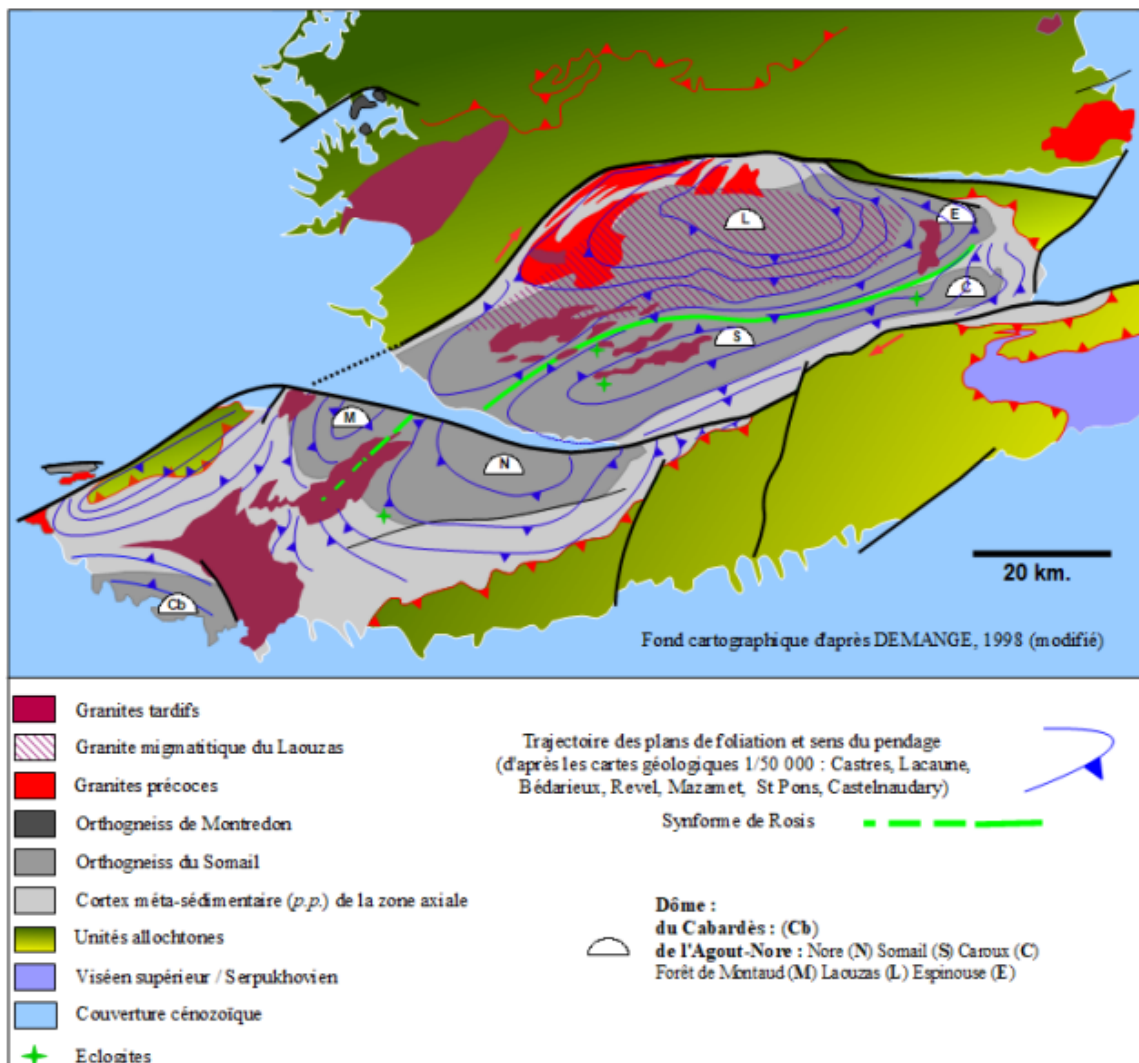


Quelques news de géologie - Avril 2023

Les Orthogneiss de la Zone Axiale de la Montagne Noire (Sud du Massif Central, France) Analyse et synthèse des données bibliographiques Conséquences lithostratigraphiques et structurales (Jacques Magontier)

Un nouvel article sur la Montagne noire qui présente une large synthèse et quelques nouvelles interprétations. En voici le résumé.

