

Spéléothèmes d'origine hypogénique dans la Grotte du Chameau, Rivière Galerie, Berkane, Maroc.

Mohamed el Kadiri¹⁻² , Andrés Ros¹⁻³ , José L. Llamusi¹, Mohamed el Ahmadi ¹, Manuel Tremiño ¹, Marisa Aldeguer ¹, José Soto ¹⁻³, Alba Sánchez ¹⁻³.

¹ Fondation Zegzel Valley, ²phelkadiri@gmail.com, ³cenm@cenm.es

Résumé

La grotte du Chameau, située dans le massif des Beni Snassen dans la vallée de Zegzel, dans la province de Berkane, dans l'est du Maroc, une grotte historique, déclarée patrimoine national en 1953, avec une longueur de 1,9 km, est composée de plusieurs niveaux de grandes galeries, le niveau inférieur est temporairement traversé par une rivière, qui inonde occasionnellement la zone inférieure, les eaux arrivent généralement saturées de calcite, qui se dépose sur le sol en fines couches lorsque les eaux descendent. La section du niveau inférieur, la galerie fluviale, est divisée par trois siphons. L'exploration du siphon deux S2 a révélé une galerie immergée de 390 m et la continuité du réseau derrière elle, qui communique avec un troisième siphon S3. Dans cette section de galeries, on a trouvé des spéléothèmes d'origine hypogène dont l'analyse et la distribution, ainsi que les morphologies trouvées derrière le siphon S2, nous montrent une cavité différente de celle que l'on peut observer dans les niveaux supérieurs. Ces processus sont généralement liés à une eau confinée, une situation qui n'est pas le cas actuellement, car l'approvisionnement continu en eau a été détourné vers le Nord-Ouest par une ligne de fractures récentes. Pendant les crues actuelles et les périodes estivales, dans la section de la galerie située entre le premier siphon et la sortie inférieure d'origine, des dépôts de calcite s'accumulent au fur et à mesure que l'eau descend, ainsi que d'autres dépôts plus anciens et consolidés avec des spéléothèmes associés à ces nappes de calcite, qui fournissent des preuves des mécanismes des dépôts de calcite et de leurs différentes formes finales.

Introduction

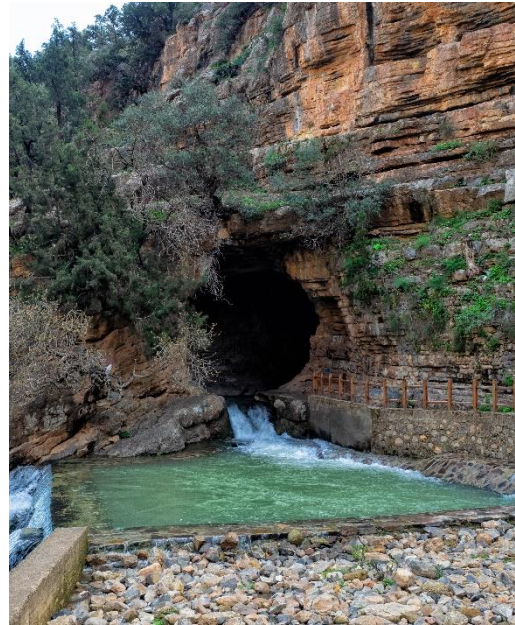
La grotte du Chameau, Zegzel ([photo 1](#)) également connue sous le nom de Grotte du Taserrakout (Basset 1920) est la plus importante et la plus connue des grottes de la région orientale du Maroc. Elle a été ouverte au tourisme en 1948, fermée quelques années plus tard et déclarée patrimoine national en 1953.

La grotte a été visitée par de nombreux chercheurs. Il existe des rapports sur son exploration à différentes époques entre 1915 et 1920 (Basset 1920), la première étude de la grotte a été réalisée en 1948 par la Société Spéléologique du Maroc (S.S.M.), et en 1971 J.P. Cantet a réalisé une topographie et exploré 50 mètres du siphon. En 1980, B. & J. Lips a réalisé une nouvelle

topographie avec un développement de 600m. En 1982 le Groupe Spéleo de l'Aragnado a exploré le siphon deux S2 avec une longueur de (415m -13m) et un développement de la cavité de 1.150m.

En 2018 la Fondation Vallée Zegzel est créée pour la recherche et le projet touristique de la Grotte du Chameau formée par des spéléologues et des chercheurs du Maroc, d'Espagne et de France, cette fondation entre les années 2018-2020 réalise l'exploration de la cavité, exploration du siphon deux S2 "El Ahmadi", faisant sa topographie avec un parcours de 390m et -13m et la galerie CT après le siphon avec un parcours de 350m, il y a un troisième siphon S3 "El Kadiri" en attente d'exploration, le parcours de la cavité atteint 1.929m.

Un projet est actuellement en cours pour rouvrir la vallée de Zegzel au tourisme et la revitaliser, promu par la Fondation de la vallée de Zegzel avec des institutions locales, régionales et nationales ([Kadiri et al 2018](#)).



Les grandes dimensions de la grotte, sa beauté, sa longue histoire et la présence d'eau permanente l'ont rendue célèbre même au-delà de la région. Des gravures préhistoriques ont été récemment découvertes dans le niveau supérieur ([Aouraghe et al 2021](#)). Les niveaux supérieurs sont affectés par une érosion-corrosion prononcée ([Audra et al 2018-21](#)), ce sont ceux qui sont ouverts à la visite avec un parcours de 354 m.

