

# Quels sont les facteurs de la formation de la calcite et de l'aragonite ?

BADOU Thomas et SARRUS Mathieu

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



## Introduction - problématique

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 poljés, 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. Durant notre étude nous nous intéresserons aux carbonates de calcium présent dans les grottes sous forme de concrétions, particulièrement à la calcite et à l'aragonite.

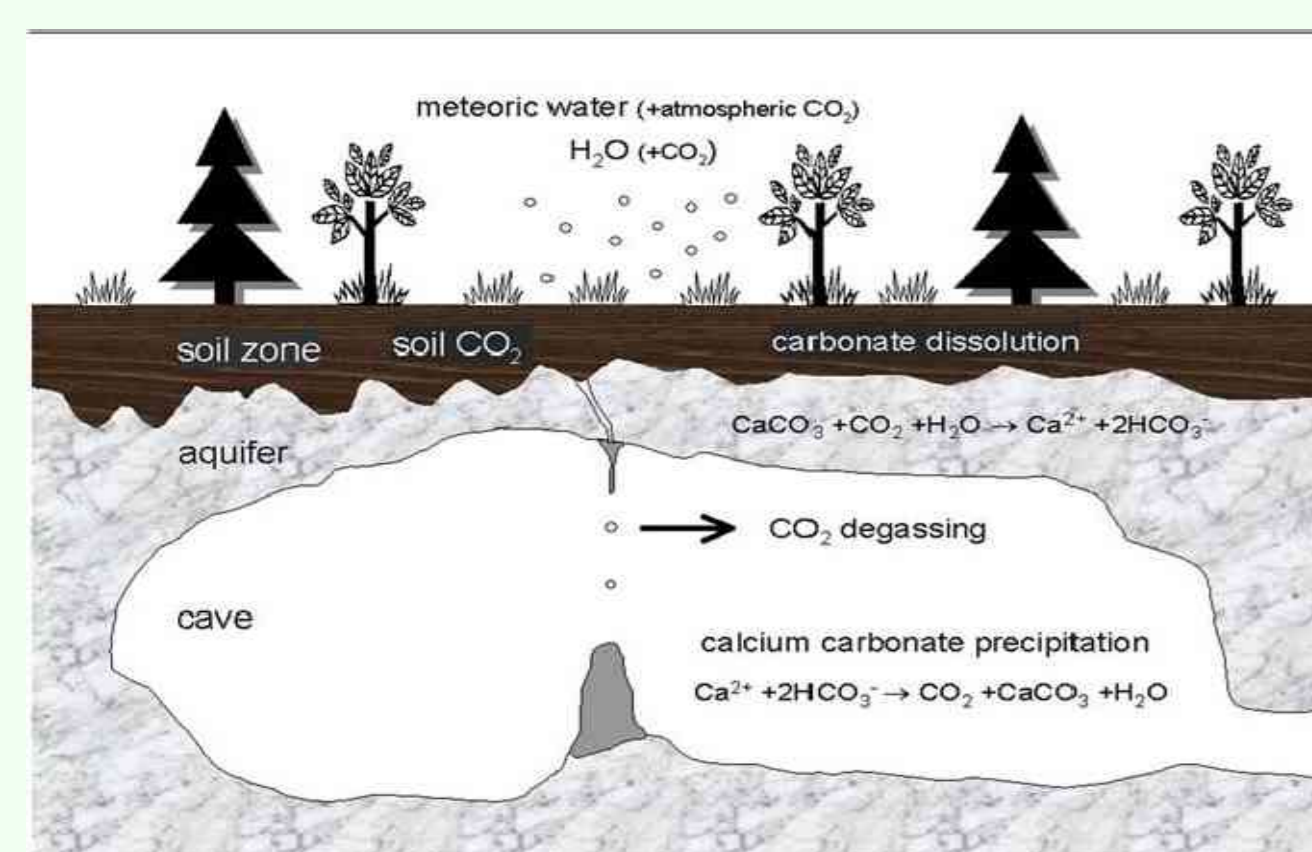
## Quels sont les facteurs de la variation de la formation de la calcite et de l'aragonite ?

