

# Le karst: y'a de l'eau dans le gaz!

## La karstologie expliquée par un nul, par Karst Marx Brother

### RÉSUMÉ DES ÉPISODES PRÉCÉDENTS

Dans les *Spelunca* n°124 (décembre 2011) et 133 (mars 2014), on avait vu que, depuis Martel et Cvijić, tout le monde pensait que les grottes et les gouffres c'est forcément au départ la pluie qui tombe sur du calcaire ; par la magie de la chimie de l'acide carbonique, elle se fraye son chemin à travers en creusant des puits ; et puis elle ressort en bas dans les vallées via de grandes galeries où les rivières souterraines s'écoulent vers les résurgences du coup, « karstiques ».

Puis dans le n°145 (mars 2017) on avait vu que, des fois, l'eau qui creuse les trous ne descend pas du ciel : elle REMONTE des profondeurs géologiques à travers le calcaire, et même que dans ces cas-là la magie peut être sulfurique plutôt que carbonique. Ça pue un peu comme magie, l'hydrogène sulfuré, mais c'est encore plus efficace. C'est ce qu'on appelle la spéléogénèse hypogène.

Mais bon, au bout du compte, au fond ou en surface, faire des trous dans le calcaire, c'est toujours une histoire d'eau, qui monte ou qui descend, non ?

Toujours ?

Ben non... C'est contrariant, je sais, mais il y a aussi des grottes qui se creusent sans eau.

### Mais où est donc eau dans le karst ?

Qui se creusent sans eau, ou plus exactement sans eau visible, car il y a une eau invisible qui nous baigne tous : celle qui est tout simplement dans l'air ambiant, vous savez, ce qu'on appelle l'*humidité* (photographie 1). Et s'il y a bien un endroit où il fait humide sur terre, c'est sous terre ! Regardez les parois de nos grottes, même celles qu'on dit « sèches » : si elles étaient vraiment si sèches que ça, nos combis ne seraient pas aussi crades... Même s'il ne pleut pas, même si ça ne ruisselle pas, c'est toujours plus ou moins mouillé de partout. Mais d'où elle vient, alors, cette flotte-là ? Elle vient de dehors, évidemment. Et si ce qui l'amène sous terre, c'est pas la pluie, alors c'est forcément ce sacré « courant d'air » que nous autres spéléologues on est tout le temps en train de traquer... Et l'air, Dieu sait si ça circule dans le karst !

D'abord les grottes « respirent » au gré des variations de pression atmosphérique ;

et puis dès qu'on a plusieurs ouvertures étagées (même minuscules, des fissures ça suffit) des courants d'air s'établissent entre les entrées basses et les entrées hautes. Et même si elles sont à la même altitude, il suffit qu'une prenne un peu le vent ou bien soit un peu mieux exposée au soleil pour que des pompes s'amorcent... Bon, l'air circule, d'accord, mais alors il y aurait donc de l'eau dans l'air ?

Ben oui. La quantité d'eau transportée par l'air n'est pas directement perceptible (sauf le jour où on se la prend sur la tronche sous forme d'épisode cévenol), et, pour cette raison, sa charge humide est souvent ignorée ou tenue pour négligeable, mais bon, vous savez, la TVA non plus on la voit pas... Et pourtant elle est là et bien là ! Pour voir cette eau cachée, il suffit de refroidir l'air puisque, pour une pression atmosphérique et une humidité données, il y a une température au-dessous de laquelle cette eau masquée se condense : les thermodynamiciens appellent ça la *point de rosée* (photographie 2).

Des ingénieurs ont cherché depuis des lustres à capter cette eau masquée, ressource précieuse dans les zones arides ; beaucoup de systèmes de collecte de l'eau atmosphérique par condensation naturelle, sans ventilation forcée et sans aucune source de froid technique, ont été essayés. En 1905, le russe Friedrich Zibold édifie à Théodosia (Ukraine) un gros condenseur atmosphérique en pierres de 20 m de diamètre et de 6 m de haut, qui aurait produit jusqu'à 360 litres d'eau par jour ! En 1929, à Montpellier, Léon Chaptal (pas le Chaptal qui a inventé de mettre du sucre dans le jus de raisin pour alcooliser le pinard,



Photographie 1 : L'humidité de l'air se condense spontanément sur une paroi froide. Et il faut reconnaître que plus il fait chaud et meilleur c'est. Purée, qu'est-ce que j'aime la science, moi... Cliché de l'auteur.