Le niveau inférieur, la galerie de la rivière, n'est pas aménagé pour les visites et nécessite une courte descente verticale. Ce niveau est orienté

Photo : 1. Entrée Grotte du Chameau

N-S et est le plus long de la cavité (940m), il est traversé par une rivière intermittente qui plusieurs fois par an déborde et inonde la galerie inférieure ($Q_{max} > 1 \text{ m}^3/\text{s}$ ([Audra et al 2021](#)), surtout en hiver, dans ces périodes d'inondation les eaux se chargent en calcite ([photo 5 A et B](#)), en redescendant elles se déposent sur les sols et les parois ([photo 5 C-D-E-F](#)).

Dans cette galerie, il y a des zones avec des concentrations de spéléothèmes attachés aux parois sous forme de "nuages" et entre eux une multitude de petits canaux à bulles ([photos 6 E-F et 7 A-B](#)) qui convergent dans des zones où une bulle d'air se forme lorsque l'eau monte, créant un site unique de spéléothèmes. De minces couches de calcite sont généralement déposées sur le sol, qui sont emportées lorsque la galerie est rechargée pour laisser de nouvelles couches lorsque les niveaux baissent.

L'analyse détaillée de ces spéléothèmes et des couches de calcite fournit des données précises sur le mécanisme de formation de ces spéléothèmes.

La galerie de la rivière

La zone inondable

La Grotte du Chameau est située dans la région orientale du Maroc, dans les montagnes de Béni-Snasse, dans le massif d'Arhil Acham, dans la vallée de l'Oued Farrouj, un affluent de l'Oued Zegzel.

Situé au pied de la falaise calcaire dolomitique du Lias, sur le ravin du lit de l'Oued Farrouj (Bourbah), à 1 km de la vallée de Zegzel.

Les deux niveaux supérieurs sont actuellement fossilisés et un niveau inférieur est traversé par une rivière temporairement active, la température de la grotte est de 19°C, l'eau de la rivière est de 25,9°C.

Les niveaux supérieurs présentent des plafonds et des murs en forme de dôme avec une forte corrosion qui a même entraîné la disparition de spéléothèmes. Des études récentes ([Audra et al 2018-2021](#), [Barriquand et al 2018](#)), indiquent que cette forte corrosion est due à la présence d'accumulations de guano qui augmentent l'acidité du milieu, ce qui, avec l'humidité et les changements thermiques qui génèrent de petits courants de température/humidité, sont des facteurs déterminants dans l'augmentation de la corrosion, faisant disparaître les spéléothèmes et générant de grands dômes de convection sur les plafonds ([Photos 2 A et B](#)).



Photo 2 : Plafonds avec dômes de convection, A niveau d'entrée supérieur, B niveau intermédiaire.

Le niveau inférieur de la Grotte de Chameau est traversé par une rivière temporaire par la galerie du Rio, qui est la plus longue section de la grotte avec 940m, dont 540m en amont sont largement siphonnés, avec une direction nord-sud. La galerie est interrompue par trois siphons ; le premier siphon S1 est situé sous la galerie Balcón et est formé par un remplissage de blocs provenant de la salle supérieure (galerie Balcón). Ce premier siphon déborde généralement en période d'inondation, tombant à 9m en été, l'eau reste stagnante dans les niveaux inférieurs en été ([photo 3](#)). A la suite de ce siphon et en direction du sud, en amont, s'ouvre une large galerie (Galería del Río) de 150m de long menant au second siphon S2 (El Ahmadi), cette galerie n'a pas de cours d'eau permanent et n'est inondée qu'en période de crue qui provient du débordement du siphon S2 El Ahmadi. Le deuxième siphon, S2 El Ahmadi, a une longueur de 390 m et une profondeur maximale de -16 m. Dans la zone intermédiaire, il remonte à la surface où se trouvent des cheminées aériennes pouvant atteindre 20 m de hauteur, où l'on a trouvé des

spéléothèmes hypogéniques, des cônes, des nuages sur le sol et les parois de certaines sections (photos 8 A-B-C-D), une galerie aérienne commence (Galerie CT) avec une distance de 350m, avec un petit flux d'eau circulant, cela continue en direction du sud, dans cette section il y a plusieurs galeries ascendantes et latérales, inexplorées, à la fin de cette galerie se trouve le troisième siphon (siphon S3 El Kadiri), découvert pendant la plongée de 2019 et en attente d'exploration.

