

# Le karst, paradis du spéléo, fortune du plombier cauchemar de la ménagère...

## La karstologie expliquée par un nul

### Karst Marx BROTHER



Figure 2 : un spéléologue sortant de spéléo.  
Cliché Gwénaëlle Thépot.

Certains d'entre nous vont faire de la spéléo (figure 1) ; d'autres, plus « scientifiques », vont dans le « karst » (à tes souhaits) (figure 2)... Et en fin de compte, tout le monde se retrouve au même endroit ! Alors ce fameux « karst » des scientifiques, kézaco ? Dès qu'on leur pose cette question, les initiés balancent une série de discours ésotériques farcis de calculs et de formules, qui, il faut l'avouer, saoulent parfois plus qu'ils n'excitent. Pourtant, chacun d'entre nous connaît pour l'essentiel ce que racontent avec leurs mots à eux les « karstologues », tout simplement parce que nous avons tous deux yeux et que, dans le karst, nous nous y baladons tous... Comme monsieur Jourdain faisait de la prose sans le savoir, nous faisons souvent de la karstologie sans le savoir. Y compris, vous allez voir, à la maison, dans notre cuisine ou notre salle de bains (ah bon ?)... Cet article propose de décrire ou de préciser, sans chichis et sans gros mots, quelques-uns des fondamentaux sur lesquels s'appuie cette mystérieuse science ; vous trouverez dans cette approche écrite par un simple spéléo, plein de notions qui vous sont familières, et certainement d'autres qui le sont moins ; les spécialistes pourront bien sûr trouver matière à discuter quelques détails, mais on va laisser les pinailleurs harceler les diptères (les mouches, quoi) en plein vol.

La question de base, c'est : pourquoi y a-t-il des trous dans le « karst » et seulement là ? Je vous propose d'aller voir sous les jupes de la montagne pour comprendre ce qui s'y passe...



Figure 3 : un karstologue sortant du karst.  
Cliché Gwénaëlle Thépot.

### Just call me « karst »

D'abord, où ont-ils été chercher un nom aussi imprononçable ? En Slovénie. Ah, bah oui, alors là bien sûr ! C'est le nom d'un plateau calcaire qui chevauche la frontière italo-slovène. Les Italiens l'appellent le Carso, et les Slovènes le Kras. Bon, d'accord, mais là, du coup, on ne comprend plus vraiment : Carso, Kras, quel rapport avec « karst » ?

Pour comprendre, il faut remonter en 1689, où un érudit slovène, le baron Janez Vajkard Valvasor (figure 3), publie un bouquin encyclopédique sur la faune, la flore et surtout la géographie de la Slovénie qui s'appelle à l'époque le duché de Carniole. Il y décrit les

caractéristiques particulières du Kras, truffé de grottes et de gouffres, où des rivières disparaissent sous terre. Bref, on connaît tous très bien tout ça, c'est dans ce genre de massif qu'on passe (dans le noir...) le plus clair de notre temps. Un seul hic : notre bon baron slovène écrit son bouquin... en allemand. Teufel ! Mais pourquoi en allemand ?

Eh oui : à l'époque, la Carniole, comme pratiquement toute l'Europe centrale, fait partie du Saint Empire Romain Germanique. « Romain » certes, mais seulement côté religion, car côté culture, c'est du germanique pur et dur... Dans le S.E.R.G., chez les



Figure 3: le baron Valvassor; le bandeau est rédigé en langue germanique et le baron y est nommé « Herr Iohann Weichard Valvassor ».

gens bien, il est de bon (teu)ton d'utiliser la langue de l'Empire, et pas les langues locales et autres patois de culs-terreux. Du coup, officiellement, le Kras des paysans slovènes s'appelle le Karst, et, comme plus tard Liszt germa-

nisera son prénom Férenc en Franz, bien plus musical aux impériales oreilles, Janez Vajkard Valvasor signe Johann Weichard Valvasor (figure 3). L'ajustement des noms propres à la culture dominante est une règle universelle : bien des Corses, bretons, occitans, basques, provençaux actuels de ma connaissance pourraient nous en conter là-dessus...