Une analyse exhaustive des données bibliographiques relatives aux divers orthogneiss de la Zone Axiale de la Montagne Noire impose une nouvelle interprétation qui conduit à les considérer comme des faciès mylonitiques juxtaposés. Au bas de la colonne lithostratigraphique méta-sédimentaire édiacarienne (groupe de St Pons-Cabardès / La Salvetat), les gneiss de Cammazes-Plaisances, de l'Orbiel et de Murat-Rouvial, jusqu'ici interprétés comme des méta-volcanites $\pm$ remaniées, sont en réalité des méta-granitoïdes intrusifs au cours de la transition Édiacarien-Cambrien. Les faciès des orthogneiss du Somail-Nore, dont le protolithe granitique est daté de l'Ordovicien supérieur, constituent une série mylonitique ayant pour terme ultime les gneiss fins plagioclasiques ayant livré des monazites datées aussi de la fin de l'Ordovicien. La répartition cartographique de ces orthogneiss évoque l'existence d'une méga-zone de cisaillement ductile, précoce, à l'échelle de la Zone Axiale. La présence de protolithes mafiques éclo-gitisés, fini-ordoviciens, enclavés au sein des orthogneiss du Somail-Nore suggère l'existence d'un métamorphisme de HP au sein même de ces méta-granites. Pour en savoir plus : [orthogneiss-montagne-noire_magontier.pdf](https://carnetsnatures.fr/orthogneiss-montagne-noire_magontier.pdf) (carnetsnatures.fr)



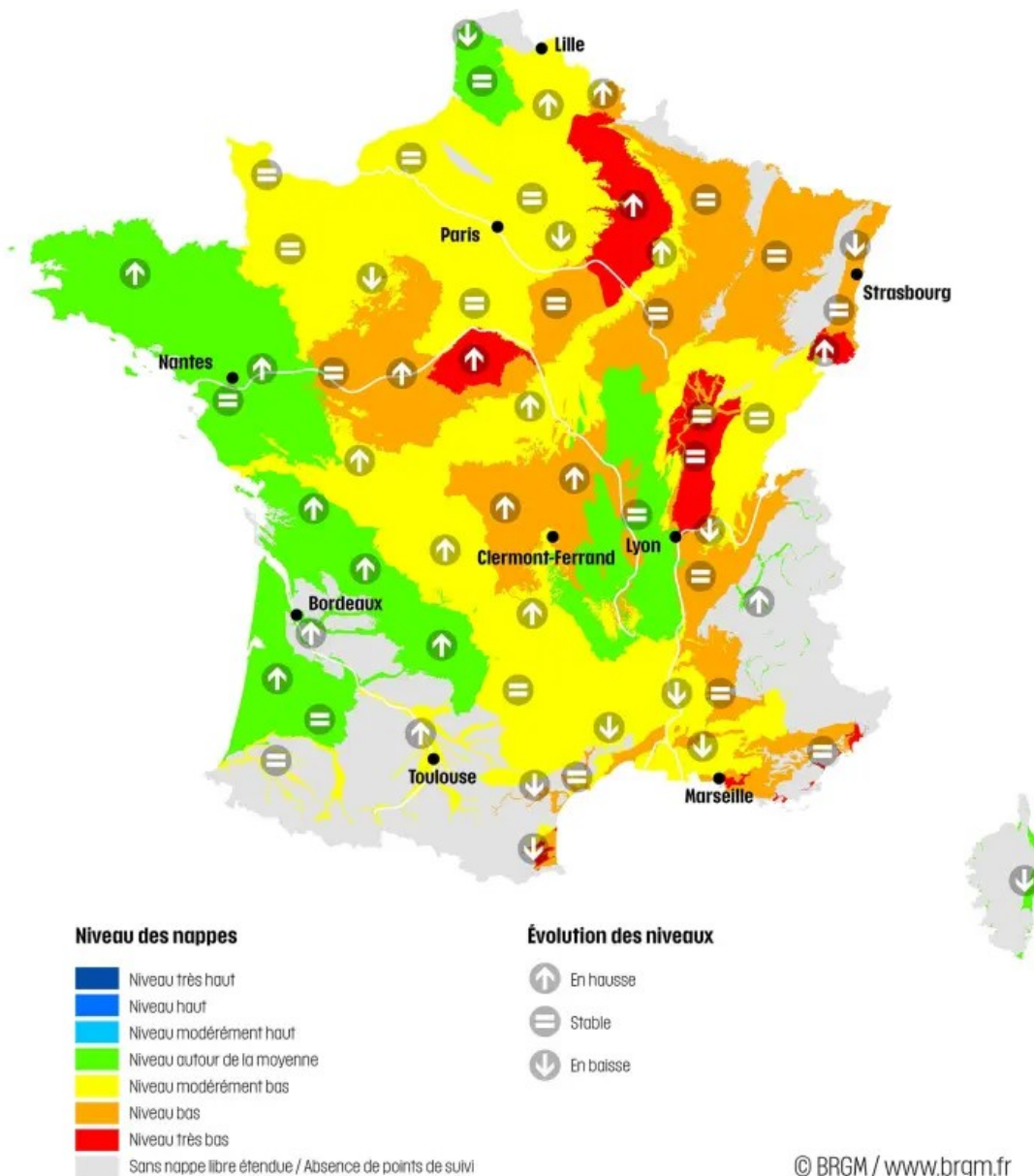
Source : [Carnets natures](https://carnetsnatures.fr)

