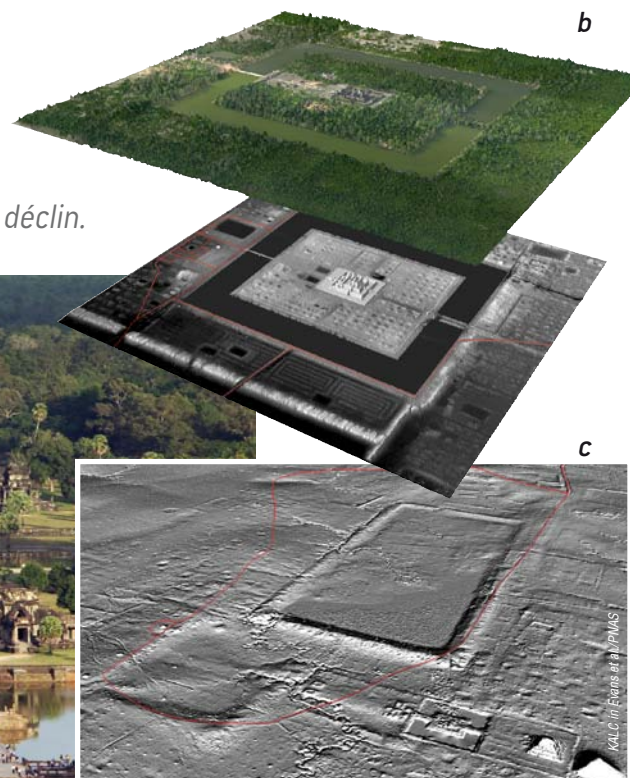


Archéologie

Ampleur et décadence d'Angkor

Une cartographie par télédétection laser du site d'Angkor, au Cambodge, révèle que la cité médiévale était bien plus dense qu'on ne le pensait. Une donnée qui corrobore le scénario de son déclin.



Le temple Angkor Vat (a, b) n'était pas perdu dans la forêt comme aujourd'hui, mais entouré d'une vaste cité s'appuyant sur un réseau complexe d'infrastructures hydrauliques. C'est ce qu'a montré la cartographie de la région par laser héliporté (b, c, en gris). Les archéologues ont détecté de nombreux bassins peu profonds, invisibles par les autres techniques (c). Les lignes rouges indiquent les infrastructures modernes.

A l'évocation d'Angkor, on pense aux somptueux vestiges des temples en pierre ornés de statues et d'inscriptions gravées, perdus dans la forêt tropicale. Cette vision ne correspond qu'à la partie émergée du site. Depuis 50 ans, l'étude d'Angkor a révélé que la capitale médiévale khmère, née au IX^e siècle, s'étendait sur environ 1 000 kilomètres carrés, bien au-delà des enceintes des temples, et était alimentée par un réseau hydraulique complexe. Fruit d'un consortium international coordonné par Damian Evans, de l'Université de Sydney, en Australie, une nouvelle cartographie au laser permet de préciser l'organisation urbaine d'Angkor et conforte les hypothèses avancées pour expliquer son déclin au XV^e siècle.

Jusque dans les années 1950, l'étude d'Angkor s'est résumée à celle des temples, de leurs divinités, de leurs inscriptions, essentiellement religieuses, et des dynasties royales qui s'y sont

succédé, pour une raison simple : il ne restait aucune trace de vie urbaine en surface. Construites en matériaux périssables – sans doute du bois, du bambou et de la paille –, les habitations ont disparu au fil du temps.

Puis les fouilles stratigraphiques, associées à la télédétection, ont révélé autour des temples tout un réseau d'établissements et d'aménagements hydrauliques et agraires. Toutefois, la description restait lacunaire dans les zones de forêt dense, notamment au cœur d'Angkor. Les archéologues australiens et français ont scanné la région avec un lidar héliporté. Ce dispositif envoie un faisceau laser infrarouge sur le relief et enregistre sa réflexion. Après 20 heures de vol et 370 kilomètres carrés couverts, un logiciel a filtré les milliards de points récoltés pour isoler ceux qui ont atteint le sol et ainsi construire un modèle topographique précis du terrain. Des centaines de bassins hydrauliques ont ainsi été détectés bien

au-delà du centre d'Angkor, tant à l'intérieur des enceintes des temples qu'à l'extérieur.

Cette campagne de mesures révèle qu'Angkor était une vaste mégalopole assez dense et aux infrastructures centralisées. Cela corrobore l'hypothèse selon laquelle deux périodes de 30 ans de fortes instabilités des moussons, aux XIV^e et XV^e siècles, auraient précipité l'abandon de la cité. Le rôle crucial de ces infrastructures centralisées aurait en effet rendu difficile la vie des citoyens lors d'écarts climatiques importants.

Guidés par le lidar, les archéologues vérifient ces observations sur le terrain. « Ces fouilles sont indispensables pour préciser l'urbanisme et l'hydraulique complexe d'Angkor. Et avec la richesse des données du lidar, cela nous prendra plusieurs années ! », explique Christophe Pottier, de l'École française d'Extrême-Orient, coauteur des travaux.

→ Marie-Neige Cordonnier

D. H. Evans et al., PNAS, à paraître

Zoologie

La course ralentie du guépard

Le guépard réussit à chasser en ralentissant ! C'est ce qu'a constaté l'équipe d'Alan Wilson, du Collège royal vétérinaire de Londres, quand elle a équipé cinq guépards sauvages d'un GPS, d'accéléromètres et de gyroscopes et enregistré pas moins de 367 sprints de chasse.