Photographie 2 : Nuée débordant une crête, puis disparaissant immédiatement. Ce phénomène fréquent en montagne permet de «voir» le point de rosée : côté adret, le vent fait monter l'air de la vallée le long du versant ; en prenant de l'altitude, l'air se refroidit (en gros 1°C tous les 150 m), le point de rosée est franchi et l'humidité se condense en nuage ; l'air (donc le nuage) passe la crête, redescend et se réchauffe, le point de rosée est franchi dans l'autre sens et la vapeur disparaît. L'humidité ne varie pas, mais tantôt sous forme de brouillard et tantôt sous forme gazeuse, tu me vois, tu me vois plus. C'est aussi comme ça que se produit l'« effet de Foehn ». Cliché de l'auteur.



Photographie 3 : Le puits aérien d'Émile Knapen (Trans-en-Provence, Var). Cliché de l'auteur.

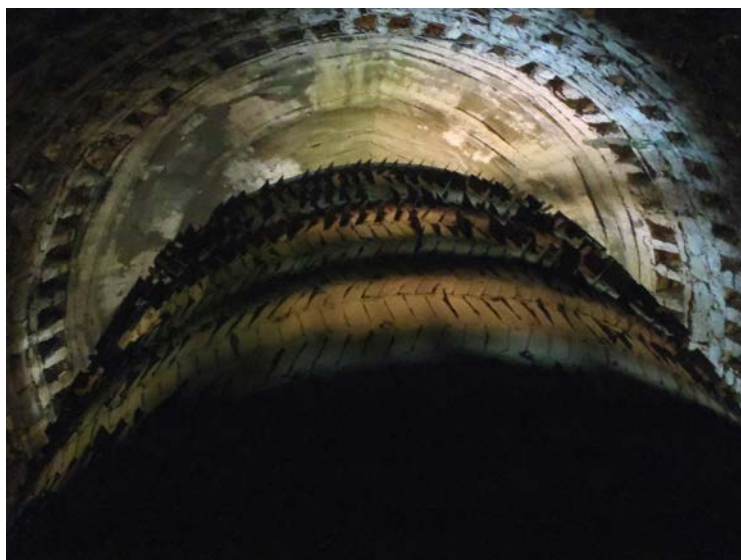


Photographie 4 : La paroi du puits aérien de Knapen est ventilée mais elle est épaisse de plus de deux mètres et le rayonnement solaire ne pénètre pratiquement pas la structure, ce qui était censé garantir au système une stabilité thermique suffisante. Cliché de l'auteur.

un autre Chaptal qui est resté à l'eau) en construit un plus petit sur le même principe, une pyramide de pierres de 3 m de haut qui, au cours de l'été 1930, aurait produit 88 litres d'eau. Dans la foulée, l'année suivante, un belge, Achille Knapen, bâtit à Trans-en-Provence (Var) un prototype de « puits aérien » plus élaboré, une sorte de tour ventilée de 12 m de diamètre sur 13 de haut qui existe toujours (photographies 3, 4 et 5). Au final, comme la condensation est provoquée par un gros changement de température de l'air, l'élégant « proto » de Knappen, trop ventilé et qui manque d'inertie thermique, dont du coup la température intérieure reste influencée par l'extérieur, marche moins bien que celui de Zibold pourtant hyper-basique : juste un gros tas de cailloux avec de l'air qui passe dedans. Oui, c'est ça : exactement comme un bon vieux massif karstifié !