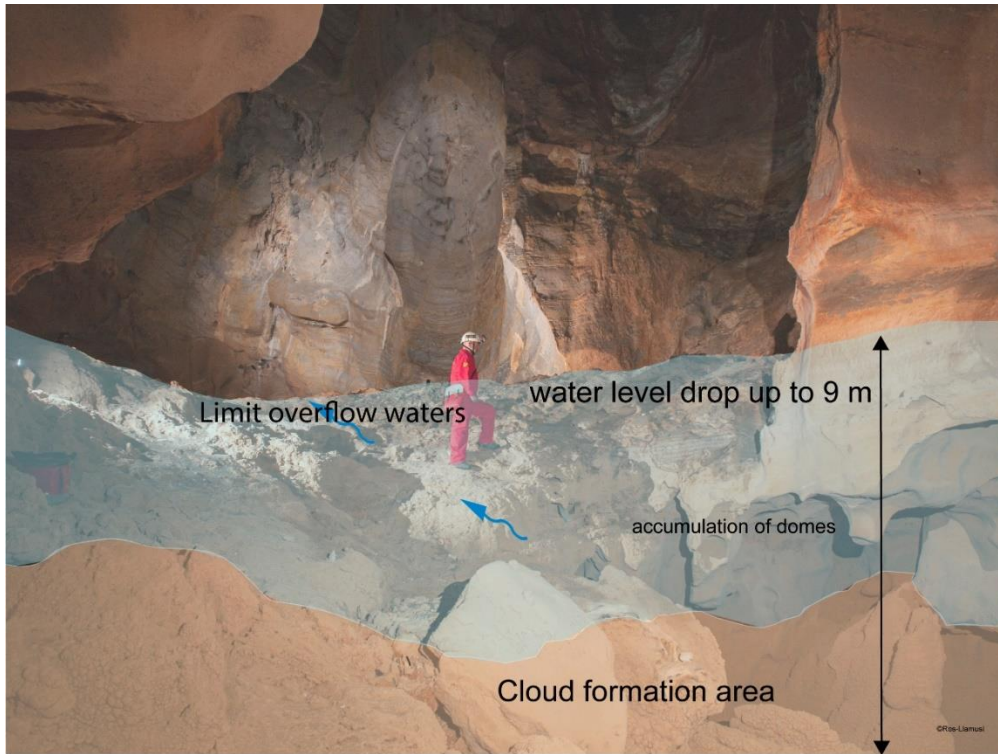


Photo 3 : Siphon S1, zone nord vers la sortie extérieure, oscillation des niveaux d'eau et zones de nuages et de dômes, l'eau reste généralement stagnante et en période de crue monte jusqu'à 9m jusqu'à ce qu'elle déborde et sorte par l'entrée inférieure.

La pente de la galerie fluviale depuis le siphon S3 El Kadiri jusqu'à sa sortie vers l'extérieur en direction du nord est de -3,9 m, entre les deux points extrêmes, bien que depuis le siphon S3 El Kadiri jusqu'au début du siphon S2 El Ahmadi la pente soit de -0,9 m, ce qui facilite la circulation continue de l'eau dans cette zone, avec un petit écoulement permanent qui traverse toute la galerie.

A la sortie du siphon S2 El Ahmadi du côté nord et en direction de l'exutoire, le niveau d'eau est de 3m, et le bord du siphon remonte de 0,5m, (photo 4 A bord du lac avec niveau stable, B débordement du lac) ce qui empêche les eaux d'avancer, celles-ci sont déviées en direction NW par des pertes de sections de fractures récentes, Celles-ci sont déviées vers le NW par des pertes dans des fractures récentes, non connues à l'heure actuelle, jusqu'à ce qu'elles sortent par un latéral extérieur comme une source permanente, voir plan en pointillés, maintenant le niveau d'eau dans le siphon deux S2 en dessous de la ligne de débordement pendant toute la saison estivale.

Les crues sont généralement importantes, dépassant un mètre de hauteur pour inonder la galerie de la rivière (photo 4 C galerie sèche, D galerie inondée) et augmenter les niveaux d'eau dans le siphon S1, jusqu'à ce qu'il déborde et sorte par la sortie Sud (entrée inférieure).



Photo 4 : A-B Siphon S2 el Ahmadi, C Galerie fluviale de basses eaux, D Galerie fluviale inondée.

L'eau est permanente entre les siphons S3 El Kadiri et S2 El Ahmadi, restant en dessous de 0,5m par rapport au sol de la galerie fluviale en saison estivale, et insuffisante pour le débordement, le flux d'eau qui traverse la galerie intérieure CT, est continu dans les deux explorations de 2018-19, à ces dates, la grotte était à des niveaux d'eau bas sans déborder, ce qui nous amène à penser que ce flux d'eau provenant de la galerie CT est permanent, mais insuffisant pour déborder, en raison de la déviation par infiltration vers le NW.

Le débordement du siphon S2 El Ahmadi pendant la saison des pluies et l'inondation de la galerie fluviale, qui peut atteindre un peu plus d'un mètre d'eau, indiquent que la perte permanente à travers les galeries parallèles sont les fractures/fissures ne doit pas être très importante, car elles s'effondrent pendant les crues, augmentant le niveau jusqu'à leur débordement.

Spéléothèmes

Les eaux sont saturées de calcite, avec des traces évidentes tout au long de la galerie fluviale, s'accumulant dans les zones où elles stagnaient pendant de longues périodes, formant des spéléothèmes dérivés de cette calcite, ces processus se retrouvent uniquement dans la partie inférieure de la cavité à travers laquelle les eaux circulent, Cette zone située sous la galerie Balcón correspond au siphon S1, et c'est la zone qui présente la plus grande accumulation et profusion de spéléothèmes tels que : nuages sur les parois et feuilles d'eau, nuages sur les parois et feuilles d'eau, nuages sur les parois et feuilles d'eau, nuages sur les parois et feuilles d'eau ; des nuages sur les murs et des feuilles de calcite sur les sols.

La concentration de ces spéléothèmes se trouve dans la zone où l'eau circule et qui aurait dû être confinée dans le passé. Les concentrations les plus élevées se trouvent à l'entrée du siphon un S1 et à la sortie de l'eau de celui-ci et de certaines zones du siphon S2. La calcite entraînée par l'eau a adhéré à la paroi en fines couches formant des nuages sur les parois, ces concentrations ont donné lieu à des processus spéléogénétiques très explicites et évidents tels que la présence de canaux à bulles, la traînée de bulles, la concentration de couches de calcite et la formation de nuages ([photo 7](#)).

