

Le requin des eaux glacées dont le cœur ne vieillit pas

ZOOLOGIE - Des scientifiques cherchent à expliquer la longévité du requin du Groenland, qui pourrait vivre entre 300 et 500 ans et mesurer jusqu'à 5 mètres de longueur. Mais les caractéristiques fascinantes de ce géant des profondeurs recèlent encore de nombreux mystères

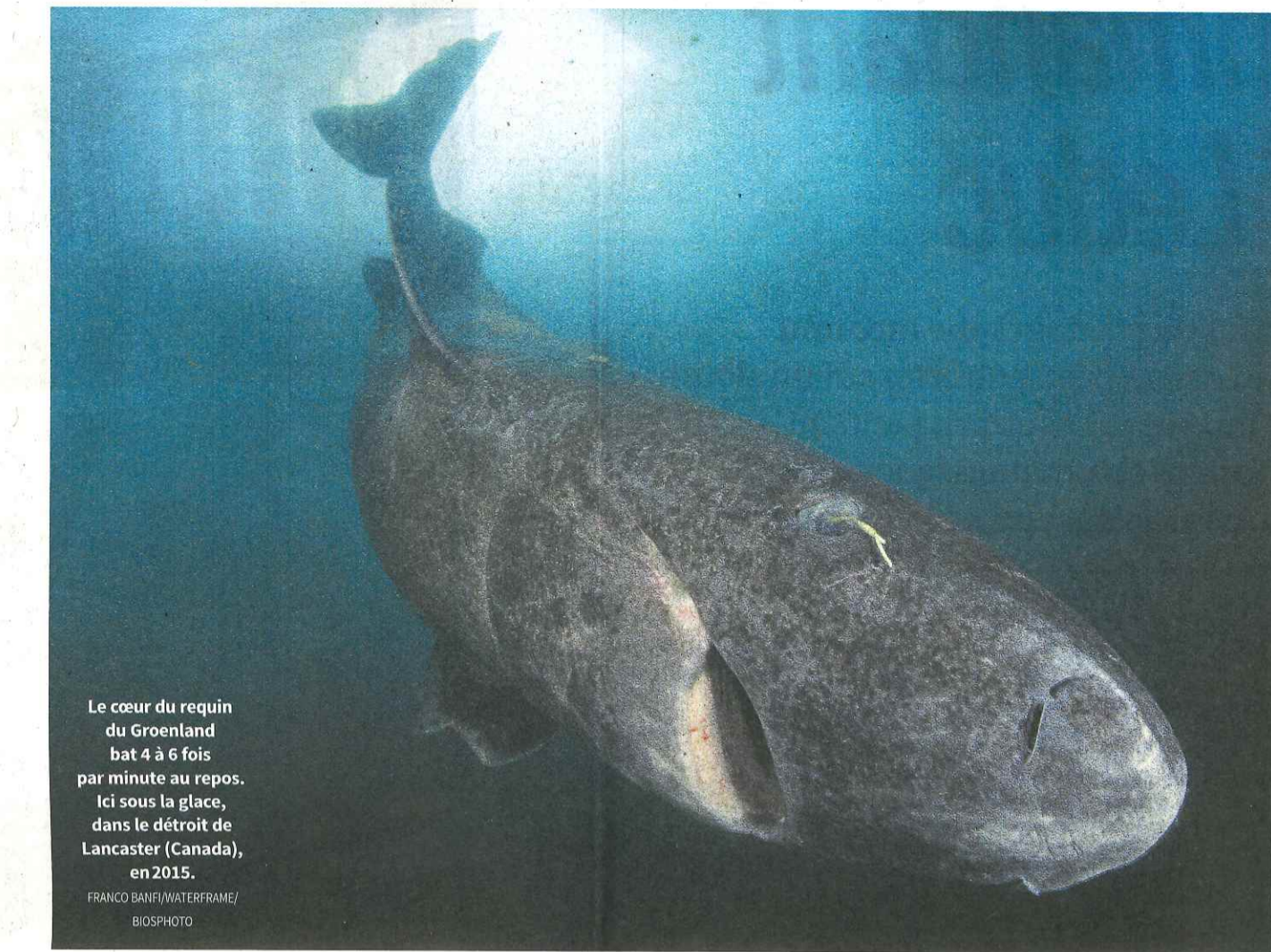
Vivre plusieurs siècles dans une eau glacée, dans la lenteur et la nuit éternelle des abysses, c'est le destin du requin du Groenland, espèce qui détient le record de longévité chez les vertébrés. Au moins trois cents, et peut-être cinq cents ans, selon une étude publiée en 2016.