Pour en revenir, donc, au karst, chacun d'entre nous sait que sous terre la température est très stable, et que l'été il y fait bien plus froid que dehors : si de l'air rentre dans une cavité et pour peu que la différence de température soit suffisante, elle va se comporter comme un condenseur de Zibold. Et si ces condenseurs, tas de cailloux tout rachitiques comparés à un vrai massif de montagnes, restituent carrément des litres d'eau de condensation par jour, imaginez ce qu'il peut en être dans des réseaux karstiques qui aspirent goulument l'air extérieur... Ah, là on comprend mieux maintenant pourquoi c'est toujours mouillé sous terre, non ?

Phénomène pittoresque mais anecdotique ? Ratiocination de karstologue aviné ? Ben non... Bien sûr, au bilan hydrologique et sur une échelle de temps annuelle, la majeure partie des volumes d'eau restitués par le karst provient généralement de l'infiltration plus ou moins directe des précipitations, mais la condensation en fournit des quantités qui sont loin d'être négligeables : certains chercheurs [DUBLYANSKY V. & DUBLYANSKY Y. (1998) : The problem of condensation in karst studies.- *Journal of Caves and Karst Studies*, 60 (1), p.3-17] ont même démontré que, dans certains massifs en zone ou en saison relativement « sèche » (au sens météorologique et non aérologique du terme), ces condensats fournissent carrément une bonne partie des écoulements restitués par le karst. Par exemple, en Provence, région très aride l'été c'est bien connu, sept volumes d'eau dans un de pastis. Mais là je crois que je m'égaré...



Photographie 5 : Le condenseur du système, un noyau maçonné de 6 m de diamètre qui a une grande inertie thermique du fait de sa masse, était équipé d'ailettes en ardoise sur lesquelles l'humidité de l'air se condensait. Surmonté d'une ventilation haute, le puits aérien fonctionne exactement comme ces cavités que nous appelons « tube à vent » Cliché de l'auteur.

## Tu crois vraiment que la spéléogénèse, si c'est pas « que d'eau ! » alors c'est que dalle ?

Si l'eau de pluie est capable de se combiner avec du gaz carbonique et de bouffer le calcaire, cette eau condensée à l'intérieur du karst joue forcément elle aussi un rôle dans la spéléogénèse : vu que la circulation d'air y assure un apport permanent de CO<sub>2</sub>, pourquoi diantre ce film d'eau de condensation ne serait pas lui aussi capable de s'acidifier ? Du coup, comme la rouille qui rongerait les grilles oubliées dans les prisons s'il n'y venait personne et qui, en tout cas, attaque bel et bien la ferraille des vieux maillons rapides laissés en fixe (ah, ça, sous terre, vous l'avez vu aussi bien que moi, hein ?), ce « film acide » sur la paroi corrode le carbonate (photographie 6). Puis, comme la circulation d'air assure AUCSI un apport constant en humidité, le film d'eau, constamment alimenté par la condensation, s'égoutte ou flue lentement vers le bas des parois en entraînant le carbonate en solution et finit par s'évacuer par ruissellement et infiltration, en exportant donc de la matière. D'où, donc, bouffage de paroi et agrandissement de trou. Spéléogénèse, quoi.



Photographie 6 : Portion de plafond où le calcaire encaissant a été corrodé par des gouttelettes de condensation, formant ainsi des micro-cupules, un exemple dans la grotte du Revest, Alpes-Maritimes. Cliché de l'auteur.

Bien sûr, dans nos cavités alpines actives, les processus « habituels » liés aux infiltrations et aux ruissellements sont prépondérants et masquent beaucoup de choses, mais n'avez-vous jamais remarqué dans certaines grottes bien sages, peu actives ou carrément fossiles, que les parois étaient pâteuses, comme pourries, sur quelques millimètres ? Ben voilà, on peut toujours appeler ça une *altération* sans trop se poser de questions si on veut,

mais il faut quand même bien qu'il y ait un processus physico-chimique derrière ce mot : et ce processus c'est tout simplement la corrosion par le film humide...

Ce processus aujourd'hui identifié dans de nombreuses cavités a été nommé *condensation-corrosion*. Du point de vue physico-chimique, ça marche donc comme avec les infiltrations d'eau de pluie, mais en plus lent.