Flocons de calcite

La saturation de l'eau en calcite forme en surface de fines couches de calcite flottante ([photos 5 A et B](#)). En période de débordement, cette calcite est entraînée le long de toute la galerie et, après la baisse du niveau d'eau, elle se dépose en fines couches ([photos 5 C-D-E](#)), ces couches sont millimétriques. Dans cette galerie, d'épaisses couches de calcite flottante plus ancienne ont été trouvées sur le sol, de plusieurs millimètres d'épaisseur ([photo 5 F](#)). Les couches de calcite en surface sont très fines et fragiles (moins de 0,5 mm), mais les couches plus anciennes sédimentées ou regroupées sur le sol de la galerie ont une épaisseur pouvant atteindre 2 mm ([photo 5 F](#)). Les processus de formation de ces couches de calcite sur le sol sont généralement dus à l'accumulation de ces couches en surface, avec de l'eau confinée, qui lorsqu'elles atteignent un certain poids descendent au fond en créant des accumulations ([Gazquez et al 2012-13](#)).

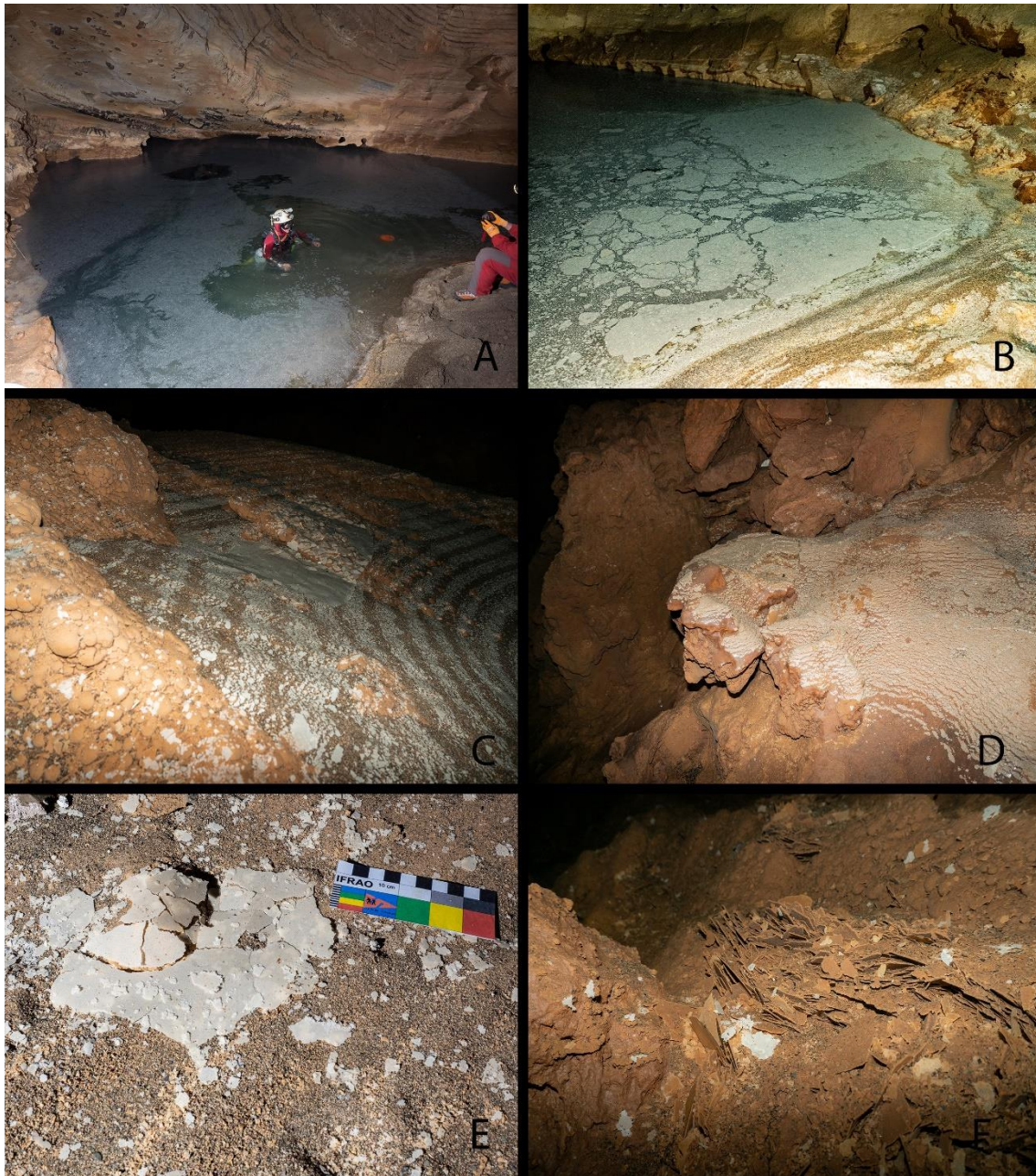


Photo 5 : A-B calcite flottante dans le siphon S2, C-D lamines de calcite à des niveaux d'eau plus bas, E-F accumulations de calcite flottante.

