

Médecine

Un marqueur universel du cancer ?

Le récepteur d'une hormone sexuelle ne s'exprime que dans les tumeurs.

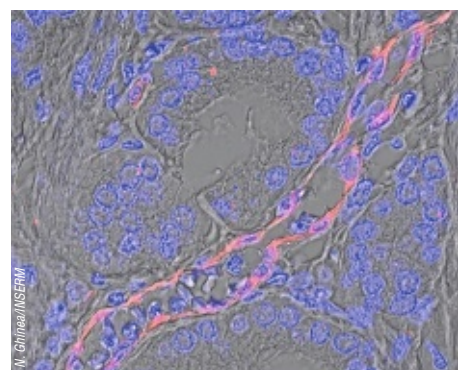
Le cancer est marqué par l'accumulation d'anomalies génétiques dans une cellule, qui se multiplie alors de façon désordonnée au point de former une tumeur. Cette dernière ne survit que si elle trouve les nutriments et l'énergie nécessaires à sa croissance : elle se développe donc avec son propre réseau de vaisseaux sanguins, indépendant du système vasculaire de l'organisme. Nicolae Ghinea, de l'équipe INSERM Institut Mondor de recherche biomédicale à l'Université Paris-Est de Créteil, et ses collègues ont identifié une molécule spécifique des cancers présente sur la paroi interne des vaisseaux sanguins tumoraux.

Cette molécule est le récepteur de l'hormone folliculostimulante ou FSH, nécessaire à la maturation des ovules chez la femme et à la production des spermatozoïdes chez l'homme. Les récepteurs de cette hormone ne sont présents normalement que sur les cellules cibles des ovaires et des testicules, et en très faible quantité dans les vaisseaux sanguins de ces organes.

Les biologistes ont recherché ce récepteur dans des biopsies de tumeurs pratiquées chez 1336 patients. Onze types de cancers ont été étudiés (prostate, sein, côlon, pancréas, vessie, rein, poumon, foie, estomac, testicules et ovaires) à des stades différents.

Résultat : le récepteur de la FSH est présent à la surface des cellules qui tapissent la paroi interne des vaisseaux sanguins tumoraux, mais absent du reste de l'organe. Et ce, pour tous les cancers étudiés. Les chercheurs ont en outre injecté à une souris une molécule qui se fixe spécifiquement sur ce « marqueur » et ont ainsi détecté la tumeur qu'elle portait. On a peut-être là un nouvel outil diagnostique, voire thérapeutique si l'on pouvait détruire la tumeur avec des agents antitumoraux se fixant sur le récepteur de la FSH.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

A. Radu et al., *The New England Journal of Medicine*, vol. 363, pp. 1621-1630, 2010

Tissu d'une tumeur de la prostate à un stade d'évolution précoce. Le vaisseau irriguant cette tumeur exprime le récepteur de la FSH (en rouge, et en bleu les noyaux des cellules cancéreuses).

22 POUR CENT : c'est la baisse du taux de mortalité par cancer chez les hommes en France entre 1983-1987 et 2003-2007. Chez les femmes, elle est de 14 pour cent.

Biologie animale

Comment l'abeille devient reine

On comprend pourquoi la gelée royale fait que certaines larves deviennent des reines et d'autres des ouvrières.

De grande taille, lente à se mouvoir, la reine d'une colonie d'abeilles passe l'essentiel de sa vie – quatre à cinq ans – à pondre, choyée par sa cour. Les

ouvrières, au contraire, petites, agiles et stériles ne vivent que quelques semaines. Pourtant, la reine et les ouvrières sont génétiquement identiques. Comment un même génome peut-il produire des individus si différents ? Une équipe germano-australienne vient d'éclaircir les mécanismes moléculaires en jeu.

On savait l'alimentation en jeu : les larves élevées comme de futures reines et la reine survivante (après avoir éliminé ses rivales) sont nourries exclusivement de gelée royale. Les autres larves, qui deviendront des ouvrières, sont nourries surtout de miel et de pollen.

En 2008, l'équipe de Sylvain Forêt et Ryszard Maleszka, de l'Université de Canberra, en Australie, a montré que la suppression d'une enzyme, l'ADN méthyle-

transférase, chez des larves nourries pour devenir ouvrières, fait qu'elles se développent en reines fécondes : supprimer cette enzyme a le même effet que la gelée royale. Cette enzyme étant nécessaire à la méthylation de l'ADN, c'est-à-dire à l'ajout de groupes méthyle sur certaines bases (des cytosines) de l'ADN, la gelée royale apporte vraisemblablement des substances inhibant ce processus, dit épigénétique.

