

ASTROPHYSIQUE

ALMA RÉVÈLE DES GALAXIES « NOIRES »

Pas moins de 39 galaxies jamais vues viennent d'être repérées grâce au radiotélescope *Alma*, installé au Chili. Formées moins de deux milliards d'années après le Big Bang, elles seraient le chaînon manquant entre les galaxies jeunes de l'Univers lointain et les grandes galaxies elliptiques proches de nous. C'est le résultat d'une étude menée par David Elbaz, astrophysicien au CEA, et ses collègues.

Mais ces galaxies soulèvent de nombreuses questions. Elles sont bien plus nombreuses que ne l'envisagent les modèles. Comment l'Univers a-t-il produit autant de galaxies massives en un milliard d'années environ? Une autre question est que si ces galaxies étaient «noires», c'est qu'elles étaient nimbées de poussière absorbant la lumière visible et infra-rouge. Or l'abondance de cette poussière est surprenante. Un grand ménage s'impose dans l'histoire de l'Univers! ■

S. B.

T. Wang et al., *Nature*,
vol. 572, pp. 211-214, 2019

ÉVOLUTION

LA VACHE, UNE HISTOIRE COMPLEXE

La vache *Bos taurus* accompagne les humains depuis plusieurs millénaires. Elle est issue de la domestication de l'aurochs *Bos primigenius* (aujourd'hui disparu), en Anatolie, il y a 10 500 ans. Mais ce qui s'est passé ensuite restait flou. Grâce à l'analyse génétique de 67 bovins fossiles du Proche-Orient, Marta Pereira Verdugo, de l'université de Dublin, et ses collègues, ont mis en évidence que de nombreux échanges génétiques ont marqué l'évolution de la vache.

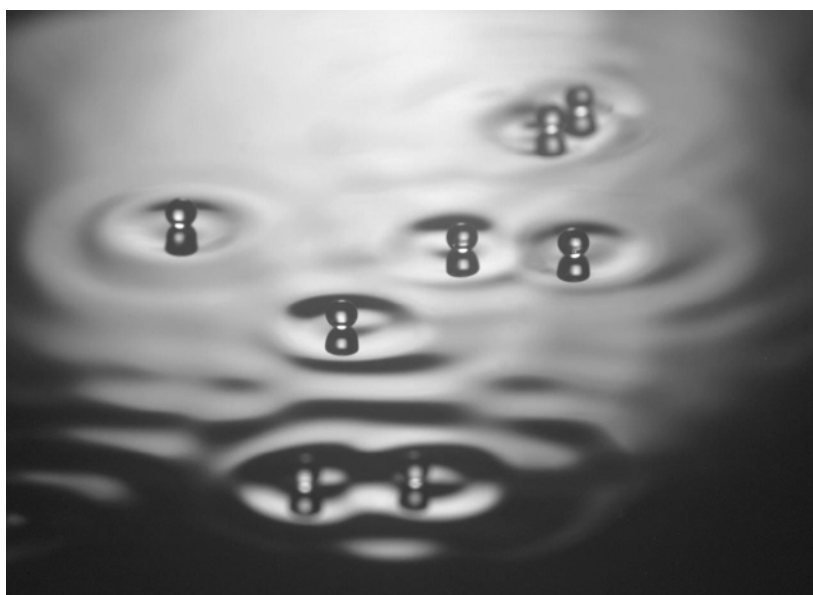
Une partie de la population initialement domestiquée a migré vers l'Europe, où elle s'est hybridée avec l'aurochs local il y a 7 000 ans, tandis qu'une autre a migré vers l'Afrique du Nord et s'est croisée avec l'aurochs africain. Par ailleurs, il y a 4 000 ans, à l'occasion d'une importante sécheresse, des populations du Proche-Orient auraient croisé des vaches avec le zébu *Bos indicus*, bovin domestiqué plus tôt en Inde et mieux adapté aux conditions arides. ■

N. B.

M. P. Verdugo et al., *Science*,
vol. 365, pp. 173-176, 2019

PHYSIQUE

LA VALSE DES GOUTTES SUPERMARCHEUSES



En plus de se déplacer à la surface du bain d'huile, les gouttes supermarcheuses peuvent interagir les unes avec les autres et se lier par groupes de deux ou trois.