Parcours de nuages et de bulles

L'entraînement de la calcite dans l'eau a donné naissance à divers spéléothèmes associés à la calcite contenue dans l'eau, sur les parois et les sols. Ils sont situés dans la zone avant le siphon S1 et à l'extrémité opposée à sa sortie. Dans ces zones, une série de spéléothèmes sont concentrés, formant des "nuages" de différentes tailles entre quelques centimètres et 10-20cm, sur les murs et les plafonds (photo 7 E et F). La formation de ces nuages est due à l'accumulation de couches de calcite dans de longues périodes d'eau confinée. Cette section de la galerie servait

de réservoir d'eau permanent, avec un petit débordement continu, dans une situation différente de la situation actuelle et où les eaux n'étaient pas encore perdues par la dérivation NW.

Les nuages de forme ronde peuvent couvrir des étendues de plusieurs mètres sur les murs, toujours dans la zone d'inondation de la galerie ([photo 6 B-E-F](#)). A première vue, les nuages apparaissent comme des fissures ou des craquelures, mais vus en détail ce sont de petites traînées de bulles ([photo 7 A et B](#)), formant des ensembles ascendants de traînées de bulles.

Il s'agit de canaux de libération de gaz CO₂ dans des conditions manifestement phréatiques, conséquence de la diminution de la pression avec la diminution de la profondeur lors de la remontée d'eau profonde chargée de dioxyde de carbone en solution. Cette libération de gaz dissous se produit à une profondeur donnée pour une concentration donnée de CO₂ ([PALMER & PALMER, 2000](#)), ce qui implique que pour des concentrations moyennes de gaz, la formation de bulles se produit généralement à quelques mètres sous la nappe phréatique comme dans ce cas ([Merino et al 2010](#)).



Photo 6 : Un plafond inondé dans la salle du lac, les dômes. B-C détail des dômes et des nuages dans le plafond. E - Détail des nuages dans la paroi et les canaux de dégazage. F- Détail des nuages et des canaux.

Des bulles d'air se forment dans les toits lorsque l'eau les siphonne, dans lesquels sont dirigés ces canaux à bulles (photo 6 B et C), formant des dômes, qui dans leur partie supérieure se retrouvent uniquement avec la roche mère (photo 6 B, détail des bulles) sans aucun reste de calcite attaché, peut-être en raison des processus de convection du CO_2 provenant de ces canaux.

Selon AUDRA et al. (2002), la perte de CO_2 dans un fluide ascendant entraînerait une eau sursaturée en CaCO_3 conduisant à la précipitation d'une série de dépôts et de spéléothèmes : Parmi ceux-ci et en raison de leur relation particulière avec les canaux du sentier des bulles

foliae se démarquerait, avec une morphologie sans équivoque et dont la présence semble être presque exclusivement liée à un contexte hypogène impliquant la libération de bulles de dioxyde de carbone à faible profondeur (AUDRA et al. 2009). En revanche, les foliae n'ont pas été localisés au Chameau, les précipitations de ces dépôts, dans ce cas, prennent la forme de "nuages" d'où sortent de nombreux canaux à bulles (photo 6 E et F), ceux-ci sont regroupés de manière similaire aux foliae, empilés en parois. Dans d'autres grottes, comme la Cova de Pas de Vallgornera, il existe également de nombreuses zones avec des canaux de type "bubble trail" dans les parois, mais dans ce cas, aucun spéléothème ne s'est formé (Merino et al. 2010). D'après ces observations, tout indique que les traînées de bulles sont produites dans des milieux confinés, à partir de la perte de CO_2 , déposant du CaCO_3 sous forme de spéléothèmes et que ceux-ci peuvent être divers "folies, nuages, etc".

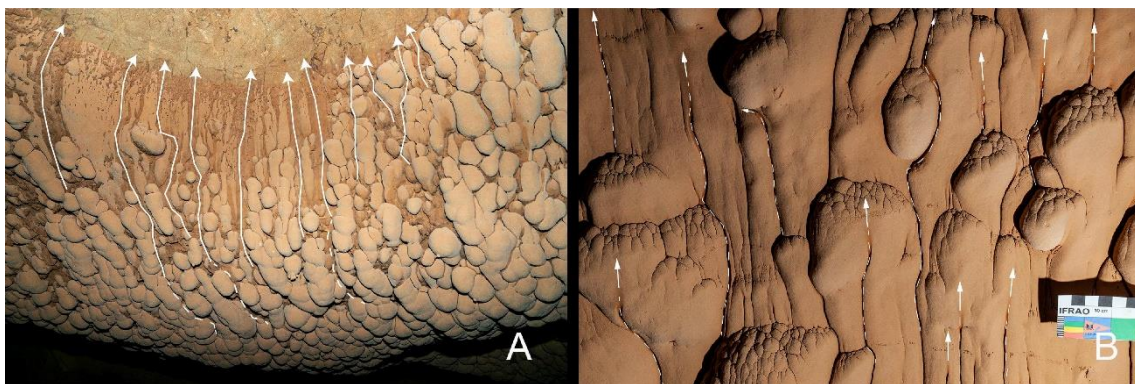


Photo 7 : Un mur de nuages et la convergence des canaux vers une bulle dans le plafond. B détail des canaux de dégazage.