Supposant que les gènes ne s'expriment pas de la même façon chez la reine et les ouvrières, ces biologistes associés à un groupe du Centre allemand de recherche sur le cancer, à Heidelberg, ont séquencé les génomes de reines et d'ouvrières et identifié tous les sites méthylés de l'ADN. Ils ont observé que quelque 560 gènes

étaient méthylés différemment. La méthylation paraît réguler le type et la quantité des protéines produites chez une reine et chez une ouvrière.

Comment les enzymes de méthylation repèrent-elles les cytosines cibles parmi les dix millions de sites possibles chez l'abeille ? On l'ignore, mais un mécanisme expliquant les différences entre reines et ouvrières se dessine : la présence ou l'absence de gelée royale détermine différents profils de méthylation de leur ADN. En ajustant l'expression de certains gènes, ces profils donnent lieu à des caractéristiques anatomiques, physiologiques et comportementales distinctes.

→ Jean-Jacques Perrier

F. Lyko et al., *PLoS Biology*, vol. 8, e1000506, 2010

Une reine et sa cour.

Josselin Lawrence, Enigme-Photoscience Services, bugwood.org

Paléontologie

L'homme, issu d'un primate passé d'Asie en Afrique ?

Des microprimates, dont des fossiles ont été mis au jour en Lybie, seraient nos lointains ancêtres.

Les anthropoïdes, c'est-à-dire les primates regroupant toutes les formes apparentées à *Homo sapiens*, sont-ils apparus en Afrique ou en Asie ? Les restes d'anthropoïdes retrouvés dans une falaise du désert lybien à Dur At-Talah apportent des éléments de réponse.

Jean-Jacques Jaeger, de l'Université de Poitiers, et Mustapha Salem, de l'Université de Tripoli, rapportent la découverte de la plus ancienne communauté d'anthropoïdes africains connue. Elle comprend *Afrotarsius*, l'espèce de primate la plus ancienne dont nous sommes issus, qui aurait vécu il y a quelque 38 millions d'années. Trois groupes de primates archaïques mis au jour dans des dépôts de l'Éocène supérieur ou de l'Oligocène plus récents (entre 34 et 32 millions d'années) – Afrotarsiidés, Oligopithécidés et Parapithécidés – y sont représentés par des dents. À Dur At-Talah, trois nouveaux représentants de ces groupes ont été découverts : *Talapithecus parvus* pour les Oligopithécidés, *Afrotarsius libycus* pour les Afrotarsiidés, et *Biretia piveteaui* pour les Parapithécidés.



Le site de Dur At-Talah, en Lybie

CHRS/Jean-Jacques Jaeger

Tous les restes appartiennent à des organismes de moins de 500 grammes. Or les premiers grands anthropoïdes trouvés dans le Fayoum, en Égypte, datent de 34 millions d'années et ne pesaient guère plus de deux à trois kilogrammes. Ces nouvelles découvertes confortent l'idée que nos ancêtres anthropoïdes étaient très petits et qu'ils n'auraient grossi qu'à partir de 37 millions d'années.

Par ailleurs, les microprimates de Dur At-Talah partagent des caractères particuliers avec les Éosimiidés, des cousins asiatiques. Ils ont en outre été retrouvés avec une communauté de rongeurs archaïques elle aussi d'origine asiatique. Le fait que ces rongeurs soient partagés en plusieurs groupes non seulement suggère plusieurs vagues migratoires, mais illustre aussi la diversité plus grande produite par les immenses espaces asiatiques. Des mécanismes de spéciation similaires expliquent-ils la diversité de la communauté d'anthropoïdes de Dur At-Talah ? L'histoire des anthropoïdes de ce site est-elle comparable à celle de ces microrongeurs d'origine asiatique ? C'est l'avis des chercheurs, qui partent maintenant à la recherche en Afrique, ainsi qu'en Asie, des ancêtres des premiers anthropoïdes africains.

→ F. S.

J.-J. Jaeger et al., *Nature*, vol. 467, pp. 1096-1098, 2010

Physique

Transition de phase continue dans un ferroélectrique

On a découvert un changement continu de polarisation dans un matériau ferroélectrique.

Les molécules qui constituent les matériaux ferroélectriques portent des dipôles électriques alignés, ce qui crée une polarisation électrique dont on peut changer la direction en appliquant un champ électrique externe. Les théoriciens y voient un modèle pour étudier les transitions de phase. Pour les industriels, les applications potentielles des ferroélectriques sont nombreuses : stockage d'information binaire, capteurs, catalyseurs commutables, électronique à basse puissance...