Nappes d'eau souterraines au 1^{er} avril 2023



SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Situation des nappes au 1^{er} avril 2023



Carte établie le 11 avril 2023 par le BRGM, à partir de données de la banque ADES acquises jusqu'au 31 mars 2023. Source des données : banque ADES (www.ades.eaufrance.fr) / Fond de carte © IGN, BD Carthage.

Source : [Nappes d'eau souterraine au 1er avril 2023 et risques de sécheresse estivale | BRGM](#)

Orbite chaotique de Mercure : évidence géologique dans le sud-est de la France

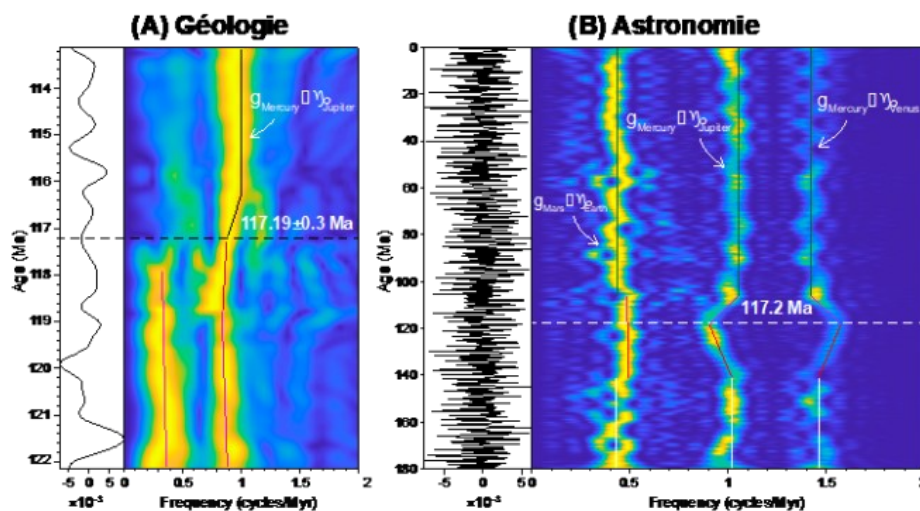
Les orbites elliptiques des planètes du système solaire sont régies par les lois de la gravitation universelle et de la mécanique céleste. La modélisation astronomique montre qu'il en résulte un système chaotique en raison des interactions entre les planètes du système solaire et le Soleil, avec de possibles instabilités dans les orbites planétaires. Les planètes internes (Mercure, Vénus, la Terre et Mars) sont les plus concernées par ce phénomène de chaos étant donné leurs relatives faibles masses.

Une des expressions de ce système est la mise en évidence dans les modèles astronomiques de plusieurs termes résonnants, c'est à dire de relations linéaires entre des périodicités orbitales des planètes internes. A cause du chaos, ces cyclicités orbitales, présentes dans les termes résonnants, subissent des variations de leur périodicité à l'échelle de plusieurs dizaines de millions d'années (Ma). Pour les temps anciens, au-delà de 50 Ma environ, ces termes résonnants ne peuvent être mis en évidence que dans des séries sédimentaires ayant enregistré des variations paléo-environnementales, elles-mêmes induites par des modifications d'insolation à la surface de la Terre régies par les paramètres de l'orbite terrestre.