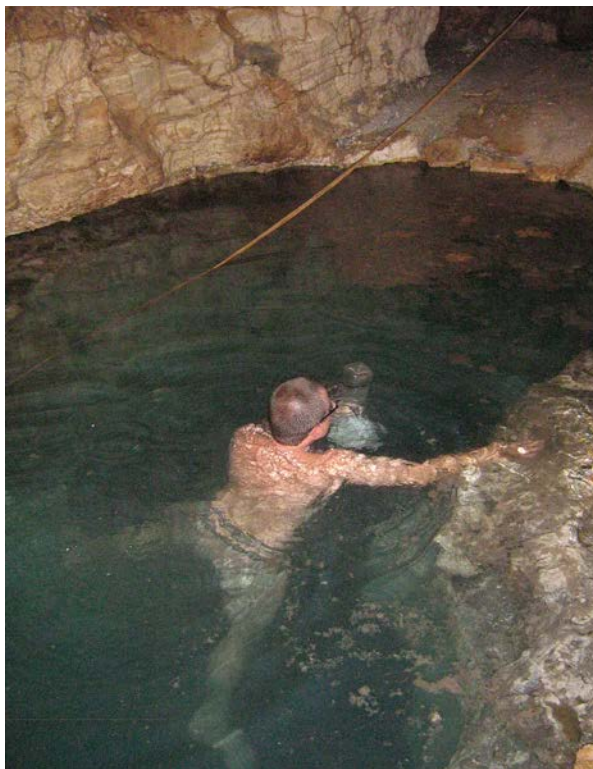
Quoique...

## Tant va le calcaire à l'eau (de condensation) qu'à la fin il se karst

En plus lent, ouais... Quoique : d'abord, la pluie c'est de temps en temps, alors que la condensation c'est à peu près tout le temps ; il y en a peut-être moins, mais il y en a plus longtemps. La Fontaine aurait sûrement fait une fable là-dessus, avec un truc qui va très vite mais s'arrête tout le temps versus un truc qui va lentement mais s'arrête jamais.

Et ça, c'est dans des conditions, disons, banales. Mais comment ça se passe si, en plus, il y a dans la cavité quelque chose qui produit de la chaleur, ou de la vapeur d'eau, ou du CO<sub>2</sub> ou autre gaz qui ne demande qu'à devenir corrosif ? Vous ne voyez pas quoi t'est-ce ? Non ? Il y a pourtant plusieurs choses qui peuvent donner de sacrés coups de pouce à la corrosion par la condensation.

La première, on en a parlé dans le *Spelunca* n° 145 : ce sont les remontées d'eaux profondes (*spéléogénèse hypogène*). Dans ce modèle de fonctionnement, les apports extérieurs d'humidité et de



Photographie 7 : La vasque du siphon terminal de la grotte des Serpents (Aix-les-Bains) dégage H<sub>2</sub>S et CO<sub>2</sub>. Le pingouin qui s'ingénie à collecter les bulles de gaz sous la surface avec un entonnoir et un flacon ne risque pas la pneumonie vu que l'eau est à 41 °C : l'air est saturé d'humidité comme dans un hammam, du coup voûte et parois relativement froides sont partout dégoulinantes de condensation et corrodées en gypse pâteux. Cliché Philippe Audra.

Photographie 8 : Accumulation de guano dans une grotte à chiroptères des Alpes-de-Haute-Provence. Le halo au-dessus de la masse met en évidence la vapeur d'eau dégagée par la chaleur de la fermentation, mais ce qu'on ne voit pas, c'est les gaz qui s'en échappent aussi, notamment le CO<sub>2</sub>. Cliché Jean-Yves Bigot.



