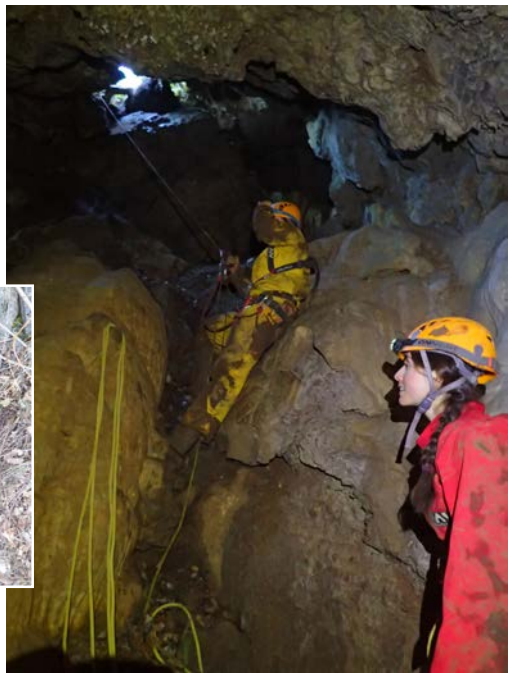
Depuis 2013, le lycée Déodat de Séverac de Céret propose aux élèves de seconde un enseignement d'exploration basé sur la spéléologie. Ce projet s'est développé au fil du temps, et a permis à l'établissement d'être labélisé par la FFS. Une convention a été signée avec le CSR-O et un partenariat a été mis en place avec le Spéléo canyon club du Vallespir qui gère le matériel et aide à l'encadrement.
Cette année, trois lycéens ont souhaité au cours de leur année de première scientifique prolonger l'expérience. Ils ont choisi comme sujet de TPE (travail personnel encadré), qui est une épreuve comptant pour le baccalauréat, l'étude d'une cavité.
Voici leur travail. J'aimerais le dédier à José Mulot, grâce à qui le projet a pu se concrétiser.
Je voudrais aussi remercier pour leur aide Michel Wienin qui a toujours été présent pour les aider, Anne Sophie Lartigot Campin, palynologue, et Thibaud Saos, géologue, tous deux au CERPT-UPVD (Tautavel).

François MASSON

Can Double, une grotte singulière

par Alix ANCEL, Nastasia GIMENEZ et Dorian PRUJA

La grotte de Can Double, qui se situe en France, en Occitanie, plus précisément dans les Pyrénées-Orientales, est une grotte qui présente des caractéristiques assez singulières. Spéléologues depuis l'année dernière, nous avons donc décidé de nous intéresser à cette grotte particulière : en effet, quelle est l'histoire de cette cavité pour qu'elle présente ces caractéristiques peu communes ? Nous nous y sommes donc rendus pour la toute première fois le mercredi 20 septembre 2017. Voici ci-contre une photographie de son entrée, trou assez étroit.



Entrée de la grotte.

Caractéristiques

Description

La grotte de Can Double est escarpée, boueuse, humide, ce qui montre la présence d'eau.

Elle présente des chemins sinueux, assez étroits, qui montent et qui descendent ainsi que de nombreux rochers qui se sont écroulés. Nous lui connaissons actuellement quatre niveaux orientés suivant deux axes principaux : une des failles, de l'entrée jusqu'à la première salle, est orientée du sud vers le nord et les deux autres failles sur lesquelles les trois autres niveaux se sont formés sont orientées du nord-ouest vers le sud-est. La topographie de la grotte nous a été fournie par le Spéléo canyon club du Vallespir (SCCV). L'entrée que nous empruntons se situe au niveau le plus haut.

Localisation

Can Double se situe au nord-est de Corsavy, village placé au-dessus d'Arles-sur-Tech, à côté de la route menant à la tour de Batère, la D43.

Identification des roches

La grotte de Can Double est creusée à la limite entre un marbre dolomitique et du granite. La carte géologique nous apprend que les dolomies du secteur sont des dolomies secondaires : elles sont issues de calcaires dans lesquels la dolomite a partiellement remplacé la calcite. Par ailleurs, le terme marbre nous indique qu'il s'agit de roches métamorphiques, ayant été portées dans des conditions de haute énergie (pression et température).

La dolomie est constituée principalement de dolomite et de calcite, deux types de minéraux carbonatés c'est-à-dire constitués d'ions carbonates, de formules respectives $CaMg(CO_3)_2$ et $CaCO_3$. La formule chimique de la dolomie est $CaMg(CO_3)_2$.

Le granite est une roche plutonique magmatique ou ignée c'est-à-dire qui se forme par refroidissement en profondeur

du magma lors de sa remontée par les fissures de l'écorce terrestre. Il est constitué de plusieurs cristaux : de biotite aussi appelée mica noir, de muscovite ou mica blanc, de feldspaths orthoses et plagioclases, et de quartz. C'est donc une roche grenue.

