

EN IMAGE

IMAGERIE: DES ÉTOILES AUX CELLULES IN VIVO

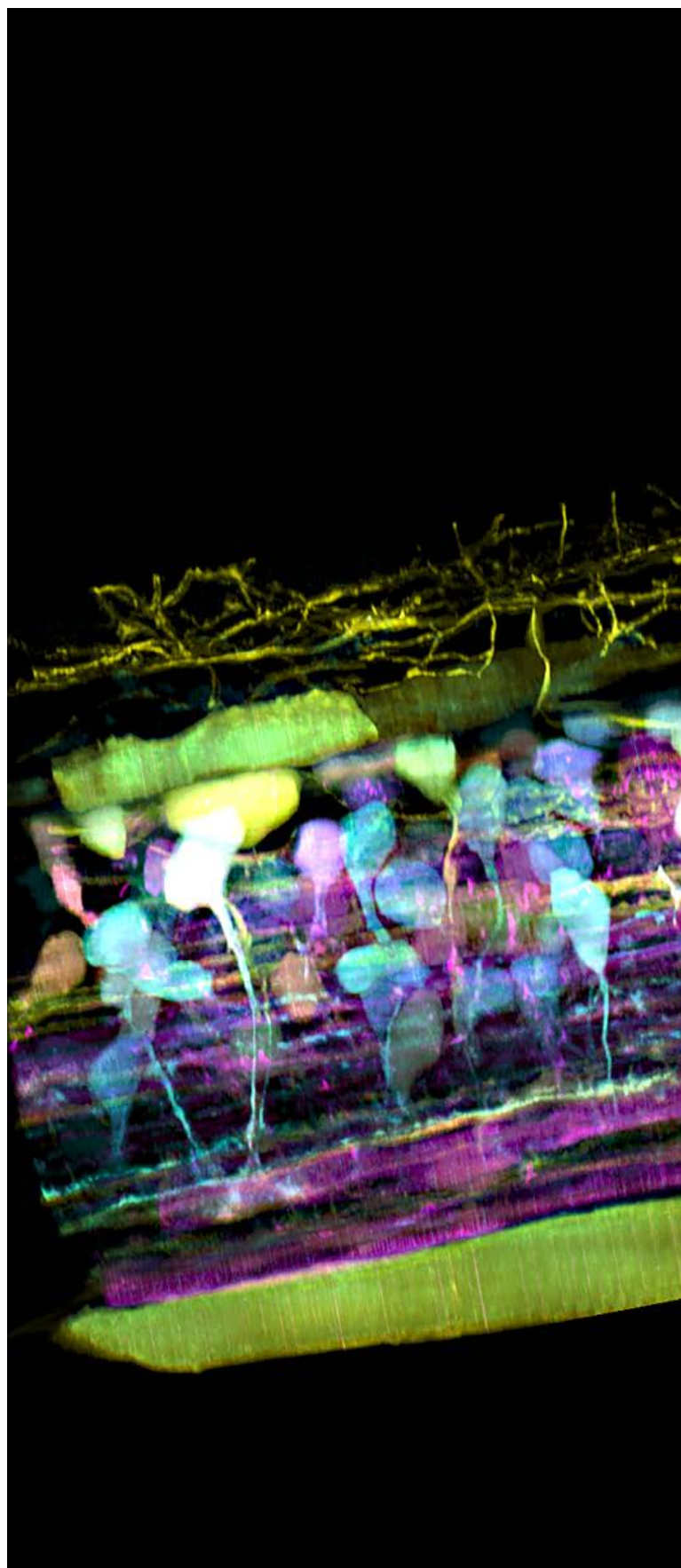
Pour les spécialistes de l'imagerie microscopique, l'un des grands défis est d'observer des cellules vivantes en trois dimensions au sein de leur environnement en s'assurant qu'ils n'en altèrent pas les conditions. De nombreuses techniques existent, mais elles ne sont pas toujours satisfaisantes. Elles sont parfois trop lentes pour suivre des processus rapides, comme c'est le cas avec la microscopie confocale, ou provoquent un stress et des dommages dans les tissus observés du fait d'un apport d'énergie trop important.