Cônes

Pendant les plongées dans le siphon S2 El Ahmadi, des spéléothèmes, des cônes et des nuages ont été trouvés le long de son parcours, mettant en évidence la présence de cônes, qui actuellement n'ont été trouvés qu'à cet endroit, voir carte, il y a plusieurs groupes de cônes, 14 spécimens ont été comptés, de différentes tailles entre 0,40m et 1,30m avec un diamètre de 0,15 à 0,25m (Photo 8 A-B-C-D). La formation des cônes est due à la rupture des feuilles de calcite à la surface de l'eau confinée par un élément qui "goutte" à un endroit de manière continue, il est donc nécessaire d'établir une zone d'eau confinée et une zone aérienne qui condense l'humidité et provoque la goutte pour la chute continue de la calcite, (Gázquez et al 2012 ; 2013). Dans le cas de la Grotte du Chameau, les conditions actuelles, dans la section située, ne sont pas les plus appropriées pour ces spéléothèmes, la galerie est complètement inondée et bien qu'il y ait une connexion avec les zones aériennes, les courants d'eau sont très fréquents, ne donnant pas les conditions pour ces spéléothèmes à l'heure actuelle, donc et étant donné les dimensions, on suppose qu'il y a eu des périodes d'eau confinée et sans mouvement qui ont conduit à la formation des cônes.

La plupart de ces cônes présentent la pointe, avec un trou comme des bols, ([photo 8 B](#)) formes typiques de *conulites*, ces processus ont été vus dans d'autres cavités dans sima de la Higuera, Espagne ([Gázquez et al 2012](#)) indiquant que ceux-ci sont dus à l'égouttement agressif dans des conditions vadose, d'autre part ([Merino et al 2010](#)) attribue ces formes de bol à la hauteur du point d'égouttement et des spéléothèmes, plus c'est haut, plus le diamètre est large, des formes coniques avec les pointes en bol ont également été trouvées dans la grotte de Kalahrud en Iran ([Bahadorinia et al 2016](#)). Tout indique que pour que ces bols de "*conulite*" se forment, il doit y avoir un écoulement agressif du plafond, donc pour que cela se produise, la cavité doit avoir passé de longues périodes sèches, bien qu'au Chameau elle soit actuellement inondée, ces conulites indiquent des périodes de dessiccation totale de la cavité.

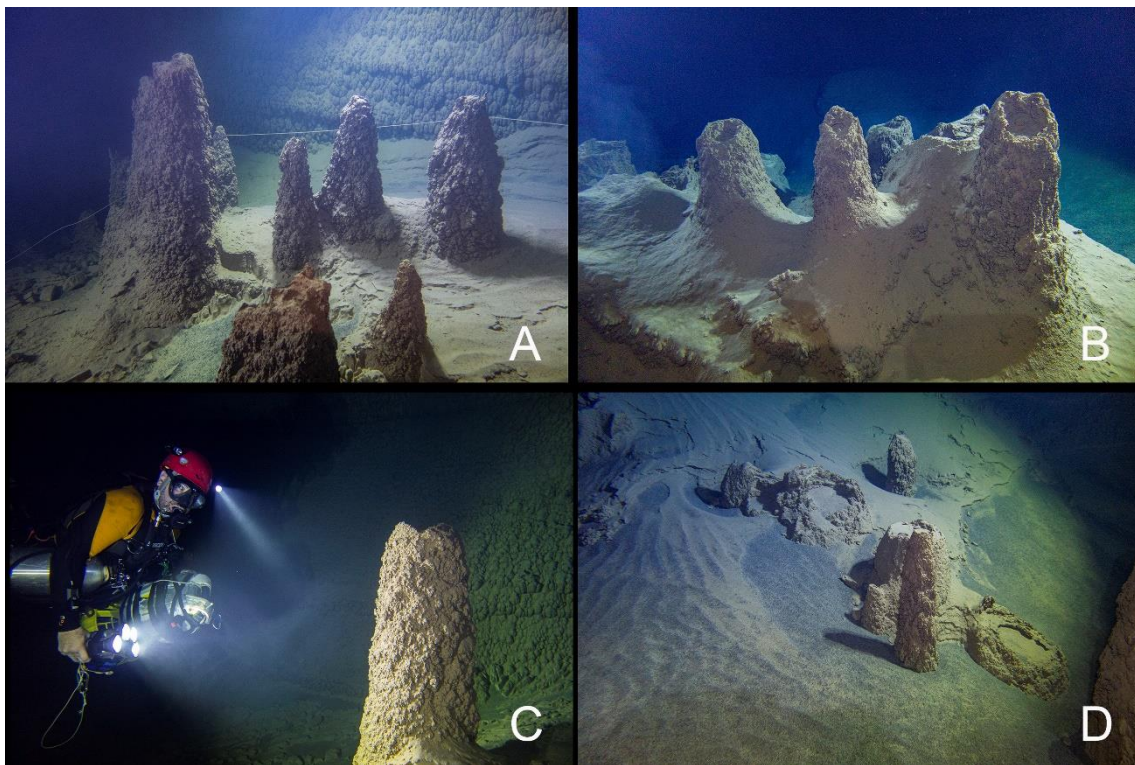


Photo 8 : Siphon S2 el Ahmadi ; Un cône immergé au premier plan et un mur de nuages à l'arrière-plan. B Amas de cônes avec formation de *Cunulites* postérieurs aériens. C la taille des cônes sous-marins, C les cônes sous-marins et les processus corrosifs.

Conclusions

Les niveaux visitables et connus de la Grotte de Chameau sont très affectés par l'érosion-corrosion en raison de facteurs favorisant les environnements acides qui affectent la roche et

les spéléothèmes (Audra et al 2018 ; 2021), bien que la zone inférieure, connue sous le nom de Galerie de la rivière, acquiert des caractéristiques différentes en raison de la présence d'eau.

