



**HAL**  
open science

## Les variations si particulières du niveau d'eau dans la grotte Cosquer

Bruno Arfib

► **To cite this version:**

Bruno Arfib. Les variations si particulières du niveau d'eau dans la grotte Cosquer. Dossiers d'Archéologie, 2021, La grotte Cosquer, trente ans de recherches, 408. hal-03679590

**HAL Id: hal-03679590**

**<https://hal.science/hal-03679590v1>**

Submitted on 26 May 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Les variations si particulières du niveau d'eau dans la grotte Cosquer

Arfib Bruno<sup>1</sup>

1- Maître de conférences, Aix Marseille Univ, CNRS, IRD, INRAE, Coll France, CEREGE, Aix-en-Provence, France, Email : [arfib@cerege.fr](mailto:arfib@cerege.fr)

*Article préparé pour Les Dossiers d'Archéologie, éd. Faton, n°408, nov. – déc. 2021*

## Introduction

Une partie des œuvres pariétales de la grotte Cosquer est proche du niveau de la mer et se trouve ainsi en danger lorsque l'eau ennoie les parois ornées. Pourtant, un phénomène exceptionnel limite les variations du niveau d'eau dans la grotte et protège temporairement les œuvres. Le suivi hydrogéologique permet d'observer les niveaux d'eau et de comprendre pourquoi ils varient.

## Pourquoi la grotte Cosquer n'a pas un fonctionnement hydraulique comme les autres ?

La particularité des karsts réside dans les grands vides qui les traversent et qui créent ainsi des grottes. On pourrait alors s'attendre à avoir des vides qui permettent à l'air et à l'eau de circuler un peu partout dans un massif calcaire. C'est ce qui est habituellement constaté en zone côtière. Dans ce cas, le niveau de la mer se propage dans les grottes côtières, un peu à la manière de l'équilibre des niveaux d'eau dans les vases communicants. Pourtant la grotte Cosquer n'a pas ce fonctionnement hydraulique ! Cette découverte fut faite dès les premières plongées. En effet, les plongeurs utilisent un profondimètre ou un ordinateur de plongée qui n'est autre qu'un capteur de pression. Cet instrument est étalonné pour donner une profondeur zéro dans l'air

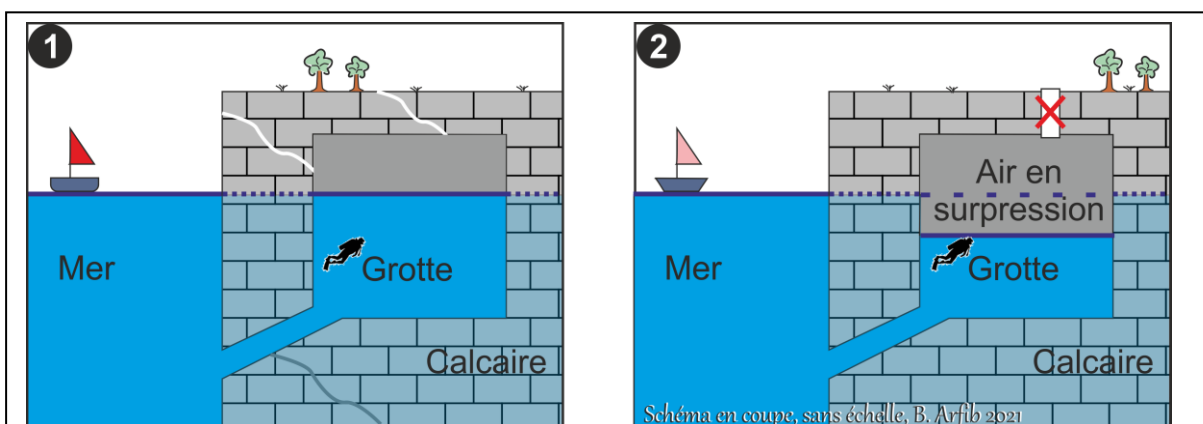


Figure 1 : Schémas en coupe d'une grotte côtière. Cas 1 : la roche calcaire est perméable, le niveau de l'eau dans la grotte est équivalent à celui de la mer. Cas 2 : la roche calcaire est peu perméable au-dessus du niveau de la mer, le niveau d'eau dans la grotte devient plus bas que celui de la mer si l'air est en surpression dans la grotte. Dans le cas 2, pour maintenir le niveau d'eau bas, il ne faut pas créer d'ouverture artificielle