Toutefois, ces utilisations nécessitent de bien comprendre comment s'effectue le changement de polarisation. Une équipe du Laboratoire américain d'Argonne, de l'Université d'Illinois du Nord et de l'Université Paul Cézanne/IM2NP, à Marseille, apporte une réponse grâce à un dispositif qui lui permet d'observer l'inversion de polarisation dans un film ferroélectrique ultramince.

En théorie, l'inversion se produit soit par apparition et croissance de domaines dont la polarisation change brusquement de sens tout en conservant la même amplitude – la nucléation –, soit de façon continue, par diminution progressive de l'amplitude de polarisation de l'ensemble du matériau, annulation, puis augmentation progressive jusqu'à l'amplitude initiale, mais de sens opposé. Seul le premier scénario avait été observé. Les physiciens ne parvenaient pas à déterminer avec précision l'amplitude du champ à l'intérieur de films ultraminces.

Les chercheurs ont pallié cette difficulté en étudiant l'inversion de polarisation d'un film ferroélectrique ultramince avec des rayons X produits par une source synchrotron. Du profil de la diffusion des rayons X, ils ont déduit

l'amplitude et la direction de polarisation dans le matériau ferroélectrique. Ils ont ainsi non seulement observé une transition continue d'une direction de polarisation à une autre, mais aussi montré qu'il n'est pas nécessaire d'appliquer un champ électrique pour provoquer l'inversion de polarisation : le film est si mince qu'il suffit de modifier la charge électrique en surface, en contrôlant la teneur en ions du milieu environnant.

Ces travaux devraient permettre d'améliorer le contrôle de l'inversion de polarisation des ferroélectriques et d'obtenir des dispositifs nanométriques polarisés et stables – deux facteurs clés pour les industriels. Quant aux théoriciens, ils disposent d'un nouveau moyen d'approcher un peu plus la limite de stabilité lors d'une transition de phase.

→ Marie-Neige Cordonnier

M. Highland et al., *Physical Review Letters*, vol. 105, 167601, 2010



Argonne National Laboratory

La chambre à haute température où est fabriqué le film ultramince de titanate de plomb. L'échantillon est ensuite refroidi à une température comprise entre 250 et 600 °C, et l'inversion de polarisation électrique obtenue en ajustant la teneur en oxygène de l'enceinte.

Biologie

Un filet d'ADN pour des cellules kamikazes

Dans le sang, des globules blancs nommés neutrophiles forment une des premières lignes de défense de l'immunité innée contre les micro-organismes. En 2004, l'équipe de Volker Brinkmann et Arturo Zychlinsky, de l'Institut Max Planck de biologie des infections de Berlin, a découvert qu'ils émettent dans le milieu extracellulaire des filaments composés d'ADN et de protéines lorsqu'ils sont activés. Ces filaments forment un filet, ou NET (pour *Neutrophil Extracellular Trap*, piège extracellulaire de neutrophile, *net* signifie filet en anglais), lequel détruit les envahisseurs. Les chercheurs décrivent aujourd'hui les mécanismes permettant la formation d'une telle structure.

En présence de bactéries, des formes réactives de l'oxygène sont produites. Elles endommagent les bactéries, mais ont aussi une autre action. Elles entraînent la libération d'une enzyme à partir de granules cytoplas-

miques du neutrophile. Cette enzyme, l'élastase, passe dans le noyau où elle agit sur la fibre qui associe ADN et protéines. En conséquence, l'ADN se « débobine ». La rupture simultanée de la membrane du neutrophile permet l'éjection du filet d'ADN vers le milieu extérieur et les agresseurs.

Les chercheurs ont exposé des souris à des bactéries pathogènes, *Klebsiella pneumoniae*. En observant les voies respiratoires des animaux malades, les biologistes ont visualisé de nombreux neutrophiles et des filets témoignant de leur activité antibactérienne. Inversement, chez les souris où ils avaient inactivé le gène de l'élastase, ils n'ont pas observé la présence de ces filets destructeurs.

Cette expérience confirme le rôle essentiel de l'élastase *in vivo*. Il reste à montrer plus complètement que les filets des neutrophiles ont une fonction physiologique, ce que l'on pourrait faire par

imagerie grâce à des marqueurs fluorescents, souligne Jamel El Benna, de l'INSERM U773, à Paris.

→ J.-J. P.

V. Papayannopoulos et al., *J. Cell. Biol.*, vol. 191, pp. 677-691, 2010



Vue au microscope électronique d'une bactérie *Klebsiella pneumoniae* (en rose) prise dans le filet (en vert) d'ADN et de protéines d'un neutrophile.