Nos hypothèses sont que le magnésium présent dans l'eau s'écoulant sur les concrétions, ainsi que son débit, sont des facteurs de la variation de la calcite et de l'aragonite.

## Formation d'une concrétion

Les carbonates de calcium que nous étudions sont la calcite et l'aragonite. Ces concrétions sont issues de l'eau. L'eau de pluie s'infiltré dans le sol, se charge en dioxyde de carbone lors de la traversée de l'humus et devient acide. Cette eau devenu acide dissout le calcaire et les différentes roches qu'elle traverse. Elle peut, suite à sa traversée, se charger en différents composants. En arrivant au contact de l'air des cavités, qui est plus chaud, le calcaire se dépose et se cristallise sur le bout de la concrétion. Suivant différents facteurs, la cristallisation est sous forme rhomboédrique ce qui donne de la calcite ou bien orthorhombique qui donne de l'aragonite. Ces écoulements d'eau forment soit des fistuleuses, des coulées ou des excentriques.

## La composition de l'eau est-elle à l'origine de la variation entre calcite et aragonite ?



## Les concrétions dans 3 grottes de Lozère

Nous avons effectué plusieurs sorties afin de faire des prélèvements de concrétions et d'eau pour ensuite les faire analyser dans différents laboratoires.

Nous avons basé notre recherche sur trois types de concrétions qui sont

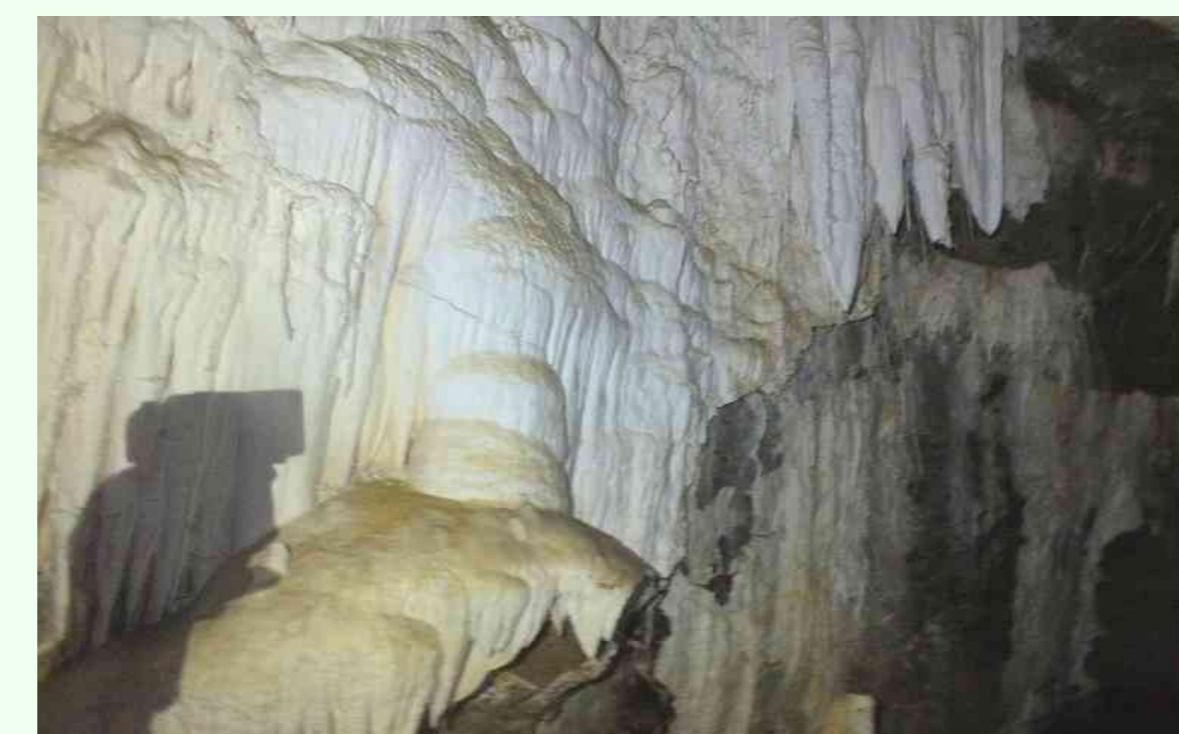
### 1) des excentriques :

Les concrétions dites excentriques ont une forme ressemblant à un Buisson.



