

ASTROPHYSIQUE

'OUMUAMUA: PAS D'EXTRATERRESTRES

En octobre 2017, le télescope Pan-STARRS1, à Hawaï, découvrait le premier objet venu du milieu interstellaire jamais observé dans le Système solaire: 'Oumuamua, «éclaireur» en hawaïen. Les données sur 'Oumuamua sont étonnantes, notamment son passage à seulement 24 millions de kilomètres de la Terre (60 fois la distance Terre-Lune), sa forme allongée inédite et sa vitesse d'éloignement du Soleil, plus élevée qu'attendu.

Pour les expliquer, deux chercheurs du centre d'astrophysique Harvard-Smithsonian, aux États-Unis, avaient proposé qu'une civilisation extraterrestre soit à l'origine de ce corps: 'Oumuamua serait une voile solaire utilisant la pression de radiation émise par les étoiles pour se propulser. Mais l'équipe 'Oumuamua de l'Institut international des sciences de l'espace, à Berne, en Suisse, dirigée par Matthew Knight, de l'université du Maryland, aux États-Unis, et Alan Fitzsimmons, de la Queen's University, à Belfast, en Irlande du Nord, a récemment montré qu'il n'est pas nécessaire d'invoquer cette hypothèse.

Premièrement, il n'est pas surprenant d'avoir observé le visiteur si près de la Terre: un biais observationnel rend plus probable la détection des corps célestes à proximité de nos télescopes. Par ailleurs, l'accélération de



L'objet interstellaire 'Oumuamua (ici en vue d'artiste), long de quelques centaines de mètres, ne saurait être une voile solaire, car il tourne sur lui-même.

l'objet pourrait être due à un dégazage, caractéristique des comètes, trop faible pour être détecté. Et une voile solaire ne saurait tourner sur elle-même, comme le fait 'Oumuamua d'après les variations régulières de sa luminosité, puisqu'elle doit toujours s'orienter vers l'étoile pour se propulser! Enfin, divers scénarios naturels, comme des collisions avec d'autres objets, suffisent à expliquer sa forme. La rencontre du troisième type n'est pas pour cette fois-ci! ■

I. P.

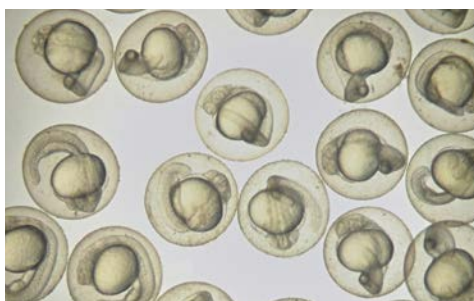
The 'Oumuamua ISSI Team, *Nature Astronomy*, vol. 3, pp. 594-602, 2019

BIOLOGIE ANIMALE

LE POISSON-ZÈBRE DORT COMME NOUS

Les poissons dorment-ils? Oui, comme tous les animaux, même si la plupart gardent les yeux ouverts. Mais leur sommeil restait mal connu. En enregistrant l'activité cérébrale de la larve de poisson-zèbre, Louis Leung, de l'université de Stanford, et ses collègues ont découvert que son sommeil est découpé en au moins deux phases, semblables à celles des amniotes – les mammifères, les oiseaux et les reptiles.

La première phase rappelle le sommeil profond: l'activité musculaire de la larve du poisson-zèbre diminue, sa fréquence cardiaque baisse et les neurones de la zone du cerveau impliquée dans le sommeil sont synchronisés. La seconde phase, qui se traduit par une perte totale de tonus musculaire ainsi qu'un rythme cardiaque lent et irrégulier, ressemble au sommeil paradoxal.



Le sommeil des larves de poisson-zèbre présente des similitudes avec le nôtre.

Les chercheurs ont même montré que l'hormone déclenchant le sommeil paradoxal chez les amniotes régule aussi le sommeil du poisson-zèbre. Ces points communs indiquent que les caractéristiques du cycle du sommeil seraient apparues tôt dans l'histoire évolutive des vertébrés, il y a au moins 450 millions d'années. ■

N. B.

L. C. Leung et al., *Nature*, vol. 571, pp. 198-204, 2019

EN BREF

UN RÉCHAUFFEMENT SANS PRÉCÉDENT DEPUIS 2 000 ANS

Le changement climatique actuel est inédit, en termes de températures... et d'homogénéité spatiale. Raphael Neukom, de l'université de Berne, et ses collègues ont montré que les grands événements climatiques de l'ère préindustrielle (Optimum climatique médiéval, Petit âge glaciaire) n'ont pas eu lieu en même temps dans les différentes régions du monde, contrairement à celui que subit la Terre aujourd'hui. En 2 000 ans, la quasi-totalité de la surface du globe a connu sa période la plus chaude au cours des dernières décennies.