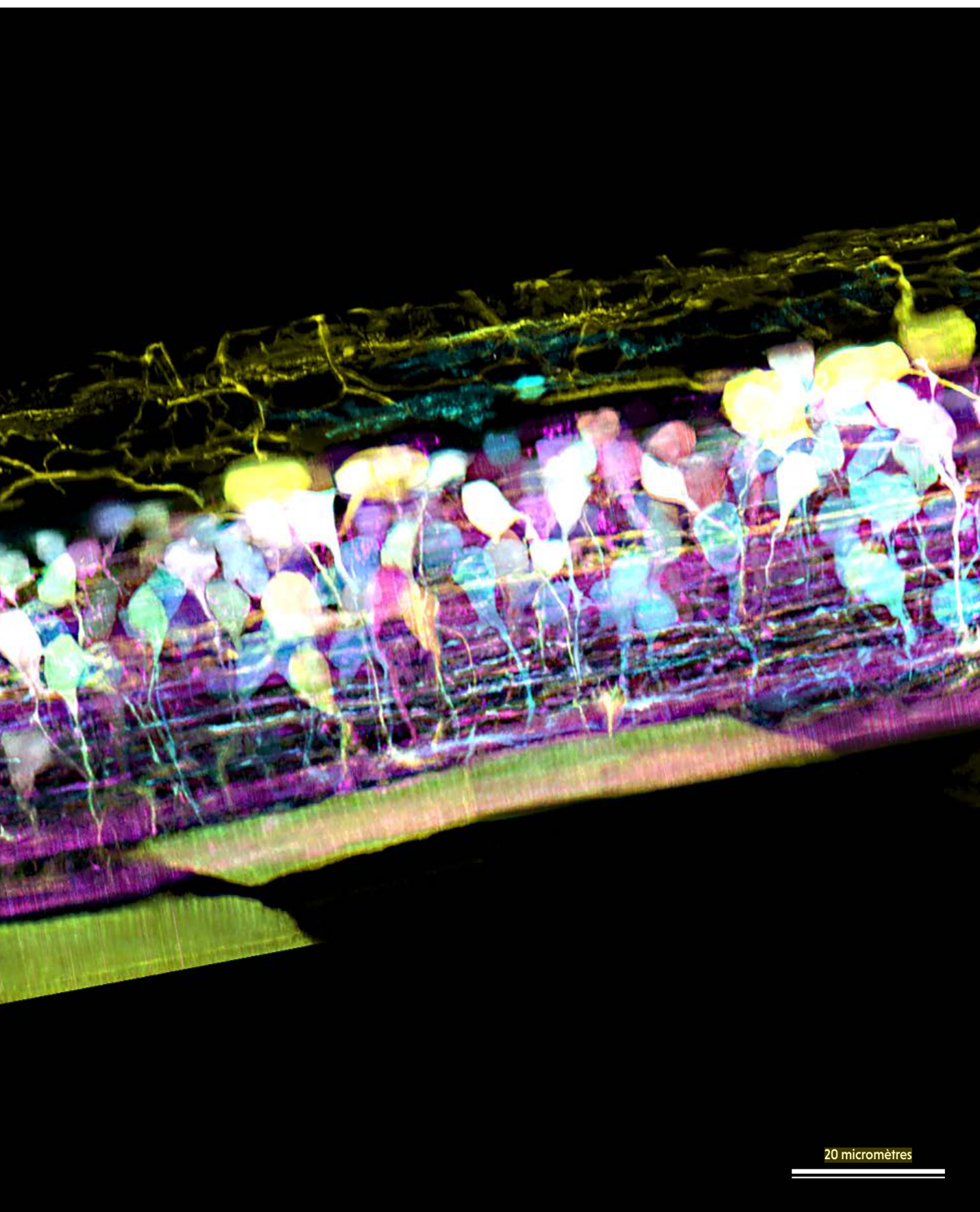
En combinant deux techniques, la microscopie à nappe de lumière en réseau et l'optique adaptative, l'équipe d'Eric Betzig, de l'institut médical Howard-Hughes, aux États-Unis, a obtenu des images et des vidéos d'une grande précision de nombreux processus biologiques chez le poisson-zèbre: la migration d'une cellule cancéreuse, les déplacements d'un macrophage dans l'oreille interne, le développement de la moelle épinière et la différenciation de nouveaux neurones dans un embryon (*image ci-contre*), etc.