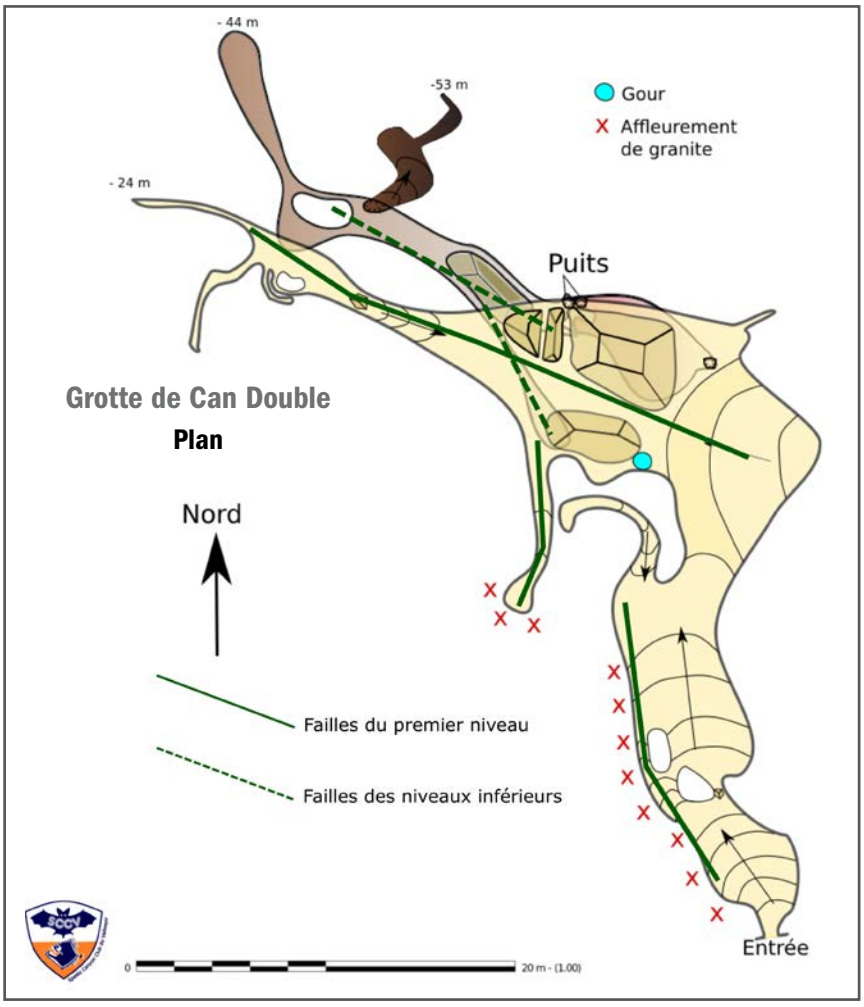
Ces deux roches se retrouvant désormais côte à côte, cela signifie que leur niveau a bougé et changé de profondeur. Soit la dolomie est descendue, soit le granite est monté ou peut-être les deux : on parle alors d'un mouvement relatif.

Roche	Formule chimique
Dolomie	$CaMg(CO_3)_2$
Minéral	**Formule chimique**
Calcite	$CaCO_3$
Dolomite	$CaMg(CO_3)_2$

Formules chimiques des roches et des minéraux.

Faille marbre dolomitique/granite.

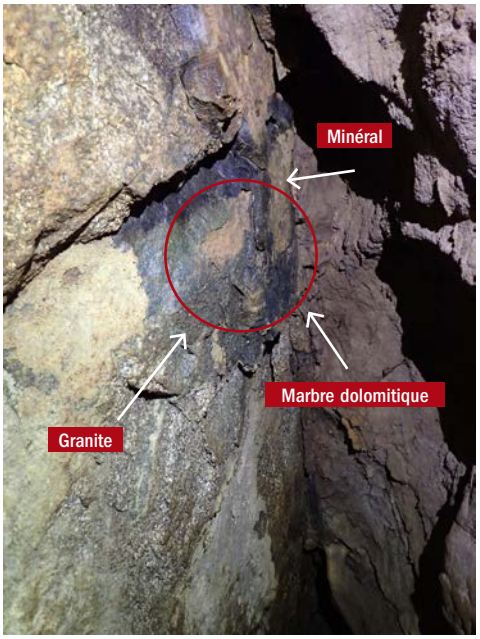
Faille marbre dolomitique.



Identification des failles

La première faille se situe entre du marbre dolomitique et du granite et les autres se sont formées dans le marbre dolomitique.

Nous avons remarqué un minéral présent au niveau de la faille entre le marbre et le granite.



Au début, nous ne savions pas ce que c'était. Nous avons donc envoyé des échantillons à Tautavel pour qu'ils puissent identifier ces minéraux à l'aide d'un diffractomètre à rayons X, c'est-à-dire un instrument qui mesure la diffraction d'un rayonnement sur une cible. Chaque minéral ayant une diffraction différente, cet appareil permet donc de les identifier. Ils nous ont donc appris qu'il s'agissait de vermiculite, un minéral appartenant à la famille des smectites qui sont un groupe de minéraux argileux. La vermiculite est un minéral formé par l'altération de la biotite, présente dans le granite, à basse température et à basse pression c'est-à-dire entre 200 et 300 °C. Or, le marbre dolomitique et le granite, quant à eux, se forment à haute température et à haute pression. Mais nous avons vu que ces roches se sont déplacées suivant un mouvement relatif pour se retrouver à la surface de la terre. Ceci aurait alors permis la formation de la vermiculite, à basse température et à basse pression. En effet, selon nous, le frottement entre les deux roches

aurait permis à la biotite de s'altérer et donc de former ce minéral.

Dans la foulée, les chercheurs ont identifié un autre minéral que nous avions trouvé au niveau des failles du marbre dolomitique et de couleur plutôt verte : il s'agit de chlorite.

C'est un minéral qui aurait le même processus de formation que la vermiculite c'est-à-dire par altération de la biotite à basse température et à basse pression. Ici, lorsque les roches étaient en profondeur, il y aurait eu une circulation de fluides chauds issus du granite qui l'auraient altéré et auraient ainsi transporté de la biotite. Ceci aurait alors permis la formation de la chlorite.

Photographies de granite présentant une schistosité.

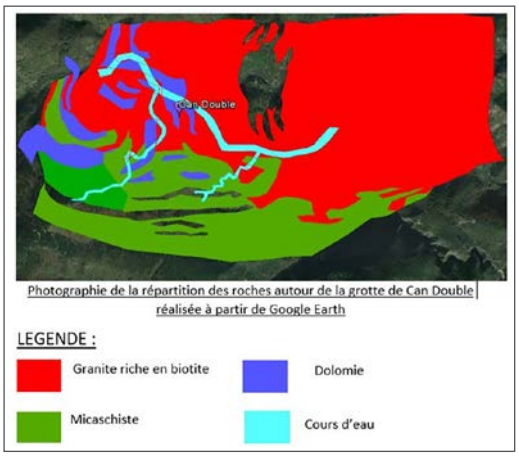
Schistosité

Dans la grotte, le granite présente une schistosité. Cela signifie qu'il se débite en feuillets assez épais. Or, normalement le granite n'en contient aucune.