Lorsque les géographes de la fin du XIX<sup>ème</sup>-début du XX<sup>ème</sup> siècle (le grand É.-A. Martel en tête de file) décriront les caractéristiques des plateaux calcaires, la Carniole étant encore sous domination germanique, ils martèleront (©) le nom Karst jusqu'à en faire le nom générique. Mais après la première guerre mondiale, la Carniole devient en partie une province italienne (elle ne deviendra yougoslave qu'en 1945) où l'on parle officiellement italien, où le

Karst s'appelle Carso, où Adelsberg s'appelle Postumia (Postojna en slovène) ; et puis, dans la France de l'après-Verdun, ce qui sonne un peu trop germanique n'est pas, mais alors pas du tout, bien vu : É.-A. Martel fulmine alors à l'Académie des Sciences contre la terminologie « karst », « karstique », « karstologie », bien trop « casque à pointe » à son goût, et propose à la place les termes bien de chez nous (« Français, monsieur ! »), « causse », « caussique », « caussologie ». Trop tard, le mot avait creusé sa place... Dommage, car aujourd'hui les spéléologues parleraient aux caussologues... Et sûr que ce serait moins compliqué !

De toute façon, cela ne change pas grand-chose car Carso, Kras, karst, causse, calcaire, tout cela vient sans doute de la même racine latine « calx, calcis » qui veut dire la chaux, que l'on fabrique en grillant la pierre calcaire qu'on ramasse, comme de par hasard, sur les causses. Mais ceci est une autre histoire...

## Karst et calcaire

Donc, on sait maintenant qu'un karst, par définition, ça ressemble à un plateau calcaire avec des gouffres, des grottes, des rivières souterraines. Bon, évidemment les spécialistes pourraient nous parler de « pseudo-karst », d'« hyper-karst », bref, de trucs bizarres qui ne sont pas du calcaire et qu'on peut plus ou moins qualifier de karstique en se tortillant un peu, n'empêche que le karst, c'est presque toujours du calcaire, alors laissons brouter les moutons à cinq pattes. Donc, du calcaire. Pourquoi le calcaire donne-t-il ce relief si bizarre, avec des gouffres, des grottes, des cavités partout ?

On lit souvent que les grottes et les gouffres sont le résultat de la dissolution du calcaire par l'eau de pluie.

Accrochez-vous une minute : rien n'est plus faux.

En effet, le calcaire n'est absolument pas soluble dans l'eau, pas du tout, rien de rien. Je sais, vous ne me croyez pas. La preuve ? Rien de plus simple, vous allez voir : allons dans la cuisine de maman et jouons un peu aux petits chimistes.

Prenez une bouteille de préférence incolore d'eau minérale gazeuse, neuve, peu importe la marque. Et une

autre, vide. Faites bouillir un bon litre d'eau du robinet dans une casserole, et laissez-la refroidir. Vous verrez, au fond de la casserole, il y aura probablement un petit dépôt de poussière blanche, mais non c'est pas la casserole qui était sale, on en reparlera plus tard. En attendant, remplissez la bouteille vide avec l'eau bouillie bien décantée.

Prenez maintenant un bon calcaire bien pur, et broyez-le finement (vous avez bien un marteau à spits à portée de mains ?) ; ou bien si vous avez un perfo, faites un trou dans le plus proche lapiaz, la poussière de perçage de lapiaz c'est très bien pour cette expérience. Vous tamisez, et avec un pèse-lettre (ou sinon au pif), vous prenez deux petits tas de farine de calcaire de 3 grammes chacun. Vous mettez un tas dans la bouteille d'eau bouillie, vous remuez pendant trente secondes, et vous laissez reposer. Vous débouchez la bouteille d'eau gazeuse, vous y mettez l'autre tas de farine de calcaire, vous rebouchez (en serrant bien le bouchon à vis, sinon...), vous remuez bien et vous laissez reposer.

