

DES SÉISMES PLUS LOIN QUE PRÉVU

La géothermie et la fracturation hydraulique reposent sur des puits dans lesquels un fluide sous haute pression est injecté. Les géologues pensaient que ces systèmes induisaient des séismes seulement si la roche en profondeur était de nature cristalline, c'est-à-dire rigide et cassante. Et on observait effectivement des séismes jusqu'à 1 kilomètre de distance autour des puits. Mais qu'en est-il des sols sédimentaires? Thomas Goebel et Emily Brodsky, de l'université de Californie à Santa Cruz, ont montré que les sites à roches sédimentaires seraient propices à des séismes, et cela jusqu'à 10 kilomètres du puits d'injection. Le mécanisme de déclenchement de ces séismes serait de nature différente de celui à l'œuvre dans les roches cristallines. Il serait lié à des changements de propriétés élastiques des roches sous l'effet de la pression. ■

LAMBERT BARAUT-GUINET

T. H. Goebel et E. E. Brodsky, *Science*, vol. 361, pp. 899-904, 2018

LA PLUS ANCIENNE TORTUE À BEC



Vieux de 230 millions d'années, ce fossile est celui d'une tortue semi-carapacée, dotée de dents en voie de raréfaction à l'arrière d'une mâchoire prolongée par une excroissance de peau durcie : un bec.

LE GÉOCROISEUR ITOKAWA DATÉ

Lancée en 2003, la sonde japonaise *Hayabusa* est revenue sur Terre sept ans plus tard en transportant des poussières collectées sur l'astéroïde Itokawa. Ce corps appartient à la famille des géocroiseurs, dont l'orbite croise périodiquement celle de la Terre. Or l'origine de ces astéroïdes est mal connue. Kentaro Terada, de l'université d'Osaka, et ses collègues ont étudié les 1500 particules collectées par la sonde *Hayabusa*, et plus précisément les quelques fragments de roche phosphatée. Grâce à un spectromètre de masse, ils ont mesuré les proportions de différents isotopes d'uranium et de plomb (sous-produit de la désintégration de l'uranium). Ils ont ainsi daté la formation de ces roches phosphatées. Les chercheurs ont conclu que le corps parent d'Itokawa s'est formé il y a 4,6 milliards d'années, à la naissance du Système solaire, et qu'il aurait subi un impact destructeur il y a 1,5 milliard d'années, qui a donné forme à Itokawa. ■

L. S.

K. Terada et al., *Scientific Reports*, vol. 8, article 11806, 2018

Le débat sur la façon dont les tortues sont affiliées aux reptiles est depuis longtemps... tortueux. Avec des collègues chinois, canadiens et britanniques, Xiao-Chun Wu, du musée canadien de la Nature, à Ottawa, a découvert en Chine un fossile de tortue datant de 230 millions d'années. La trouvaille fait avancer ce débat et en même temps le trouble.

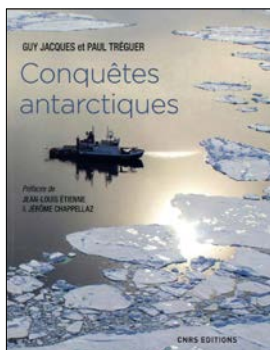
En 2015, la discussion avait bien progressé avec la découverte, en Allemagne, de *Pappochelys rosinae* («tortue grand-père»). Vieille de 240 millions d'années, cette tortue sans bec présentait un blindage ventral semi-rigide, des côtes élargies, des dents et, surtout, un crâne à deux fenêtres temporales, comme tous les reptiles (qui sont pour cette raison des «diapsides»). Cette constatation poussait à rapprocher *Pappochelys* d'*Eumotosaurus*, un reptile vieux de 260 millions d'années à forme de lézard, mais faisant penser aux tortues; du reste, des microARN communs invitaient aussi à lier les tortues aux lézards. Avec *Pappochelys*, la discussion avait d'autant plus avancé qu'en 2008, la découverte d'*Odontochelys semitestacea* («tortue à dents semi-carapacée»), une tortue de 220 millions d'années dotée d'un blindage ventral rigide, de côtes aplaties, sans bec, avec des dents et un crâne massif sans fenêtres temporales, esquissait une trajectoire évolutive.

Or *Eorhynchochelys sinensis*, la tortue mise au jour par l'équipe de Xiao-Chun Wu, confirme cette trajectoire évolutive pour le corps, mais pas pour le bec! Située par son âge de 230 millions d'années entre *Pappochelys* et *Odontochelys*, elle avait en effet le même corps que *Pappochelys*, mais un bec (et aussi des dents de fond).