Le niveau inférieur est traversé par une rivière intermittente qui déborde plusieurs fois par an. L'eau reste stable dans le siphon S2 pendant l'été, qui est alimenté par un petit débit permanent qui arrive en amont après le siphon par la galerie CT. Actuellement et depuis le siphon S2 vers la sortie, il n'y a pas d'écoulement permanent de l'eau dans la galerie fluviale, celle-ci est détournée vers le NW du siphon S2 par des sections non localisées, vers un petit affleurement externe canalisé à environ 100m au NW de la sortie inférieure.

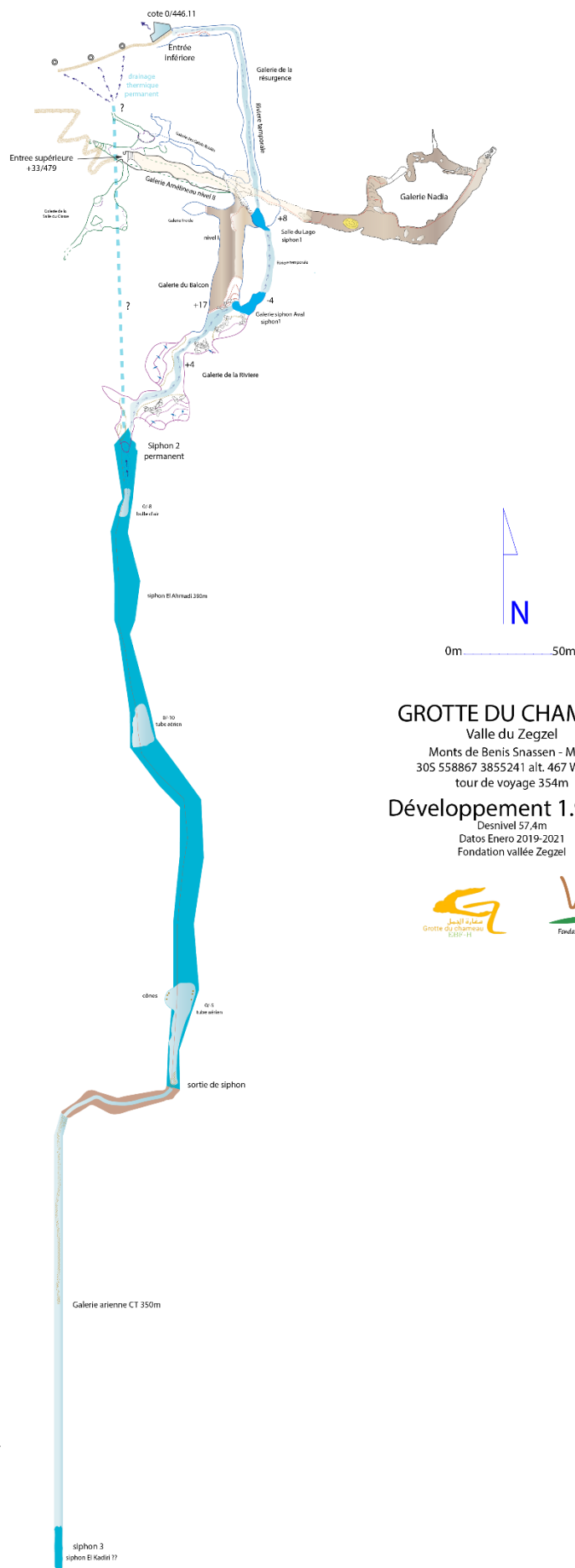
La présence de spéléothèmes, de nuages et de cônes dans la galerie fluviale de la Grotte du Chameau et les conditions particulières requises pour leur formation ne coïncident pas avec les conditions actuelles, de sorte que dans le passé, elles étaient quelque peu différentes avec de longues périodes d'eau confinée. L'évolution récente de la cavité a fait que l'eau peut sortir par des fissures ou des fractures autres que sa sortie d'origine, du siphon S2. Cette situation actuelle est la raison pour laquelle les niveaux d'eau stables ont été réduits pendant la saison estivale, laissant des nuages et de la calcite exposés dans la section du siphon S1, la galerie de la rivière. Les eaux connaissent actuellement des périodes de crue plusieurs fois par an, pendant la saison des pluies, qui peuvent transporter de grandes quantités de calcite.

La présence de canaux de traînées de bulles dans les assemblages de nuages indique de longues périodes d'eau stable dans ces zones, ce qui a permis la concentration et l'ascension de bulles de CO₂ qui ont laissé leur marque sous forme de canaux (photo 7 A et B), ces zones ne sont actuellement que temporairement inondées pendant quelques jours. L'eau qui se retire après les inondations laisse des traces de feuilles de calcite sur le sol (photo), à côté desquelles se trouvent des feuilles plus anciennes et plus épaisses qui sont emportées par les nouvelles inondations, de sorte que dans la situation actuelle, il est difficile de concentrer les niveaux de calcite sur le sol.

Des plongées et des échantillonnages récents dans les cônes situés dans le siphon S2 indiquent des périodes autres que l'actuelle. L'état des pointes de la plupart des cônes en forme de cuvettes, formées par des "conulites" à gouttes acides, indique des périodes de dessiccation de ce siphon et probablement de toute la cavité.