Au bout de dix minutes, qu'est-ce qu'on voit ? Dans la bouteille d'eau

bouillie, il y a toujours plein de farine déposée au fond, et, si vous avez broyé bien finement le calcaire, l'eau est plus ou moins laiteuse. En revanche, dans l'eau gazeuse, il ne reste au fond que les plus grosses particules de calcaire, et l'eau est pratiquement limpide. La majeure partie du calcaire a donc disparu, où est-il passé ?

Cette expérience montre que les deux eaux n'ont pas les mêmes propriétés : or, quelle est leur différence ? C'est simple : l'eau bouillie est chimiquement pure, tandis que l'eau gazeuse contient du gaz (La Palisse...). On constate donc que l'eau pure ne dissout pas le calcaire ni ne l'altère, que dalle, rien, que pouic, tandis que l'eau gazeuse, d'une manière ou d'une autre, « mange » le calcaire : par conséquent, ce qui grignote le calcaire n'est pas l'eau en elle-même, mais le gaz qu'elle contient, ou plus exactement l'association de l'eau et du gaz. Or, le gaz contenu dans les eaux gazeuses et les sodas (et la bière aussi, mais ce serait tellement dommage de gâcher !) est tout simplement du gaz carbonique. Ah ah, nous y voilà, on en entend tout le temps parler de celui-là...

# Acide karst bonique

Comme on l'a vu dans notre bouteille d'eau bouillie, le calcaire n'est pas soluble dans l'eau pure ; mais il a une propriété spécifique : en présence d'un acide même faible (genre le vinaigre) son composant principal, le carbonate de calcium, est attaqué par l'acide et donne une substance généralement soluble ; cette roche qui, à voir comme ça, semble dure et solide, est littéralement « bouffée » par du simple jus de citron !

Contrairement à ce qu'on est tenté de dire (et que l'on dit souvent!), ce n'est pas une dissolution, car quand un corps se dissout, il ne change pas de formule chimique : par exemple le sel de cuisine NaCl, une fois dissous dans l'eau des nouilles, c'est toujours NaCl ; ici, le carbonate de calcium est modifié en citrate de calcium (si on a utilisé du jus de citron), acétate de calcium (si on a utilisé du vinaigre) ou « autrechosate » de calcium (si on a utilisé autre chose) : c'est une réaction

chimique. Quand notre fée du logis unique et préférée dit que le vinaigre blanc dissout le calcaire des robinets, eh bien elle parle mal... Le vinaigre *corrode* le calcaire des robinets, je sais, ça fait peur, mais c'est la vérité.

Or dans la nature, des acides, justement, il y en a plein, dont un faible mais très courant : l'acide carbonique. Pour avoir de l'acide carbonique ( $H_2CO_3$  pour les intimes), il faut que du gaz carbonique ( $CO_2$ ) se mélange avec de l'eau ( $H_2O$ ) : faites l'addition, vous verrez, ça tombe juste. Ce n'est pas non plus une simple dissolution, puisque la formule chimique change : le gaz carbonique devient autre chose ; c'est donc encore une vraie réaction chimique.

Voilà donc ce qu'il y avait dans notre bouteille d'eau minérale qui mange le calcaire : de l'acide carbonique ! Or, du gaz carbonique, dans la nature, il y en a partout, surtout là où il y a des plantes et des bestioles car c'est un sous-

produit du métabolisme ; quant à l'eau, on peut dire que c'est assez courant (☺) dans la nature... Autant dire que dans des régions végétalisées et pas trop arides, on devrait pouvoir fabriquer pas mal d'acide carbonique. D'où les lapiaz, les gouffres, les grottes, bon ben salut et à bientôt... Eh, pas si vite, c'est pas tout à fait aussi simple !

Car il ne suffit pas de mettre en contact l'eau et le gaz carbonique pour que les molécules s'accouplent immédiatement avec frénésie, genre soirée mousse : en fait, l'eau peut se combiner avec une quantité de gaz carbonique très variable en fonction de la pression et de la température. Plus la température est élevée, et moins le  $CO_2$  va pouvoir se combiner à l'eau ; en revanche, plus la pression augmente, et plus le  $CO_2$  va se combiner. Diabole ! Ça se corse ! Mais attendez, c'est pas si compliqué que ça en a l'air, faisons encore un peu de chimie de cuisine pour comprendre ça...

