

46 **PORTFOLIO** **Fouilles virtuelles au quai Branly**

Cécile Lestienne

Entre scanner et imprimante 3D, le musée du quai Branly, à Paris, présente jusqu'au 17 mai les « entrailles » secrètes d'une dizaine de ses chefs-d'œuvre. Du jamais vu.



54 **PHYSIQUE** **Est-il possible d'exploiter un trou noir ?**

Adam Brown

L'environnement immédiat d'un trou noir contient une importante quantité d'énergie. Mais pour en extraire, une civilisation future devra construire un ascenseur spatial qui défie les lois de la physique.

60 **ÉTHOLOGIE** **Intelligence : les babouins passent le test**

Joël Fagot et Anaïs Maugard

Experts en analogies, capables de reconnaître leur ignorance, moins aptes à réfléchir quand ils sont stressés... Tel est le portrait des babouins que dressent des études d'un genre nouveau, où des tests cognitifs en libre accès sont mis à disposition des singes.

68 **HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE** **Neptune : l'erreur de Le Verrier**

Jacques Gappaillard

En 1846, sur les indications d'Urbain Le Verrier, on découvre la planète Neptune. Pour l'astronome français, c'est la gloire. Ses contemporains et successeurs saluent sa performance et en oublient de vérifier la précision qu'il annonce...

Rendez-vous

78 **Logique & calcul**

Le défi de la sixième couronne

Jean-Paul Delahaye

Une figure plane peut-elle paver une grande surface sans qu'il lui soit possible de paver le plan tout entier? Ce problème dit de Heesch est posé depuis 1968.

84 **Science & fiction** **Quand les morts sortent de terre**

J. Sébastien Steyer et Roland Lehoucq

86 **Art & science** **Le laboureur des champs... magnétiques**

Loïc Mangin



88 **Idées de physique** **Ces boîtes qui crient « Au feu ! »**

Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik

93 **Question aux experts** **Pourquoi a-t-on des courbatures ?**

Stephen Roth

94 **Science & gastronomie** **L'auto-organisation des mets**

Hervé This

96 **À lire**

98 **Bloc-notes**

Les chroniques de Didier Nordon

Aussi en numérique !