La microscopie à nappe de lumière en réseau est une technique non invasive qui permet de reconstruire une image d'un volume avec une très bonne résolution spatiotemporelle. Cependant, la lumière, en traversant des milieux d'indices de réfraction différents, subit des aberrations qui rendent l'image floue. Eric Betzig, à l'origine de cette technique d'imagerie, a eu l'idée de l'associer à l'optique adaptative. Cette méthode est mise en œuvre dans certains télescopes pour corriger les aberrations de la lumière des étoiles dues aux perturbations atmosphériques. Les corrections sont effectuées grâce à un miroir déformable, en temps réel. Le dispositif final de l'équipe d'Eric Betzig est encore volumineux et occupe une table de trois mètres de long. Mais les chercheurs étudient déjà différentes pistes pour en réduire la taille. ■

S. B.

T.-L. Liu *et al.*, *Science*, vol. 360, eaaq1392, 2018.
Vidéos du projet: http://bit.ly/PLS488_Microscope





20 micromètres

PHYSIQUE

DES NOMBRES BIEN ALÉATOIRES

Produire des nombres aléatoires est d'importance capitale pour les techniques cryptographiques, car ces dernières sont fondées sur des clés de chiffrement, de longues chaînes de 0 et de 1. Si ces clés ne sont pas générées de façon parfaitement aléatoire, un pirate informatique serait éventuellement capable de percer leur logique; il pourrait alors les reconstituer et accéder aux données.

Depuis plusieurs années, les cryptologues s'intéressent à un domaine où l'aléatoire et l'imprévisible font loi: la physique quantique. Dans ce cadre, une équipe du NIST (l'institut américain des étalons et de la technologie) vient de présenter une méthode permettant de produire des nombres bien aléatoires.

Peter Bierhorst et ses collègues ont conçu un dispositif où l'on mesure la polarisation (la direction du champ électrique) de photons. Une source y émet des paires de photons dont les polarisations sont intriquées, c'est-à-dire étroitement corrélées par un phénomène quantique. La direction de la polarisation mesurée pour un photon est ensuite traduite en un bit 0 ou un bit 1. Et la valeur mesurée du bit est garantie aléatoire si la paire de photons est quantiquement intriquée. Or les chercheurs ont calculé, à partir des corrélations d'un



Les propriétés de la physique quantique sont exploitées pour générer des suites aléatoires de 0 et de 1.

ensemble de paires, que seule une petite part des bits générés a un caractère vraiment aléatoire. Les autres seraient éventuellement le résultat d'un processus non quantique, où l'aléatoire n'est pas garanti.

Les chercheurs ont alors associé à leur dispositif un extracteur d'aléa, un outil courant en cryptographie qui prend un grand nombre de bits pour en donner un plus petit, mais dont le caractère aléatoire est fortement augmenté. L'équipe de Peter Bierhorst a ainsi pu générer des chaînes de 1024 bits presque parfaitement aléatoires. ■

DONOVAN THIEBAUD

P. Bierhorst et al., *Nature*, vol. 556, pp. 223-226, 2018

ENVIRONNEMENT

ANNÉE NOIRE POUR LE CORAIL

La vague de chaleur record de 2016 a été plus sévère pour la Grande Barrière de corail, en Australie, qu'on ne le pensait. C'est le constat de l'équipe de Terry Hughes, de l'université James Cook, à Townsville, en Australie. Les chercheurs ont réalisé un suivi aérien sur les 2300 kilomètres de la Barrière pendant le pic de chaleur, en mars-avril 2016. Et ils ont aussi effectué un suivi sous-marin sur cette période et huit mois plus tard.