Alternances marnes-calcaires de l'Aptien (Angles, Alpes de Haute-Provence). Chaque alternance représente un cycle de précession de 20 000 ans. © G. Charbonnier

À travers un enregistrement sédimentaire exceptionnel de périodicités astronomiques de différentes fréquences sur un affleurement du sud-est de la France daté du Crétacé (voir ci-contre), sur l'intervalle 113–123 Ma, l'étude, menée par un laboratoire CNRS-INSU, a clairement mis en évidence une transition vers 117 Ma dans un terme résonnant (voir figure A). Les scientifiques confirment non seulement le fort chaos dans le système solaire interne, mais aussi la forte instabilité de l'orbite de la planète Mercure. En parallèle, l'analyse du modèle astronomique La2004, modèle probablement le plus fiable de tous les modèles existants (au moins sur les évolutions à long terme), révèle également une transition concomitante centrée à 117 Ma dans plusieurs termes résonnants (voir figure B)...



Correspondance remarquable entre données géologiques et modèle astronomique. (A) Analyse fréquentielle des variations de susceptibilité magnétique sur la série sédimentaire de l'Aptien dans le sud-est de la France (intervalle 113-122 Millions d'années). A gauche : filtrage à basse fréquence. A droite : spectrogramme d'amplitude évolutif, une transition dans le terme d'excentricité $g_{\text{Mercure}} - g_{\text{Jupiter}}$ est enregistrée vers 117.19 Ma. (B) Analyse fréquentielle des variations basse-fréquence de l'excentricité de l'orbite terrestre pour les derniers 180 Ma selon le modèle astronomique La2004. A gauche : filtrage à basse fréquence. A droite : spectrogramme d'amplitude évolutif, une transition, à la fois dans les termes d'excentricité $g_{\text{Mercure}} - g_{\text{Jupiter}}$ et $g_{\text{Mercure}} - g_{\text{Vénus}}$, est centrée à 117.2 Ma.

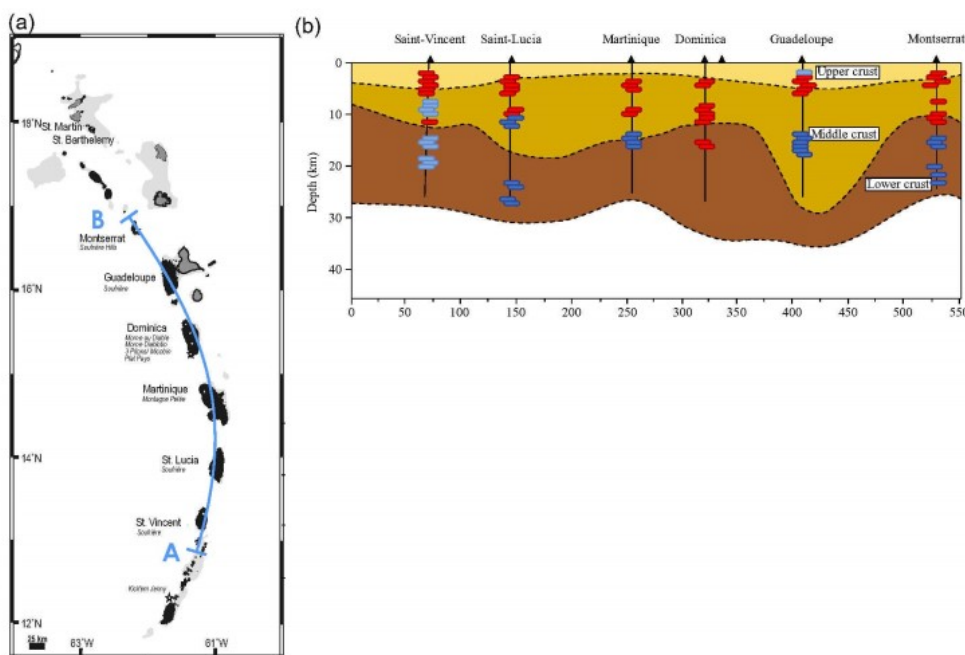
Pour en savoir plus : [Astrochronology of the Aptian stage and evidence for the chaotic orbital motion of Mercury - ScienceDirect](#)

