

Astrophysique

Une fratrie de sept planètes rocheuses

En mai 2016, une équipe internationale annonçait la découverte de trois exoplanètes autour de l'étoile nommée Trappist-1. De nouvelles observations montrent que ce système est encore plus riche et contient sept planètes rocheuses de taille comparable à celle de la Terre. Émeline Bolmont, membre de l'équipe, nous en dit plus.

en outre des torus susorbitaires, c'est-à-dire des arcades sourcilières en visière similaires à celles des Néandertaliens. Pour autant, leur gracilité les distingue des crânes des Néandertaliens européens et proche-orientaux. Par ailleurs, ils ont contenu des cerveaux trop gros pour être ceux de représentants tardifs d'*H. heidelbergensis* (l'ancêtre d'*H. neanderthalensis* et d'*H. sapiens*) ou d'*H. erectus* (leur ancêtre).

Il ressort que même s'ils portent des traits archaïques, les crânes de Lingjing sont graciles comme des crânes d'*H. sapiens*. En outre, ils partagent des caractéristiques avec les crânes néandertaliens et sapiens, ce qui suggère un métissage. Pour l'instant, donc, il n'est pas possible de les classer.

Pour Erik Trinkaus, ces crânes ne sauraient être néandertaliens au sens strict. Sur la même ligne, son coauteur chinois Xiu-Jie Wu propose qu'ils appartiennent à une nouvelle forme humaine qui, il y a quelque 100 000 ans, constituait le type humain de l'Asie orientale. Laquelle ? « Ces fossiles sont au bon endroit et au bon moment avec les bonnes caractéristiques », commente Jean-Jacques Hublin, de l'institut Max-Planck d'anthropologie évolutionniste. Au bon endroit et avec les bonnes caractéristiques, mais pourquoi ? Pour expliquer l'énigme des Denisoviens ?

Oui, mais l'homme de Denisova n'étant connu que par son ADN, il n'est pas possible à ce jour de lui attribuer les crânes de Lingjing. La paléogénéticienne Qiaomei Fu, connue pour avoir mis en évidence un métisse *neanderthalensis-sapiens* roumain, a bien essayé d'en extraire de l'ADN. Sans succès.

François Savatier

Z.-Y. Li et al., *Science*, vol. 355, pp. 969-972, 2017

Pourquoi étudier une étoile telle que Trappist-1 ?

Émeline Bolmont : Cet astre, situé à seulement 40 années-lumière, est une étoile naine. Or les études montrent que ces étoiles, qui représentent 75 % des astres dans le voisinage du Soleil, hébergent beaucoup de planètes rocheuses. En outre, la détection par la méthode du transit consiste à mesurer la baisse de luminosité lorsqu'une planète passe devant l'étoile et en occulte une partie de la surface. En proportion, avec une étoile naine, la baisse de luminosité est plus importante et le transit plus facile à détecter.

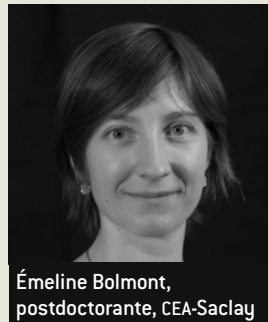
Enfin, les planètes sont plus proches de l'étoile et leur période orbitale est donc plus courte. Nous observons plusieurs transits pour chaque planète, ce qui nous donne plus d'informations.

Pourquoi avoir fait de nouvelles observations ?

É. B. : Les analyses de 2016 montraient la présence de signaux de planètes non encore identifiées. Plusieurs télescopes ont donc scruté le système, dont le télescope spatial *Spitzer* sur une période de 20 jours. Et nous avons découvert sept planètes, toutes de la taille de la Terre, ou un peu plus petites, et de périodes de révolution comprises entre 1,5 et 20 jours.

Vous avez aussi estimé leur masse ?