Photographie 9 ci-dessous : L'abisso dei Cocci (province de Trapani, Sicile), cavité totalement sèche à l'exception d'un petit réseau proche de la surface où il y a quelques gours, héberge jusque dans la zone du fond (-300) d'importantes colonies de chauves-souris. Les dépôts de guano sont considérables et leur fermentation fait que plus on descend, plus la concentration de CO<sub>2</sub> s'élève et plus la température augmente (elle passe de 22 dans les zones supérieures à plus de 25 °C vers -200). Parois et voûtes sont partout décapées et altérées. Les altérites claires qui en tombent recouvrent au pied des parois les sols bruns organiques: on voit qu'actuellement l'eau ne circule ni ne ruisselle, ni sur les planchers ni sur les parois, le seul processus à l'œuvre étant la condensation-corrosion Cliché Jean-Yves Bigot.



gaz carbonique c'est *peanuts* par rapport à ce qu'amènent les eaux profondes, souvent relativement chaudes et saturées de gaz carbonique ou d'hydrogène sulfuré. Au-dessus de la surface de l'eau, l'air chauffe, s'humidifie à bloc, se gave de CO<sub>2</sub> ou d'H<sub>2</sub>S... Du coup, lorsque les volutes de convection lèchent les parois relativement fraîches, ça condense comme dans ta cuisine quand tu enlèves la soupape de ta cocotte-minute. Sauf que là c'est pas de la céramique, c'est du calcaire, et lui, il fait pas le malin devant le film humide acidifié à mort: comme aurait dit Blier dans un « *Les Tontons Rongeurs* » qu'il aurait bien pu nous laisser: « Je vais le travailler en féro-cité, moi, le faire marcher à coups de gaz! » (photographie 7).

Mais il y a aussi d'autres choses, bien plus banales, qui peuvent créer de la chaleur et du CO<sub>2</sub> dans une grotte même « normale » (ou pas). Par exemple, ce qu'on trouve souvent sous terre, qui chauffe et fait du gaz, c'est tout simplement... Le guano. Un bon gros tas de fumier de chauves-souris qui fermente bien comme il faut (photographie 8), v'la qui dégage du lourd! Et tout ce qu'il faut: chaleur (même si c'est plus discret que dans le tas de fumier de la ferme du coin), et gaz, entre autres carbonique. Du coup, la condensation-corrosion est souvent particulièrement intense dans les grottes à chiroptères (photographies 9 et 10). Et puis même sans « chiros », il y a sous terre de l'activité biologique insoupçonnée qui active la corrosion sur film de condensation: n'avez-vous jamais vu ces espèces d'enduits noirâtres plus ou moins gluants que les spéléo-romantiques appellent la « poussière du temps »? Eh bien les chercheurs mettent ça sous un microscope et comptent les points bactériens: le film d'eau permet en fait le développement de colonies bactériennes qui prospèrent sur



Photographie 10 : Dans une grotte en zone désertique, stalagmite corrodée en coupôles latérales dans lesquelles on voit bien les lamines recoupées par le front de corrosion; si elle avait été érodée par une rivière souterraine (dont on ne voit aucun indice dans la grotte), elle aurait été profilée à sa base et dans la direction du courant, alors qu'elle a été « épluchée » dans toutes les directions et à toutes les hauteurs, donc nécessairement par l'air. Le moteur de cette condensation-corrosion, ce sont les dépôts de guano de plusieurs mètres d'épaisseur dont certains datent d'un demi-million d'années (Slaughter Canyon Cave, Nouveau-Mexique). Cliché de l'auteur.

les calcaires altérés, produisent du CO<sub>2</sub> et des acides organiques, participant ainsi à l'altération du calcaire. Cela forme ce que les karstologues américains appellent un *microbial mat*, et dans les cas les plus gras un *spéléosol* (photographie 11). La définition d'un sol, c'est ce qu'il reste quand une roche a été altérée, décomposée, et mélangée avec de la matière organique... Du reliquat de calcaire digéré mélangé à de la masse bactérienne : assez intestinal comme spéléogénèse et pas spécialement photogénique, n'empêche que discrètement et méthodiquement les bactéries, qui vivent grâce à l'eau de condensation, décomposent la roche et contribuent donc ainsi au creusement des vides dans le karst, bien plus qu'on ne le pense. Une fois de plus, on a tendance à penser que ce qu'on ne voit pas ne compte pas, mais il faut aussi regarder de près pour bien voir...



Photographie 11 : Spéléosols sur la face supérieure de banquettes paragenétiques (voir *Spelunca* n°133), communs dans les grottes fossiles (ici, grotte des Garamagnes à Callian, Var). Ceux-là sont épais, colorés, bien visibles, mais les bactéries c'est pas toujours aussi tape-à-l'œil. Cliché de l'auteur.