Les marcheuses continuent d'étonner les physiciens. Ces gouttes d'huile de silicone rebondissent à la surface d'un bain du même liquide que l'on fait vibrer verticalement et se déplacent, grâce aux ondes qu'elles-mêmes produisent. En soumettant le bain à deux fréquences simultanées, l'une de 80 hertz et l'autre de 40 hertz, Rahil Valani, de l'université Monash, à Melbourne, en Australie, et ses collègues ont découvert une nouvelle famille de gouttes marcheuses, les «supermarcheuses», qui interagissent les unes avec les autres et effectuent des mouvements inédits.

Les supermarcheuses sont plus grosses que les marcheuses (jusqu'à 2,8 millimètres de diamètre contre 1 millimètre) et vont plus vite (5 centimètres par seconde contre 1,5 centimètre par seconde). Elles présentent aussi des comportements collectifs étonnants. Quand l'amplitude de l'excitation à 40 hertz est faible, les gouttes s'agrègent et forment des structures similaires à des réseaux cristallins, ce qui a déjà été observé chez les marcheuses. Mais si on augmente l'amplitude de cette excitation, ces réseaux se dissocient, à la manière d'un corps qui subirait une transition de phase en passant de l'état solide à liquide, puis gazeux, avec l'augmentation de la température. L'étude de l'interaction goutte-onde des marcheuses offrait déjà une analogie intéressante avec des comportements relevant de la physique quantique et avec certaines interprétations de celle-ci, comme la théorie de l'onde pilote de Louis de Broglie. Ces nouveaux travaux montrent que ces systèmes offrent en outre des analogies avec différents états de la matière.

Étonnant aussi, les chercheurs ont fait danser ces gouttes en remplaçant les vibrations à 40 hertz par des vibrations à 39,5 hertz. Les supermarcheuses réalisent alors des chorégraphies saccadées: elles se déplacent rapidement, puis arrêtent leur mouvement et rebondissent sur place, avant de se remettre en marche. ■

N. B.

R. N. Valani et al., *Physical Review Letters*,
vol. 123, article 024503, 2019

PHYSIQUE

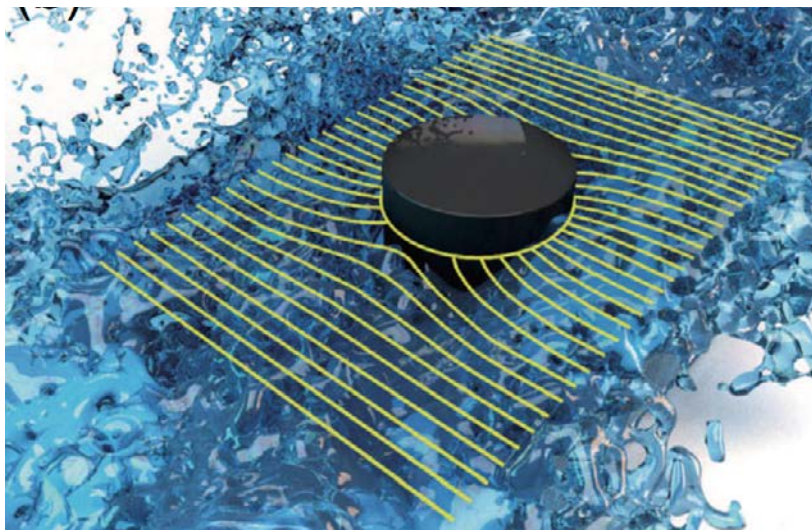
DEUX CAPES D'INVISIBILITÉ CONTRE LES VAGUES

Les métamatériaux inspirent des solutions pour protéger des installations en mer et des ports, ou pour réduire le sillage d'un navire.

