

Biophysique

Le moustique, un as du vol sous la pluie

Voler sous la pluie est plus que périlleux pour un moustique. Imaginez : la masse qu'il reçoit lorsqu'une goutte le percute équivaut à celle qu'un homme ressentirait si... une orque femelle s'écrasait sur lui. Pourtant, le moustique s'en sort bien, tant qu'il n'est pas trop proche du sol. Comment ? En ne faisant qu'un avec la goutte pendant une fraction de seconde, ont montré Andrew Dickerson et ses collègues de l'Institut de technologie de Géorgie, aux États-Unis.

En analysant à l'aide d'une caméra ultrarapide la trajectoire de moustiques *Anopheles* sous une pluie artificielle, ils ont observé que les gouttes percutaient plus souvent les ailes et les pattes que le corps du moustique. Dans ce cas, l'eau glisse sur ces membres très hydrophobes ; l'insecte tangue ou tourne sur lui-même selon le point d'impact, puis reprend sa route en une dizaine de millisecondes. En revanche, quand une goutte percute le corps du moustique, l'insecte, solidaire de la goutte, adopte sa trajectoire pendant quelques millisecondes, tombant ainsi de 5 à 20 fois sa taille, puis se libère et reprend son vol.

La goutte est peu freinée dans sa course et à peine déformée : l'insecte est si léger que la quantité de mouvement de la goutte est peu diminuée. En retour, la force de l'impact est tolérable pour le moustique en vol, dont l'exosquelette est assez résis-



En vidéo sur www.pourlascience.fr

A. Dickerson et al., PNAS, 2012

Début de l'impact d'une goutte de trois millimètres de diamètre sur un anophèle.

tant pour supporter l'accélération que lui impose la goutte : entre 100 et 300 fois l'accélération de la pesanteur, soit dix fois plus que celle subie par un pilote d'essai ! Reçue au sol, la même goutte écraserait le moustique...

Comment le moustique se désolidarise-t-il de la goutte ? La question n'est pas élucidée, mais les longues ailes et pattes hydrophobes pourraient jouer un rôle important. Le moustique essaye-t-il par ailleurs d'éviter les gouttes ? L'histoire ne le dit pas...

→ M.-N. C.

A. Dickerson et al., PNAS, en ligne le 4 juin 2012

En bref

LA TECHNIQUE DU GUÉPARD

Avec un record de 105 kilomètres par heure, le guépard court deux fois plus vite que le lévrier. Des chercheurs anglais ont analysé sa technique, en le filmant et en enterrant des capteurs de force sous une piste de course. Sa foulée serait plus ample et plus rapide que celle du lévrier, et le contact de sa patte avec le sol plus long : en répartissant mieux dans le temps la charge supportée par ses jambes, il exercerait globalement une pression plus intense sur le sol.

GANGS EN ÉQUATIONS

Des travaux de criminologues américains suggèrent que les territoires des gangs urbains obéissent aux mêmes équations (dites de Lotka-Volterra) qui décrivent les populations de lions, de chimpanzés ou d'abeilles. Les chercheurs ont utilisé le modèle proie-prédateur, qui décrit la dynamique de populations en compétition pour des ressources, pour calculer les territoires des gangs de Los Angeles. Ils ont ensuite montré que les violences recensées se produisent sur les frontières des territoires ainsi déterminés.

Astrophysique

Pénurie d'azote dans les nuages interstellaires

L'azote est présent dans l'atmosphère essentiellement sous forme moléculaire (N_2). En est-il de même dans l'espace ? Les travaux de deux équipes bordelaises indiquent que dans les nuages interstellaires denses, l'azote moléculaire serait près de cinq fois moins abondant qu'on ne le pensait auparavant. En revanche, l'ammoniac (NH_3) pourrait être plus abondant.

Dans les nuages moléculaires, denses, froids et peu ionisés, la chimie de l'azote, en particulier, est dominée par des réactions entre espèces neutres. La formation d'azote moléculaire suit deux voies.