Source : [Orbite chaotique de Mercure : évidence géologique dans le sud-est de la France | INSU \(cnrs.fr\)](#)

L'architecture du système d'alimentation magmatique des volcans des Petites Antilles révélée par l'analyse des éléments volatils

La subduction des lithosphères océaniques au sein du manteau représente l'un des mécanismes les plus importants de la dynamique terrestre. L'arrivée de matériel chargé en éléments volatils (H₂O et CO₂, Cl) va fortement influencer la chimie du manteau supérieur et faciliter la génération de magma. Ces éléments vont ensuite être relâchés en surface lors des éruptions volcaniques, impactant la composition de l'atmosphère. L'étude de leur transit à travers la croûte est donc essentielle pour mieux appréhender la genèse, le transport et le stockage du magma avant son éruption, mais également l'impact des volcans sur le climat.

Via l'analyse extensive d'inclusions vitreuses piégées dans les cristaux récoltés dans des roches volcaniques différenciées, une équipe impliquant des scientifiques du CNRS-INSU (voir encadré), a ainsi pu déterminer avec précision l'architecture des systèmes d'alimentation magmatiques le long de l'arc volcanique actif des Petites Antilles. Pour la première fois, l'analyse extrêmement fine de la composition en éléments majeurs, traces et volatils (H₂O, CO₂, S, F, Cl, Br) de roches volcaniques représentatives de l'activité récente (<50 000 ans), dévoile la présence récurrente d'un système d'alimentation magmatique transcrustal sous chaque volcan, avec notamment l'existence de plusieurs zones d'accumulation de magma plus ou moins différenciées. La discontinuité existante entre les croûtes supérieure et moyenne représenterait d'ailleurs une zone de stockage majeure, présente sous la plupart des îles des Petites Antilles...



Variabilité de l'architecture du système d'alimentation magmatique des volcans actifs le long de l'arc des Petites Antilles. (a) l'arc des petites Antilles avec A-B le transect étudié ; (b) les zones de stockage des magmas (en rouge : composition différenciée de cette étude ; bleu foncé : compositions basiques de la littérature ; bleu clair : composition différenciée de la littérature).

Pour en savoir plus : [Architecture of the Lesser Antilles arc illustrated by melt inclusions | Journal of Petrology | Oxford Academic \(oup.com\)](#)