avant la plongée, et ensuite il convertit la pression de l'eau au-dessus du plongeur en profondeur sous le niveau de la mer. Lorsque le plongeur sort à l'air libre dans la grotte Cosquer (et respire librement l'air de la grotte), son instrument lui indique toujours une profondeur généralement comprise entre -1,2 et -0,2 mètres, pourtant il n'est plus dans l'eau. Cette mesure s'explique simplement : l'air dans la grotte Cosquer est en surpression par rapport à l'air extérieur, la pression qui règne dans la partie aérienne de la cavité est supérieure à la pression atmosphérique de l'air à l'extérieur. Cela signifie que l'air comprimé au sein de l'enceinte que représente la grotte côtière, entraîne une baisse équivalente de la position du plan d'eau dans la grotte. Le niveau réel de l'eau dans la grotte est donc plus bas que celui de la mer. Ce phénomène est assez rare dans les karsts, mais c'est une chance inouïe qu'il ait lieu à Cosquer car il a permis de maintenir hors d'eau les peintures et gravures les plus basses, et en particulier le panneau des Chevaux. Le massif rocheux est donc suffisamment peu perméable pour limiter les échanges d'air. Les premières mesures de pression en 1994 (Vouvé et al. 1996) avaient permis de conclure qu'il ne faudrait pas créer d'ouverture artificielle à travers le massif rocheux, sous peine de voir monter le niveau de l'eau au-dessus de certaines œuvres pariétales.



Figure 2 : Mesure ponctuelle de la salinité et de la température de l'eau dans la grotte Cosquer. Crédit photo : L. Vanrell

### Des mesures physiques pour comprendre comment la grotte fonctionne

Dès lors, la compréhension des mécanismes qui régulent le niveau d'eau dans la grotte devient primordiale. En effet, les surpressions sont-elles un phénomène anecdotique ou temporaire ? Quelles sont les gammes de variation du niveau de l'eau dans la grotte et certaines œuvres sont-elles noyées épisodiquement ou régulièrement ? Pour répondre à ces questions, nous avons mis en œuvre un suivi en continu de la pression depuis 2014, en collaboration entre l'université Aix-Marseille (laboratoire CEREGE) et la DRAC (Ministère de la Culture), en puisant sur l'expérience des suivis fait dans le cadre du Service National d'Observation Karst à la source sous-marine de Port-Miou à l'est du massif des Calanques. Des sondes de mesures autonomes mesurant la pression, la température (air ou eau) et la salinité de l'eau sont installées in-situ, à l'extérieur et à l'intérieur de la grotte. Des mesures ponctuelles sont faites pour vérifier les instruments autonomes et compléter les points d'observation.

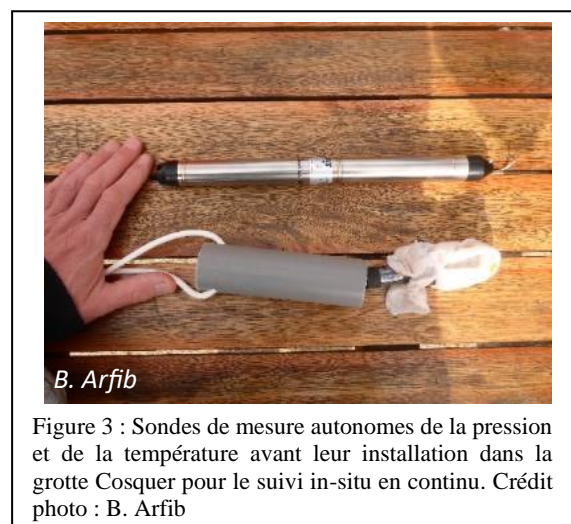
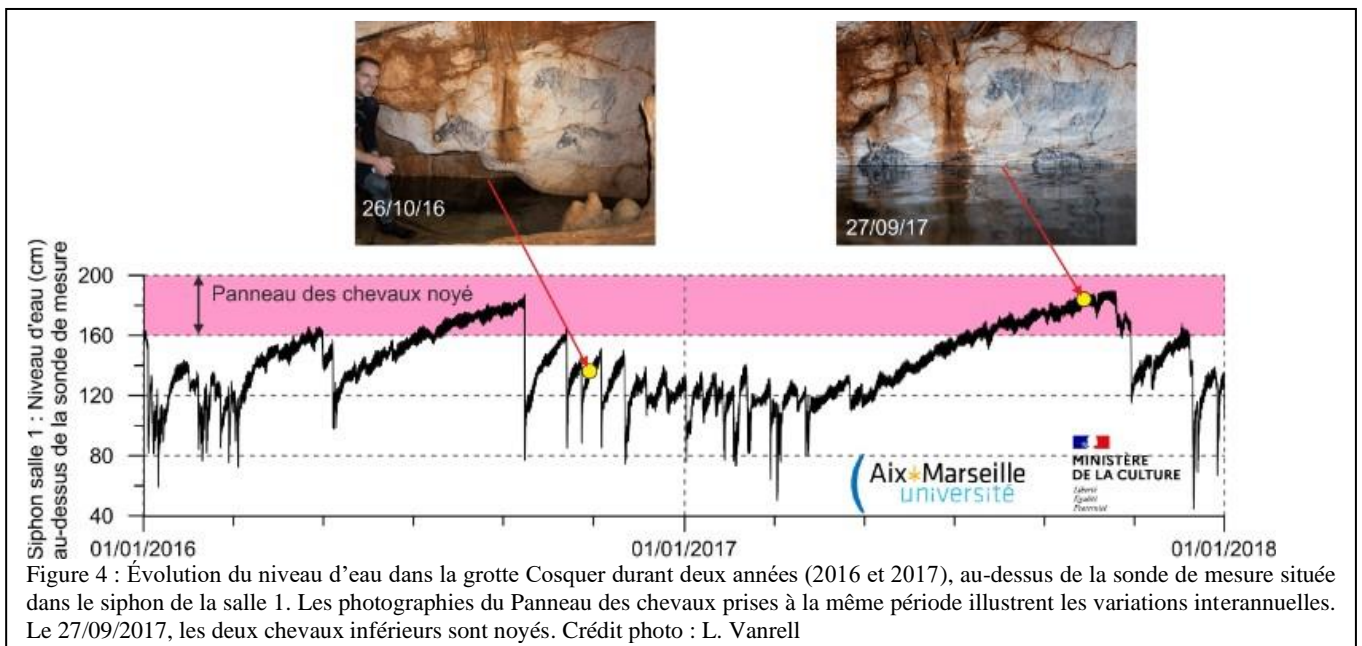