«C'est une expérience émotionnelle, de poser la main sur un animal qui a vécu si longtemps», reconnaît Eric Ste-Marie, doctorant en biologie à l'université de Windsor, au Canada. Des scientifiques, fascinés, s'intéressent aux mécanismes qui pourraient expliquer la longévité exceptionnelle de ce poisson géant, qui peut atteindre 5 mètres. Depuis une décennie, les publications scientifiques s'accumulent, et le mystère s'éclaircit peu à peu.

«La première hypothèse, indique John Steffensen, professeur de biologie marine à l'université de Copenhague, au Danemark, qui organise des expéditions scientifiques pour étudier l'animal, c'est qu'il vit à très basse température.» Entre $-1,8^{\circ}\text{C}$ et $7,5^{\circ}\text{C}$. Contrairement aux mammifères, qui maintiennent leur corps à une température constante, la température des requins suit celle de leur environnement. Quelques centaines de mètres sous la banquise, le corps du requin du Groenland descend à $-1,8^{\circ}\text{C}$, le point de congélation de l'eau de mer. Si bas que son métabolisme, l'ensemble des réactions biologiques et chimiques de ses cellules, est très ralenti.

«Très peu de prédateurs»

«Une autre raison, c'est son mode de vie, avance Holly Shiels, professeure à la division des sciences cardio-vasculaires de l'université de Manchester, au Royaume-Uni. Il habite les profondeurs de l'océan, un lieu difficile d'accès pour les humains. Et il a très peu d'autres prédateurs. Donc il peut vivre aussi longtemps que possible.» Depuis une dizaine d'années, la chercheuse se penche sur le métabolisme musculaire et la physiologie du cœur du requin. L'animal est lent, très lent. «Même quand on le relâche, il s'éloigne tout doucement», raconte John Steffensen, en mimant des battements de nageoire, au ralenti.



Le cœur du requin du Groenland bat 4 à 6 fois par minute au repos. Ici sous la glace, dans le détroit de Lancaster (Canada), en 2015.

FRANCO BANFI/WATERFRAME/
BIOSPOTO

Une lenteur qui, touche aussi son cœur. David McKenzie, directeur de recherche au CNRS (Montpellier), a plongé des requins dans une piscine sur un port de l'île de Disko, au Groenland, pour réaliser des électrocardiogrammes. «Leur cœur bat 4 à 6 fois par minute au repos», précise-t-il.

Or, une théorie, dite du «pace-of-life» («rythme de la vie»), lie la longévité à la «rapidité» des fonctions métaboliques. Un colibri a un métabolisme et une fréquence cardiaque très rapides et vit environ trois ans, et le requin du Groenland, avec son métabolisme ralenti par le froid et son cœur très lent, vivrait au moins trois siècles. Mais, selon Holly Shiels, cette théorie ne permet pas d'expliquer à elle seule sa longévité : «D'autres espèces arctiques ont la même fréquence cardiaque, mais des espérances

de vie de vingt ou quarante ans. Il y a donc quelque chose de particulier chez lui.»

Le Français Pierre Delaroche a fait sa thèse en sciences cardiovasculaires dans l'équipe de la biologiste britannique. Il a observé au microscope électronique que les cellules cardiaques du requin. Des cellules qui semblent échapper au vieillissement. L'architecture du noyau, qui reflète l'activité des gènes, n'évolue pas avec l'âge. «Et on a observé que la quantité de mitochondries, ces petites usines de production de l'énergie cellulaire, ne diminue pas, contrairement à ce que l'on observe chez les mammifères», indique-t-il.

Chez les humains, l'incidence des maladies cardio-vasculaires augmente avec l'âge. «Nous ne produisons pas, ou très peu, de nouvelles cellules cardiaques.

Donc notre cœur a notre âge», explique Holly Shiels. Quand nous vieillissons, il devient plus rigide – un phénomène appelé fibrose – et se remplit moins bien. «Nous avons montré que la fibrose augmente aussi avec l'âge chez le requin du Groenland, poursuit-elle, mais nous avons observé un dépôt de collagène, qui la compense. Car c'est une protéine élastique.» Le cœur du requin, même à 300 ans, resterait donc souple, et pourrait garder un fonctionnement normal.