### 2) des coulées :

Concrétions recouvrant au fil du temps, l'intégralité d'un mur.



### 3) des fistuleuses

Concrétions sous forme de stalactite.

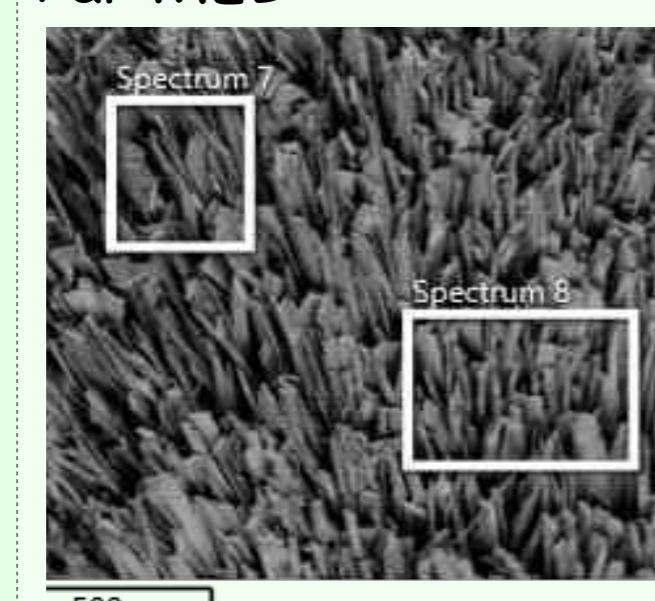


## Résultats au Microscope Électronique à Balayage (MEB)

Nous avons fait analyser par microscopie l'échantillon d'aragonite bleu afin d'avoir une image de haute résolution à l'échelle microscopique. Cela a permis de déterminer la composition atomique de celui-ci.

Quelle est la composition de cette roche ? Sur le terrain on peut identifier le carbonate de calcium en versant de la soude (HCl) sur l'échantillon. Celui-ci se dissout par effervescence.

Par MEB :



Étiquette de	Spectrum 8	Spectrum 7	
C	17,56	16,72	
O	55,99	56,30	
Ca	26,45	26,98	
TOTAL	100	100	
Statistiques	C	O	Ca
Max	17,56	56,30	26,98
Min	16,72	55,99	26,45
Moyenne	17,14	56,15	26,72

Résultats : les valeurs sont proches de celles correspondant au CaCO<sub>3</sub>, c'est-à-dire C (20%), O (20%) et Ca (60%).

Le CaCO<sub>3</sub> se cristallise sous deux formes, soit rhomboédrique, soit orthorhombique. On peut le vérifier à l'aide de la cristallographie.

## Résultats au cristallographe et analyses d'eau

### 1) La cristallographie

Nous avons fait analyser par cristallographie à rayons X un échantillon de la coulée et un échantillon d'excentrique bleu de la grotte de Malaval.