Le consensus en sciences, dynamique ou obstacle ?

Débat-Dédicace

avec **Jean-Pierre Aubin**

autour de son essai **La mort du devin, l'émergence du demiurge**

et

Jean-Michel Besnier, professeur de philosophie, université Paris-Sorbonne et CREA (École polytechnique/CNRS)

Georges Haddad, mathématicien, directeur des enseignements supérieurs à l'UNESCO

Jean-Pierre Kahane, professeur émérite de mathématiques, université de Paris-Sud et membre de l'Académie des sciences

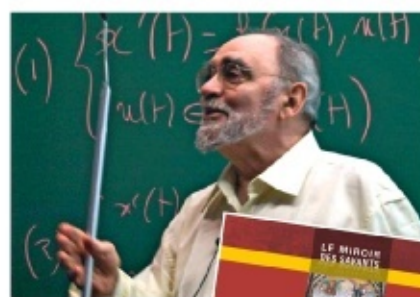
Jacques Weber, économiste et anthropologue, chercheur au CIRAD et enseignant à l'Ehess.

Débat animé par **Michèle Chouchan**

Jeudi 20 janvier 2011 à 18h30,
à la librairie Eyrolles, 57-59 Bd Saint-Germain, Paris 5^e

Entrée gratuite inscrivez-vous au 01 44 41 11 74,
ou à conference@eyrolles.com, ou directement auprès de nos libraires

LIBRAIRIE EYROLLES BEAUCHESNE



Parution novembre 2010
900 pages
Prix de lancement 39 €
maître jusqu'au 28 février 2011,
ensuite 64 €

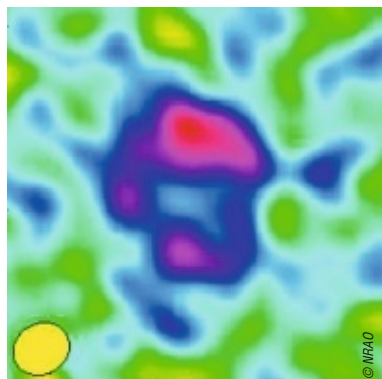


Astrophysique

Une galaxie lointaine découverte en ondes radio

Sursauts gamma, pulsars, rayonnement de fond cosmologique... Quelques-unes des plus belles découvertes en astronomie sont le fruit du hasard : les observations qui les ont mises en évidence étaient initialement conçues pour tout autre chose. C'est ce qui vient d'arriver, toutes proportions gardées, à l'équipe de Jean-François Lestrade, de l'Observatoire de Paris : en recherchant des disques de débris autour d'étoiles proches, les astronomes ont découvert la galaxie « poussiéreuse » la plus intense de l'hémisphère Nord. Elle date d'une époque où l'Univers avait à peine 1,3 milliard d'années et présente une flambée de formation d'étoiles massives.

Les astronomes ont découvert cette source intense avec le radio-télescope de 30 mètres de l'Institut de radioastronomie millimétrique (IRAM) situé dans la Sierra Nevada, en Espagne. Cette source visible en ondes radio n'émet pas en lumière visible. Après avoir éliminé d'autres hypothèses, les astronomes ont supposé qu'il s'agissait d'une galaxie active très lointaine, fabriquant un grand nombre d'étoiles massives, lesquelles explosent en supernovae et



Avec une meilleure résolution spatiale, la galaxie nouvellement découverte pourrait ressembler au quasar PSS J2322+1944, ici observé par le Very Large Array à la longueur d'onde de la raie du monoxyde de carbone. Amplifié par une lentille gravitationnelle, ce quasar forme un anneau d'Einstein.

inondent la galaxie de poussière et de gaz moléculaire, notamment de monoxyde de carbone. Les raies d'émission de cet énorme réservoir hypothétique de gaz et de poussière devaient être décelables en ondes radio.

Effectivement, les astronomes ont détecté les raies d'émission du monoxyde de carbone mais avec un décalage vers le rouge (dû à l'expansion de l'Univers) signifiant que la galaxie source est très éloignée : les photons ont été émis lorsque l'Univers avait le dixième de son âge actuel, soit il y a 12,3 milliards d'années environ.

De cette distance, on déduit que la luminosité totale de cette galaxie dans l'infrarouge lointain équivaldrait à 400 000 milliards de soleils ! Cette valeur est bien trop élevée pour être réelle. Elle ne peut s'expliquer que par l'existence d'une lentille gravitationnelle, c'est-à-dire un objet massif situé sur le trajet de la lumière émise par la galaxie lointaine, qui courbe les rayons lumineux et les focalise, amplifiant ainsi artificiellement l'intensité de la source. Reste à déterminer le coefficient d'amplification de la lentille gravitationnelle. Nous saurons alors si cette galaxie étonnante rentre dans le rang, ou s'il s'agit réellement d'un objet atypique.