Figure 3 : Sondes de mesure autonomes de la pression et de la température avant leur installation dans la grotte Cosquer pour le suivi in-situ en continu. Crédit photo : B. Arfib

## Quel est le véritable niveau d'eau dans la grotte au cours de l'année ?

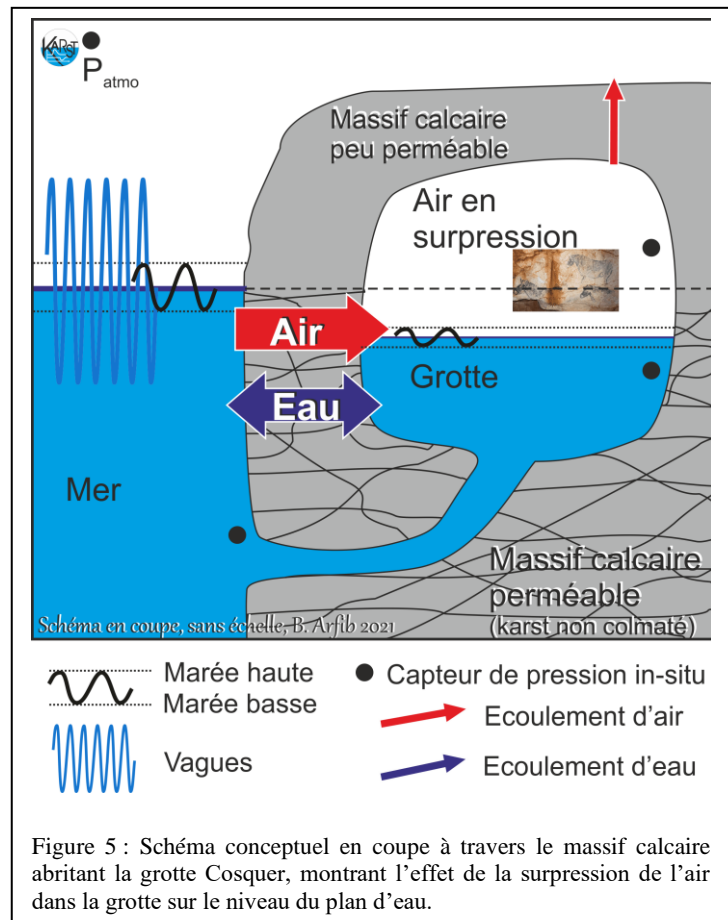
Le niveau d'eau dans la grotte est très variable au cours du temps. L'allure de la courbe présentée sur la figure (années 2016 et 2017) montre deux grandes tendances : des chutes extrêmement rapides de niveau d'eau durant la période automnale et hivernale, et une lente montée de l'eau au printemps et en été. Le Panneau des Chevaux est pris comme référence. Il est hors d'eau 8 à 10 mois de l'année, puis l'eau monte petit à petit et ennoie les deux chevaux inférieurs. Si la surpression venait à disparaître, les deux chevaux seraient noyés toute l'année. Un autre phénomène est intéressant à décrire : il s'agit de la variation biquotidienne de l'eau avec la marée. En effet, la marée en Méditerranée est de l'ordre de quelques décimètres. Là encore, le fonctionnement hydraulique particulier de la grotte Cosquer joue un rôle protecteur prépondérant : la marée se transmet dans la grotte mais le signal est amorti. Par exemple le 10 octobre 2017, le marnage de 20 cm de la marée montante génère seulement 8 cm d'élévation du niveau de l'eau dans la grotte. Les 12 cm manquants sont compensés par l'air qui se comprime dans la partie aérienne de la grotte au-dessus du plan d'eau. Bien qu'elles soient limitées, les fluctuations journalières du niveau d'eau engendrent des phénomènes de lessivage des parois, attaquant le calcaire qui se desquame petit à petit.