En effet, malgré des pointes de vitesse de 70 à 93 kilomètres par heure (record connu : 105 km/h), la chasse de ces merveilleux sprinteurs n'a été couronnée de succès que dans 25 pour cent des cas... succès qui n'était corrélé ni à leur pointe de vitesse ni à leur accélération. Pourquoi ?

Un guépard pèse jusqu'à 70 kilogrammes, alors que ses proies pèsent en général moins de 50 kilogrammes et sont des spécialistes du zigzag. S'il



© Shutterstock/Villiers Steyn

effectuait un virage alors qu'il est lancé à 105 kilomètres par heure, le rayon de courbure

dépasserait 50 mètres... C'est pourquoi le guépard utilise sa pointe de vitesse seulement pour se rapprocher comme un missile de son gibier, avant de freiner brutalement (quatre mètres par seconde et par foulée de sept ou huit mètres) afin de revenir à une vitesse juste supérieure à celle de sa proie zigzagante. Il a alors besoin de toute la souplesse de son échine et de ses pattes afin d'entrer en contact avec sa proie et lui faire un « croche-patte », avant de l'étouffer d'une morsure au cou.

→ François Savatier

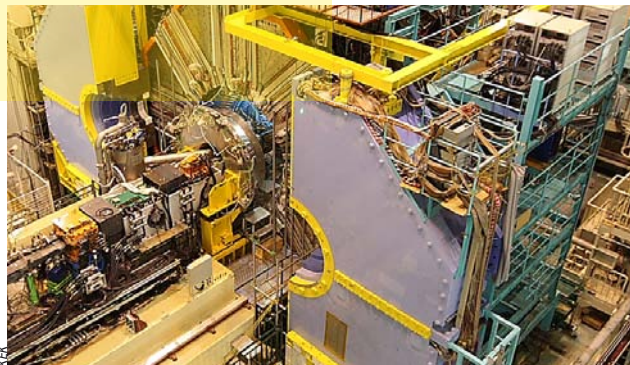
Nature, vol. 498, pp. 185-189, 2013

Physique des particules

Une particule à quatre quarks ?

Le physicien américain Murray Gell-Mann s'inspira de « Three Quarks for Muster Mark ! », phrase tirée de *Finnegans Wake*, de l'écrivain irlandais James Joyce, pour nommer les constituants des hadrons (particules sensibles à l'interaction forte). Ainsi, les quarks – il en existe six types notés u , d , c , s , t et b – s'assemblent par trois pour former les baryons, et par paires quark-antiquark pour les mésons. Mais d'autres associations sont-elles possibles ? La théorie ne l'exclut pas. Les deux expériences Belle, à Tsukuba au Japon, et BESIII, à Beijing en Chine, installées auprès de collisionneurs de particules, ont observé de façon indépendante un signal qui correspondrait à un hadron composé de deux quarks et deux antiquarks.

Ces expériences ont mis en évidence un hadron étonnant, nommé $Z_c(3900)$. D'après sa masse, ce hadron doit contenir une paire quark c -antiquark $\bar{c}$. En outre, il



L'expérience Belle à Tsukuba, au Japon, sur l'accélérateur KEKB.

est chargé électriquement. Il pourrait donc contenir quatre quarks pour satisfaire ces contraintes, par exemple un quark c , un quark u , un antiquark $\bar{d}$ et un antiquark $\bar{c}$. Une telle configuration à deux quarks et deux antiquarks serait une première.

Une autre explication plus classique est cependant possible. Le hadron $Z_c(3900)$ ne serait pas un édifice unique, mais une paire de mésons, un méson D et un

antiméson $\bar{D}$, en interaction et formant une sorte de « molécule hadronique ». La distinction entre deux mésons D et un hadron $Z_c(3900)$ est juste une question de degré d'interaction entre les constituants. De plus amples études sur les mésons D pourraient trancher la question de l'interprétation de $Z_c(3900)$.

→ Sean Bailly

Phys. Rev. Lett., vol. 110, articles 252001 et 252002, 2013

En bref

Pluton et ses lunes

L'Union internationale d'astronomie a officialisé les noms des quatrième et cinquième satellites de Pluton découverts en 2011 et 2012 : Kerberos et Styx. L'organisme avait invité le grand public à se prononcer sur ce choix en imposant la contrainte de noms liés à la mythologie du monde des Enfers, comme pour Pluton. Et l'on ne devait pas créer de confusion avec d'autres objets célestes, comme cela aurait été le cas avec « Vulcain » (on parle d'astéroïde vulcanoïde pour un corps gravitant à proximité du Soleil).

Pris dans la toile

La surface des insectes butineurs se charge électriquement pendant le vol à cause des frottements avec l'air. Cet effet d'électricité statique présente un intérêt, car les grains de pollen se collent plus facilement à l'insecte. Victor Ortega-Jimenez, de l'Université de Californie à Berkeley, a montré que cette charge a aussi un inconvénient pour le butineur : les toiles d'araignée, qui se polarisent aisément grâce à leur contenu en eau, piègent les insectes de façon plus efficace.

IRM avec du glucose

Une équipe menée par Simon Walker-Samuel et Xavier Golay, à l'University College de Londres, a développé une technique pour visualiser *in vivo* l'absorption de glucose par les tissus, et cela sans marqueurs radioactifs. La méthode, nommée glucoCEST, utilise l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Relativement facile à mettre en œuvre, elle exploite le fait que les tumeurs consomment davantage de glucose que les tissus normaux. Les chercheurs ont montré que leur technique est sensible, chez la souris, à des tumeurs colorectales et qu'elle en distingue même les types.