**POUR LA
SCIENCE.fr**

Archives
depuis 1996



Application
Smartphone et Tablette



Suivez-nous sur les réseaux sociaux

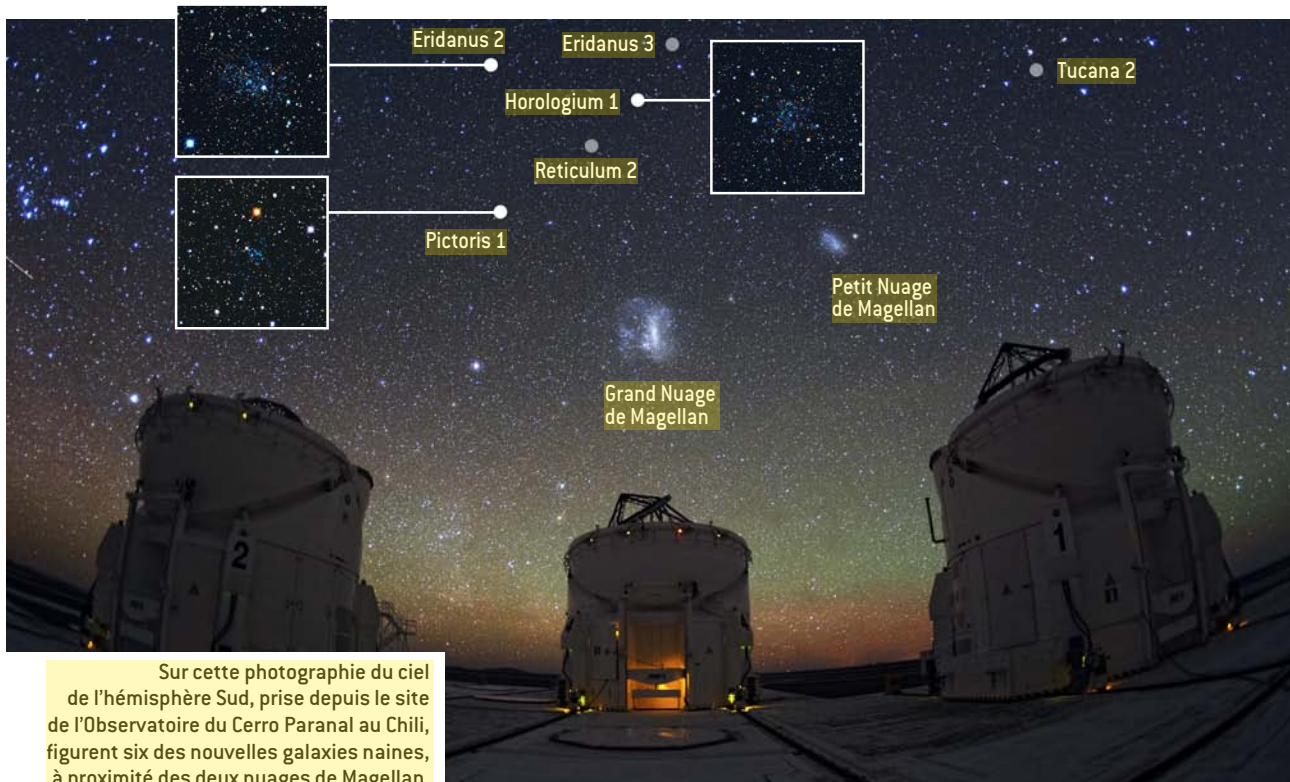


Actualités

Astrophysique

Galaxies naines : le tableau de chasse s'étoffe

Onze nouvelles galaxies naines en orbite autour de la Voie lactée ont été découvertes. Des observations qui, si elles se multiplient, réjouiront les partisans de la matière noire.



Sur cette photographie du ciel de l'hémisphère Sud, prise depuis le site de l'Observatoire du Cerro Paranal au Chili, figurent six des nouvelles galaxies naines, à proximité des deux nuages de Magellan.

V. Belokurov et S. Koposov (IOA, Cambridge) et photo de Y. Beletsky (Institut Carnegie)

L'hypothèse de la matière noire, substance de nature inconnue qui représenterait 25 % du contenu de l'Univers, explique nombre d'observations astronomiques et cosmologiques. Mais l'un de ses talons d'Achille est sans doute le problème des galaxies naines. D'après les modèles de formation des galaxies spirales, les astrophysiciens estiment que, compte tenu de la matière noire, la Voie lactée devrait être accompagnée de plusieurs centaines de galaxies naines (contenant chacune quelques dizaines de milliers à quelques millions d'étoiles). Or seuls une vingtaine de ces objets sont connus, notamment grâce aux observations du projet Sloan Digital Sky Survey. L'explication

avancée est que les galaxies naines sont très peu lumineuses (jusqu'à un milliard de fois moins que la Voie lactée), ce qui les rend difficiles à repérer. Ce catalogue restreint des galaxies naines vient toutefois de s'enrichir de 11 nouvelles venues, révélées par une récente génération de programmes d'observation.

Des chercheurs de l'Université de Cambridge ont repéré neuf nouvelles galaxies naines dans les données publiques de la première année d'observations du programme DES (*Dark Energy Survey*). De leur côté, les membres de DES sont parvenus au même résultat, de façon indépendante.

Le *Dark Energy Survey* vise à étudier la dynamique d'expansion

de l'Univers et en particulier l'influence de l'énergie sombre. Pour ce faire, la caméra *Dark Energy Camera* (DECam), dotée d'une résolution de 570 millions de pixels et montée sur un télescope de quatre mètres au Chili, cartographie les galaxies jusqu'à une distance de huit milliards d'années-lumière.

Les chercheurs utilisent ces données pour caractériser l'énergie sombre en analysant des effets de lentille gravitationnelle, la distribution statistique des galaxies ou les supernovae de type Ia. Cependant, les images de haute définition de la caméra DECam permettent aussi de rechercher des galaxies naines qui se trouveraient dans son champ.

Nicolas Martin, de l'Observatoire astronomique de Strasbourg, et ses collègues du projet SMASH (*Survey of the MAGellanic Stellar History*) ont eux aussi utilisé des observations de la caméra DECam et ont découvert une galaxie naine supplémentaire. Le chercheur strasbourgeois participe aussi au programme Pan-STARRS (*Panoramic Survey Telescope And Rapid Response System*) qui utilise un observatoire situé à Hawaï, lequel a également annoncé l'observation d'une autre galaxie naine.

Ce sont donc 11 potentielles galaxies naines qui ont été découvertes. Le problème du manque de galaxies naines satellites de la Voie lactée est loin d'être résolu ;

Médecine

Des ultrasons contre Alzheimer ?

Dans un modèle de la maladie d'Alzheimer chez la souris, des ultrasons éliminent des plaques accumulées dans le cerveau et restaurent la mémoire. Charles Duyckaerts, neuropathologiste à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière, commente ces travaux de Gerhard Leinenga et Jürgen Götz, de l'Université du Queensland en Australie.

mais ces observations renforcent les scénarios de formation des galaxies fondés sur la matière noire et l'idée que les galaxies naines manquent à l'appel tout simplement parce qu'elles sont difficiles à observer. Les capacités des programmes DES, SMASH et Pan-STARRS laissent penser que nombre d'entre elles restent à découvrir.

