

Une pince surpuissante

Le crabe des cocotiers, le plus grand arthropode terrestre, est aussi connu pour la puissance de ses pinces. Il les utilise pour se battre et se nourrir. Shin-ichiro Oka, de la fondation Churashima, à Okinawa, au Japon, et ses collègues ont déterminé la force maximale exercée par une pince de cet animal. En étudiant 29 crabes des cocotiers, ils ont montré que la force était proportionnelle à la taille de l'animal et ils ont estimé que les plus grands déployaient une force de 3300 newtons, ce qui leur permet d'être les consommateurs exclusifs de noix de coco.

Des galaxies énigmatiques

Les galaxies ultradiffuses sont un défi pour les astrophysiciens qui tentent de comprendre l'évolution des galaxies : elles contiennent jusqu'à 1 000 fois moins d'étoiles que la Voie lactée, mais sont aussi étendues. Arianna Di Cintio, de l'institut Niels Bohr, au Danemark, et ses collègues avancent une explication. Les galaxies ultradiffuses auraient contenu un grand nombre de supernovæ dans leur jeunesse : ces explosions d'étoiles auraient alors, en dispersant le gaz et la poussière de la galaxie, entravé leur agglomération et donc réduit la formation des étoiles.

Une symbiose ancienne

Guillaume Chomicki et Susanne Renner, de l'université de Munich, ont découvert aux îles Fidji une nouvelle symbiose entre des fourmis et six espèces de plantes du genre *Squamellaria* ; et ils estiment que ce partenariat date de près de trois millions d'années. Ces plantes sont épiphytes : elles utilisent comme support d'autres plantes, telles que des arbres. Les fourmis récoltent leurs graines et les insèrent dans l'écorce des arbres. Elles y déposent aussi leurs excréments, ce qui apporte des nutriments nécessaires à la plante. Les jeunes pousses forment ensuite des cavités qui servent d'habitat aux fourmis.

Physique

Un système quantique monté atome par atome

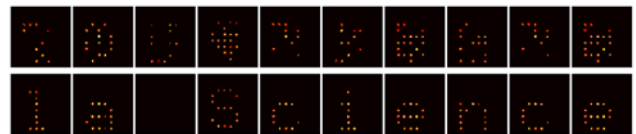
Est-il possible de construire des dispositifs quantiques dont la structure est contrôlée à l'atome près ? La réponse est oui : l'équipe de Thierry Lahaye et d'Antoine Browaeys, du laboratoire Charles Fabry à l'Institut d'optique (université Paris-Saclay), a mis au point un système rapide et performant pour construire atome par atome de tels systèmes.

L'objectif était de produire des matrices d'atomes régulièrement espacés, par exemple dans un plan. Les chercheurs ont utilisé des atomes de rubidium refroidis à une fraction de degré au-dessus du zéro absolu. Cela permet de maintenir une cohérence quantique pendant de longues durées. La matrice est obtenue à partir d'un faisceau laser mis en forme

pour créer des micropièges où vont se nicher les atomes.

Cependant, quand on injecte de façon aléatoire des atomes dans la matrice, le processus de remplissage n'est efficace qu'à 50 %. Pour remplir une matrice de N pièges sans trous, l'équipe de

configuration obtenue est enregistrée par une caméra CCD. Un programme analyse la disposition des atomes et détermine ceux qui doivent être déplacés pour former la matrice recherchée. Pour bouger les atomes un par un, les chercheurs font appel à la tech-



© D. Barredo et al.

Sur ces vignettes, les atomes de la rangée du haut (observés par fluorescence) ont été redispuestos un par un (en bas).

L'Institut d'optique a commencé par une matrice plus grande, de $2N$ pièges, qu'elle remplit aléatoirement une fois avec N atomes. Une image de fluorescence de la

matrice de la pince optique, un laser qui piège un atome et l'entraîne lorsqu'on déplace le faisceau. Avec 50 atomes, la matrice désirée est obtenue en moins d'un dixième de seconde.

S. B.

D. Barredo et al., *Science*, en ligne le 3 novembre 2016

Insolite

Un penseur peut être une cruche

Pourquoi portons-nous facilement la main à la tête quand nous

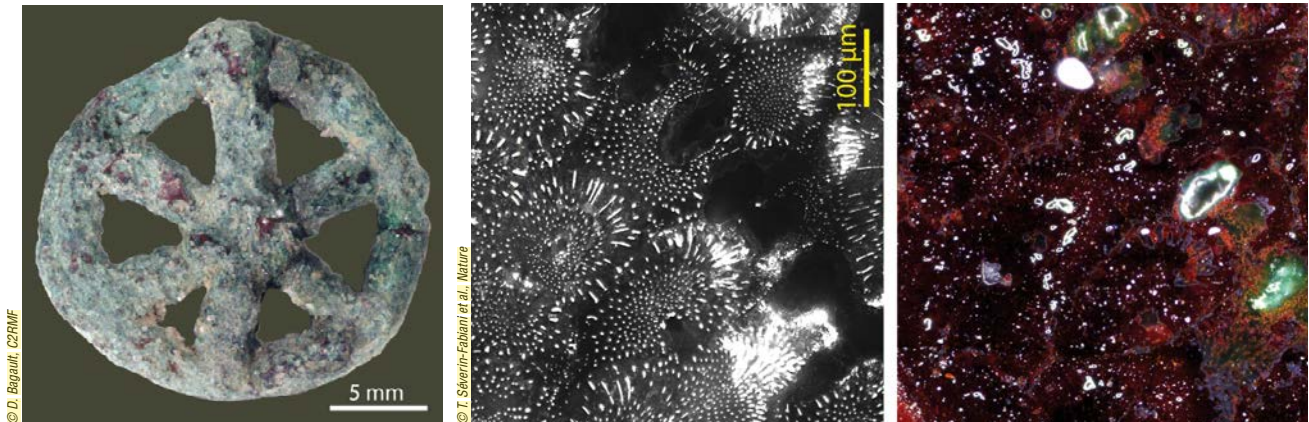
réfléchissons ? Ce geste accompagnant un regard intérieur est très ancien sans doute. Il fascinait déjà les Levantins de l'âge du Bronze moyen : menée par l'Autorité israélienne des antiquités, la fouille d'une nécropole de cette période au centre de la ville de Yehud a livré un bec de cruche rappelant *Le Penseur* de Rodin.