## Karst ta gueule à la récré...

Dans la zone vadose (là où il y a de l'air dans les trous, c'est-à-dire au-dessus du niveau de base et de la zone noyée dont on a parlé dans *Spelunca* n°133), la condensation-corrosion et la corrosion par les infiltrations acides, processus assez proches du point de vue physico-chimique, ne le sont pas du tout du point de vue des morphologies : les formes créées n'ont pas du tout la même tronche.

Les ruissellements, qui obéissent à la gravité comme on l'a vu dans les épisodes précédents, suivent toujours les lignes de plus grande pente : ils vont donc corroder et éroder des surfaces très limitées, celles qui sont « mouillées » par l'écoulement, et créer des formes d'incision comme les cannelures, rigoles, chenaux, méandres, qu'on connaît bien sous terre dans les cavités alpines plus ou moins actives.

La condensation-corrosion, elle, n'obéit quasiment pas à la gravité puisque son carburant à elle, ce sont les courants d'air et les convections : elle peut donc affecter à peu près toutes les surfaces exposées à l'air, horizontales, verticales, déversées, à l'endroit ou à l'envers...

En fait, comme les courants d'air et les circulations d'eau dans la zone noyée sont tous les deux des écoulements fluides *monophasiques* (Ouille! Mon oreille gauche... Pas de panique, ça veut juste dire un seul fluide, du gaz ou du liquide mais pas les deux en même temps) et à peu près *isotropes* (Aie! Mon oreille droite... Ça veut juste dire que les

propriétés mécaniques sont identiques dans toutes les directions), les formes générées par la condensation-corrosion ont tendance à avoir la même gueule que celles du karst en zone noyée (photographie 12) : des beaux tubes bien ronds, des formes toutes douces bien polies, des coupoles... Avec quelques spécificités tout de même : comme ça condense (et donc ça corrode) beaucoup aux endroits où des convections

convectent tout le temps, à la longue ça creuse pile poil là, dans la paroi ou sur les plafonds, un « moulage en creux » des volutes d'air en forme de grandes coupoles, mais du coup bizarrement orientées dans un peu n'importe quel sens. Ces coupoles anarchiques font d'ailleurs de très bons indices du processus (photographies 13 et 14).



Photographie 12 : Une des innombrables morphologies pseudo-phréatiques dans Lechuguilla. On dirait tout à fait des formes noyées, mais ça fait six millions d'années que la tranche où se développe la grotte est en zone aérée ; en fait, les boyaux d'origine ont été élargis par les circulations d'air sulfureux chargeant d'acide sulfurique les films de condensation, de sorte qu'ils se sont élargis dans toutes les directions, exactement comme une vraie galerie en « conduite forcée ». On distingue au bas des parois des croûtes de gypse, produit par la corrosion sulfurique du calcaire et entraîné par les condensats. À un ion près, c'est le même processus dans la condensation-corrosion carbonique. Cliché Jean-Yves Bigot.



Photographie 13: Ce puits de l'Abisso dell'Eremita (Province de Trapani, Sicile) ne présente aucune forme (cannelure, incision, méandre) liée au creusement par un écoulement d'eau comme dans le karst « classique ». Il a en fait été élargi à partir d'un petit conduit initial par la condensation-corrosion: les volutes d'air chaud et humide ont creusé de larges coupoles d'orientation aléatoire, qui ont corrodé uniformément et sans différenciation tous les éléments d'un encaissant pourtant très hétérogène (c'est une brèche, et c'est joli). Cliché Jean-Yves Bigot.

Photographie 14: Cette galerie de l'Abisso dei Cocci (Province de Trapani, Sicile) n'est qu'une coalescence de très grandes coupoles, creusées à partir d'un conduit phréatique initial de petites dimensions par des convections d'air chaud et humide montant du fond. Cliché Jean-Yves Bigot.



