

VRAI OU FAUX

Tous les animaux dorment-ils ?

Oui. Divers critères physiologiques et comportementaux ont permis d'identifier des phases de sommeil chez toutes les espèces étudiées.

Irene Tobler-Borbély

Comment reconnaître le sommeil chez les animaux ? Par les yeux fermés ? Les bébés humains dorment parfois les yeux ouverts, et les poissons et les insectes n'ont pas de paupières. Par une position allongée ? Les chevaux, les girafes et les éléphants peuvent – littéralement – dormir debout, même si leur sommeil est alors moins profond. Pour distinguer le sommeil de la veille et déterminer si tous les animaux dorment, on définit donc d'autres critères.

On mesure notamment les activités cérébrale et musculaire, ainsi que les mouvements des yeux. Ces paramètres étant très fluctuants même chez un sujet endormi, on ne définit pas un mais plusieurs états caractéristiques du sommeil. Chez l'homme, on distingue deux stades, qui se succèdent : le second comporte des mouvements oculaires rapides (on parle de sommeil REM, pour *Rapid Eye Movement*), un comportement absent du premier stade (dit non-REM ou sommeil lent, et subdivisé en trois). Le neurobiologiste français Michel Jouvet a qualifié le stade REM de sommeil paradoxal, car les ondes cérébrales ressemblent à celles mesurées chez un sujet éveillé et car l'activité musculaire est nulle, à l'exception de contractions dans les extrémités (doigts, visage...) et des mouvements oculaires.

Outre ces paramètres physiologiques, divers critères comportementaux permettent de reconnaître le sommeil. Le plus évident est une quasi-immobilité, réversible par l'application d'un stimulus adéquat (telle une lampe de poche braquée sur l'animal), en général dans un site de couchage (nid,

grotte, arbre, fond sableux) et dans une position spécifique. En outre, un animal endormi répond peu aux stimulus externes et est plus difficile à perturber que lorsqu'il est dans une phase d'éveil calme.

Les insectes dorment aussi

Quels sont alors les animaux qui dorment ? Sur la base des critères comportementaux, le sommeil a été identifié chez toutes les espèces étudiées. Celles-ci comprennent de nombreux vertébrés (mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens et poissons), mais aussi des invertébrés, tels les scorpions, les écrevisses, les cafards, les mouches et le nématode *Caenorhabditis elegans* (un petit ver).

L'existence du sommeil a été confirmée par les critères physiologiques chez de nombreux mammifères et oiseaux. La quasi-totalité d'entre eux dorment par cycles, successifs ou séparés. Chacun est composé d'un stade non-REM, suivi d'un stade REM. Parmi les mammifères, seuls les dauphins n'ont pas de sommeil REM. Comment s'en passent-ils ? On l'ignore, de même qu'on ignore la fonction de ce type de sommeil. En outre, lorsqu'ils sont dans leur phase de sommeil la plus profonde, les dauphins ont un hémisphère cérébral endormi et l'autre éveillé, sans doute pour maintenir leur orifice respiratoire à la surface.

Chez les oiseaux, le sommeil REM est bien plus court que chez les mammifères : une minute par cycle environ, tandis qu'il dure jusqu'à 20 minutes chez les humains.



Certains oiseaux migrateurs peuvent peut-être dormir lorsqu'ils planent en altitude, mais on manque d'outils adaptés pour le confirmer. Globalement, la quantité de sommeil est très variable selon les espèces, les saisons et les conditions d'observation.

Des différences d'activité cérébrale correspondant à un état endormi et un état éveillé apparaissent aussi chez les reptiles, mais on n'observe pas plusieurs stades de sommeil. Chez les amphibiens et les poissons, on manque d'études de ce type. Chez les invertébrés, seules les activités cérébrales de l'écrevisse et de la drosophile ont été étudiées : là encore, on observe un état endormi, différent d'un état éveillé.

La drosophile est d'ailleurs un invertébré modèle précieux pour l'étude du sommeil. Elle a déjà permis de clarifier certains mécanismes physiologiques en jeu. À l'instar des mammifères, elle est sensible aux substances hypnotiques (utilisées pour endormir le sujet lors d'une anesthésie générale) et à la caféine.