Le mouvement relatif des roches aurait entraîné un frottement entre le marbre et le granite ce qui aurait donc provoqué cette schistosité. Seul le granite présente une schistosité car celle-ci a disparu de la dolomie au niveau de la faille, pour laisser place à la grotte.

Creusement de la cavité

Une grotte se creuse par le passage de l'eau dans de la roche et par l'érosion c'est-à-dire le creusement qu'elle provoque. Ici, la grotte s'est creusée dans le marbre et ce serait l'eau des bassins en amont de la grotte, que nous observons sur la carte, qui aurait circulé dedans.



Photographie de la répartition des roches autour de la grotte de Can Double réalisée à partir de Google Earth

Fantômisation

Le granite et la dolomie sont altérés dans certaines zones de la grotte : les roches s'effritent et à certains endroits nous pouvons y rentrer notre doigt sans forcer. Cette altération correspond à la décomposition de la roche qui perd certains de ses constituants tout en conservant sa forme. On appelle ce phénomène la fantômisation.

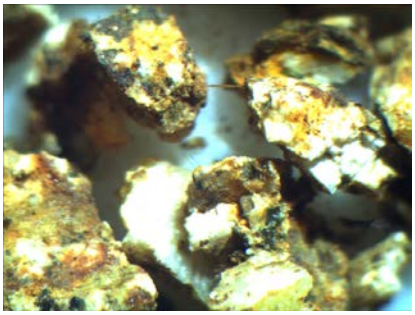
Granite

Pour savoir ce qui aurait provoqué la fantômisation du granite, nous avons effectué des recherches et nous avons trouvé que l'infiltration de l'eau dans cette roche dissout ses composants :

- les feldspaths se transforment peu à peu en argile ;
- les micas se transforment également en argile mais beaucoup plus lentement.

Les feldspaths et les micas seraient donc les constituants qui subissent la fantômisation et qui disparaissent du granite peu à peu. Cette fantômisation aurait donc été entraînée par le passage très lent de l'eau dans les fissures de la roche. Ce faible débit n'aurait emporté que certains constituants du granite sans le creuser entièrement : on parle de passage par capillarité.

Marbre dolomitique fantômisé.



Grains de granite fantômisé observé au microscope trinoculaire.

Marbre dolomitique

Dans le cas du marbre, l'altération de la roche s'est faite par fantômisation et non par altération liée à un courant d'eau. En effet, ce qui nous permet de dire ceci est la présence de pendants de voûte perpendiculaire au sens du courant (voir plus bas le paragraphe pendants de voûte). Nous avons alors voulu connaître les mécanismes d'altération de la dolomie c'est-à-dire quels sont les composants qui partent de cette roche lorsqu'elle est fantômisée. Nous avons donc observé la dolomie saine au microscope binoculaire ainsi que la dolomie altérée et nous y avons fait quelques tests d'identifications de minéraux dont le test de Dickson, que nous avons trouvé dans un magazine de spéléologie qui s'appelle *Karstologia* 59. Le protocole consiste à verser une solution d'acide chlorhydrique (2 %), d'alizarin rouge-S et de ferricyanide de potassium. La réaction chimique est assez complexe mais nous connaissons son principe : l'acide chlorhydrique attaque le cristal ce qui permet alors à l'alizarine de colorer la calcite en rouge et le ferricyanure de colorer en bleu le fer. Une couleur turquoise indique alors la présence de dolomite ferrifère, une couleur rouge la présence de calcite et un résultat incolore la présence éventuelle de dolomite (tableau 1).

De même, nous avons soumis les deux dolomies au test de l'acide chlorhydrique pour savoir si elles contenaient du calcaire. Si une effervescence est obtenue en versant l'acide chlorhydrique sur la surface étudiée, cela signifie qu'il y a du calcaire. Par ailleurs, la dolomite ne réagit pas à l'acide.

▪ Réaction calcaire/acide chlorhydrique :
Équation : $CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g) + CaCl_2(aq)$

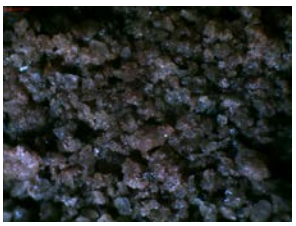
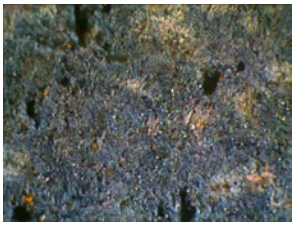
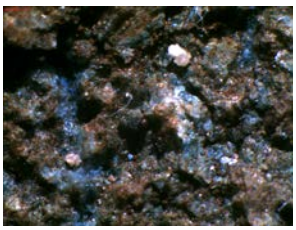
Surface testée	Photographies au microscope trinoculaire	Résultat	Interprétation
Dolomie zone altérée	Sans test  Avec test	● Quelques points rouges	· Présence de calcite · Absence de dolomite ferrifère · Présence éventuelle de dolomite (zones incolores)
Dolomie zone saine polie		● Bleu/ turquoise ● Points rouges ○ Zones incolores	· Présence de dolomite ferrifère · Présence de calcite · Présence éventuelle de dolomite (taches incolores)
Dolomie zone saine non polie		● Bleu/ turquoise ● Points rouges ○ Zones incolores	· Présence de dolomite ferrifère · Présence de calcite · Présence éventuelle de dolomite (tâches incolores)

Tableau 1 : regroupant les résultats obtenus à l'issue du test de Dickson.

Le calcaire ($CaCO_3$) réagit avec l'acide chlorhydrique (2HCl) pour produire de l'eau (H2O), du dioxyde de carbone (CO_2) et du chlorure de calcium ($CaCl_2$). L'effervescence est donc provoquée par la production de dioxyde de carbone qui est un gaz (tableau 2).