É. B. : La méthode du transit ne donne pas directement accès à la masse. Cependant, comme les planètes de Trappist-1 sont très regroupées, elles influent gravitationnellement les unes sur les autres. Conséquence : leurs orbites ne sont pas exactement périodiques et les transits sont parfois en avance ou en retard. Nous exploitons ces variations pour estimer les masses. De nouvelles données nous aideront à mieux les déli-



Émeline Bolmont, postdoctorante, CEA-Saclay

miter, et donc à connaître la densité des planètes. Nous saurons ainsi si ces corps sont pourvus d'une atmosphère. L'étude des enveloppes gazeuses sera l'un des objectifs du futur télescope spatial *James Webb*. Trappist-1 sera idéal pour les étudier, car, en observant de nombreux transits dans ce système compact, nous pourrions estimer la composition des atmosphères.

Et qu'en est-il de l'eau ?

É. B. : Trois des planètes sont dans la zone habitable, c'est-à-dire qu'elles

sont à une distance telle qu'elles reçoivent juste assez d'énergie de l'étoile pour que l'eau puisse subsister à l'état liquide à leur surface. D'après nos modèles, les deux planètes les plus proches de l'étoile auraient perdu leur eau quand l'astre était jeune et qu'il rayonnait intensément. Les futures observations seront un test pour ces modèles.

Qu'avez-vous appris sur la formation des systèmes planétaires ?

É. B. : Les planètes de Trappist-1 sont en résonance orbitale. Cela signifie qu'il y a des relations particulières entre les durées de révolution. Par exemple, quand la planète nommée Trappist-1f fait quatre tours, Trappist-1g en fait trois. Ce phénomène est typique d'un système de planètes qui se sont formées dans le disque protoplanétaire à bonne distance de l'étoile, dans des régions riches en eau, puis qui ont migré vers l'étoile. Une autre question est de savoir si sept planètes rocheuses représentent une configuration exceptionnelle. Nous ne le savons pas encore. Jusqu'à présent, les modèles de formation se concentraient sur des systèmes similaires à celui du Soleil. Plusieurs équipes commencent à en développer pour des étoiles naines.

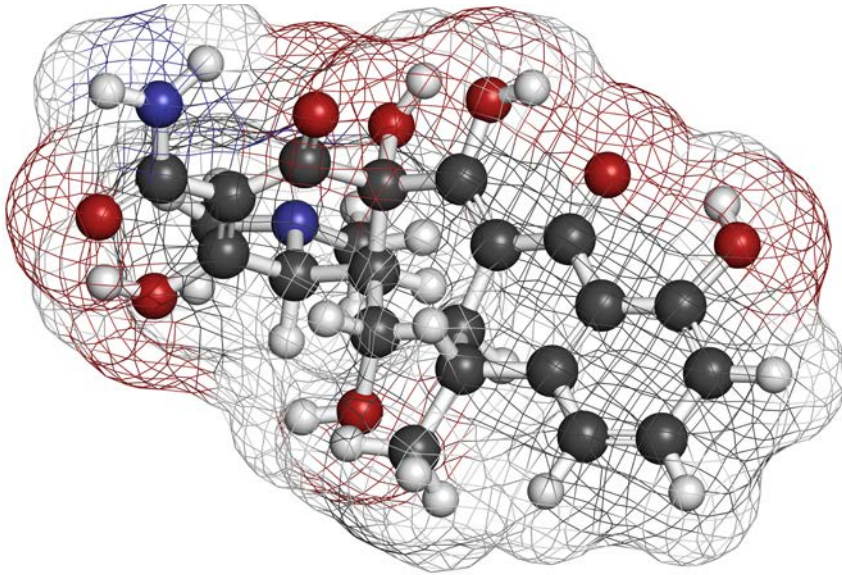
Sean Bailly

M. Gillon et al., *Nature*, vol. 542, pp. 456-460, 2017

Neurosciences

Un antibiotique contre la maladie de Parkinson ?

La doxycycline, un antibiotique classique, semble protéger les neurones d'animaux atteints de la maladie de Parkinson, en empêchant la formation d'agrégats toxiques.



© Shutterstock / molécul.be

Représentation d'une molécule de l'antibiotique doxycycline. Cette molécule empêche la formation d'agrégats toxiques d' α -synucléines dans le cerveau.