Les galaxies naines présentent un autre intérêt pour la recherche de la matière noire. Les modèles les plus courants prévoient que les régions les plus denses en cette substance émettent un rayonnement gamma, lié à l'annihilation de particules de matière noire. Ainsi, le centre galactique, qui devrait en contenir beaucoup, serait une source importante de rayons gamma. Mais de nombreux objets astrophysiques (trous noirs, étoiles à neutrons, etc.) contribuent à un bruit de fond gamma dont il est difficile d'extraire l'éventuel signal dû à l'annihilation de matière noire. Les chercheurs se tournent donc vers les galaxies naines, dont la composition en matière noire atteindrait dans certains cas 99% ! Un rayonnement gamma émis par ces galaxies naines, très pauvres en étoiles et donc en sources de rayons gamma perturbatrices, pourrait trahir la présence de matière noire. Malheureusement, aucun signal gamma assez fort n'a été observé dans les galaxies naines connues.

Qu'en est-il de celles qui viennent d'être découvertes ? À ce stade, la seule qui présente une émission de rayons gamma potentiellement intéressante est Reticulum 2. Mais il est trop tôt pour dire s'il s'agit de matière noire...

Sean Bailly

S. E. Koposov et al., <http://arxiv.org/abs/1503.02079>, 2015; N. F. Martin et al., <http://arxiv.org/abs/1503.06216>, 2015

En quoi consistent ces travaux ?

Charles Duyckaerts : Un problème auquel les pharmacologues sont souvent confrontés est la barrière hémato-encéphalique : la paroi des vaisseaux sanguins cérébraux empêche non seulement les agents pathogènes, mais aussi nombre de médicaments, d'atteindre le cerveau. En faisant agir des ultrasons sur le cerveau de leurs souris modèles, les chercheurs ont ouvert transitoirement la barrière. Ils ont alors observé une diminution des agrégats du peptide bêta-amyloïde – les plaques caractéristiques de la maladie. Les souris avaient une meilleure mémoire que leurs congénères non traitées.

Pourquoi utiliser des ultrasons ?

Ch. D. : C'est un moyen trouvé il y a assez longtemps (2001) pour ouvrir la barrière de façon transitoire, et testé chez l'animal. L'équipe de Marc Dhenain, au CEA, et d'autres chercheurs ont amélioré la technique en la couplant à l'injection dans le sang de microbulles, qui permettent de limiter la puissance d'ultrasons requise. Elles ouvriraient la barrière en vibrant sous les ultrasons.

Comment l'ouverture de la barrière entraîne-t-elle une destruction des plaques ?

Ch. D. : Les chercheurs ont observé que les sentinelles du cerveau – les cellules microgliales, des cellules

immunitaires – s'activent et phagocytent alors le peptide bêta-amyloïde. Un activateur a pu passer la barrière lors de son ouverture, telle une molécule non spécifique du peptide – l'albumine, par exemple. C'est ce que proposent les chercheurs, qui l'ont détectée dans le cerveau des souris après les ultrasons.

Comment une molécule non spécifique peut-elle inciter les sentinelles à détruire les plaques amyloïdes ?

Ch. D. : En arrivant dans le cerveau, l'albumine a pu entraîner une activation microgliale. Un mécanisme



Charles Duyckaerts, ICM, AP-HP, Univ. Paris-VI.

similaire se produit dans les accidents vasculaires cérébraux. Un infarctus cérébral provoque une nécrose tissulaire qui recrute les cellules microgliales. S'il touche un patient atteint d'une maladie d'Alzheimer, ces sentinelles résorbent les peptides bêta-amyloïdes alors qu'elles ne le faisaient pas avant. En fait, les cellules microgliales sont toujours au centre des mécanismes d'élimination du peptide, même si l'on

ne comprend pas pourquoi elles ne le détruisent pas spontanément...

Les stratégies actuelles visent donc à activer les cellules microgliales ?

Ch. D. : Dans l'ensemble, oui, car elles se fondent sur l'hypothèse de la cascade amyloïde : initialement, il y aurait accumulation du peptide, ce qui provoquerait l'apparition de dégénérescences neurofibrillaires (l'agrégation d'une protéine devenue anormale, tau, dans les neurones). La recherche d'un vaccin repose sur cette idée. Jusqu'à présent, les résultats sont négatifs. Peut-être parce que la maladie était prise trop tard. Aussi les résultats d'études telles que A4 et Dian, qui testent l'effet d'anticorps administrés à un stade précoce, sont très attendus. Cependant, l'interaction de tau et du peptide bêta-amyloïde est indispensable pour produire les symptômes. Un point majeur est de comprendre cette synergie.

Les ultrasons sont-ils une piste prometteuse ?

Ch. D. : Intéressante, mais il reste de nombreuses étapes à franchir ! La technique est-elle inoffensive ? Quels sont les effets à long terme de l'activation des sentinelles ? L'expérimentation animale devra répondre à ces questions avant toute application à l'homme.

Marie-Neige Cordonnier

G. Leinenga et al., *Sc. Transl. Med.*, 11 mars 2015