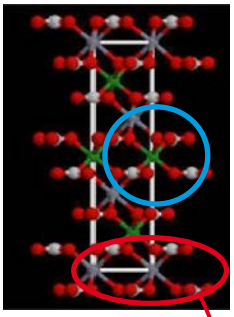
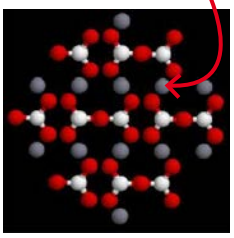
Test à l'acide chlorhydrique		Résultat	Interprétation
Dolomie zone altérée		Forte effervescence	Présence importante de calcaire et donc de calcite
Dolomie zone saine polie		Effervescence à peine perceptible (microbulles)	Très peu de calcaire et donc de calcite Présence de dolomite

Tableau 2 : regroupant les résultats obtenus à l'issue du test à l'acide chlorhydrique

Par ailleurs, les grains incolores observés sur l'observation microscopique pourraient correspondre aux grains restants après la fantômisation. En effet, ils ont exactement la même taille et la même forme. Ces grains correspondraient alors à la calcite de formule $CaCO_3$ présente dans la dolomie. Cette hypothèse correspondrait à notre expérience puisque les grains observés dans la dolomie saine sont très dispersés et donc en petite proportion ce qui expliquerait le peu d'effervescence alors que la dolomie altérée est constituée uniquement de ces grains. Nous en avons donc déduit qu'au cours de la fantômisation, la dolomite partait de la roche et que les grains restant étaient de la calcite.

Nous avons donc essayé de modéliser cette fantômisation. Selon nous, les ions calcium de la calcite auraient été remplacés par des ions magnésium plus fins (tableau 3).

Nous n'avons pas réussi à trouver la modélisation du magnésium sur le logiciel Rastop mais nous pouvons quand même voir ce que représente une molécule de

Roche/Minéral	Modélisation
Dolomie	
Calcite	

calcite au sein de la roche. Pour vérifier notre hypothèse selon laquelle la molécule de calcite serait plus grande que celle de dolomite, nous avons donc calculé la proportion d'un ion magnésium par rapport à un ion calcium :

- rayon atomique d'un ion magnésium : 150 pm ;
- rayon atomique d'un ion calcium : 180 pm.

Mg/Ca = 150/180 = 83 % ce qui signifie qu'un ion magnésium est 100-83=17% plus petit qu'un ion calcium environ. Notre hypothèse serait donc cohérente.

Le magnésium plus petit crée de l'espace dans la roche : c'est ce qu'on appelle de la porosité. Cette porosité aurait permis à l'eau de circuler dans la roche.

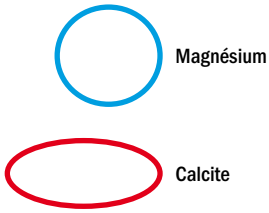


Tableau 3 : tableau regroupant les modélisations RasTop de la dolomie montrant la proportion de calcite au sein de cette roche.

C'est ce qu'on appelle une circulation hydrothermale et qui serait à l'origine de la fantômisation.

En outre, les chercheurs nous ont informés que ce type d'altération était très rare pour la dolomie. Normalement c'est la calcite qui part et la dolomie qui reste. Au début, nous et les chercheurs pensions que cette fantômisation n'avait pu être formée qu'à au moins 5 km de profondeur à haute température, car dans ces conditions la dolomite devient plus soluble que la calcite. La dolomie se serait donc fantômisée et creusée avant que la grotte ne remonte à la surface. Comme la dolomie ne peut être fantômisée que par le passage lent d'eau et que c'est ce passage qui aurait creusé la grotte, nous en avions donc déduit que la grotte s'était creusée en profondeur ce qui aurait permis à la dolomie d'être fantômisée et qu'elle serait ensuite remontée à la surface. En effet, il existe deux failles sur les deux versants du Canigou et notre hypothèse était que celles-ci auraient fait remonter toute une partie du territoire.

Cependant, des spécialistes de l'extraction pétrolière (la dolomie poreuse est un excellent réservoir de pétrole) qui nous ont aidés nous ont informés que cette hypothèse de formation profonde à haute température et haute pression était très rare, et qu'elle ne semblait pas adaptée à ce contexte. Les chercheurs nous ont dit que cette fantômisation correspondrait à un phénomène de dédolomitisation qui peut apparaître à basse température en milieu oxydant, ce qui est le cas en milieu superficiel atmosphérique, quand le rapport des ions calcium sur les ions magnésium augmente. À l'inverse, la dolomitisation est associée à un milieu réducteur c'est-à-dire profond avec une présence fréquente de matière organique, et à une quantité d'ions magnésium supérieure à celle des ions calcium. Ici, ce serait un cas de corrosion chimique des parois par des eaux d'écoulement, une infiltration et/ou une condensation. En effet, sur la carte de la répartition des roches autour de la grotte (voir plus haut) nous observons qu'il y a un peu de marbre dolomitique au-dessus du bassin versant et ce marbre n'aurait perdu que du carbonate de calcium transporté par l'eau du bassin, pas de magnésium, donc l'apport en calcium aurait augmenté.

En outre, pour confirmer nos observations, nous avons envoyé un échantillon de marbre dolomitique, fantômisé à l'extérieur et sain à l'intérieur, aux chercheurs qui en ont fait une lame observable au microscope.

