoncer. Dans ce cas, on parle de *niveau de base*.

Si elle bute sur une couche non calcaire, donc relativement imperméable ou en tout cas pas spécialement impressionnée par l'acide carbonique, l'eau va s'écouler à la base du calcaire et sur la surface de cette couche qu'elle ne peut pas traverser, en « cherchant » dans les fissures (qu'elle élargira naturellement) un cheminement jusqu'à une sortie à l'air libre. Cette sortie existe parce que la masse rocheuse est, de près ou de loin, environnée de vallées périphériques qui drainent toutes les circulations souterraines sous forme de sources.

Il arrive aussi que l'eau ne bute pas sur une couche imperméable, mais qu'elle arrive simplement à un niveau au-dessous duquel tous les vides du calcaire sont déjà pleins d'eau, une eau qui



8. ...Puis horizontal (grotte de Sakany, Ariège). Cliché J.-Y.Bigot. Ce collecteur-là est quasiment fossile, voir la photographie 2 pour un collecteur actif...

n'arrive ni à circuler ni à s'enfoncer parce qu'elle n'a pas trouvé de sortie vers une vallée périphérique : tout simplement parce qu'on est au-dessous du niveau des vallées périphériques ; Martel s'est battu contre ce concept auquel il a toujours refusé de croire, mais plus tard les karstologues l'admettront et parleront de *zone noyée* ou *phréatique*.

Dans les deux cas de toute façon, puisqu'à proximité du niveau de base les écoulements ne peuvent plus s'enfoncer, ils suivent alors des cheminements essentiellement horizontaux : c'est là qu'on trouve nos belles rivières souterraines, ou ce que parfois nous appelons des drains ou des collecteurs (photographie 8). Sans trop se compliquer l'existence (et la nôtre), les karstologues parlent de *zone de transfert horizontal* ; certains parlent aussi parfois de zone épinoyée, sous prétexte que, comme les

pluies sont irrégulières, il y a sous terre des variations importantes de débit (par exemple les crues, qui excitent beaucoup les karstologues au bureau, mais qu'eux et nous on n'aime pas trop quand on est sous terre), et que donc le niveau de l'eau varie dans la masse calcaire : du coup, au gré du niveau d'eau qui varie, les écoulements se baladent façon yo-yo, et les creusements suivent souvent des profils en montagnes russes.

Enfin, comme le karst a une longue histoire et qu'il a connu les vallées quand elles étaient toutes petites, avant qu'elles ne s'encaissent, on a souvent plusieurs cheminements horizontaux vers des émergences successives plus ou moins superposées, dont seule la plus basse (et donc dans le cas pas trop tordu la plus récente) est active. On parle de *réseaux fossiles étagés*.

Sous terre, ékarstille les yeux...

Une fois de plus, toutes ces connaissances ne ressortent que de l'observation, du bon sens et de la réflexion ; pas besoin au départ de mesures de labo et de formules compliquées, il faut juste lire ce qu'on observe sous terre à la lumière d'un canevas assez simple : les processus chimiques de base et leurs causes, les processus mécaniques de base et leurs causes, tels que nous les avons vus. Mais le modèle de Martel et Cvijić, simple et global, s'est petit à petit compliqué lorsque les karstologues sont passés du

fonctionnement général au fonctionnement de détail. Vu de près, beaucoup de facteurs secondaires se superposent et s'enchevêtrent :

■ le temps, d'abord : le karst a une histoire, et non seulement elle est longue, mais elle est aussi parfois compliquée ; lorsqu'on l'observe, on ne le voit que dans son état à l'instant *t*. Or sur le temps long, les climats varient considérablement, ce qui implique d'énormes changements dans les régimes d'écoulement : de ce fait, des

parties de réseaux peuvent passer de phases très actives avec une érosion intense des conduits à des phases beaucoup moins actives, voire plus du tout actives. Le niveau de base est censé descendre avec l'encaissement des vallées, mais pour différentes raisons (notamment les variations du niveau marin qui sont parfois énormes) il arrive qu'il soit remonté, obligeant les drainages à s'adapter. Pire, sur l'échelle géologique des temps, même les montagnes bougent... Du coup les

cavités peuvent carrément se retrouver dans des conditions topographiques totalement différentes de celles où elles se sont formées, et même déconnectées des autres parties du réseau d'origine ;