## Quel est ce phénomène qui a sauvé les œuvres pariétales les plus proches du niveau marin actuel ?

La mise en surpression naturelle de la grotte Cosquer est donc un phénomène tout aussi inattendu que salvateur, qui nécessite un moteur naturel pour injecter l'air dans la grotte et un milieu géologique d'une part suffisamment peu perméable pour retenir l'air et d'autre part suffisamment perméable pour laisser entrer l'air injecté. Ce phénomène complexe est en cours d'étude. Toutefois, les observations de terrain et les mesures de niveau d'eau dans la grotte donnent de bons indices pour comprendre. La roche calcaire urgonienne de Morgiou comporte les deux propriétés demandées : elle est localement étanche car elle est peu poreuse, et sa perméabilité de fractures a été bouchée par des dépôts d'argile et de calcite au cours de l'histoire géologique du massif des Calanques (voir l'article sur la géologie dans ce numéro de la revue) ; elle est localement très perméable car elle contient des vides karstiques ouverts.

On peut synthétiser ces observations sur le schéma conceptuel, avec un contraste de perméabilité entre la partie noyée et la partie aérienne. Quant à l'injection d'air, les mesures montrent qu'elle a lieu sur de très courtes périodes (ce sont les chutes abruptes de niveau d'eau sur le graphique précédemment présenté), systématiquement associées à des perturbations météorologiques venant du sud-sud-ouest. Dans ces conditions, des vagues viennent déferler sur les falaises de la Voile et du cap Morgiou. Ces vagues emprisonnent de l'air qui se retrouve propulsé dans le karst. Ensuite, au cours de l'été, le calcaire n'étant pas parfaitement étanche, la grotte se vide de son air en surpression, jusqu'à la prochaine tempête automnale...



## La grotte continuera-t-elle à préserver les œuvres à l'avenir ?

Cette dernière question est très vaste et nécessite de prendre en compte d'autres facteurs que la variation du niveau d'eau, tels que les concentrations en CO<sub>2</sub> dans l'air, l'humidité relative, la température de l'air et des parois, la nature des calcaires et des pigments... Néanmoins, la grotte constitue un filtre bénéfique pour limiter les agressions environnementales extérieures. La montée actuelle du niveau de la mer, accélérée par les activités humaines qui ont engendré le changement climatique, met en péril les œuvres pariétales les plus proches du niveau marin.

Certaines de ces œuvres sont actuellement préservées sous le niveau de la mer grâce au phénomène de surpression propre à la grotte Cosquer. L'addition de l'effet de la montée du niveau de la mer, et de la disparition de la surpression, provoquera une évolution rapide du niveau d'eau dans la grotte et un changement dans son fonctionnement hydraulique qu'il est indispensable de suivre, voire d'anticiper.

### **Lectures complémentaires :**

Vouvé J., P. Malaurent, J. Brunet (1996) Caractérisation physique et environnementale d'un sanctuaire préhistorique sous-marin semi-noyé et orné préalablement à l'élaboration d'une démarche conservatoire. Cas de la grotte Cosquer, France. C.R. Acad. Sci. Paris, t.322 série Iia, p.935-942

Service National d'Observation : [www.sokarst.org](http://www.sokarst.org)

Visite virtuelle de la grotte Cosquer : <https://archeologie.culture.fr/cosquer/fr>

L'eau dans les formations géologiques carbonatées : <https://www.karsteau.fr/>

**Remerciements** à la DRAC PACA, l'équipe des plongeurs d'Immadras, le Service National d'Observation Karst (site de Port-Miou).