## Condensation-corrosion-désobstruction

Sur le temps long (et Dieu sait si l'éternité c'est long, surtout vers la fin), la condensation-corrosion peut donc retoucher profondément les conduits, effacer les indices de leur formation initiale (par exemple les coups de gouge), émousser les grandes formes de paroi, en créer de nouvelles plus spécifiques, et à la longue donner à une cavité une allure très différente de sa conformation initiale, voire trompeuse sur sa formation. Mais dans certains cas particuliers la condensation-corrosion peut carrément être la cause principale du creusement des conduits, et c'est évidemment dans les régions plutôt arides qu'on va pouvoir trouver les cas les plus particuliers et les plus évidents... Par exemple en Sicile, dans les monts Inici (province de Trapani) s'ouvrent l'Abisso dei Cocci et l'Abisso dell'Eremita (photographies 13 et 14). Ils ont tous deux été creusés au départ par la remontée d'eaux sulfureuses à travers le calcaire via un petit conduit de quelques décimètres de module qui suffisait largement pour faire monter quelques litres d'eau par seconde, qu'on peut d'ailleurs encore identifier ça et là dans le réseau.

La Sicile, c'est bien connu, c'est une région pas trop calme sur bien des aspects y compris tectoniques: ces dernières centaines de milliers d'années, le massif a pris de l'altitude et la vallée s'est encaissée, du coup l'eau sulfureuse chaude a abandonné le réseau et sort maintenant plus bas, à quelques centaines de mètres de distance, aux thermes de Segesta. Mais s'il n'y a plus d'eau depuis un bail dans le petit conduit de départ, ben il y a de l'air, alimenté en chaleur, en humidité et en gaz corrosif par les eaux devenues profondes; la condensation-corrosion a ainsi bouffé le calcaire autour et l'a élargi jusqu'à ses dimensions actuelles, plusieurs mètres de diamètre. La photographie 14 montre bien les formes de parois en coupoles géantes moulant les volutes d'air humide typiques du processus, la voûte et le sommet des parois lisses et décapées, et les produits de la corrosion en partie recristallisés au pied du conduit.

Là faut bien admettre que la condensation-corrosion, c'est p'tête bien plus long, mais c'est quand même bien plus propre que le perfo et les pailles pour élargir un boyau impénétrable...

## Spéléogénèse de l'Enfer

La condensation-corrosion peut même être l'unique origine du creusement d'un réseau juste à partir des fissures du calcaire: c'est le cas dans le mont Kronio, pas loin d'Agrigente en Sicile. C'est une petite colline calcaire de 400 m de haut pour à peine plus de diamètre, assez quelconque, qui ne présente en surface rien de spécialement karstique: pas d'épikarst, pas de perte, pas de lapiaz affriolant genre « prospecte-moi grand fou, tu verras, j'ai de beaux dessous »; pourtant, elle abrite un vaste réseau spéléologique à entrées multiples qui, bien qu'il n'ait aucun bassin d'alimentation en surface, se développe autour d'un énorme P140 borgne de plusieurs dizaines de mètres de diamètre, le « Pozzo Trieste ». Ah oui, un petit détail: laissez tomber combi et sous-combi, il y fait presque partout plus de 35 °C...

Les entrées inférieures, situées à mi-hauteur de la colline, aspirent l'air frais de l'extérieur, et le recrachent

par les entrées hautes, connues sous le nom de « Stufe di San Calogero » (les chaudières de saint Calogero), en grands panaches vaporeux surchauffés à 40 ° C ! Lorsqu'on pénètre par les entrées inférieures, on se retrouve très vite dans des galeries où il fait 20 ° C et sec au niveau des jambes parce que l'air froid et dense qui entre dans le réseau y circule dans un sens, et 30 ° C au niveau de la tronche parce que l'air chaud et humide venu du fond du réseau y circule dans l'autre sens, avec de la condensation qui ruisselle littéralement sur les plafonds (et sur les lunettes) (photographie 15). Au cœur du système, l'hygrométrie est à saturation et par endroits la température dépasse 38 ° C... Dans ces conditions, il est physiologiquement impossible de fournir un effort soutenu, l'hyperthermie est la sanction immédiate : les rares explos du P140 ont été réalisées en 1998 par le Club alpin italien de Trieste avec un treuil (plus exactement

un guindeau, qui sert en principe à remonter l'ancre sur un bateau) et des « scaphandres » spéciaux ventilés à l'intérieur par de l'air comprimé envoyé par un compresseur installé dehors et, forcément, un tuyau à air suiveur...