ET L'ARAIGNÉE DEVIENT CANNIBALE

Chez les araignées, c'est la solitude qui entraîne l'agressivité, et non l'inverse. Violette Chiara, de l'université de Toulouse, et ses collègues ont montré que la dispersion des jeunes araignées, après un début de vie en société, était due à l'augmentation de la mobilité au cours de leur maturation. Isolée des signaux de ses congénères, l'araignée perd son comportement social et devient agressive, pouvant même aller jusqu'au cannibalisme. Si elles ne se dispersent pas, les araignées restent sociables.

UNE DISTANCE SATELLITAIRE PRÉCISE

Au milliardième de millimètre: c'est la précision avec laquelle l'équipe de la mission *Grace Follow-On*, menée par la Nasa et le Centre allemand pour l'aéronautique et l'astronautique, a réussi à mesurer la distance entre deux satellites séparés de 220 kilomètres. Cette prouesse a été réalisée grâce à des interféromètres laser embarqués. En mesurant d'infimes changements dans la distance, il sera possible de cartographier les variations du champ gravitationnel terrestre, liées à des paramètres géophysiques et climatiques.



Coléoptères

insectes extraordinaires

musée des
confluences

21.12.2018 – 03.11.2019



GRAND LYON
la métropole

Grains
de sel

LE PROGRES



VIROLOGIE

UN TRAITEMENT SUPPRIME LE VIRUS DU SIDA CHEZ LA SOURIS

Grâce à la combinaison de deux techniques de pointe, une équipe est parvenue à supprimer toute trace du virus du sida chez des souris modèles infectées.

S'il n'existe à ce jour aucun moyen de guérir une personne atteinte du sida, des traitements empêchent le virus de l'immunodéficience humaine (VIH), responsable de la maladie, de se répliquer. Toutefois, celui-ci persiste dans un état dormant au sein de l'organisme. Aussi ces thérapies antirétrovirales (ART), lourdes, doivent-elles être prises à vie, sans quoi le virus se «réveille» et l'état des patients s'aggrave. De nombreux efforts sont donc déployés pour mettre au point un traitement efficace et définitif contre le VIH. Une équipe dirigée par Howard Gendelman, de l'université du Nebraska à Omaha, aux États-Unis, et Kamel Khalili, de l'université Temple, à Philadelphie, vient ainsi d'obtenir des résultats encourageants: elle a supprimé toutes traces du virus chez des souris modèles infectées.

Le VIH, qui touche les cellules immunitaires, est capable d'intégrer son matériel génétique dans leur génome et d'y demeurer dans un état latent. C'est par ce biais qu'il résiste à l'action de divers traitements et ressurgit si la thérapie antirétrovirale est interrompue. Dans de précédents travaux, l'équipe de Philadelphie avait développé une technique d'édition génétique pour supprimer dans l'ADN certains fragments indésirables, comme les séquences du VIH. Les chercheurs avaient utilisé le complexe moléculaire nommé CRISPR-Cas9, qui fait office de «ciseaux génétiques». Toutefois, ils s'étaient rendu compte que, utilisée seule, cette approche n'éliminait pas l'ensemble des virus présents dans l'organisme.

Parallèlement, l'équipe d'Omaha avait développé une autre technique, dite de thérapie antirétrovirale à libération lente et à action prolongée (LASER-ART). Elle consiste à administrer une substance antirétrovirale utilisée en ART classique non plus sous forme de comprimé, mais confinée dans des nanocristaux hydrophobes et lipophiles, lesquels traversent facilement les membranes des cellules jusqu'aux réservoirs viraux les plus difficiles d'accès – des tissus et organes où le virus demeure en grand nombre dans un état latent. Les nanoparticules y relâchent alors progressivement le médicament pendant plusieurs semaines.

Dans leur nouvelle étude, les chercheurs ont combiné ces deux approches chez des



Le VIH (en jaune) cible les cellules du système immunitaire, tel ce lymphocyte (en bleu). Dans certaines, nommées «réservoirs», il est capable de rester en dormance, échappant ainsi aux thérapies actuelles.

**36,7
MILLIONS**
C'EST LE NOMBRE
DE PERSONNES
PORTEUSES DU VIRUS
DU SIDA RECENSÉES
EN 2016 PAR
L'ORGANISATION
MONDIALE
DE LA SANTÉ.

souris modifiées pour produire des cellules immunitaires humaines et infectées par le VIH. Ils ont traité ces animaux par LASER-ART, puis ont édité le génome de leurs cellules grâce à CRISPR-Cas9. Résultat: huit semaines après le traitement, un tiers des souris examinées ne présentaient plus aucune trace de matériel génétique viral dans le génome de leurs cellules immunitaires.