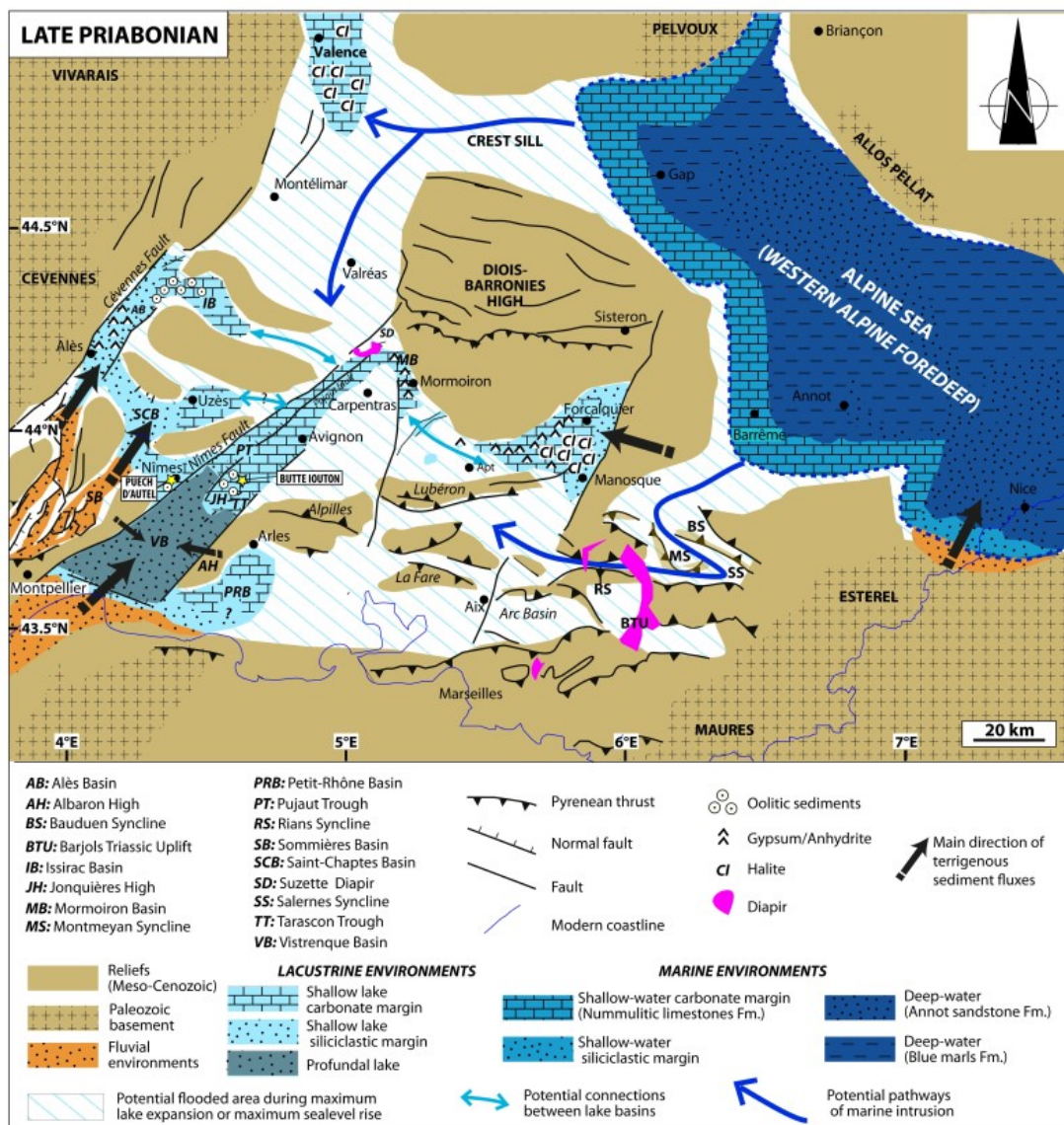
Source : [L'architecture du système d'alimentation magmatique des volcans des Petites Antilles révélée par l'analyse des éléments volatils | INSU \(cnrs.fr\)](#)

Transition Eocène-Oligocène : le potentiel des archives sédimentaires issues des bassins lacustres

Dans le sud-est de la France, des connexions entre les bassins lacustres salins et le milieu marin durant la période -38 à -23 Ma étaient envisagées. Pour contraindre la provenance et les voies d'intrusion des eaux salées dans ces lacs, une équipe pluridisciplinaire impliquant des scientifiques du CNRS-INSU (voir encadré), a procédé à de nouvelles datations, des analyses de pollens et de microfossiles, couplées à des analyses géochimiques sur les évaporites.

Ces différentes analyses ont précisé la chronologie du remplissage du fossé de la Vistrenque en Camargue et prouvé les incursions marines dans les systèmes lacustres salins camarguais et languedociens pour la période considérée. Dans leurs reconstitutions des géographies passées, les chercheurs suggèrent deux voies d'incursions marines en provenance de la mer alpine à l'Eocène supérieur et au Rupélien (cf. Image). À l'Oligocène supérieur, l'effondrement du segment des Pyrénées situé à l'emplacement de l'actuel Golfe du Lion, a permis à la mer de s'engouffrer en Camargue par le Sud à la faveur de l'ouverture de la Méditerranée occidentale.

Dans cette étude, les assemblages floristiques mis en évidence par l'identification botanique et le comptage des grains de pollen ont permis de reconstituer la végétation ...