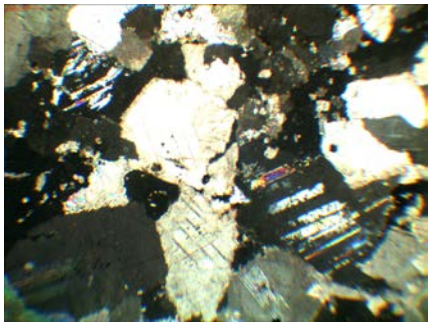
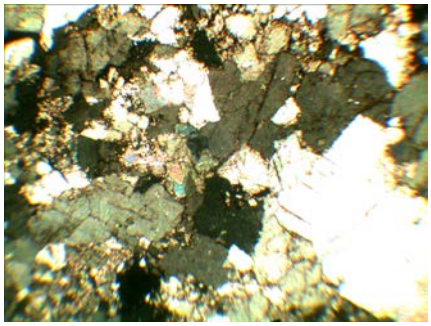
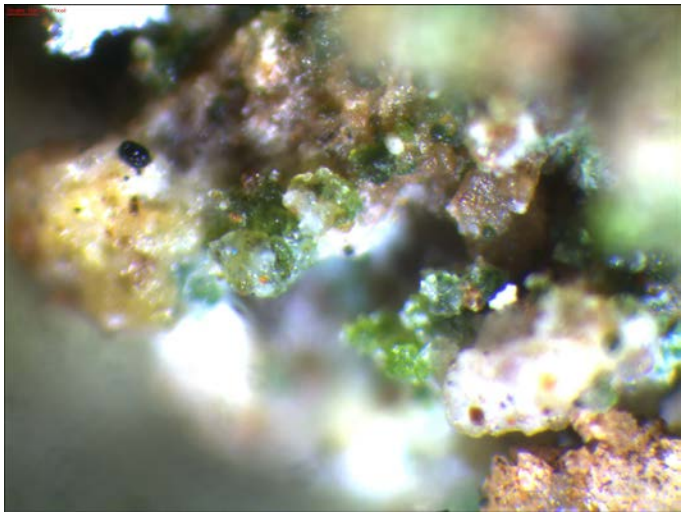
Surface observée		Observations	Interprétation
Intérieur de la lame		● ● Quelques bandes de couleurs vives ○ Beaucoup de gros fragments de cristaux blancs/gris/noirs	Petite proportion de calcite Importante proportion de dolomite
Bord de la lame		● ● Beaucoup de petits fragments de cristaux gris/noirs et de couleurs vives ○ Peu de gros fragments de cristaux blancs/gris/noirs	Importante proportion de calcite Petite proportion de dolomite

Tableau 4 : regroupant les photographies du marbre dolomitique fantômisé et sain observées au microscope polarisant montrant les caractéristiques de la fantômisation



Minéral inconnu sur du marbre dolomitique observé au microscope binoculaire.

Pendants de voûte.

Par ailleurs, en observant un peu plus la dolomie de la grotte, nous avons observé des minéraux verts invisibles à l'œil nu. Au début, nous pensions qu'il s'agissait de malachite, un carbonate de cuivre, mais ce serait peut-être de l'épidote, un minéral contenant du magnésium.

Selon nous, ces minéraux résulteraient d'une réaction entre le granite environnant et le magnésium de la dolomie. Cette réaction se produit normalement à haute température et nous pensions alors qu'elle avait eu lieu lors de la formation de la grotte en profondeur. Cependant, notre hypothèse n'est plus valable et nous ne savons donc pas trop expliquer la présence de ce supposé minéral ici.

Pendants de voûte

Par ailleurs, la grotte présente également des pendants de voûte : ce sont comme des bouts de roches qui ressortent du plafond et qui sont orientés vers le sol comme de grosses stalactites.

Les pendants de voûte sont en général sculptés par la circulation de l'eau et ils sont parallèles au sens d'écoulement. Cette dernière a comme « sculpté » les pendants, perpendiculaires au sens d'écoulement de l'eau. Leur création n'aurait donc pas été possible à haut débit d'eau, autrement ils auraient été parallèles au sens de son écoulement. L'eau aurait donc circulé lentement. Nous pouvons alors émettre deux hypothèses :

- soit la dernière fois que de l'eau a coulé dans la grotte, elle circulait à un faible débit ; dans le cas contraire, les pendants de voûte auraient été détruits,
- soit il y a eu une circulation, mais intermittente.

Ceci aurait permis de conserver les pendants de voûte.

Chenaux de voûte

On note un surcreusement très léger au plafond d'une des galeries de la grotte, sous forme d'un petit conduit à tracé souvent serpentiforme. C'est ce qu'on appelle un chenal de voûte. Il s'établit par corrosion, c'est-à-dire l'altération d'un matériau de la roche, par réaction chimique du plafond avec un oxydant, permise par la circulation de l'eau sur une tranche fine et étroite à partir d›un remplissage presque total de la galerie. On dit que les chenaux de voûte sont créés en régime noyé. Cela signifie donc que Can Double a été entièrement remplie d'eau.

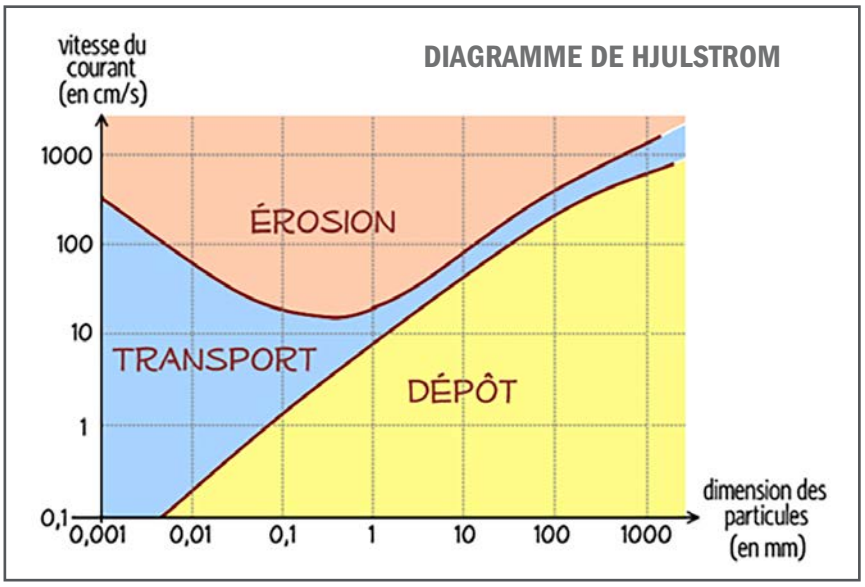
Le remplissage

Moyen de remplissage

Le sol de la grotte est recouvert de sédiments c'est-à-dire de boues diverses. Nous rencontrons des couches de fins sédiments et d'autres couches de sédiments plus gros visibles sur les parois.

