

Pourquoi les formes et les couleurs des concrétions varient-elles ?

Camille BAUMELLE et Naomi PIGEAULT

Classe de Première scientifique - Lycée Emile Peytavin - Avenue du 11 novembre - 48001 MENDE - Contact : colloque.lyceepeytavin@outlook.fr

Introduction

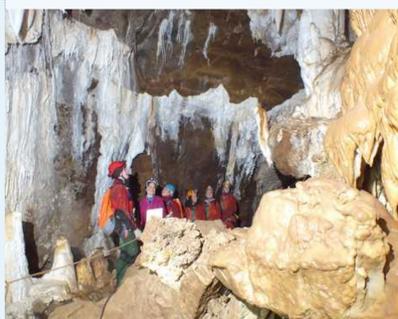
Le karst est un massif calcaire dans lequel l'eau a creusé de nombreuses cavités. On parle de massifs ou de reliefs karstiques. En surface, on y trouve des formes géographiques bien particulières comme les dolines, les poljes, les canyons ou encore les résurgences. Notre région se trouve dans un milieu karstique, c'est à dire que certaines roches, en particulier le calcaire, sont solubles dans les eaux de pluie qui façonnent le paysage et créent les formes typiques du milieu karstique. Les paysages karstiques superficiels et souterrains possèdent une valeur patrimoniale indéniable.

Il faut plusieurs milliers d'années pour qu'une grotte se forme grâce à l'exposition de la roche karstique à la pluie, mais, une grotte peut pratiquement cesser d'évoluer pendant des millions d'années. Les concrétions sont la réunion de différents corps chimiques et physiques qui se solidifient ensemble. C'est un dépôt cristallin de substances dissoutes par l'eau qui est un acteur majeur de la création des concrétions. Elle est indispensable à la formation de celles-ci et aide pour leur apparence. Les concrétions ne sont pas toutes les mêmes car plusieurs facteurs sont mis en œuvre dans leur création. Pendant nos heures de TPE, nous avons fait des expériences et nous avons fait une sortie dans la grotte de Malaval..

Pourquoi les formes et les couleurs des concrétions varient-elles ?

Les différentes formes de concrétions.

La forme des concrétions dépend de nombreux acteurs. Elle peut être due à des processus physiques tel que la pesanteur, la tension superficielle, la force de cristallisation, la pression de l'eau... En effet, les scientifiques pensaient que les formes de concrétions excentriques étaient essentiellement dues aux courants d'airs. Depuis peu, un acteur nouveau a probablement été découvert : les microbes, notamment les bactéries. D'après de nombreux chercheurs les bactéries pourraient être la raison de ces différentes formes excentriques. Nous avons donc tenté de nombreuses expériences afin de pouvoir à notre échelle déterminer comment sont créées les différentes formes de concrétion. Nous avons visité la grotte de Malaval avec une équipe spécialisée en spéléologie et un scientifique spécialisé dans la formation de concrétion.



Expérience

Le but de cette étude est de prouver que les bactéries sont à l'origine de la formation des concrétions de CaCO₃. Nous avons prélevé en conditions stériles dans la grotte.. Nous avons cultivé et repiqué les bactéries, de façon à définir la forme des bactéries : coques ou bacilles.



Pour permettre l'identification, nous nous sommes servis de la coloration de Gram. C'est la succession d'une coloration, une décoloration, puis une nouvelle coloration. Une fois la manipulation faite, nous avons observé au microscope à immersion, au grossissement x 1000. Pour avoir une augmentation de l'indice de réfraction, nous avons mis une goutte d'huile à immersion entre l'objectif et la lame mince. Si la couleur obtenue après la coloration est bleue cela signifie qu'il y a « gram positif » et a contrario, si la couleur obtenue est rose cela signifie « gram négatif ».



Résultats

Une première étude macroscopique est faite, puis une étude microscopique. Celle-ci a révélé les types de bactéries trouvées :
• « MAL A » a une forme de bacille avec gram positif.
• Et « MAL 10 B » a une forme de bacille avec gram négatif.
Nous n'avons pas pu mettre en évidence qu'elles fabriquaient du CaCO₃.

Microscope à balayage

Pendant notre sortie pédagogique à Montpellier, nous avons utilisé le microscope électronique à balayage sur nos prélèvements de stalactites effectués à la grotte de Malaval. Le microscope électronique à balayage, aussi appelé MEB, est muni d'un détecteur au rayon X ; son rôle est double, voire triple. Il est constitué d'un détecteur d'électrons secondaires, qui permet d'observer les minéraux. Il est aussi constitué de détecteur d'électrons rétro diffusés, qui indique la chimie des éléments. Et pour finir, un outil d'analyse chimique permet de donner le spectre de l'objet étudié. Grâce à cette analyse, nous avons découvert que les prélèvements effectués sur des échantillons de stalactites ne contenaient que des substances chimiques, sans présence de bactéries.

Pour conclure, cette expérience révèle que les concrétions prélevées dans la grotte de Malaval ne se sont pas élaborées à partir de bactéries. Un travail ultérieur permettrait de vérifier ces résultats par d'autres prélèvements.