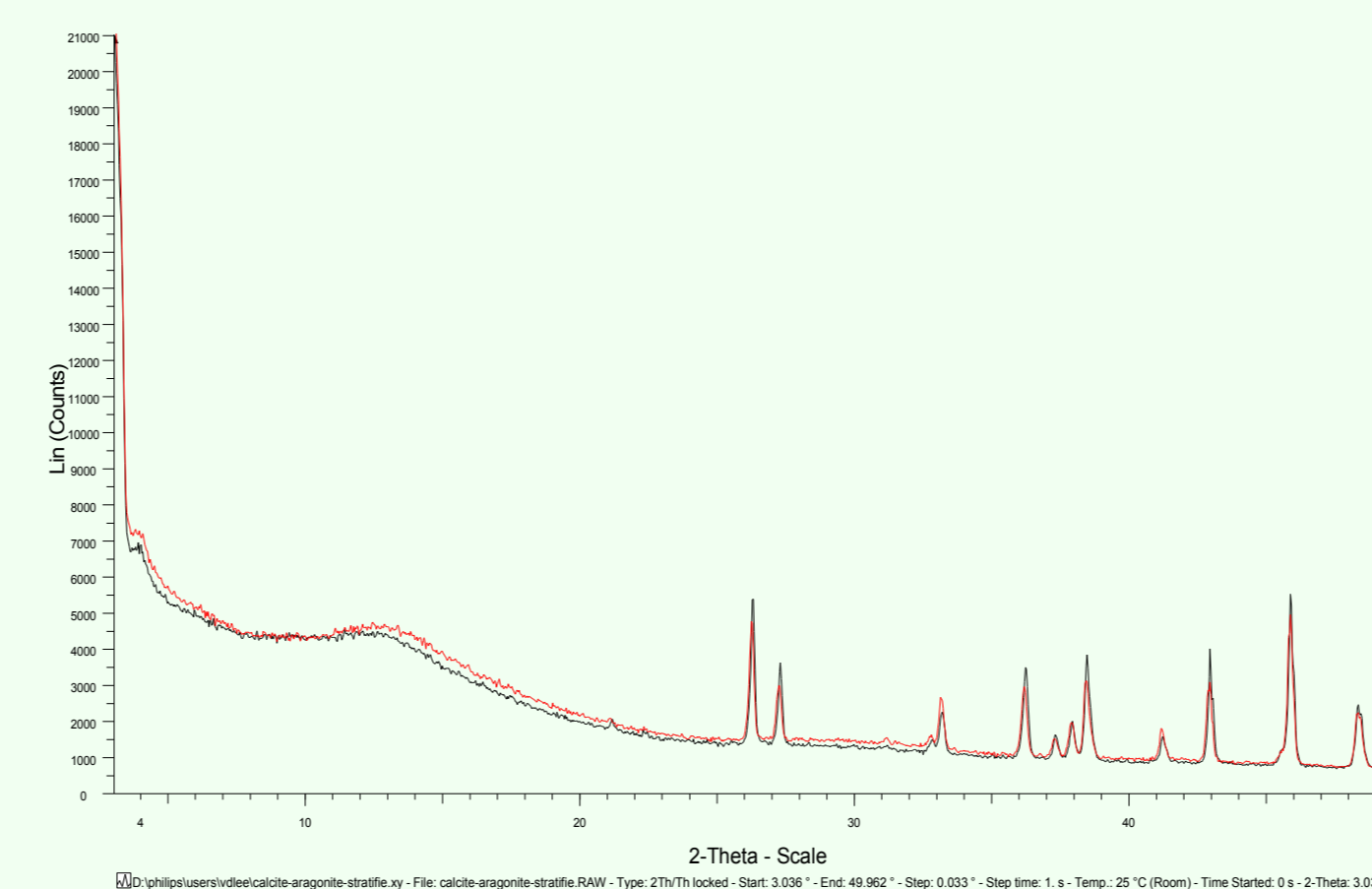
A travers cette analyse nous cherchons à savoir si nos échantillons sont de la calcite ou de l'aragonite.