Nous en avons donc déduit que la grotte s'était remplie en plusieurs étapes alternant entre des périodes de crues et des périodes calmes. Plus les sédiments sont gros, plus le débit est important comme nous le montre le diagramme de Hjulstrom qui relie la vitesse du courant d'eau en fonction de la taille des sédiments qu'on appelle granulométrie.

Différentes couches de sédiments.



Ce diagramme nous apprend que plus les dimensions des sédiments sont grandes, plus la vitesse du courant doit être importante pour que l'eau puisse les transporter. Par exemple, lorsque les particules mesurent 1 mm, l'eau doit circuler à environ 10 cm/s alors que lorsqu'ils mesurent 1000 mm, l'eau doit circuler à environ 1000 cm/s. Ceci nous confirme alors que les gros sédiments ont été apportés par un plus important débit d'eau que les particules plus fines.

On observe deux types de dépôts de sédiments dans la grotte :

Les planchers stalagmitiques

On observe dans la grotte des morceaux de granite, qui mesurent entre 3 et 8 cm, qui alternent avec des couches de calcite qu'on appelle des planchers stalagmitiques.

La création des planchers ne peut être expliquée que par l'arrêt de l'écoulement d'eau et sa stagnation au-dessus des sédiments pendant plusieurs centaines d'années. Par ailleurs, nous observons des morceaux de planchers stalagmitiques collés au mur sur le côté et suspendus dans le vide horizontalement qui montrent l'ancienne présence de planchers entiers.

Ces planchers se sont ensuite écroulés lors de la vidange de la grotte.

Planchers stalagmitiques alternant avec des gros sédiments.

Plancher stalagmitique suspendu.

Alternance entre des couches d'argile fine et de plus gros sédiments

Les couches d'argiles

Nous observons aussi des couches d'argile fine créées par la décantation lente de l'eau qui alternent avec des couches de plus gros sédiments.

L'argile fine n'a pu être récupérée par aucun tamis lorsque nous avons tamisé les sédiments ce qui signifie bien que cette argile a été déposée par décantation de l'eau.

La grotte a donc subi plusieurs phases de remplissage caractérisées par différents débits d'eau : on parle de remplissage polyphasé. La vitesse de l'eau aurait donc premièrement adopté un faible débit pour creuser la grotte et fantômiser la roche ou adopter un haut débit pour creuser la grotte puis un faible débit aurait entraîné la fantômisation. Puis, l'eau aurait alterné entre fort et faible débit : les débits forts ont apporté les gros sédiments comme les morceaux de granite. Les débits faibles ont apporté des sédiments plus fins et de l'argile par décantation. Des débits presque nuls auraient permis la stagnation de l'eau et la formation des planchers stalagmitiques. Ce n'est donc pas le même mécanisme qui a fantômisé la roche et qui a apporté de gros débris dans la grotte.

Provenance de l'eau de creusement

Par ailleurs, en tamisant la terre de la grotte, nous avons trouvé des minéraux de couleur dorée que nous avons étudiés de plus près. En effet, au départ nous pensions qu'il s'agissait de pyrite. Nous avons donc chauffé ces grains en s'attendant à obtenir une odeur de soufre d'après la réaction chimique de la pyrite chauffée.

Réaction chimique de la pyrite chauffée :

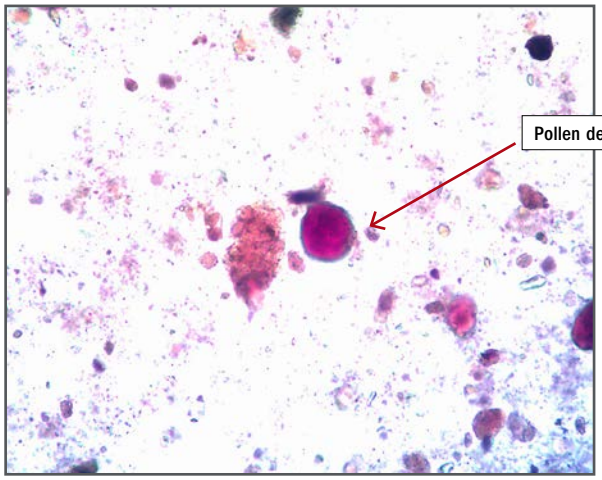
Équation :

$$2FeS_2 + {}^{11}/_{2}O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + 4SO_2$$

En effet, la pyrite (FeS_2) réagit avec le dioxygène de l'air quand on le chauffe pour donner de l'oxyde de fer (Fe_2O_3) et du dioxyde de soufre (SO_2) à l'origine de l'odeur de soufre qui en résulte. Cependant aucune odeur n'en a résulté ; ce n'est donc pas de la pyrite.

Nous avons donc partagé notre interrogation sur un forum appelé *géoforum* et l'un des membres nous a apporté une réponse assez intéressante selon laquelle il pourrait s'agir de biotite amenée ici par l'eau qui aurait circulé dans la grotte et provenant des rivières situées en amont de Can Double que nous avons déjà observées. En effet, ces bassins en débordant lors d'une époque de forte crue auraient transporté la biotite qui est le premier élément altérable du granite. Nous avons donc vérifié si ces grains s'effritaient en appuyant fortement dessus, ce qui est caractéristique des micas, et le test a été positif. Nous les avons ensuite chauffés et comparé leur épaisseur car les micas augmentent d'épaisseur en chauffant. Le test a également été concluant.

Nous en avons donc déduit que la grotte avait été remplie par les eaux provenant des bassins versants qui auraient débordé.