## Karst au logis

Lorsque l'on fait chauffer l'eau pour faire cuire les nouilles (figure 4), on observe deux stades avant l'ébullition franche :

- Dans un premier temps, des milliers de bulles minuscules se forment sur les parois de la casserole, qui se décrochent et viennent pétiller à la surface (figures 5 & 6).
- Dans un deuxième temps, sur le fond de la casserole, on voit de grosses bulles se former mais elles disparaissent avant d'atteindre la surface (figure 7). Ce n'est que lorsque toute l'eau est bien chaude que ces grosses bulles parviennent à la surface, et c'est seulement là qu'on voit la vapeur d'eau (figure 8). Et là, c'est le bon moment pour y mettre les spaghetti.

Au second stade, les grosses bulles sont des bulles de vapeur d'eau, qui ne crèvent à la surface que si la température de tout le liquide est suffisamment élevée pour que la vapeur ne se condense pas en cours de route, disons égale à  $100^\circ C$  partout : c'est donc une ébullition. Tandis qu'au premier stade, l'eau ne bout pas,



Figure 4 : le dispositif expérimental destiné à mettre en évidence le dégazage provoqué par l'élévation de température ; l'huile d'olive et les noix ne sont pas des ingrédients indispensables à l'expérience. Cliché de l'auteur.

simplement l'élévation de la température provoque la libération des gaz dissous ou combinés, dont notre fameux  $CO_2$ .

**Conclusion :** plus l'eau est chaude, plus le gaz part, notamment celui qui nous intéresse : le gaz carbo-

nique, CQFD. Dans l'eau bouillie, il n'y a pas de  $CO_2$ , c'est pourquoi tout à l'heure elle était incapable de grignoter le moindre grain de calcaire. Il n'y a même carrément plus de gaz du tout : si vous la laissez refroidir et que vous y mettez votre poisson rouge, la pauvre bête ne tardera pas à mourir asphyxiée



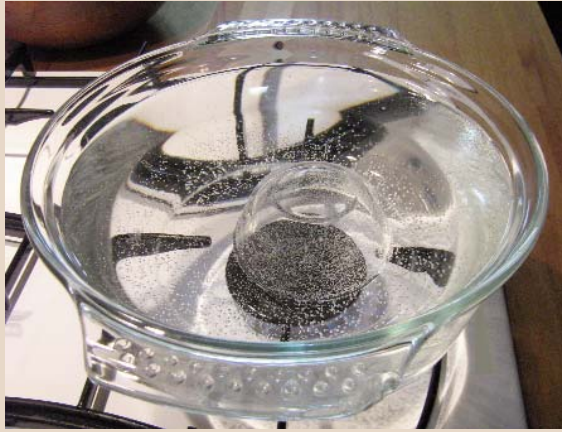


Figure 5: phase de dégazage: dès que l'eau chauffe de quelques dizaines de degrés, les gaz dissous ou combinés dans l'eau sont libérés sous forme de myriades de petites bulles accrochées aux surfaces. Cliché de l'auteur.



Figure 6: l'eau n'est pas encore à 100°C, mais elle a libéré pratiquement tous les gaz; ceux qui ont été libérés sous la coupelle renversée y ont formé une bulle qui les met bien en évidence. Le volume important de la bulle est essentiellement dû au fait que, à cette température relativement élevée, les gaz sont dilatés. Cliché de l'auteur.



Figure 7: aux alentours de la zone de chauffe, l'eau arrive à 100°C; les premières bulles de vapeur (plus grosses que les bulles de gaz) se forment, mais elles se condensent en traversant la couche superficielle d'eau qui est à moins de 100°C et n'atteignent pas la surface qui ne présente pratiquement aucune agitation; en revanche, dans le fond de la casserole, ça s'agite tellement que la coupelle s'est renversée. Cliché de l'auteur.