Les synucléinopathies, ou pathologies de l' α -synucléine, sont des neurodégénérescences cérébrales liées à l'accumulation anormale d'agrégats de protéines α -synucléines dans les neurones et les cellules environnantes. Les plus connues sont la maladie de Parkinson, qui touche 1 % des personnes de plus de 65 ans (100 000 à 120 000 personnes atteintes en France), la démence à corps de Lewy et l'atrophie multisystématisée.

Dans la maladie de Parkinson, les agrégats provoquent la mort de certains neurones, d'où les symptômes moteurs : tremblements, rigidité des muscles, lenteur des mouvements. Aucun traitement empêchant la mort neuronale ou l'agrégation de la protéine pathologique n'existe à ce jour, même si plusieurs pistes sont envisagées. Cependant, Rita Raisman-Vozari, Julia Sepulveda-Diaz et leurs collègues, de l'Institut du cerveau et de la moelle épinière (ICM) à Paris, viennent de montrer qu'un antibiotique classique utilisé depuis plus d'un demi-siècle pourrait éviter la mort

des neurones en modifiant l'agrégation de l' α -synucléine.

L' α -synucléine est présente dans toutes les cellules, mais sa fonction normale reste méconnue. En revanche, dans certaines conditions, elle se modifie et s'aggrave pour former des oligomères, des associations de plusieurs protéines, puis des fibrilles, des enchevêtrements de plusieurs oligomères. Ces fibrilles provoquent une activation du système immunitaire et la libération de facteurs inflammatoires, qui perturbent l'activité des mitochondries (les centrales énergétiques des cellules). Des molécules oxydées toxiques apparaissent alors – ce que l'on nomme le stress oxydatif –, qui, à leur tour, amplifient le phénomène d'agrégation tout en abîmant la membrane des cellules. Tous ces facteurs contribuent à la mort des neurones.

Les chercheurs tentent donc d'agir à différents niveaux de ce processus : bloquer l'inflammation, empêcher l'agrégation de l' α -synucléine, limiter le stress oxydatif, rétablir l'activité des mitochondries. Mais les molécules

efficaces *in vitro* ne protègent pas les neurones *in vivo*. Sauf une : la doxycycline, un antibiotique de la famille des tétracyclines, qui tue les bactéries, mais qui a aussi un effet protecteur chez les animaux développant une maladie de Parkinson.

Comment agit cet antibiotique ? Des études antérieures ont montré que la doxycycline a des propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes, insuffisantes toutefois pour expliquer la neuroprotection. Les chercheurs de l'ICM ont donc supposé qu'elle avait une autre cible.

En faisant incuber de la doxycycline avec des protéines α -synucléines et en utilisant des techniques d'observation moléculaire telles que la microscopie électronique à transmission, ils ont constaté que les oligomères ne se transformaient jamais en fibrilles et que l'antibiotique se liait à des sites spécifiques des oligomères. Ces derniers adoptaient alors une structure différente de celle formée sans antibiotique et incapable de s'agréger. Puis, en plaçant des cellules en contact d' α -synucléine et de doxycycline, les chercheurs ont montré qu'elles ne mouraient pas, leur membrane restant intacte.

La doxycycline ne se fixe pas sur les monomères, qui ont probablement des fonctions importantes dans les conditions normales, et traverse la barrière protégeant le cerveau. Et ce, dès l'administration d'une dose de 20 à 40 milligrammes par jour, bien inférieure à celle ayant un effet antibiotique. Il est donc envisageable de l'utiliser chez l'homme. Un essai clinique sera prochainement lancé pour évaluer son efficacité chez les patients atteints d'une synucléinopathie.

Bénédicte Salthun-Lassalle

F. González-Lizárraga et al., *Scientific Reports*, en ligne le 3 février 2017

1%
des Français

de plus de 65 ans souffrent de la maladie de Parkinson.

C'est la deuxième maladie neurodégénérative la plus fréquente en France.

Aucun traitement curatif n'existe.