Depuis presque une quinzaine d'années, les physiciens savent manipuler des ondes électromagnétiques de telle façon qu'elles contournent un objet sans être perturbées... comme si l'objet n'était pas là, ce qui le rend invisible en somme ! De tels dispositifs ont été réalisés avec des résultats spectaculaires. Leur principe repose sur des métamatériaux : des matériaux artificiels dont le volume est structuré à une échelle inférieure à celle de la longueur d'onde des ondes électromagnétiques utilisées, ce qui leur confère des propriétés exotiques (comme un indice de réfraction négatif). Rapidement, l'idée des métamatériaux a été appliquée aux autres types d'ondes. Il est ainsi possible de faire des capes d'invisibilité thermique, acoustique, voire hydrodynamique. Deux équipes, l'une chinoise et l'autre coréenne, viennent de concevoir des systèmes qui protègent des vagues, c'est-à-dire qui cachent des objets à l'impact des vagues.

L'idée de protéger une zone contre des vagues grâce aux métamatériaux n'est pas nouvelle. Déjà en 2008, Stefan Enoch et Sébastien Guenneau, de l'institut Fresnel, à Marseille, et leurs collègues avaient imaginé un dispositif astucieux permettant de contrôler la trajectoire des vagues dans l'hypothèse d'un fluide non visqueux. Il s'agissait d'un espace circulaire entouré de sept rangs concentriques hérissés de poteaux. La géométrie exacte du système était choisie pour que les vagues interfèrent de façon que leur amplitude soit nulle dans la partie centrale et qu'elles ne soient pas perturbées à l'extérieur du dispositif.

De tels systèmes seraient efficaces pour protéger les structures en mer comme les éoliennes ou les plateformes pétrolières, ainsi que les ports sur les côtes. Ils pourraient aussi servir à concevoir des navires plus économes en énergie. C'est sur cette dernière idée qu'ont travaillé Juhyuk Park, de l'université de Séoul, et ses collègues. Ces chercheurs ont utilisé des métamatériaux pour éliminer le sillage qui se forme derrière une structure fixe ou un navire. Ce sillage crée une force qui risque de fragiliser la structure et s'oppose au mouvement du bateau (et oblige à consommer plus de carburant pour



Sur cette vue d'artiste, l'objet cylindrique crée un sillage dans l'écoulement du liquide où il baigne (les courbes jaunes indiquent les lignes isobares). Des forces hydrodynamiques s'exercent alors sur l'objet. Avec des structures inspirées des métamatériaux, il est possible de contrôler l'écoulement du liquide pour éliminer le sillage et ainsi protéger l'objet.

avancer). Avec une sorte de cape d'invisibilité hydrodynamique, ce serait comme si la structure ou le navire étaient transparents au flot.

En partant de la situation d'un écoulement d'un fluide visqueux rencontrant un obstacle cylindrique, les chercheurs coréens ont conçu un dispositif entourant le cylindre de plusieurs couches concentriques pour former une surface microstructurée, à l'image de celui de l'équipe de Stefan Enoch. Grâce à des simulations numériques et des expériences, ils ont montré que le sillage disparaissait complètement.

Siyuan Zou, de l'université Zhejiang, en Chine, et ses collègues ont exploré une piste différente. Ils se sont inspirés des métamatériaux à gradient d'indice utilisés dans des guides d'ondes électromagnétiques. Transposé au cas des vagues, le dispositif revient à moduler la profondeur d'eau dans un chenal avec de longues barres parallèles placées sur le fond. En ajustant le profil de celles-ci, les chercheurs modulent la vitesse des vagues en surface et en réduisent l'amplitude. Disposé dans un chenal d'accès à un port, un tel système protégerait les navires. Reste à tester en grandeur réelle ces deux idées de capes d'invisibilité hydrodynamique. ■

S. B.

Siyuan Zou et al., *Phys. Rev. Lett.*, vol. 123, article 074501, 2019 ; J. Park et al., *ibid.*, article 074502