

Autant de sommeils que d'espèces



Koala s'adonnant à son activité favorite (cliché Tambako The Jaguar/CC).



CURIOSITÉS MARINES

Denis Allemand,
directeur scientifique
du Centre scientifique de Monaco

Le sommeil est défini comme étant un état physiologique et comportemental particulier au cours duquel la conscience du monde extérieur diminue. Il est partagé par tous les animaux, y compris les méduses qui n'ont pas de cerveau. On rencontre aussi d'autres formes de repos périodique chez les vers de terre, les plantes et certains micro-organismes, aussi bien protistes que bactéries. Pour ces derniers, il reste difficile de parler de sommeil car, jusqu'à preuve du contraire, ils n'ont pas conscience d'eux-mêmes. La fonction du sommeil reste pourtant largement débattue et de multiples

hypothèses, non exclusives, ont été proposées: maturation du système nerveux central, homéostasie* énergétique, élimination des déchets du cerveau, renforcement des connexions synaptiques, renforcement de la mémoire, etc. Il est, quoi qu'il en soit, indispensable et un sommeil altéré chez l'homme est associé, au-delà de la fatigue, à de nombreuses pathologies: cancers, maladies immunitaires, hypertension, accident vasculaire cérébral, obésité, troubles de l'humeur, de la mémoire, hallucinations. Chez l'homme, une privation de sommeil de vingt heures altère son comportement au même niveau qu'une alcoolémie de 0,8 g/l.

C'est pourquoi le sommeil fait l'objet d'efforts de recherche considérables à travers le monde, mais la majorité de nos connaissances actuelles a été obtenue par l'étude d'une poignée d'organismes "modèles": souris, rats, ainsi que sur les mouches, et souvent en conditions contrôlées, en laboratoire. Depuis une dizaine d'années, on réalise aussi des études comparées du sommeil sur des animaux "non modèles", souvent dans leur milieu naturel. Afin d'étudier des animaux aussi divers qu'une méduse, un dauphin ou un manchot, aux anatomies et aux physiologies différentes et souvent mal connues – et dans des milieux hostiles comme peut l'être le continent antarctique – les chercheurs doivent déployer des trésors d'ingéniosité pour développer des méthodes innovantes. Mais si le défi est énorme, l'enjeu l'est tout

autant: enfin comprendre à quoi sert le sommeil!

Un processus ancien indépendant du cerveau

Des processus de repos ont été décrits depuis longtemps chez les cnidaires, mais l'absence de cerveau chez ces animaux laissait penser qu'il ne s'agissait pas d'un "vrai" sommeil, jusqu'à ce qu'une équipe, animée par Ravi David Nath, à l'époque doctorant au California Institute of Technology, apporte, en 2017, des arguments solides pour suggérer que les méduses pouvaient dormir. Par une série d'élégantes expériences, les chercheurs californiens ont démontré que la méduse cassiopée, *Cassiopea* sp., qui vit généralement posée sur le fond de la mer, "à l'envers", les tentacules vers le haut, connaît pendant la nuit des périodes de repos qui présentent toutes les caractéristiques du sommeil: réactivité réduite vis-à-vis des stimulus externes, périodes de repos régulées par des systèmes homéostatiques circadiens. De plus, l'ajout dans l'aquarium (et en journée) de mélatonine, une hormone connue pour réguler l'état de sommeil chez les vertébrés, induit rapidement chez *Cassiopea* une diminution réversible de l'activité, et ce d'autant plus que la concentration en mélatonine est importante. Cela laisse supposer que les mécanismes moléculaires qui régulent le sommeil chez les méduses et les vertébrés sont similaires, et donc que cette fonction physiologique est très ancienne



Méduse du genre *Cassiopea*, une créature qui n'a pas seulement l'air d'être en train de dormir... (cliché S. Baron/CC).

et relativement conservée chez les métazoaires. Alors que le sommeil est souvent associé au développement et à la maturité cérébrale, cette étude montre que ce n'est pas là sa fonction primitive puisqu'il est apparu avant l'émergence d'un système nerveux centralisé.