La première met en jeu deux réactions successives :

(1) $N + OH \longrightarrow NO + H$, puis
(2) $N + NO \longrightarrow N_2 + O$.

La seconde implique aussi deux réactions :

(3) $N + CH \longrightarrow CN + H$, puis
(4) $N + CN \longrightarrow N_2 + C$.

Kevin Hickson et ses collègues de l'Institut des sciences moléculaires de Bordeaux ont montré dans une expérience que la réaction (4) est beaucoup moins rapide qu'attendu à très basse température (ils l'avaient déjà montré pour les réactions (1) et (2)).

Valentine Wakelam et ses collègues, du Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux, ont ensuite utilisé ce résultat pour simuler la formation d'azote moléculaire dans les nuages interstellaires

denses. Ils ont constaté que celle-ci est beaucoup moins efficace que prévu : seulement 10 à 20 pour cent de l'azote se retrouve sous forme moléculaire, contre 60 à 70 pour cent dans les simulations précédentes.

Dans ce modèle, au lieu de former de l'azote moléculaire en phase gazeuse, les atomes d'azote se fixent à la surface des grains de poussière, où ils interagissent avec l'hydrogène ionisé pour former de l'ammoniac. Ce composé pourrait ainsi représenter le principal réservoir d'azote dans les nuages moléculaires.

→ Philippe Ribeau-Gésippe

V. Wakelam et al., K. Hickson et al., PNAS, 11 juin 2012



ESA/PACS & SPIRE Consortium/HOBYS Key Programme Consortia

Le nuage moléculaire de la Rosette, observé par le télescope spatial infrarouge *Herschel*.

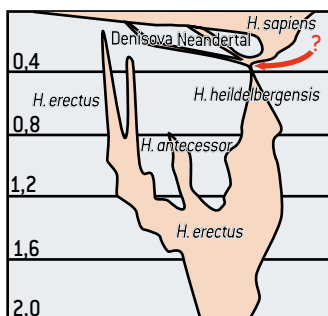
En bref

MÉTÉO EXOPLANÉTAIRE

La météo varie aussi sur les exoplanètes. Alain Lecavelier des Etangs, de l'Institut d'astrophysique de Paris, et ses collègues ont observé deux fois l'exoplanète HD 189733b avec le télescope spatial *Hubble*. « Normale » en avril 2010, elle était accompagnée 16 mois plus tard d'un gigantesque nuage d'hydrogène : la planète perdrait plus de 1 000 tonnes de gaz par seconde ! Une tempête stellaire survenue peu avant est sans doute à l'origine de cette « variation météorologique ».

DOPAMINE ET SOMMEIL

Le passage de l'éveil au sommeil est déclenché par la mélatonine, une hormone produite par la glande pinéale, située dans le cerveau. La mélatonine est synthétisée lorsqu'une autre hormone, la noradrénaline, se lie à des récepteurs cellulaires spécifiques. Des chercheurs espagnols ont montré que la dopamine, un neurotransmetteur, interagit avec ces récepteurs et inhibe les effets de la noradrénaline. Elle entrave ainsi la synthèse de la mélatonine, et donc le passage de l'éveil au sommeil.



Un goulot d'étranglement génétique se serait produit il y a plus de 200 000 ans, avant que l'homme moderne, celui de Néandertal et celui de Denisova n'aient divergé. (chiffres en millions d'années).

Paléontologie

Comment peser un dinosaure ?

Mesurer la masse d'un animal d'une espèce actuelle est simple. Pour les dinosaures, la tâche est bien plus compliquée. Il faut estimer le volume de l'animal à partir des os pour en déduire sa masse. L'équipe de William Sellers, de la Faculté des sciences du vivant à Manchester, a élaboré une méthode rapide et semble-t-il fiable pour peser ces espèces disparues.