Par conséquent, les études des spéléothèmes du niveau inférieur de la Grotte du Chameau fournissent des données importantes sur l'évolution de la cavité et les processus d'inondation et d'assèchement de l'eau, ainsi que sur la déviation récente de l'eau par de nouvelles fractures. L'étude des canaux de bulles dans les parois et la direction de ces dernières qui montent et se concentrent dans les cupules finales sont un exemple de la façon dont les gaz et la saturation en eau dans le CaCO₃ agissent dans le modelage de la calcite.

2ème Congrès National de Spéléologie, Géotourisme et Valorisation des Ressources Naturelles Sous le thème : Karst Arts Spéléologie et Enjeux de Développement



Bibliographie :

AUDRA, P. ; BIGOT, J.Y. & MOCOCHAIN, L. (2002) : Grottes hypogéniques en Provence (France). Caractéristiques spécifiques et sédiments. Acta Carsologica, 31 (3) : 33-50. Postojna, Slovénie.

AUDRA, P. ; MOCOCHAIN, L. ; BIGOT, J.Y. & NOBÉCOURT, J.C. (2009) : L'association entre les traînées de bulles et les folies : un indicateur morphologique et sédimentaire de la spéléogenèse hypogénique par dégazage, exemple de la grotte d'Adaouste (Provence, France). Journal international de spéléologie

AUDRA, P., HERESANU, V., BARRIQUAND, L., EL KADIRI M., 2018. Minéraux de Bat guano (sulfates/phosphates) dans la grotte de Chameau Show (Maroc). 26e école internationale du karst "Milestones and Challenges in Karstology", Postojna, Institut de recherche sur le karst (IZRK), Poster.

AUDRA, P., 2017. Grottes hypogènes en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Egypte). Dans : Klimchouk, A., Palmer, A.N., Audra, P., De Waele, J., Auler, A., Hypogene karst regions and caves of the world. Springer, New York, p. 853-864.

AUDRA P., HERESANU V, BARRIQUAND L, EL KADIRI M, JAILLET S, PONS-BRANCHU E, BOSAK P, LAWRENCE E, RENDA M. (2021). Bat guano minerals and mineralization processes in Chameau Cave, Eastern Morocco, International Journal of Speleology, 50 (1) Tampa USA.

AOURAGHE H, VIÑAS R, EWAGUE A, OUJAA A. (2021) First evidence of prehistoric rock art in the Camel cave (Zegzel, Berkane, Morocco). revista cuadernos de arte prehistórico issn 0719-7012 - número 11

Bahadorinia S., Hassen Hejazi S., Nadimi A., Ford D., Wainer K 2016. La morphologie et le développement de Kalahroud Cave, Iran. International Journal of Speleology 45 (3) Tampa USA.

Barriquand, L., Audra, P., El Kadiri Boutchich, M., 2018. Résultats préliminaires sur l'aérologie et la condensation dans la grotte du Chameau, vallée de Zegzel, Maroc oriental. 26e école internationale de karst "Jalons et défis en karstologie", Postojna. Institut de recherche sur le karst (IZRK), Poster.

Basset H. 1920. LE CULTE DES GROTTES AU MAROC, Faculté des Lettres d'Alger.

Boenlé, J., 1983. Maroc 82. Expédition de reconnaissance organisée par le groupe de l'Aragnado. InfoPlongée, 37, 11. https://fr.calameo.com/read/0005346813818589_27386

Gázquez F., Calaforra J.M., Rull F., Martínez-Frías J. 2012. Speleothems and evidence of hypogene caverns in the Sima de la Higuera (Pliego, Murcia), Congrès national Cuevatur 2012, ACTE, Palencia.

Gázquez F., Calaforra J.M., 2013. Spéléogenèse hypogénique et spéléothème de la grotte de Sima de la Higuera (Murcie, sud-est de l'Espagne) 16e Congrès international de spéléologie. Brno.

GSBM - GROUPE SPÉLÉO BAGNOLS MARCOULE, (1984). *Bulletin GSBM n° 11*, France.

KADIRI EL M., M. EL AHAMADI, A. ROS, J.L. LLAMUSÍ, J.M. CALAFORRA, A. SÁNCHEZ, J. AMOROS. (2018). La Grotte du Chameau, Vallée de Zegzel, Maroc, VIIe Congrès CUEVATUR, Vall de d'Uixo, Castellón, Espagne.

KADIRI EL M, M. EL AHAMADI, J.L. LLAMUSÍ, A, ROS (2019), Grotte du Chameau, mémoire 2019, Fondation vale du Zegzel, Maroc (non publié).

LAZARIDIS G., MELFOS V. (2021) Caractéristiques morphologiques et conditions de formation des grottes du parc spéléologique d'Almopia (Loutra Almopias, n. Grèce). ACTA CARSOLOGICA 50/1, 37-48, POSTOJNA 2021.

MEDWETCOAST MAROC, (2003). *Phase Diagnostic Rapport de Synthèse " Massif des Béni Snassen"*. Maroc.

Merino T, Fornós J. 2010 The morphological suites of rising flow in the Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca), Endiins

Merino T., Gines, J., Tuccimei P., Soligo M., Fornós J., 2014 Speleothems in Cova des Pas de Vallgornera : Leur distribution et leurs caractéristiques dans une grotte côtière étendue du karst éogénique du sud de Majorque (Méditerranée occidentale). International Journal of Speleology 43 USA.

PALMER, A.N. & PALMER, M.V. (2000) : Hydrochemical interpretation of cave patterns in the Guadalupe Mountains, New Mexico. Journal of Cave and Karst Studies :