Un penseur vieux de presque 4 000 ans !



© Autorité israélienne des antiquités

Archéologie



SOLEIL fait la lumière sur la cire perdue

Au synchrotron SOLEIL, en utilisant l'imagerie par photoluminescence, des chercheurs ont décrypté la fabrication du plus ancien objet métallique fondu par la technique de la cire perdue.

La cuprite, de formule Cu_2O , est le principal produit de l'oxydation du cuivre. En exploitant sa semiconductivité, une équipe menée par Loïc Bertrand, du synchrotron SOLEIL, et par Benoît Mille, du Centre de recherche et de restauration des musées de France, vient de révéler comment, à la fin du V^e millénaire avant notre ère, la plus ancienne cire perdue de l'humanité fut coulée.

Ce procédé de fonderie consiste à construire un modèle de cire de l'objet à réaliser, à le recouvrir d'argile, puis à le faire cuire en ayant prévu un trou pour que la cire fondue s'écoule. On obtient ainsi un moule dans lequel on peut couler du métal, ce qui donne, après refroidissement, l'objet final.

Les chercheurs ont étudié une rouelle, c'est-à-dire l'une de ces amulettes métalliques en forme de petite roue à rayons très utilisées pendant les âges métallurgiques pour faire des offrandes. Aujourd'hui, elle se présente sous la forme d'une petite masse corrodée large de deux centimètres entièrement en cuprite. Découverte en 1985 sur le site de Mehrgarh, à l'ouest de la vallée de l'Indus, elle date de

l'âge du Cuivre, le premier des âges métallurgiques, qui, dans cette région, s'étend de 4500 à 3600 avant notre ère.

L'étude de cette rouelle dans les années 2000 avait déjà révélé sa production à la cire perdue. Pour en préciser les modalités, les chercheurs ont tiré parti d'une propriété des semiconducteurs : la photoluminescence. En éclairant la rouelle avec une lumière d'énergie suffisante, ils ont déclenché l'émission de lumière par la cuprite. Cette lumière leur a permis de faire des analyses spectroscopiques et d'enregistrer des images très précises, dans le proche infrarouge, des défauts cristallins de la cuprite.

Les résultats confirment que la forme complexe de la rouelle a bien été coulée en un seul tenant, comme on le pensait. Ils montrent ensuite que le cuivre employé, probablement trouvé en pépites dans la nature, était particulièrement pur. Toutefois, les chercheurs ont été surpris de découvrir dans les images de photoluminescence (ci-dessus) des structures en bâtonnets, qui prouvent que des inclusions de cuprite ont été prises dans la masse de la rouelle dès son coulage. L'équipe de recherche en a déduit que l'atmosphère du

four où le cuivre fut fondu était oxydante. Ce four devait donc être assez rudimentaire. Dans les fonderies d'aujourd'hui, on fond en effet le métal dans une atmosphère non oxydante, afin d'éviter la formation d'oxydes.

En outre, l'observation à différentes échelles du matériau a montré que le mélange de cuprite et de cuivre d'origine a fondu à une température précise, qui a pu être déterminée à un degré près, ainsi que la température de solidification.

La réalisation d'une rouelle en cuivre pur étonne, car l'archéologie suggère que la cire perdue n'a été vraiment adoptée qu'après la mise au point d'alliages faciles à couler. De fait, les plus anciens objets complexes coulés par cire perdue connus avant la découverte de la rouelle, ceux de Nahal Mishmar, en Israël, ont été formés dans un alliage cuivre-arsenic. À Mehrgarh, les chercheurs ont constaté qu'un alliage très particulier de cuivre riche en plomb apparaît au cours de l'âge du Cuivre. Ainsi, l'emploi de cuivre pur pour produire la rouelle apparaît en quelque sorte comme une erreur de débutant...

F. S.

Nature Communications,
en ligne le 15 novembre 2016

La rouelle de Mehrgarh (à gauche) est, avec d'autres objets découverts en même temps, le plus ancien exemple d'utilisation de la technique de la cire perdue. Une image de l'intérieur de la rouelle obtenue par photoluminescence à haute dynamique spatiale (au milieu) révèle une structure en bâtonnets invisible autrement. Elle est comparée à une image du même endroit obtenue par microscopie optique (à droite).