Hypothèses (à l'oeil nu) : - l'excentrique bleu est de l'aragonite

- la coulée stratifié est composée d'aragonite et de calcite

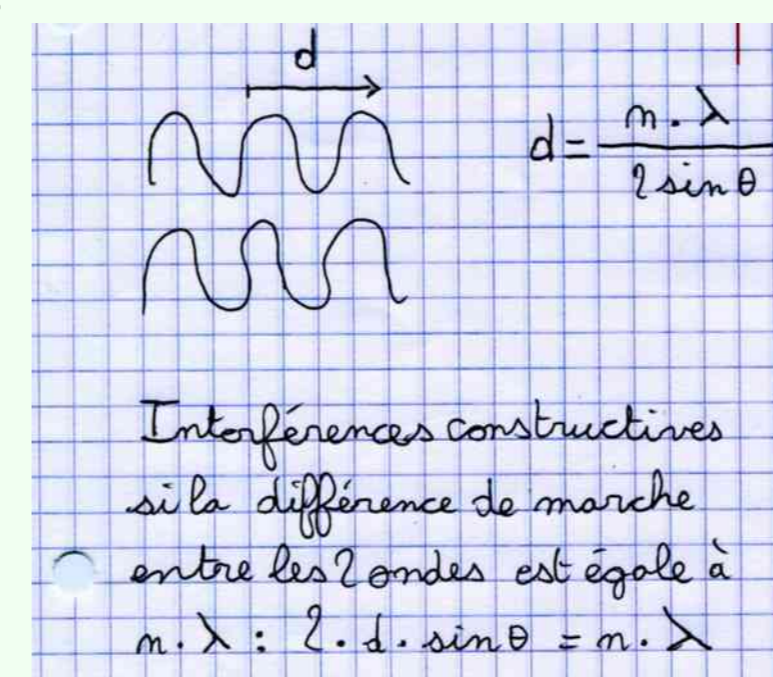
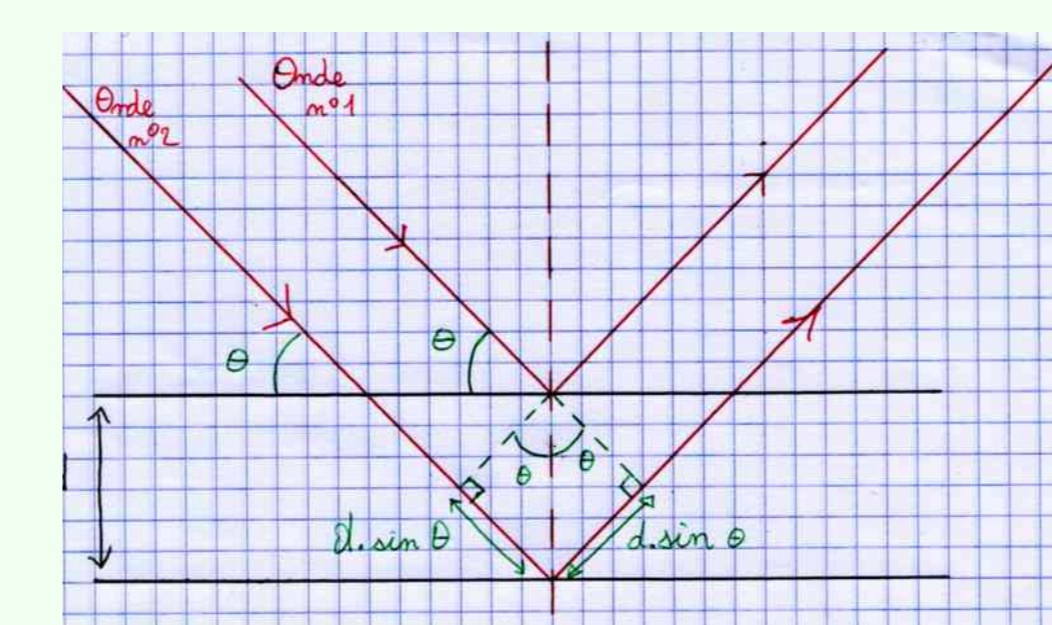
Résultats : - l'excentrique bleu est de l'aragonite

- la coulée stratifiée est de l'aragonite massive



La cristallographie par rayons X est une technique permettant d'analyser un échantillon afin de déterminer sa maille cristalline. A l'aide d'une base de données on peut identifier la nature de cet échantillon. La technique est la diffraction par rayons X.

Comment fonctionne cette méthode ?