■ la chimie du karst elle-même : lorsque les écoulements diminuent, les processus de dégazage et de précipitation du carbonate (Théorème du bec du Robico) peuvent devenir prépondérants sur l'érosion et tendre à colmater les conduits ; les jolies concrétions qu'on aime tant, ben c'est juste le karst qui cicatrise ! ;

■ la minéralogie, après : le calcaire n'est pas pur, il contient toujours une fraction qui n'est pas corrodée, essentiellement de l'argile. Cette argile est transportée mécaniquement par l'eau et forme une grande partie de ce qu'on appelle les « remplissages », avec éventuellement toutes les saloperies que les eaux de surface peuvent emporter sous terre : sables, galets, graviers, grenouilles... ;

■ la mécanique des fluides ensuite : la fissuration suit la mécanique des solides, mais dès que les infiltrations plus ou moins diffuses se sont suffisamment rassemblées pour former des écoulements compétents, l'érosion suit la mécanique des fluides et donne aux conduits des géométries qui dérivent de la fissuration d'origine, comme les méandres par exemple ;

■ et quand la mécanique des fluides rentre en compétition avec des remplissages, c'est pire : les remplissages, ben ça remplit, forcément, ça s'accumule dans certains points des conduits ; en surface, il peut y avoir autant de sédiments qu'on veut, l'eau a toujours de la place pour passer dessus, mais sous terre les conduits ont des limites finies, et les remplissages les colmatent plus ou moins par endroits au point parfois de contraindre les écoulements à se fauiler là où ils peuvent. Comme les sédiments se déposent forcément en bas des conduits, pour se creuser un chemin l'eau va devoir éroder vers le

haut, à la voûte ou sur les côtés (photographie 9) : du coup, contrairement à tout ce qu'on peut voir en surface, sous terre lorsqu'il y a des remplissages l'érosion ne se fait pas vers le bas mais plutôt vers le haut. Cela donne des formes spécifiques au karst : chenaux de voûte lorsque le conduit est quasi-comblé, lapiaz de voûtes ou de parois, banquettes-limites lorsque le conduit n'est qu'à moitié plein de remplissages et que du coup le bas du conduit est protégé de l'érosion... Le géologue Philippe Renault, le premier (ou pratiquement, il y a toujours des gens qui ont vu avant mais ne l'ont pas dit assez fort) qui a décrit ce processus, l'a traité de *paragénétique*, ne me demandez pas pourquoi, par opposition à *syngénétique* lorsque l'érosion du conduit se fait sans la protection des remplissages : dans ce cas, on a d'autres formes, plus conventionnelles, plus conformes à ce qu'on voit en surface, qui résultent d'une érosion vers le bas (comme les formes d'incision, galeries en trou de serrure, etc.) ou à la limite sur toute la section du conduit lorsqu'il est totalement ennoyé (ce qu'on appelait dans le passé les conduites forcées, mais c'est plus à la mode).

Tout ça donne un modèle très simple dans les grandes lignes martéliennes et dans les processus à l'origine du creusement, mais rendu complexe lorsqu'on va dans le détail par des impondérables dont les effets se superposent, et c'est en étudiant ces impondérables que les karstologues révèlent cette complexité de détail. Mais après tout, s'ils en sont maintenant à pinailler sur les impondérables, c'est bien qu'ils maîtrisent le sujet, non ? Finalement, les grottes et les gouffres, c'est de l'eau qui tombe sur du calcaire, qui se creuse son chemin à travers grâce à la chimie de l'acide carbonique, et qui ressort en bas dans les vallées, point barre, c'est bien ça ?

Oui, souvent on voit bien que c'est ça. En tout cas chez nous, dans nos beaux karsts alpins, dans nos causses, ça marche bien. Mais...

Mais alors, pourquoi il y a aussi des grottes dans des zones arides ?

Et après tout, pourquoi il n'y aurait qu'une seule manière de faire des trous dans du calcaire ?

En fait, est-ce qu'on est sûr que c'est TOUJOURS ça, le karst ?

Karst Marx Brother reviendra bientôt pour tenter de répondre à cette épineuse question.



9. Belles formes de paragénèse : les méandres de plafond (grotte de Santa Ninfa, province de Trapani, Sicile. Cliché J.-Y. Bigot. Bon, les puristes diront que c'est une grotte dans le gypse, mais le processus de paragénèse est exactement le même que dans le calcaire.