Les chercheurs estiment que la combinaison de ces deux méthodes constitue une avancée prometteuse dans la quête d'un traitement durable et définitif contre le VIH. Ils prévoient de tester leur approche sur des patients humains lors d'essais cliniques dans les mois à venir. «L'étude est intéressante et novatrice» commente Asier Sáez-Cirión, qui dirige le groupe Réservoirs et contrôle viral à l'institut Pasteur. «Toutefois, le modèle de souris humanisée est limité, car de telles souris sont dépourvues des réservoirs anatomiques humains majeurs du VIH. On peut aussi s'interroger sur l'efficacité du traitement à long terme. Enfin, il reste à déterminer si l'édition génétique n'engendrera pas d'effets délétères chez les personnes dont l'état de santé se maintient grâce à l'ART.» ■

WILLIAM ROWE-PIRRA

P. K. Dash *et al.*, *Nature Communications*, vol. 10, article 2753, 2019

TIRER PARTI DES ALGUES VERTES

L'été, de par le monde, des plages sont envahies d'ulves, les algues vertes que favorisent les rejets de nitrate issus de l'agriculture. Lukas Reisky, de l'université de Greifswald, en Allemagne, Aurélie Préchoux, de la Station biologique de Roscoff, et leurs collègues ont élucidé comment une bactérie, *Formosa agariphila*, transforme l'ulvane, le principal constituant des parois cellulaires des ulves, en sucres exploitables dans l'industrie chimique ou pour la fabrication de biocarburants. La bactérie découpe cette longue chaîne ramifiée de sucres simples à l'aide de douze enzymes. Certaines la scindent en chaînes plus petites, que d'autres fragmentent en sucres simples, tandis qu'une dernière famille supprime les groupes sulfate qui les parsèment et qui sont à l'origine des gaz toxiques émis lors de la décomposition des ulves. De quoi se réconcilier avec les algues vertes? ■

MARTIN TIANO

L. Reisky et al., *Nature Chemical Biology*, vol. 15, pp. 803-812, 2019

LE DISQUE FROID DU TROU NOIR

Comme tous les trous noirs, Sagittarius A*, le trou noir supermassif dissimulé au cœur de la Voie lactée, ne se laisse pas facilement observer. Rien ne s'en échappe, pas même la lumière. Les astrophysiciens scrutent donc son voisinage. Ils étudient notamment son disque d'accrétion, qui contient du gaz chaud (10^7 kelvins). On supposait par ailleurs que du gaz froid était présent dans le voisinage plus proche du trou noir. Grâce au radiotélescope *Alma* (Atacama large millimeter/submillimeter array), Elena Murchikova, de l'Institut d'études avancées à Princeton, et son équipe ont observé pour la première fois cette matière sous la forme d'un disque de température inférieure à 10^4 kelvins (ce qui en fait tout de même un plasma) et distant de seulement 0,025 année-lumière de Sagittarius A*! Les chercheurs ont aussi mesuré sa masse: entre un centième et un dixième de la masse de Jupiter. Grâce à leurs mesures, les chercheurs ont également montré que ce disque est en rotation. ■

I. P.

E. Murchikova et al., *Nature*, vol. 570, pp. 83-86, 2019

L'ORIGINE DE LA COLLERETTE DU DRAGON



Quand il se sent en danger, le dragon d'Australie déploie sa collerette, ce qui le rend plus menaçant aux yeux de son potentiel agresseur.

Il a inspiré l'un des dinosaures iconiques du film *Jurassic Park*: le dragon d'Australie, *Chlamydosaurus kingii*, est un lézard vivant en Australie et en Nouvelle-Guinée, de 85 centimètres de long en moyenne. Quand un prédateur, comme le python, ou un concurrent s'approche, il déploie sa collerette à la façon d'un parapluie, ce qui suffit souvent à les effrayer.

L'équipe de Michel Milinkovitch, de l'université de Genève, s'est penchée sur le développement embryonnaire de cette structure spectaculaire.

En observant des œufs de dragon d'Australie à différents stades, les biologistes ont déterminé l'origine des os de la collerette: le deuxième arc branchial. Les arcs branchiaux sont des structures embryonnaires des vertébrés, dont la fonction première est de porter les branchies, comme c'est toujours le cas chez les poissons. Chez les vertébrés terrestres, le deuxième arc branchial fusionne avec les suivants. Il contribue, chez l'humain, à la formation de l'os hyoïde, impliqué dans la parole et la déglutition.

Mais chez les épisquamates, le groupe de lézards auquel appartient le dragon d'Australie, cette fusion est incomplète, ce qui engendre une excroissance cervicale. Dans le cas du dragon, l'arc branchial et donc l'excroissance associée grandissent démesurément et forment la collerette.

Les chercheurs ont aussi élucidé l'apparition des trois plis qui facilitent le rabattement de la collerette sur le corps du lézard. Le mécanisme embryologique identifié n'est pas génétique, mais topologique! Par modélisation, ils ont montré que le repliement de la collerette est dû à son attachement au cou: à mesure qu'elle croît, même de façon homogène, elle se fronce, à la manière d'un rideau qui se plisse à cause du raccourcissement de son bord supérieur. ■

N. B.

S. A. Montandon et al., *eLife*, vol. 8, article e44455, en ligne le 25 juin 2019