Pour en savoir plus : [The Paleogene continental basins from SE France: New geographic and climatic insights from an integrated approach - ScienceDirect](#)

Source : [Transition Eocène-Oligocène : le potentiel des archives sédimentaires issues des bassins lacustres | INSU \(cnrs.fr\)](#)

Observer le fond de la mer depuis l'espace

Impossible de cartographier l'ensemble des fonds océaniques par bateau. C'est là qu'interviennent les satellites. Grâce à des radars, ceux-ci sont en effet capables de mesurer les infimes variations du niveau des océans. Sous l'influence de la force de gravité, la surface de l'eau drapée en effet de manière très subtile le relief du fond océanique, permettant de reconstruire une image du paysage sous-marin. Si cette méthode d'imagerie est utilisée depuis plusieurs décennies maintenant (on parle de bathymétrie satellitaire), les nouvelles générations de radar de haute résolution ont permis de dresser des cartes de plus en plus précises, en identifiant notamment des structures de plus en plus petites.



La surface moyenne de l'océan, une équipotentielle de pesanteur

- 1: creux du fond océanique
- 2: corps moins dense (sel, pétrole,...) que l'encaissant
- 3: corps plus dense (fer, or, platine,...) que l'encaissant
- 4: bosse du fond océanique

La surface des océans, en représentant une équipotentielle du champ de gravité, reflète la topographie du fond marin mais également la Distribution des masses au sein de la croûte océanique. ©Olivier Dequincey, Planet-Terre.ENS-Lyon.fr

En 2011, 24 000 monts sous-marins ont ainsi été identifiés. Il faut aujourd'hui en ajouter plus de 19 000, comme le révèle une nouvelle étude publiée dans Earth and Space Science ([Global Distribution and Morphology of Small Seamounts - Gevorgian - 2023 - Earth and Space Science - Wiley Online Library](#)). La grande majorité de ces monts n'a jamais été identifiée par les sonars des bateaux, mettant ainsi en lumière l'intérêt majeur de cette technique d'imagerie.

Ce nouveau catalogue a été obtenu grâce aux données apportées notamment par les satellites CryoSat-2 (ESA) et Saral (agences spatiales française et indienne). Grâce à la haute résolution de ces satellites, l'équipe de scientifiques a pu détecter des monts de seulement 1 100 mètres de haut, ce qui représente la limite inférieure de la définition d'un mont sous-marin...

Source : [Plus de 19 000 nouveaux monts détectés au fond des océans ! \(futura-sciences.com\)](#)

Trouver des fossiles sans creuser le sol

Le géoradar, aussi appelé radar à pénétration de sol ou GPR (Ground Penetrating Radar), est déjà utilisé dans une multitude de domaines, le plus souvent en géotechnique pour les études de sol à faible profondeur, mais également de plus en plus lors des études archéologiques. Facile à mettre en œuvre sur des terrains très variés, le géoradar se base sur un sondage du sous-sol par des impulsions d'ondes électromagnétiques. À l'image des ondes acoustiques émises lors des campagnes sismiques, les ondes électromagnétiques vont voyager dans les roches et se réfléchir en rencontrant des interfaces associées à des changements de propriétés physiques. Dans le cas des ondes électromagnétiques, c'est un changement dans la conductivité électrique des roches qui va entraîner une modification de la propagation des ondes. La récupération des ondes réfléchies va ainsi permettre de produire une image en deux dimensions de la structure du sous-sol et d'identifier la présence de

principalement de vapeur d'eau, avec parfois une couleur grise en lien avec la présence de cendres.

Pour comprendre la façon dont ces ronds de fumée sont produits, les chercheurs ont réalisé des modélisations numériques du mouvement des gaz et des bulles à l'intérieur d'un volcan. À première vue, le procédé semble relativement similaire à celui utilisé par un fumeur : la vapeur émise par le volcan ou exhalée par une personne est ralentie au contact des parois du conduit volcanique ou de la bouche. Le gaz se met alors à tourner sur lui-même, formant un anneau qui va s'élever dans l'air.

Les modélisations réalisées par les scientifiques et publiées dans la revue Scientific Reports ([Dynamics of volcanic vortex rings | Scientific Reports \(nature.com\)](#)) montrent en effet que la formation de ces anneaux de vapeur est intimement liée à la façon dont le magma va se dégazer...



Exemples d'anneaux de vapeur observés au-dessus du Mont Etna (Italie). Photo de : (a) © Giò Giusa; (b) © Marisa Liotta; (c) © Pippo Scarpinati. © Pulvirenti et al. 2023, *Scientific Reports*, CC by 4.0

Source : [Comment les volcans font-ils ces ronds de fumée géants ? \(futura-sciences.com\)](#)