Ne dormir que d'un œil

Si le sommeil procure de nombreux bénéfices, il génère un inconvénient majeur: il prive l'animal du contrôle de ses actions volontaires. C'est pourquoi certaines espèces de mammifères marins et d'oiseaux ne dorment que d'un seul hémisphère cérébral. Ce mécanisme a été découvert chez les dauphins à la fin des années soixante-dix par des chercheurs russes. Il permet à l'animal en plongée de continuer à contrôler

* **Homéostasie**: maintien, au cours du temps, de paramètres physiologiques stables proches d'une valeur "normale", en dépit des changements internes (métabolisme) et externes (environnement).

sa respiration. En effet, contrairement aux autres animaux chez qui la respiration est contrôlée automatiquement, elle est volontaire chez les mammifères marins. Il s'agit d'une fabuleuse adaptation à la plongée qui leur permet, pour les meilleurs, de rester sous l'eau pendant plus de deux heures sans respirer, à l'exemple du cachalot qui peut atteindre ainsi 3500 m de profondeur. Si, à terre, l'otarie à fourrure du Nord (*Callorhinus ursinus*) dort comme les mammifères terrestres, avec les deux yeux fermés et les deux hémisphères cérébraux au repos en même temps, elle dort avec seulement un œil fermé lorsqu'elle est dans l'eau. Un mécanisme similaire est présent chez les oiseaux migrateurs qui dorment sur de très courtes périodes pendant leur vol, alternant le repos de leurs deux hémisphères cérébraux, tout en leur permettant de surveiller visuellement leur environnement.

Mille microsiestes valent bien un grand somme

Certains d'entre nous sont de petits dormeurs, d'autres ont besoin de douze heures de sommeil. Que dire alors du manchot à jugulaire (*Pygoscelis antarcticus*): une équipe internationale menée par l'ingénieur français Paul-Antoine Libourel, du Centre de recherche en neurosciences de Lyon, vient de découvrir que cet animal pouvait enchaîner plus de 10000 microsiestes de moins de quatre secondes chacune par jour! Ce résultat majeur publié



Les colonies de manchots à jugulaire, où est élevée la nouvelle génération, sont particulièrement animées et bruyantes. Pour tenir, les adultes, constamment sollicités enchainent les microsiestes extrêmement courtes (clichés J. Strzelecki/CC et S. Stevens/ domaine public).



dans la prestigieuse revue *Science* a été obtenu par une longue étude de terrain sur l'île du Roi-George, dans les Shetlands du Sud, à 120 km de l'Antarctique. Le manchot à jugulaire est un oiseau nicheur qui, pendant la période d'incubation, couve ses œufs pendant une quarantaine de jours, sans bouger, au sein d'une bruyante colonie (leur cri est tel qu'ils ont été surnommés *stonebreaker*, casseurs de pierre, en anglais); ils constituent ainsi une proie facile pour le labbe antarctique (*Stercorarius antarcticus*). Ils doivent aussi surveiller leurs propres congénères qui pourraient les agresser et

s'en prendre à leurs œufs. Les chercheurs se sont demandé comment le manchot à jugulaire pouvait se reposer dans de telles conditions. Pour répondre à cette question, quatorze manchots en phase d'incubation ont été équipés en décembre 2019 d'une petite carte électronique de 2 x 2 cm à laquelle les chercheurs ont connecté un GPS, des accéléromètres et une dizaine d'électrodes afin d'enregistrer divers paramètres physiologiques: activité cérébrale, tonus musculaire, rythme cardiaque, mouvements des yeux, déplacements de l'oiseau, etc. La collecte de données a duré une dizaine de jours.