Avec son équipe, elle a aussi observé les artères coronaires, nourricières du cœur de l'animal : «Entre deux individus, l'un de 40 ans et l'autre de 200 ans, nous n'avons observé aucune différence. La maladie coronarienne, cause fréquente de dysfonctionnement cardiaque chez l'humain âgé, semble absente chez le requin du Groenland.» Ces

résultats récents n'ont pas encore fait l'objet d'une publication dans une revue scientifique. Le cœur humain et celui du requin sont différents dans leur anatomie, mais les mécanismes du vieillissement seraient communs entre les différentes espèces animales. Ce qui explique l'intérêt des scientifiques pour le requin.

Où naissent les petits ?

Au-delà du cœur, l'équipe britannique s'intéresse au métabolisme de ses muscles. Ewan Camplisson, doctorant, a étudié ses enzymes. Chez la plupart des animaux, la production et l'activité de ces petites ouvrières, qui travaillent sur la chaîne des réactions chimiques dans nos cellules, tendent à diminuer avec l'âge. Mais pas chez le requin du Groenland. «Cela suggère que son métabolisme est assez spécial, et probablement pas influencé

par le vieillissement», avance le jeune chercheur, qui a présenté ses résultats début juillet au congrès de la Société de biologie expérimentale, à Prague.

Alors, la réponse se cachera-t-elle dans ses gènes ? «Pour l'instant, personne ne sait encore combien de chromosomes il a !», s'exclame John Steffensen. L'étude de son code génétique ne fait que commencer. Le biologiste s'est associé à d'autres équipes pour le décrypter.

Mais le requin du Groenland recèle bien d'autres mystères. Personne ne sait vraiment jusqu'où s'étend son aire de répartition. En 2013, un spécimen de près de 4 mètres a été pêché dans le golfe du Mexique, à plus de 1800 mètres de profondeur. «C'est inhabituel sous ces latitudes, mais nous pensons qu'on peut le trouver dans tout l'Atlantique Nord, très profondément, dans les eaux froides», avance le chercheur danois, qui équipe des requins de balises GPS pour mieux comprendre leurs migrations.

Une autre question intrigue particulièrement les scientifiques : où naissent les petits ? Les chercheurs interrogés racontent n'avoir presque jamais observé de jeunes. La grande majorité des individus capturés mesurent au moins 2 mètres, des quinquagénaires. «Pourquoi ne voyons-nous jamais de petits ? Est-ce qu'ils ont disparu parce qu'on a tué toutes les mères entre 1890 et la seconde guerre mondiale ?», s'interroge John Steffensen. Une génération entière aurait été anéantie à cette époque où le requin du Groenland était pêché pour l'huile de son foie, utilisée, comme celle des baleines, pour l'éclairage et l'industrie. Or, les chercheurs estiment que les femelles n'atteignent la maturité sexuelle qu'autour de 140 ans, et que leur gestation dure sept à huit ans. Un rythme de reproduction extrêmement lent, qui rend l'espèce particulièrement vulnérable.

Si ce géant des abysses est un modèle pour prolonger la vie des humains, les scientifiques craignent qu'il ne soit déjà menacé par le réchauffement climatique. Son habitat pourrait progressivement se réduire sous l'effet de l'augmentation des températures océaniques. ■

ÉLODIE PAPIN

Sonder l'eau des sols grâce aux fibres optiques

PHYSIQUE - La méthode utilise les tremblements dus au trafic routier sur les canaux enterrés, dans le désert de Mojave

Lorsque les étés sont secs, les agriculteurs voudraient bien connaître le volume d'eau restant dans les sols. Et, en cas de pluie, la quantité qui sera stockée. Une équipe américaine de l'Institut californien de technologie (Caltech) vient de proposer une méthode originale pour obtenir ces réponses sans déployer de capteurs particuliers sur le terrain et sans recourir aux satellites, qui fournissent de telles indications mais pour de faibles profondeurs. La méthode, exposée dans *Nature Communications*, le 5 août, utilise le trafic routier et des fibres optiques de communication enterrées dans leur zone de test, en Californie, dans le nord du désert de Mojave. «Cette fibre de 10 kilomètres avait déjà été utilisée pour suivre les contrecoups du violent séisme de Ridgecrest en 2019. Mais

nous avons compris que les données pouvaient aussi servir pour obtenir des informations sur la teneur en eau des sols. Il nous a fallu quatre ans pour le démontrer», révèle Zhichao Shen, premier auteur de l'étude.