Images de nos observations au MEB à Montpellier : la première image est le résultat de Mal 10, la seconde de Mal 8 et la dernière de Mal 6

Les différentes couleurs des concrétions

Dans les cavités, les couleurs les plus fréquemment observées sont le blanc cassé, laiteux ou crème.

Le calcite, l'aragonite et le gypse sont des minéraux habituellement blancs car ils résultent d'une forte cohésion cristalline qui rend difficile l'introduction d'éléments étrangers (et colorés). Ils peuvent aussi être translucides lorsque les cristaux sont très purs.

D'autres concrétions sont pourtant très colorées et cela peut être dû aux acides et aux métaux.

Par exemple, les acides humiques produisent principalement les couleurs claires dans les tons marrons ou encore, les acides fulviques produisent des marrons plus sombres.

Cela peut être aussi dû au climat, septentrional pour les foncées et tropical pour les claires où la dégradation de la matière organique est plus importante.

Dans certains cas, les métaux jouent un rôle majeur dans la coloration des concrétions. Ils donnent des couleurs exceptionnelles comme le bleu, le vert, le rose ou le lilas, ce qui crée des concrétions spectaculaires.



En conclusion, la très large palette de couleurs des concrétions vient essentiellement des acides organiques et des ions métalliques étrangers, dont les effets varient selon qu'il s'agit de calcite ou d'aragonite.

Les sortes d'atomes mis en relation avec les milieux que l'on trouve donnent des couleurs différentes.

La sortie à Montpellier et le livre étudié nous ont permis de réaliser des comparaisons. Dans le livre nous avons remarqué que le bleu était composé spécialement de Cuivre, cependant avec le microscope électronique à balayage on a pu voir que la tâche de couleur bleue est composée surtout du Zinc mais contenait quand même un peu de Cuivre : Dans le spectre numéro 3, il y a environ 10 % de Zinc pour 1 % de Cuivre et dans le spectre numéro 4, il y a 6 % de Zinc et 0,5 % de Cuivre. Pour la couleur blanche, on pensait avoir soit de l'aragonite, soit de la calcite. A travers les spectres obtenus, on a environ 20 % de carbone, 60 % d'oxygène et 20 % de calcium. Les valeurs théoriques sont donc proches de ce que nous avons trouvé au départ soit le carbonate de calcium (CaCO₃).

Project: Project 1												
Project: Project 1										Sample: Sample 1		
Operator: supervisor										Type: Default		
Size: Size of Element 1										IX:		
Processing option: All elements analyzed (Normalised)												
Spectrum	In	C	O	Mg	Al	Si	Ca	Ti	Ni	Cu	Zn	Sn
Spectrum 1	No	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spectrum 2	Yes	27.67	53.43	0.07	0.31	0.12	17.94	0.00	0.00	0.15	0.31	0.00
Spectrum 3	Yes	23.12	56.31	1.00	0.29	0.49	1.97	0.00	0.00	1.86	8.71	0.04
Spectrum 4	Yes	18.54	53.10	0.84	0.26	0.27	5.31	3.08	3.31	0.86	6.23	3.60
Mean		23.11	54.28	0.64	0.32	0.96	8.31	1.03	1.00	0.99	5.42	1.24
Std. deviation		4.56	1.77	0.50	0.04	0.38	8.41	1.78	1.91	0.45	4.73	2.04
Max.		27.67	56.31	1.00	0.36	0.49	17.96	3.08	3.31	1.86	9.71	3.60
Min.		18.54	53.10	0.07	0.26	0.12	1.97	0.00	0.00	0.15	0.31	0.04

All results in atomic%

Conclusions

En conclusion, nous pouvons affirmer que la formation des concrétions est due à une multitude de facteurs, qui ont un rôle plus ou moins important.

Dans un premier temps, la couleur des concrétions varie en fonction des éléments chimiques présents dans le milieu de formation des concrétions. Nos résultats nous font penser que le Cuivre n'est peut-être pas seul à l'origine de la couleur bleue qui peut-être due au Zinc. Cela reste à vérifier.

Et dans un second temps, les variations de formes des concrétions peuvent être dues à la pesanteur, aux courants d'air mais également à la présence de bactéries dans les concrétions, ce que l'on n'a pas pu prouver.

Bibliographie

- Cabrol P., Mangin A., Fleurs de pierre, éditions Delachaux et Niestlé, 2000
- Remerciements à Guilhem Maistre / Cenote / expédition Lengguru
- Remerciements à Frédéric Fernandez, UM2 / MEB
- Remerciements à Jean Burger, UM2 / Cassiopée
- Remerciements à Sylvain Monteux, doctorant UM2
- TPE, travaux personnels encadrés par Mme Jouve (professeur de sciences physiques) et Monsieur Jacquet (professeur de SVT)

Ce travail a été réalisé de septembre 2013 à mars 2014 dans le cadre du suivi pédagogique de l'expédition scientifique internationale de l'IRD LENGGURU 2014



Avec les partenaires :