Figure 8: la température de l'eau est de 100°C de façon homogène: les bulles de vapeur crèvent maintenant la surface. On peut mettre les pâtes. Cliché de l'auteur.

car elle ne trouvera pas la moindre molécule d'oxygène à se mettre sous les branchies. Laissez donc votre poisson rouge dans son bocal, mais en revanche, ne laissez pas les spaghetti trop cuire: c'est pas parce qu'on est des karstomachinologues qu'on doit manger de la colle.

## Karst en bouteille ou karst à la pression ?

Pour l'histoire de la pression, ce n'est pas plus compliqué: prenez une eau minérale gazeuse conditionnée en bouteille plastique, neuve (peu importe la marque, et ça marche aussi avec les sodas). Palpez la bouteille: elle est dure, presque indéformable (figure 9). Ouvrez-la: d'abord on entend « pschitt » (c'est du gaz sous pression qui s'échappe), puis deux phénomènes se produisent:

- en une fraction de seconde les parois de la bouteille se couvrent de bulles, qui pétillent rapidement en surface (figure 10);
- la bouteille devient moins dure (il n'y a pas de figure, quand j'ai essayé de photographier ça, j'ai foutu de la flotte partout, un vrai désastre).



Figure 9: dans un récipient pressurisé, le  $\text{CO}_2$ , combiné avec l'eau en raison de la forte pression, est stocké sous forme d'acide carbonique.



Figure 10: dès que la pression baisse, une partie de l'acide carbonique se décompose et du  $\text{CO}_2$  et reprend sa forme gazeuse.

En fait, tant que la bouteille est fermée, le gaz qui est entre l'eau et le bouchon est sous forte pression (pschitt) : c'est ce qui rend la bouteille pressurisée si dure, et c'est surtout ce qui permet à l'eau de combiner une grande quantité de gaz. Dès qu'on ouvre le bouchon, la pression chute (la bouteille reprend sa dureté normale), et l'eau ne peut plus retenir le CO<sub>2</sub>, qui retourne à sa forme gazeuse et bulle abondamment.

**Conclusion :** plus on appuie fort sur les molécules de gaz, plus elles vont avoir tendance à s'imbriquer dans celles d'eau. Cette expérience marche aussi avec d'autres liquides gazeux (figure 11), mais elle n'est pas toujours parfaitement convaincante à la première canette, naturellement il ne faut pas gâcher, et après la troisième on refait la relativité d'Einstein, ce qui n'est pas notre propos aujourd'hui.

Ce qu'il est important de garder en mémoire, c'est que, comme le mariage apparemment, la combinaison chimique entre l'eau et le gaz carbonique est réversible, ça se combine et ça se décompose : en fonction de la concentration initiale de gaz carbonique dans l'eau et l'air (faut bien qu'il y en ait au départ sinon ça va pas marcher) d'une part, et des variations de la pression et de la température d'autre part, l'eau peut décomposer son acide carbonique et libérer le gaz dans l'air, ou bien au contraire à nouveau capturer du CO<sub>2</sub> et refabriquer de l'acide carbonique. En fait, il s'installe une relation d'équilibre entre l'eau et l'atmosphère qui ajuste constamment la quantité d'acide carbonique dans l'eau en fonction des conditions physico-chimiques du milieu, et qui aboutit à des échanges eau-gaz : eh, les gars, avec nos bouteilles et nos casseroles, on vient de fabriquer une vraie phrase de karstologue !

Bon, voilà pour l'eau et le gaz carbonique ; et le calcaire dans tout ça ?



Figure 11 : et voici une des plus agréables façons de le prouver...

## Karst cela ne tienne

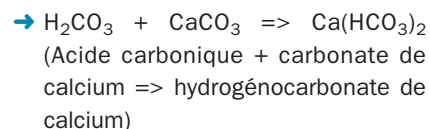
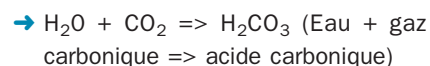
On a vu que l'eau contiendra d'autant plus d'acide carbonique que :

- la concentration en CO<sub>2</sub> est élevée dans l'atmosphère (ben ça, évidemment) ;
- la température est basse (cf. la casserole de nouilles) ;
- la pression est élevée (cf. la bouteille de soda ou de bière, selon vos goûts).