L'utilisation de fibre optique comme capteur sismique n'est pas nouvelle. L'industrie pétrolière s'en sert pour contrôler les perturbations du sol et les géologues surveillent ainsi des volcans ou de grandes zones sismiques. La technique tire profit de phénomènes optiques subtils. La propagation de la lumière dans le mince canal en verre n'est pas parfaite ; de microscopiques défauts réfléchissent une partie de la lumière, tels des miroirs. En envoyant des impulsions courtes de lumière, et en comparant les corrélations des réflexions sur deux «miroirs», il est

possible de savoir comment le sol, dans lequel est enterrée la fibre, a bougé. «Cela transforme une fibre optique en milliers de capteurs sismiques qui mesurent la déformation le long de la fibre», résume Destin Nziengui Bâ, qui vient de soutenir une thèse sur le sujet à l'université Grenoble-Alpes.

Ondes ralenties

En outre, la méthode est ici «passive» car les «tremblements» de terre mesurés sont ceux dus essentiellement au trafic routier. Ainsi, les chercheurs connaissent les vitesses de propagation des ondes sismiques dans le sol jusqu'à 20 mètres de profondeur. Ils appliquent ensuite un modèle développé en 2021 notamment par Damien Jougnot, chercheur CNRS à Sorbonne Université – qui relie cette vitesse à la teneur en

eau des sols. Plus il y a d'eau, plus les ondes sismiques sont ralenties.

Résultat : sur les deux ans et demi d'observation, le désert a perdu, par évapotranspiration, l'équivalent de 25 centimètres de hauteur d'eau par an, quand il n'en a gagné que 5 cm grâce aux pluies. «Ces résultats sont convaincants et ouvrent de nouvelles voies pour l'utilisation des fibres dans les études environnementales, notamment relativement au contenu en eau de la zone dite non saturée», écrit Damien Jougnot dans son rapport de lecture pour la revue. «C'est une méthode complémentaire aux autres», complète Michel Campillo, professeur émérite de l'université Grenoble-Alpes. Elle peut se déployer rapidement, à faibles coûts.

Mais le spécialiste apporte quelques bémols : «La qualité des me-

sures n'est pas excellente car on ne sait pas comment la fibre est couplée au sol. Elle peut être enterrée, posée ou même suspendue...» Autre point faible, les déplacements du terrain ne sont mesurables que dans un seul axe, celui de la fibre, contrairement à un sismomètre, qui mesure le long de trois directions. À l'inverse, un des avantages est de permettre plus facilement des mesures en ville, où l'hétérogénéité des sols, mal connue, peut entraîner des vulnérabilités différentes en cas de séismes.

Zhichao Shen regarde déjà vers d'autres horizons : «Nous prévoyons d'appliquer cette méthode ailleurs, par exemple sur les côtes, où l'on voudrait comprendre comment la montée des eaux peut entraîner une arrivée d'eau salée dans les aquifères.» ■

DAVID LAROUSSIERE

TÉLESCOPE

MÉDECINE

Drépanocytose : le dépistage sera systématique

C'était attendu. A compter du 1^{er} novembre 2024, le dépistage de la drépanocytose pour tous les nouveau-nés sera systématique. Cette maladie génétique héréditaire qui affecte les globules rouges se manifeste par une anémie chronique nécessitant des transfusions sanguines, entraînant des crises osseuses douloureuses, etc. C'est la plus fréquente des maladies génétiques dépistées chez les nouveau-nés, mais elle reste encore méconnue. En 2020, 557 nouveau-nés ont été dépistés avec un syndrome drépanocytaire majeur (soit un enfant pour 1323 naissances). Couramment appelé «test de Guthrie», ce dépistage, qui permet de rechercher la présence de treize maladies rares de l'enfant, est réalisé en prélevant des gouttes de sang sur un buvard, après une petite piqûre au talon du nouveau-né, dans les trois jours suivant sa naissance.