Des nuits en deux temps

L'analyse des résultats a prouvé que le sommeil du manchot à jugulaire, à l'instar des mammifères et des oiseaux, montrait bien les deux phases caractéristiques du sommeil, le sommeil lent et le sommeil paradoxal (*voir encadré*). Mais la découverte majeure, totalement inattendue, a été que le sommeil lent était fragmenté en des milliers de périodes de quatre secondes en moyenne. Si l'animal dormait au total plus de onze heures par jour, il le faisait à travers... 10 000 siestes! Si les chercheurs n'ont pas pu préciser si ces microsiestes avaient la même valeur qu'un seul long sommeil, on peut imaginer que c'est le cas, car rien n'indique que le succès reproducteur de ces manchots en soit affecté. Ces résultats ont particulièrement intéressé la communauté scientifique puisque l'article a été téléchargé plus de 30 000 fois. Ils sont d'une



Les labbes antarctiques sont la principale menace qui pèse sur les œufs et les petits des manchots, imposant à leurs parents une surveillance constante (cliché Nweider/CC).

Le sommeil alterne entre deux phases distinctes, appelées "sommeil lent" et "sommeil paradoxal". Ces deux phases ont été étudiées chez l'humain et quelques autres mammifères, mais on sait qu'elles existent chez d'autres groupes, dont les oiseaux et d'autres "reptiles".

Au cours du sommeil lent, les ondes électriques qui parcourent le cerveau ont des fréquences réduites par rapport à l'éveil, mais de plus grande amplitude, tandis que le tonus musculaire est réduit. Ce serait une phase "réparatrice", essentielle pour le bon fonctionnement du métabolisme et de la mémoire (entre autres). Au cours du sommeil paradoxal, la fréquence des ondes cérébrales se rapproche de celles à l'état d'éveil, alors que le tonus musculaire est aboli. C'est pendant cette phase que se produiraient les rêves... dont on peut garder le souvenir une fois réveillé.

importance primordiale, car ils remettent en question notre compréhension actuelle de la manière dont le sommeil est régulé; il semble ainsi que sa structure peut être modifiée en profondeur sans que sa fonction en soit affectée.

Mais, comme toujours, ces résultats posent beaucoup de nouvelles questions. Pourquoi, par exemple, le sommeil de ce manchot est-il aussi fragmenté? On peut penser, comme le suggèrent les auteurs, que cette fragmentation permet de maintenir leur vigilance: un bon compromis entre la nécessité de dormir et le besoin de protéger ses œufs. Chez l'humain, en revanche, un sommeil trop souvent interrompu (en raison de l'apnée du sommeil par exemple) a des conséquences sur les fonctions cognitives qui pourraient même accélérer la survenue de maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer... « *Ainsi, ce qui est anormal chez l'humain pourrait être parfaitement normal chez les oiseaux et d'autres animaux* » ont écrit deux scientifiques dans un commentaire

publié dans le même numéro de *Science*. On voit qu'une meilleure connaissance des mécanismes intimes du sommeil, acquise grâce à la biologie comparée, est l'une des clés pour mieux comprendre la biologie humaine. ■

Une bibliographie complète pour cet article est disponible gratuitement sur le site web d'*Espèces*. Retrouvez d'autres chroniques et de nombreuses informations sur: www.centrescientifique.mc

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Libourel P.-A. et al., 2023** – "Nestling chinstrap penguins accrue large quantities of sleep through seconds-long microsleeps", *Science*, 382(6674), p. 1026-1031 [Doi: 10.1126/science.adh0771].
- **Nath R. D. et al., 2017** – "The jellyfish *Cassiopea* exhibits a sleep-like state", *Current Biology*, 27, p. 2984-2990 [Doi: 10.1016/j.cub.2017.08.014].
- **Rattenborg N. C. et Ungurean G., 2023** – "The evolution and diversification of sleep", *Trends in Ecology and Evolution*, 38(2), p. 156-170 [Doi: 10.1016/j.tree.2022.10.004].