Il semble donc que tous les animaux dorment. Toutefois, il y a plus de sept millions d'espèces sur la planète et le sommeil n'a été étudié que sur environ 240 d'entre elles ; cette affirmation est donc à prendre avec prudence. Il serait intéressant d'identifier l'espèce la plus ancienne et la plus primitive qui dorme, ainsi que des espèces qui ne dorment pas : elles fourniraient peut-être des indices sur la fonction du sommeil, encore mal connue. ■

Irene TOBLER-BORBÉLY est chercheuse à l'Institut de pharmacologie et de toxicologie à l'Université de Zurich, en Suisse.

Les étoiles

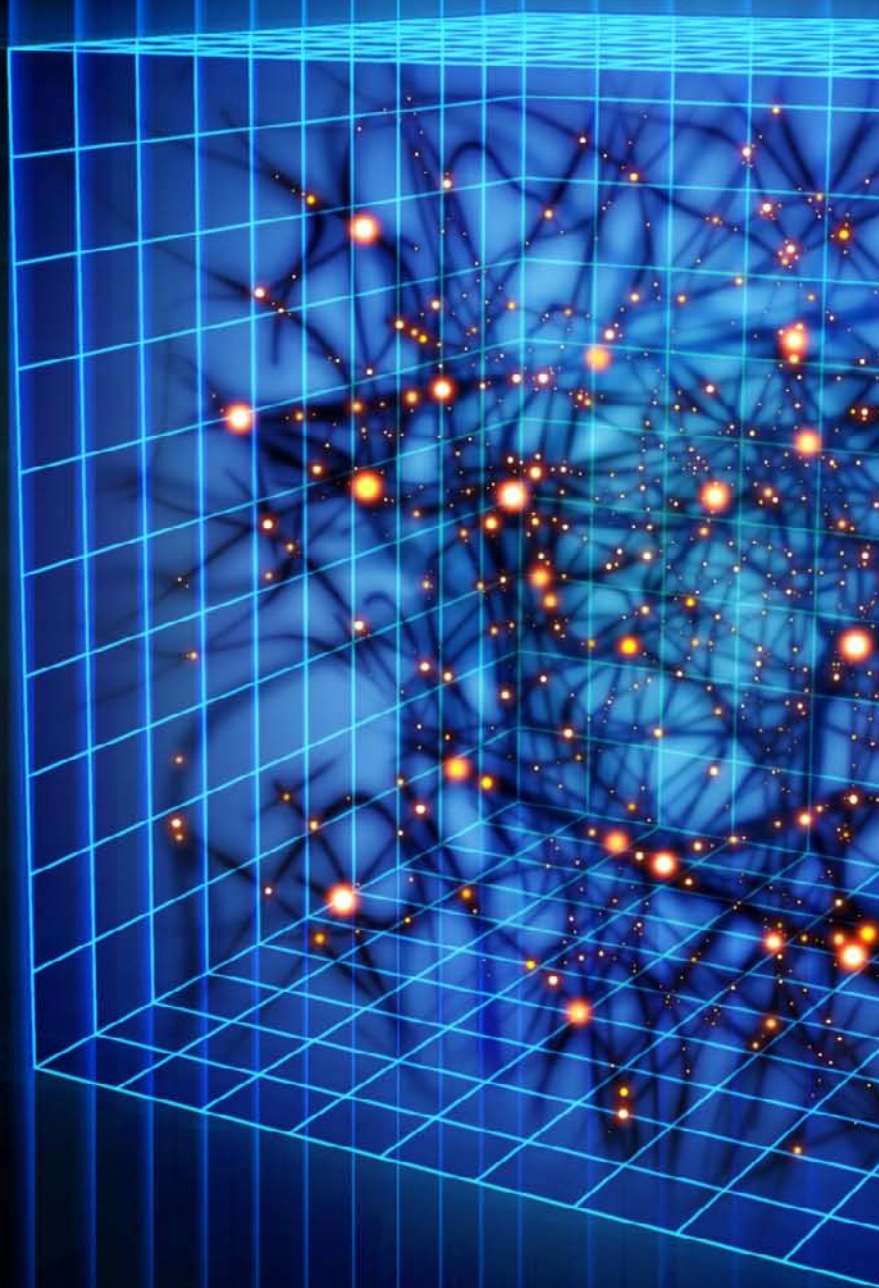
des astres venus

Les premières étoiles de l'Univers, gigantesques et très lumineuses, puisaient peut-être leur énergie dans l'annihilation de particules de matière noire.