Pour Rainer Schoch, le découvreur de *Pappochelys*, malgré ce détail, *Eorhynchochelys* ne fait que confirmer la trajectoire évolutive esquissée. Pas pour Xiao-Chun Wu; après avoir comparé les traits des tortues en incluant *Eorhynchochelys*, il affirme qu'on ne peut à ce stade relier ces animaux ni aux lézards, ni aux dinosaures, ni aux oiseaux, ni aux crocodiliens; les tortues seraient plutôt «une ramification d'ancêtres plus anciens». En d'autres termes, le débat se poursuit. ■

F. S.

Chun Li et al., *Nature*, vol. 560, pp. 476-479, 2018



CLIMATOLOGIE

CONQUÊTES ANTARCTIQUES

Guy Jacques et Paul Tréguer

CNRS Éditions, 2018

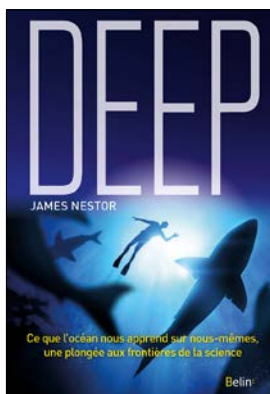
238 pages, 24 euros

L'Antarctique «est le continent de tous les extrêmes: le plus froid, le plus aride, le plus venteux». Tous deux océanographes, les auteurs de ce livre ont élargi leur propos pour traiter non seulement de l'océan Austral mais de plusieurs avancées scientifiques qui ont eu pour cadre ce monde lointain: son exploration, celle des îles et de l'océan circulaire qui le bordent, l'apport des forages glaciaires à l'histoire du climat, la compréhension d'un écosystème marin unique, les adaptations surprenantes découvertes chez les manchots, la vie jusqu'alors ignorée sous la glace marine. Les chapitres sur le krill et le rôle de l'océan Austral comme important puits de carbone pour l'atmosphère sont les plus pointus, puisque le premier auteur était directeur de recherche au CNRS à la station de Banyuls et biologiste spécialiste du plancton, le second professeur à l'université de Brest et océanographe chimiste.

En lisant ce livre de vulgarisation scientifique qui passe en revue plusieurs disciplines, on prend conscience que notre pays a trouvé dans ce cadre original l'occasion de se placer au plus haut niveau international sur plusieurs thèmes de recherche. Faut-il rappeler que l'analyse des gaz emprisonnés dans les glaces pendant 800 000 ans a permis de prouver que l'augmentation de la concentration atmosphérique en gaz carbonique due aux activités humaines a joué un rôle majeur dans le rythme de la dernière déglaciation? Combien de protecteurs de l'environnement savent que notre pays a entraîné les autres pour obtenir que le continent antarctique soit soustrait – jusqu'en 2048 au moins – à l'exploitation de ses ressources minérales et déclaré «Terre de paix et de science»?

PIERRE JOUVENTIN

ÉCOLOGUE ÉMÉRITE AU CNRS



Océanographie

DEEP

James Nestor

Belin, 2018

336 pages, 23 euros

Le titre est explicite: l'auteur nous révèle par quelles méditations et autres introspections certains plongeurs d'exception pratiquent l'apnée à des profondeurs de plus en plus grandes. Mais il n'y a pas que cela. Au fil des pages, il tient le lecteur en haleine en lui faisant découvrir les mystères des océans, avec, en toile de fond, des récits de descente toujours plus téméraires.

Pour autant, il met d'emblée en garde en n'épargnant pas au lecteur de dures descriptions d'accidents de plongée. Elles montrent à quel point l'apnée est un sport dangereux, qui exige une intense préparation physique et mentale. Et c'est là que l'auteur, en observant en particulier les Amas japonaises, ces femmes qui, depuis la nuit des temps, plongent pour remonter leur menu du jour, sait donner les conseils qui vous aideront, si vous le souhaitez, à devenir un apnéiste «qui remonte avec le sourire aux lèvres».

On comprend vite que le but recherché est de surmonter les difficultés pour acquérir une autonomie et s'inscrire «utilement» dans une belle démarche de compréhension des espèces les plus spectaculaires peuplant les océans. Aborder autrement le problème des requins tueurs de la Réunion, comprendre leur comportement, éduquer la population locale et aider à prendre les décisions après marquages et suivis, participe de ces actions justifiant l'engagement des sportifs. La même démarche prend une autre dimension avec les dauphins et les cachalots, car ces animaux vivent en société et échangent des signaux sonores qui sont, pour l'auteur, un véritable langage.

Si l'on ajoute l'histoire des grandes découvertes, celle de la pêche toujours plus destructrice, les tâtonnements par lesquels l'océanographie a montré l'omniprésence de la vie, etc., on a là un livre insolite, un peu déroutant, mais dont l'intérêt n'échappera à aucun lecteur.

JACQUELINE GOY

INSTITUT Océanographique, MONACO