On a vu que le terme de dissolution ne s'applique pas correctement au calcaire, puisqu'il ne se dissout pas dans l'eau mais est en réalité corrodé par l'acide carbonique (il est vrai que la « dissolution » du calcaire est tellement passée dans le langage courant que même les karstologues l'utilisent parfois ! Ah les boulets !). En présence d'acide carbonique, le carbonate de calcium va donc réagir et former un nouveau corps chimique, qui répond au doux nom d'hydrogénocarbonate de calcium (Ptouy !), et qui, lui, est soluble.

Allez, pour le fun on se fait la formule chimique sans se prendre la tête

avec les histoires d'ions, vous allez voir, en définitive c'est aussi simple que le jeu de Meccano, il suffit de compter sur ses doigts :



Le compte est bon... Notre schéma commence à être complet : de l'eau, du gaz carbonique (le plus possible), un peu de pression, pas trop de chaleur, et notre calcaire insoluble se transforme en hydrogénocarbonate de calcium soluble qui fout le camp avec la flotte : voilà nos lapiaz, voilà nos puits, voilà nos galeries... Sur le terrain, nos 3 fameux facteurs physico-chimiques sont influencés par plein de petites causes précises et variées, on reviendra un autre jour sur ces détails pratiques très rigolos.

## Il reste une karst à jouer

Pour faire le tour de la partie strictement chimique du processus, il faut préciser que, pas une messieurs-dames mais les deux, je dis bien les deux, réactions chimiques qu'on a décrites sont réversibles : contrairement au citrate ou à l'acétate de calcium, l'hydrogénocarbonate de calcium est instable (tu m'étonnes, avec un nom pareil !), il a besoin d'avoir un petit peu d'acide carbonique dans le nez pour rester en forme. Et justement, on l'a vu, l'acide carbo-

nique n'est pas stable non plus : il suffit que la quantité de CO<sub>2</sub> disponible dans le milieu ambiant baisse, que la pression baisse ou que la température augmente pour qu'il commence à se décomposer en gaz carbonique et en eau. Du coup, sur qui compter, je vous le demande ? Si le CO<sub>2</sub> se barre, moi je vois venir le truc que l'hydrogénocarbonate il va poser son hydrogénomachin-chose et retourner vite fait bien fait carbonate de calcium insoluble comme au bon vieux temps !



Figure 12: l'eau de notre « dispositif de bullage » refroidit, et en surface apparaît une voile de fines particules blanches: c'est le carbonate de calcium qui, sous forme d'hydrogénocarbonate, était en solution.

L'ébullition a décomposé l'acide carbonique en  $\text{CO}_2$  qui est parti avec les bulles, donc l'équilibre de la solution a été déplacé vers la précipitation du carbonate: les karstologues disent qu'elle est sursaturée à l'égard du carbonate. Dans les gours calmes des cavités peu fréquentées, vous voyez parfois de la calcite flottante: c'est, à la cause près parce que sous terre il n'y a pas d'ébullition, le même processus...  
Cliché de l'auteur.



**Résultat:** si les facteurs de température, de pression, de concentration de  $\text{CO}_2$  varient, l'équilibre de la solution va varier soit vers « je fabrique de l'acide carbonique qui bouffe le calcaire qu'il y a autour », soit au contraire vers « je relâche le gaz carbonique et je transforme l'hydrogénocarbonate de calcium en carbonate insoluble » (on appelle ça la précipitation) : et voilà la calcite, voilà nos stalactites, nos draperies, nos gours, nos stalagmites... On dit souvent qu'elles se forment par évaporation de l'eau, mais en réalité c'est surtout parce que de l'eau fortement hydrogénocarbonatée (on dit souvent « saturée », ça arrache moins le bec) arrive dans une galerie ventilée où il y a moins de  $\text{CO}_2$ , et que du coup l'équilibre de la solution d'hydrogénocarbonate se déplace vers la précipitation du carbonate. Pas besoin d'évaporer l'eau pour ça. Du reste, souvent il caille dans les trous, et il y a quand même des concrétions, c'est bien la preuve.