K. Freese, P. Gondolo et P. Salati

Le Soleil et toutes les autres étoiles visibles sont constitués des restes de gaz et de poussière de plusieurs générations d'étoiles. Les astrophysiciens commencent à bien comprendre les mécanismes à l'œuvre dans l'évolution de ces astres. Mais faute d'informations, la première génération d'étoiles reste mal connue. À quoi ressemblait-elle ? Fonctionnait-elle sur les mêmes principes physiques que les étoiles actuelles ?

Les premières étoiles n'ont jamais été observées. Néanmoins, certains modèles les décrivent comme étant bien plus massives et lumineuses que les astres actuels. En outre, leur source d'énergie pourrait avoir été très différente. Les étoiles classiques ne sont constituées que de matière ordinaire et leur énergie provient de la fusion de noyaux atomiques. En revanche, la vie des premières étoiles aurait été intimement liée non seulement à la matière ordinaire, mais aussi à la matière noire. Cette composante de l'Univers, dont la nature reste aujourd'hui inconnue, a probablement eu un rôle actif dans la naissance des premières étoiles. Elle a permis, par des effets gravitationnels, d'accumuler de gigantesques quantités de gaz pour former les étoiles (voir la figure 1). Mais, plus surprenant, la matière



noires

du fond des âges



L'ESSENTIEL

- La première génération d'étoiles s'est formée au sein des halos de matière noire entre 50 et 500 millions d'années après le Big Bang.
- Ces astres sont plus grands et plus lumineux que les étoiles ordinaires.
- Ils puisent leur énergie dans l'annihilation de neutralinos, particules hypothétiques qui composent la matière noire.
- Une nouvelle génération de télescopes permettrait de les observer directement, grâce au phénomène de lentille gravitationnelle.

© Montolithic Studios/Kern Brown

1. DANS L'UNIVERS PRIMORDIAL, la matière noire est regroupée en filaments et en halos au sein desquels se sont constituées les premières étoiles.

noire aurait servi de source d'énergie à ces étoiles primordiales, que l'on peut ainsi qualifier d'étoiles noires.

La première génération d'étoiles aurait donc connu une évolution stellaire atypique et très différente de celle des étoiles actuelles. Comprendre le fonctionnement des étoiles noires permettrait de compléter la vision que les astrophysiciens ont de la vie des étoiles depuis leur toute première génération.

Le modèle que nous avons proposé en 2007 et que nous décrivons ici rend compte de l'évolution des étoiles noires : comment elles sont nées, comment elles sont devenues lumineuses grâce à l'annihilation de matière noire et comment elles sont mortes. Ces travaux restent à confirmer par des observations. Cette tâche est complexe en raison de l'éloignement temporel des étoiles noires : elles ont disparu il y a 13 milliards d'années et la lumière qui nous en parvient aujourd'hui est très atténuée, quasi indétectable.

En outre, la matière noire constitue une énigme supplémentaire. Les particules qui la composent restent à identifier. Toutefois, comme nous le verrons par la suite, les caractéristiques générales de la matière noire permettent de concevoir toute l'évolution de ces étoiles, depuis leur formation jusqu'à leur fin. Enfin, ces modèles d'étoiles noires laissent entrevoir quelques espoirs d'en observer la trace grâce à une future génération de télescopes spatiaux.

La fin de l'âge sombre

La première génération d'étoiles s'est formée alors que l'Univers était âgé de 50 à 500 millions d'années. Leur naissance a mis fin à ce qu'on nomme l'« âge sombre », qui a succédé à un phénomène crucial pour la cosmologie moderne, la « recombinaison ». Dans le cadre du modèle du Big Bang (voir la figure 2), l'Univers est en expansion et sa température ne cesse de décroître. Il a connu différentes phases. Vers 375 000 ans, il s'était suffisamment refroidi – à environ 3 000 degrés (en kelvins) – pour que les électrons et les noyaux aient pu s'associer et former un gaz électriquement neutre d'atomes d'hydrogène et d'hélium : c'est la recombinaison. La lumière, qui interagissait fortement avec le plasma chargé, a pu alors s'échapper et s'est propagée dans l'espace jusqu'à aujourd'hui, près de 13,8 milliards d'années plus tard. Ce rayonnement, dit du fond diffus cosmologique, est une mine