Une méthode standard – l'analyse volumétrique – permet d'estimer la masse d'un animal à partir de son squelette. Elle requiert une étude minutieuse de la forme de chaque os pour évaluer le volume de l'animal, qui est ensuite multiplié par une densité corporelle moyenne pour obtenir la masse. Cette méthode donne de bons résultats, mais est très lente.

W. Sellers et ses collègues proposent une nouvelle technique. On commence par faire un relevé tridimensionnel de la forme du squelette au moyen d'un faisceau laser. On obtient un nuage de points modélisant l'ensemble des os. Les points sont classés selon différentes zones du corps, puis un logiciel calcule le volume convexe – sans creux – minimal nécessaire pour recouvrir les os de chaque partie. On obtient ainsi une estimation du volume de l'animal.

Les zoologistes ont testé leur méthode sur 14 espèces de grands mammifères actuels (l'ours polaire, la girafe, l'éléphant, etc.). Ils ont constaté que



W. Sellers et ses collègues ont déterminé la masse d'un ours polaire (et d'autres animaux) à partir de son squelette (a), modélisé en trois dimensions (b) pour reconstituer approximativement son volume (c). Ils ont appliqué cette méthode pour calculer la masse du brachiosaure conservé au Muséum d'histoire naturelle de Berlin (d et e).

cette méthode sous-estime la masse réelle de l'animal de 21 pour cent. Ils ont alors appliqué cette technique à un brachiosaure (*Giraffatitan brancai*) dont le squelette est conservé au Muséum d'histoire naturelle de Berlin. En corrigeant la valeur de 21 pour cent, ils trouvent que la masse de ce sauropode était de l'ordre de 23,200 tonnes, un résultat très proche de la dernière estimation par la méthode volumétrique, qui était de 23,337 tonnes.

→ S. B.

W. I. Sellers et al., *Biology Letters*, en ligne le 6 juin 2012

Paléogénétique

L'humanité issue d'un goulot d'étranglement

L'homme moderne, *Homo sapiens*, a deux cousins : l'homme de Neandertal et celui de Denisova. Selon Xiaoxia Wang, de l'Université de Californie, et ses collègues, la neutralisation de deux gènes chez ces trois espèces signe vraisemblablement un goulot d'étranglement génétique apparu il y a plus de 200 000 ans et dû à des maladies infectieuses.

Les deux gènes en question codent des lectines de type immunoglobuline, aussi connues sous l'acronyme SIGLEC (de l'anglais *Sialic acid-recognizing Ig-like lectins*). Ces lectines constituent une famille de récepteurs transmembranaires ayant un rôle immunitaire important, puisqu'elles fixent de nom-

breux anticorps. Pour cette raison, elles sont aussi la cible de multiples pathogènes (agents de la grippe, de la rage, du sida...), qui s'y fixent pour adhérer aux tissus des voies respiratoires, du tube digestif et des appareils urinaire et génital.

L'équipe de X. Wang a remarqué que les récepteurs SIGLEC13, SIGLEC17P, qui existent chez les chimpanzés, ont été supprimés au cours de l'évolution chez les humains modernes, de Neandertal et de Denisova. Le gène codant SIGLEC13 a disparu, tandis que celui codant SIGLEC17P est devenu inactif. Ce changement génétique, probablement dû à la pression de sélection exercée par des maladies infec-

tieuses, serait postérieur à notre plus récent ancêtre commun avec les chimpanzés, et antérieur au plus récent ancêtre commun des trois espèces humaines. Il s'est produit, selon les calculs des chercheurs, il y a plus de 200 000 ans, juste avant l'apparition de la lignée humaine moderne, à une époque où le nombre de femmes reproductrices passe pour avoir été inférieur à 10 000... En comparaison de la réduction de diversité génétique qui en a résulté, la peste noire de 1347 ou le choc viral et bactérien qui a réduit de moitié la population des Amériques après 1492 semblent anodins.

→ François Savatier

Xiaoxia Wang et al., *PNAS*, en ligne le 4 juin 2012