Photographie du pollen de noisetier observé au microscope.

Datation des sédiments

Dents

Par ailleurs, nous avons essayé de dater les sédiments en les tamisant pour chercher d'éventuelles dents de souris : ces animaux ont évolué rapidement et les chercheurs de Tautavel nous ont expliqué qu'ils pourraient dater facilement ces ossements. En tout, nous avons tamisé près de dix kilogrammes de sédiments de deux niveaux différents de la grotte chacun et nous n'avons trouvé aucune trace de dents ou d'os. En effet, nous pensions trouver des dents de proies apportées par les rapaces, mais peut-être que ces dents ont été détruites par l'acidité du milieu ou alors peut-être qu'il n'y en a jamais eu. Ce n'est donc pas par cette voie que nous pourrons dater la grotte. Mais cette expérience nous a permis d'observer les micas que nous pensions être de la pyrite ou de l'or et de renforcer notre hypothèse de l'eau provenant des bassins versants.

Pollens

En outre, nous pouvons aussi dater les sédiments présents dans la grotte en identifiant les pollens qu'ils contiennent. Ceci nous permettrait donc d'estimer les dates auxquelles la grotte s'est remplie. Les échantillons dans lesquels nous avons trouvé du pollen contenaient trop de particules organiques et nous aurions dû utiliser un acide très dangereux pour les étudier. Nous avons envoyé des photographies de nos résultats aux chercheurs de Tautavel et un seul correspondait réellement à un pollen, les autres n'étaient que des particules organiques : il s'agissait d'un pollen de noisetier.

Cet arbre était très présent à la fin de la dernière glaciation, il y a 11 500 ans. Cet élément pourrait concorder avec une période où des torrents charriaient de grandes quantités de sédiments. Toutefois, un seul pollen ne nous permet pas de tirer de conclusion.

De plus, en complément de l'apport de ces éléments, nous observons des traces de sédiments et de boues sur les murs ce qui signifie qu'à une époque la grotte était remplie jusqu'à ce niveau. Il a donc fallu qu'elle se vide pour que le niveau de sédiments baisse.

Comparaison entre un mica chauffé (en haut) et un mica non chauffé (en bas) montrant leur différence d'épaisseur.

Sédiments restant au mur.

Vidange

Les sédiments n'ont pu évacuer Can Double uniquement par une sortie située en bas de la grotte. La seule issue possible est située tout en bas et tout au fond de la grotte mais elle est beaucoup trop étroite pour qu'on puisse y passer.

Nous avons cherché à l'extérieur s'il y avait un trou qui correspondait à la sortie mais nous n'avons rien trouvé. Soit la sortie ne se trouve pas à l'endroit où nous avons cherché, soit elle a été recouverte par la terre. Ce trou correspondrait donc au moyen de vidange de Can Double.

La cavité du fond de la grotte.

Histoire récente

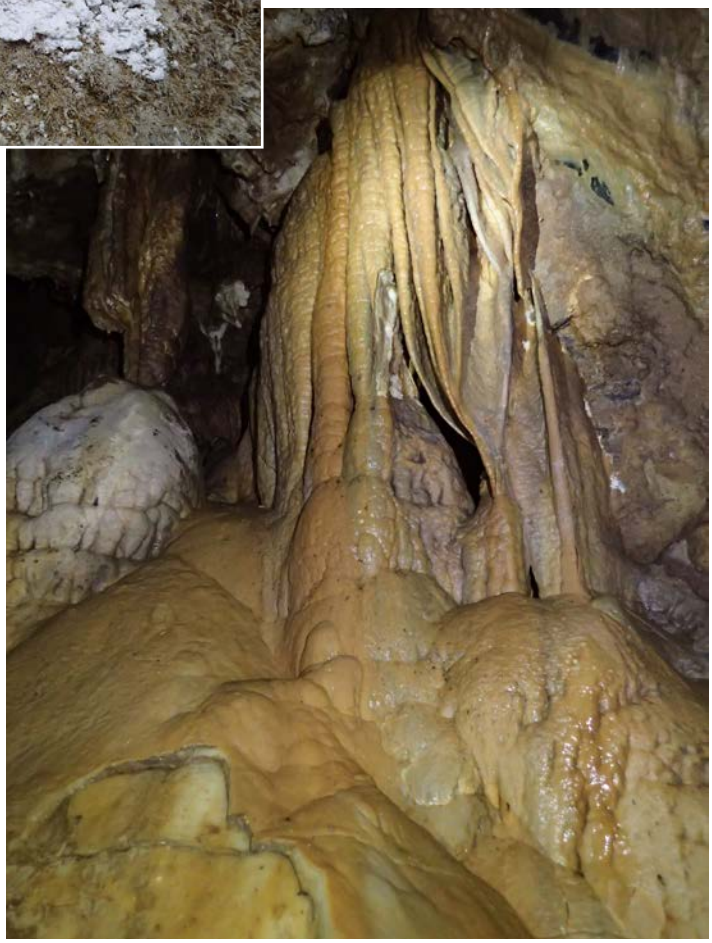
Concrétions

Hydromagnésite

Par ailleurs, nous avons observé des cristaux sur la dolomie qui ressemblaient à des poils blancs c'est-à-dire des touffes cristallines neigeuses que nous pouvions enlever en les touchant. L'analyse par diffractométrie à rayons X nous a appris qu'il s'agissait d'hydromagnésite.

C'est une espèce minérale qui contient notamment du magnésium et que l'on rencontre dans des fissures d'autres roches. Nous supposons donc que ce minéral est apparu assez récemment par capillarité dans la dolomie : le magnésium, de petite taille, peut quitter la roche lorsque l'eau circule par capillarité. Il s'accumule en surface, réagit avec l'eau en donnant ce minéral.

Hydromagnésite : sur le marbre dolomitique de la grotte.



Concrétions de la grotte.

Stalagmites et stalactites

On observe également des stalagmites et des stalactites de calcite dans la grotte.