Différence de marche entre les 2 ondes =  $2d \cdot \sin \theta$   
 $\sin \theta = \frac{C \cdot \text{opp}}{\text{hyp}}$   
 $C \cdot \text{opp} = \sin \theta \times \text{hyp}$

### 2) Analyses d'eau

Nous avons prélevé de l'eau à différents endroits dans les grottes du Truc de Marion et de Chabrit afin de la faire analyser et ainsi déterminer la concentration de magnésium et de calcium dans celle-ci.

	Prélèvement n°1 Marion	Prélèvement n°2 Marion	Prélèvement n°3 Marion	Prélèvement n°1 Chabrit	Prélèvement n°2 Chabrit	Prélèvement n°3 Chabrit
Hypothèses	Des composants comme le magnésium présent dans l'eau s'écoulant sur la concrétion et son débit peuvent-être des facteurs de la formation de la calcite ou de l'aragonite.					
Détermination a priori (Pierre Lemaitre et Laurent Calmels)	Aragonite	Aragonite	Aragonite	Aragonite	Calcite	Aragonite
Volume prélevé (ml)	174	82	12	190	86	102
Composition de l'eau	Ca mg/l	36,2	41,1	659,3	69,6	148,5
	Mg mg/l	26,43	43,45	47,7	37,17	76,82
	Mg/Ca	0,73	0,81	0,07	0,53	0,52
Déductions (données Frisia, 1997)	Aragonite	Aragonite	?calcite ?	calcite	calcite	Aragonite
Débit (l/h)	0,059	0,037			0,087	

## Conclusion

L'ensemble de nos analyses semble vérifier l'hypothèse que la présence de magnésium influence la formation de la calcite ou de l'aragonite. On montre que un taux de magnésium/calcium dans l'eau supérieur à 0,6 mg/l correspond à la cristallisation du carbonate de calcium dans le système Aragonite. Pour les valeurs inférieures à 0,6 mg/l, on a de la calcite à Chabrit n°1. On peut laisser de côté la valeur qui semble aberrante à Marion n°3.

Pour augmenter la fiabilité de nos résultats, il faudrait systématiquement analyser toutes les concrétions au cristallographe et réaliser l'analyse d'eau correspondante (Eau de la coulée de Malaval à analyser)

L'hypothèse sur le débit de l'eau n'a pas pu être vérifiée étant donné du manque de précision de nos prélèvements (concrétions sèches ou débit trop lent).

D'après nos différentes recherches nous avons vu que beaucoup de facteurs peuvent être à l'origine de la variation entre calcite et aragonite :- la température ambiante dans la grotte  
 - la pression dans la grotte

La fiabilité de nos conclusions devra être renforcée en multipliant le nombre d'échantillons et d'analyses pour arriver à des résultats plus fiables.

Lors de notre séjour à Montpellier, Michel Condomines, professeur à l'université 2 de Montpellier, a analysé notre échantillon de coulée d'aragonite massive de Malaval pour en connaître son taux d'uranium. Les résultats ont montré un taux élevé d'uranium qui pourrait permettre, à l'avenir, de faire la datation absolue de la concrétion à l'aide de la méthode Uranium-Thorium.

## Bibliographie

- Frisia, 1997
- Journal of Sedimentary Research, 2014
- Remerciements au Laboratoire Départementale d'Analyses de la Lozère
- Remerciements aux Laboratoires de l'Université 2 de Montpellier
- Remerciements à Daniel André, spéléologue
- Remerciements à Michel Condomines, géosciences Montpellier
- Remerciements à Laurent Calmels et Pierre Lemaitre
- TPE, travaux personnels encadrés par M. Grosroyat (professeur de sciences physiques), M. Jacquet, (professeur de SVT) et M. Diverny (professeur de mathématiques).

Ce travail a été réalisé de septembre 2014 à mars 2015 dans le cadre du suivi pédagogique de l'expédition scientifique internationale de l'IRD LENGGURU 2014



Avec les partenaires :