Kronio est en fait un énorme alambic (mon rêve...) chauffé par une géothermie de tous les diables bien sicilienne (l'Etna n'est pas loin), qui distille les eaux d'infiltration (y compris marines probablement, on n'est qu'à 2 km de la mer) et les condense dans les zones superficielles ; la chaleur qui remonte des zones profondes active des pompes thermiques qui aspirent l'air au bas de la colline et le rejettent dans les « stuffe » vers le sommet. Et cet air acidifie la condensation dans les fissures où il circule, ce qui les a corrodées et à la longue élargies en galeries pénétrables : donc rien, mais alors rien à voir avec ce qu'on avait vu dans les épisodes précédents.

## Le karst : alors, on est au courant (d'air), maintenant !

Kronio est évidemment un cas extrême où on voit la condensation-corrosion dans son paroxysme, mais les gradients thermiques normaux, même s'ils sont souvent saisonniers, suffisent à alimenter les mêmes processus en moins violent. Moins violents, mais assez efficaces pour altérer très souvent les parois sur des millimètres ou des centimètres... Et probablement, hélas, y bouffer la plus grande partie des œuvres pariétales qui ont pu être réalisées par les hommes préhistoriques depuis la nuit des temps. Ben oui, est-ce qu'on peut réellement penser qu'en 35 000 ans, les hommes se sont contentés d'une poignée de grottes pour s'exprimer ? Ben quoi, ils ont eu les chocottes d'aller dans les autres ? Ils avaient plus de piles à leurs torches ? Non, ils sont probablement allés partout (ou presque) où nous, spéléologues modernes, on va, qu'est-ce que vous croyez ? Qu'ils avaient pas le pied sûr ? Et avec leurs charbons et leurs ocres, ils ont dû dessiner partout leurs petits Mickeys préhistoriques tout comme nos grapheurs exploitent le moindre mur dans leur environnement. Sauf que pour les premiers la condensation-corrosion a fini par nettoyer tout ça comme les services techniques municipaux pour les seconds. Ce n'est pas par hasard si les plus belles représentations pariétales ont été trouvées dans des cavités préservées de la condensation-corrosion par accident, genre éboulement ou remontée du niveau marin comme à Lascaux, Cosquer ou Chauvet... C'est juste que les autres ont été corrodées, parfois en partie, souvent totalement.

Plus généralement, avec le temps, la condensation-corrosion retouche les formes au point d'effacer parfois totalement les indices de la formation initiale des réseaux, et peuvent même transformer des conduits « rastègues » en galeries confortables pour le plus grand plaisir du spéléologue, préhistorique ou historique. Rien ne sert de courir, il faut condenser longtemps... Et en géologie, on a du temps, beaucoup de temps.

On est loin du modèle classique de Martel... Mais bon, finalement pas tant que ça quand même : courant d'eau ou courant d'air, il faut toujours un courant pour creuser les trous, voilà tout.

Toujours ?

Pas si sûr, les gars, pas si sûr...



Photographie 15: Grotte della Cucchiara (Monte Kronio) ; ce sont les gouttelettes d'eau qui donnent cet aspect argenté à la voûte, où l'air qui remonte du fond du réseau à plus de 35 ° C et saturé d'humidité dépose constamment de la condensation. Elle corrode le calcaire et ruisselle sur les parois ; les altérites entraînées par le ruissellement s'accumulent en croûtes au bas des parois, où l'air sec et frais venu de l'extérieur a tendance à assécher le film humide. On peut voir à la voûte une coupole en formation (cliché de l'auteur, pas facile de faire des photographies dans ces conditions, les appareils photographiques sont pleins de buée parce qu'ils ont du mal à s'équilibrer avec la température du lieu. Le photographe aussi...).