Ces concrétions se sont formées assez récemment dans la grotte par rapport au reste de ses caractéristiques. Elles se sont formées par l'écoulement très lent de l'eau le long des parois. En effet, cette eau a d'abord traversé les parois de la grotte riches en calcaire. En sortant de ces parois elle contient alors de la calcite. L'eau stagne ensuite contre les parois et s'évapore permettant à la calcite de se cristalliser. Cette cristallisation donne les concrétions.

Une grotte devenue poubelle

Durant de nombreuses années, cette grotte a servi de déchetterie pour l'homme qui y a jeté des produits toxiques, du vieux matériel, des bouteilles et même des animaux morts. En effet, la grotte n'a jamais été nettoyée et nous y rencontrons encore à l'entrée tous ces déchets ainsi que des os de moutons.

L'entrée de la grotte devenue une déchetterie

Faune

Lorsque nous sommes allés dans la grotte, nous avons découvert qu'elle était peuplée mais uniquement à l'entrée. En effet, nous avons rencontré des chauves-souris : petits et grands rhinolophes, reconnaissables à leurs ailes qui enveloppent tout le corps et à leur « museau en fer à cheval ».

Nous avons aussi trouvé de nombreux dolichopodes qui sont un genre de sauterelle cavernicole.

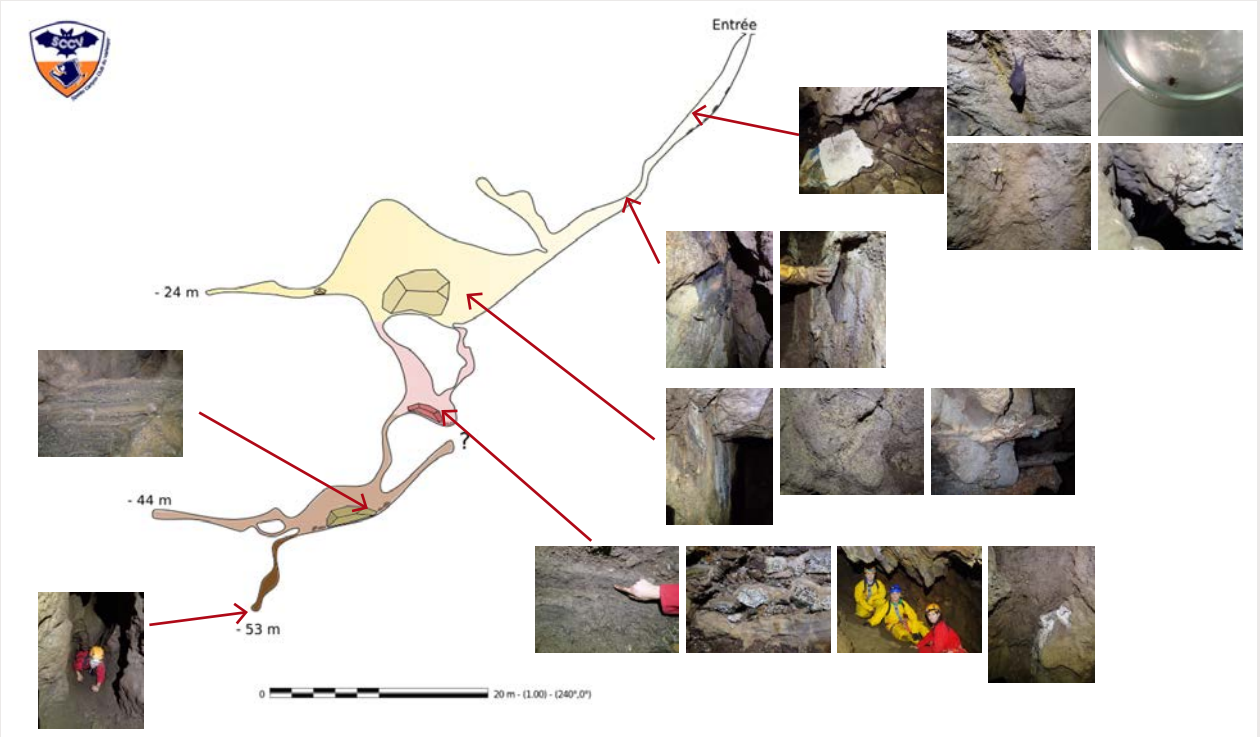
Également, nous avons trouvé une tique assez particulière que nous avons étudiée et qui a résisté pendant près de trois semaines à la congélation et à la non-nutrition.

Tous ces animaux ne vivent pas uniquement dans les grottes, mais s'y réfugient. Ce sont des troglophiles.

Un rhinolophe.

Une tique.

Des dolichopodes.

Des araignées méta.

La grotte de Can Double s'est donc formée autour de trois failles : une entre du marbre dolomitique et du granite permis par un mouvement relatif de ces roches et deux autres dans le marbre dolomitique. Le frottement entre le granite et le marbre aurait entraîné la production de vermiculite au niveau de la faille. Soit de l'eau provenant des bassins versants aurait circulé à faible débit creusant le marbre et permettant la fantômisation des roches soit elle aurait circulé à haut débit puis la fantômisation aurait été formée plus tard par un faible débit. Puis, l'eau aurait circulé à des débits différents apportant ainsi des sédiments de différentes tailles et permettant la formation de planchers stalagmitiques, remplissant la grotte à un niveau bien plus haut que celui actuel, jusqu'à l'entrée. L'eau aurait circulé sur des tranches fines et étroites entre le plafond et les sédiments créant ainsi les chenaux de voûte. La grotte se serait ensuite vidée en partie par peut-être une petite cavité trouvée au niveau le plus bas. Par la suite, l'eau aurait fini par circuler à un faible débit ce qui aurait peut-être permis la formation de la supposée épidote et la création des pendants de voûte. Enfin, la capillarité de l'eau dans le marbre aurait permis la formation d'hydromagnésite, de stalactites et de stalagmites.