Cette étude a permis notamment de clarifier et quantifier les liens entre une vague de chaleur, le blanchiment des coraux (dû à la perte de l'algue symbiotique qui apporte énergie et nutriments au corail) et la mortalité à court et plus long termes en fonction des différentes espèces. L'équipe a constaté que seuls 10% des coraux n'ont pas été affectés par le blanchiment. Au



Les récifs coralliens sont capables de récupérer après une vague de chaleur. Mais pas forcément si une telle perturbation devient fréquente...

total, près de 30% de la superficie occupée par les coraux a été perdue. Cela comprend à la fois les coraux qui sont morts du fait de la chaleur pendant le pic et ceux trop touchés pour récupérer une fonction symbiotique. La composition des récifs a aussi changé, les coraux les plus sensibles ayant disparu. ■

S. B.

T. P. Hughes et al., *Nature*, vol. 556, pp. 492-496, 2018

EN BREF

DES POULPES EN MILIEU EXTRÊME

Lors de l'expédition d'un véhicule submersible à 3 000 mètres de profondeur, à 200 kilomètres au large du Costa Rica, Anne Hartwell, de l'université Akron, aux États-Unis, et ses collègues ont eu la surprise de trouver près de sources thermales 102 poulpes du genre *Muusoctopus*, avec des œufs. Leur présence à cet endroit est paradoxale car les eaux (à 12,3 °C) sont trop chaudes pour le développement des embryons, et l'oxygène y est beaucoup trop rare. Les chercheurs supposent que ces poulpes se sont installés à cet endroit en raison d'une surpopulation dans une zone proche aux conditions plus propices.

COUCHE-TARD MORTS TÔT ?

Se coucher tard – une habitude souvent liée à un manque de sommeil –, est mauvais pour la santé, avec un risque accru de maladies cardiovasculaires, de diabète, etc. Kristen Knutson et Malcolm von Schantz, de l'université Northwestern, à Chicago, ont suivi plus de 400 000 personnes d'âges allant de 38 à 73 ans pendant en moyenne 6,5 ans. Ils ont montré que ceux « du soir » avaient aussi un risque de mortalité supérieur à ceux « du matin ».

IL Y A 700 000 ANS, DES HUMAINS AUX PHILIPPINES

La découverte aux Philippines d'un squelette de rhinocéros présentant des traces de découpe et en association avec des outils taillés sur enclume atteste de la présence d'humains bien plus tôt qu'on ne le pensait. Thomas Ingicco, du Muséum, à Paris, et ses collègues ont daté ces restes de 700 000 ans. Un homininé antérieur à *Homo sapiens* serait donc parvenu jusqu'aux Philippines, des îles déjà entourées de profonds bras de mer. Mais comment ?

LA JOUISSANCE DES MOUCHES

Les drosophiles (mouches du vinaigre) mâles recherchent de toute évidence à s'accoupler avec des femelles, mais quelle est l'étape, de la cour jusqu'à la copulation, qui leur procure le plus de plaisir? Une équipe menée par Shir Zer-Krispil et Galit Shohat-Ophir, de l'université Bar-Ilan, en Israël, a montré qu'il s'agit probablement de l'éjaculation: en la provoquant artificiellement, ces chercheuses ont reproduit les divers symptômes physiologiques et comportementaux associés à un accouplement réussi. Pour ce faire, elles ont utilisé des mâles de drosophile génétiquement modifiés de façon que certains neurones, dits Crz, déclencheurs de l'éjaculation, puissent être activés par une lumière rouge. Et ont notamment constaté que ces mâles choisissent de se placer sous la lumière stimulatrice... ■