Là encore, inutile de sortir de sa cuisine pour voir ça, pour peu que vous habitiez une région où l'eau est soit-disant « calcaire » : soi-disant, parce qu'avec ce que l'on a vu, on sait maintenant que l'eau n'est pas « calcaire », puisque le calcaire n'est pas soluble; maintenant, à nous, on nous la fait plus, celle-là... En revanche, l'eau peut effectivement contenir de l'hydrogénocarbonate de calcium, ce dont *a priori* on se fiche royalement puisque, on le sait aussi maintenant, ce corps est soluble. Alors, pourquoi on dépense une fortune en plombiers, détartrants et autres produits anti-calcaires? Principalement pour deux raisons.

D'abord, quand l'eau arrive chez vous, elle est sous pression, généralement entre 2 et 3 bars en aval du

compteur, c'est-à-dire plus de 2 fois la pression atmosphérique: l'acide carbonique et l'hydrogénocarbonate naissent donc dans le bonheur dans vos canalisations. Mais quand ils arrivent au robinet, soudain, c'est le drame: brutalement, à la sortie du bec, la pression chute à 1 bar (pression atmosphérique), et en plus l'air ambiant contient très peu de gaz carbonique (enfin, j'espère pour vous). L'équilibre de la solution se déplace donc, naturellement, vers la libération du  $\text{CO}_2$  et la précipitation du carbonate: voilà pourquoi les robinets s'entartrent aussi rapidement, tout ça c'est la faute aux karstologues... Dans les mousseurs des robinets, c'est le summum puisque l'acide carbonique y est carrément brassé avec de l'air pauvre en  $\text{CO}_2$ : dégazage et précipitation à bloc! Démontez-les, vous verrez, c'est plein de concrétion là-dedans. Tandis que dans vos canalisations, sauf exceptions régionales, l'équilibre de la solution est assuré par la pression et il n'y a pas de dépôt. Tout un argumentaire de vente de camelots qui se casse la gueule!

Enfin, pas de dépôt, pas de dépôt... Sauf si on fait varier un autre facteur d'équilibre: la température de l'eau. Eh oui, c'est ce qui se passe dans votre cumulus, votre cafetière et votre machine à laver (et même sur le robinet d'eau chaude de votre douche qui est tout le temps tout terne et tout blanc), c'est ce qui fait les choux gras des marchands de lessive. C'est aussi ce qui s'est passé dans notre casserole, au début, quand on a fait bouillir de l'eau du robinet: vous vous souvenez le petit dépôt blanc (figure 12)? Eh bien c'est l'hydrogénocarbonate, qui

avec la chaleur a perdu son  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (son acide carbonique, quoi) et qui a précipité en carbonate. Lequel est insoluble. Voilà, la boucle est bouclée: on a fait maintenant le tour du processus chimique de corrosion du calcaire et de concrétionnement, le tout sans sortir de notre cuisine et de notre salle de bains... Ah dis donc, finalement la karstologie c'est peinarde, non?

### Bon, on se résume:

pour faire de la karstification, il faut minimum une casserole de spaghetti al dente et quelques bières, on peut pas faire à moins; on a parlé de cafetière, mais le sujet reste à développer.

Si cela vous a plu, la prochaine fois on parlera des conditions de corrosion sur le terrain, et de l'organisation du karst dans l'espace. Parce que, au même titre que la spéléo, même s'il s'agit de trous, n'est pas un sport en chambre (oui, je sais, celle-là est très moyenne...), la karstologie n'est pas qu'une cuisine même moléculaire: sur le terrain il y a aussi plein de choses intéressantes et amusantes... Alors, à bientôt sur le karst?