MAURICE MASHAAL

S. Zer-Krispil et al., *Current Biology*, vol. 28, pp. 1-8, 2018

ÉVOLUTION

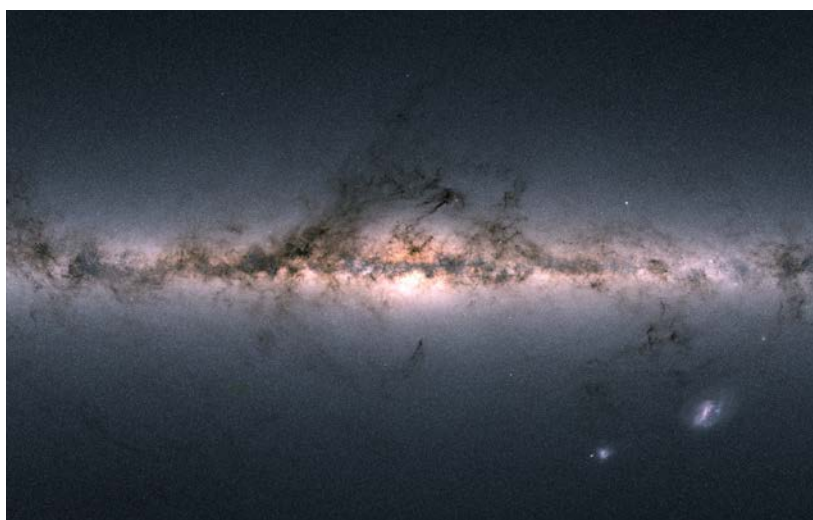
L'ADAPTATION DES NAGEURS

En Asie du Sud-Est, les Bajaus, aussi nommés «nomades de la mer», vivent des ressources de l'océan. Ils plongent, par exemple, pour récolter des crustacés ou pêcher des poissons. Leurs performances sont spectaculaires: ils peuvent rester en apnée pendant près de cinq minutes et passer, au total, plusieurs heures par jour sous l'eau sans respirer. Ces capacités sont-elles le fruit d'un exercice quotidien ou sont-elles d'origine génétique? Pour le savoir, Melissa Ilardo, de l'université de Copenhague, et ses collègues ont séquencé le génome de 43 Bajaus et de 33 Saluans (un peuple fermier proche génétiquement). Ils ont trouvé 25 variants spécifiques aux Bajaus. L'un d'eux concerne le gène *PDE10A*, qui assure la production d'hormones thyroïdiennes impliquées dans le contrôle de la taille de la rate. Or cet organe, 50% plus grand chez les Bajaus, libère du sang oxygéné lorsque le corps est plongé dans l'eau. Autrement dit, il y a eu adaptation évolutive. ■

S. B.

M. A. Ilardo et al., *Cell*, vol. 173, pp. 569-580, 2018

1,7 MILLIARD D'ÉTOILES SOUS L'ŒIL DE GAIA



En plus des étoiles et de leurs caractéristiques, *Gaia* a aussi étudié la distribution de la poussière dans la Voie lactée, en analysant sa présence sur la ligne de visée de près de 88 millions d'étoiles.

Lancé en 2013, le satellite *Gaia* avait pour objectif d'observer plus d'un milliard d'étoiles dans la Voie lactée, de mesurer leurs positions, leurs distances, leurs mouvements et leurs propriétés physiques. Il succédait au satellite *Hipparcos*, mais en améliorant la précision d'un facteur 50. Un premier catalogue des données de *Gaia* avait été rendu public en 2016. Une seconde livraison (obtenue à partir de 22 mois de prise de données) vient de l'enrichir considérablement: 1,7 milliard de positions d'étoiles (ce qui représente environ 1% des astres de la Galaxie), 1,3 milliard de distances et mouvements propres, 7,2 millions de vitesses radiales, 500 000 courbes de lumière pour les étoiles variables, 160 millions de températures de surface et mesures de luminosité. Dans le Système solaire, pas moins de 14 000 astéroïdes ont été suivis avec une précision inégalée. Des objets extragalactiques sont aussi inclus, avec près de 500 000 quasars (des galaxies émettant un fort rayonnement électromagnétique).

L'exploitation des données a déjà commencé et plusieurs articles ont été publiés en même temps que le catalogue. Ainsi, les chercheurs ont construit une carte tridimensionnelle riche et précise de la Voie lactée. Par ailleurs, David Katz, de l'observatoire de Paris-Meudon, et ses collègues ont utilisé les vitesses radiales pour étudier en trois dimensions la dynamique des populations stellaires. Ces informations sont précieuses pour retracer l'histoire de la formation de la Voie lactée. Carine Babusiaux, de l'institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble, et ses collègues ont construit un diagramme de Hertzsprung-Russell complet et détaillé à partir des données de température et de luminosité stellaire. Ce diagramme permet de classer les étoiles et indique à quel stade de leur vie elles se trouvent.

Initialement programmée pour une durée de cinq ans, la mission *Gaia* devrait être prolongée de deux ans, de quoi continuer à enrichir un catalogue devenu indispensable. Deux livraisons sont d'ailleurs prévues dans les années à venir. ■

S. B.

Collaboration *Gaia*, *Astronomy & Astrophysics*, en ligne, 25 avril 2018