→ Ph. R.-G.

J.-F. Lestrade et al., *Astronomy & Astrophysics*, à paraître, 2010 (arXiv: 1009.044v2)

Biomécanique

La marche de Neandertal reconstituée

Le LABO, c'est-à-dire le Laboratoire d'anatomie, biomécanique et organogénèse de la Faculté de médecine de l'Université Libre de Bruxelles, vient de montrer que les Néandertaliens marchaient comme les hommes modernes.

Si l'on ne doutait pas que l'homme de Neandertal marchait et courait, ses membres inférieurs auraient pu fonctionner différemment de ceux de l'homme moderne. Pour tester cette possibilité, Tara Chapman, Serge Van Sint Jan, Patrick Semal et leurs collègues ont créé un modèle de jambes néandertaliennes à partir des os fossiles de Spy II (découvert en Belgique), de Kebara 2 (Israël) et de Néanderthal 1 (Allemagne).

Après avoir tomographié les os de membres inférieurs, ils ont procédé à une reconstitution tridimensionnelle de ces os sur ordinateur ; une mise à l'échelle et certains réglages leurs ont permis de rendre cohérentes les tailles et les configurations de ces os issus de fossiles différents. Les jambes néandertaliennes virtuelles ainsi obtenues ont ensuite été mises en mouvement à l'aide d'un logiciel développé au LABO pour analyser la marche de personnes souffrant de troubles musculo-squelettiques. La marche néandertalienne reproduite a ensuite été comparée aux mouvements des membres inférieurs d'individus modernes et de bonobos.

Les chercheurs ont constaté que le marcheur néandertalien virtuel a la même enjambée qu'un marcheur actuel, très supérieure à celle des bonobos. Tous les comportements des différentes composantes de la jambe sont en adéquation avec le fonctionnement d'une jambe moderne. Cela dit, à taille égale, le squelette néandertalien reconstitué suggère qu'il était plus robuste que celui des hommes modernes. Cette robustesse constitutive entraîne un

placement différent de nombreuses insertions musculaires. Les biomécaniciens ont constaté que ces insertions permettent aux muscles d'exercer sur les articulations des couples parfois bien plus importants que chez *Homo sapiens*.

Selon S. Van Sint Jan, à puissance égale, un Néandertalien dépensait moins d'énergie mécanique. Puisque les jambes des deux espèces fonctionnent de façon similaire, les Néandertaliens étaient vraisemblablement aussi mobiles que l'homme moderne, même si l'agilité de la jambe dépend aussi de l'entraînement et du cerveau qui la contrôle.

Un autre facteur – l'usage de chaussures – a pu jouer un rôle : Erik Trinkaus, de l'Université Washington à Saint Louis, aux États-Unis, pense avoir mis en évidence que les phalanges des petits orteils sont devenues de plus en plus gracieuses au cours d'une période allant du début du Paléolithique supérieur jusqu'à l'époque moderne (il y a entre 35 000 et 8 000 ans). En effet, le port de chaussures atténue la réaction du sol supportée par le petit orteil, ce qui expliquerait son évolution.

→ F.S.

www.vdev.ulb.ac.be/db/revue/communiqués.cfm



Un homme de Neandertal aux prises avec la neige. Il semble qu'il marchait en dépensant moins d'énergie que l'homme moderne.

En bref

FARINE DE 30 000 ANS

Sur trois sites archéologiques européens du Paléolithique moyen-supérieur, des chercheurs italiens, russes et tchèques ont détecté, sur des pierres identifiées comme des pilons et des mortiers, des grains d'amidon. Ces grains proviendraient de diverses racines, tel le rhizome de roseaux à massette et de fougères. Les racines étaient probablement pelées, séchées, broyées et cuites, étapes nécessaires pour éliminer leur toxicité et augmenter l'apport calorique.

ÇA SENT LE VINAIGRE !

On n'attire pas les mouches avec du vinaigre ? L'adage est à revoir ! Johannes Stökl, de l'Institut Max Planck pour l'écologie chimique, à léna, en Allemagne, et ses collègues, ont montré qu'une fleur, *Arum palaestinum* libère des fragrances rappelant le vinaigre pour attirer spécifiquement des mouches drosophiles, c'est-à-dire les mouches du... vinaigre. De fait, le bouquet de l'arum et des composés obtenus par fermentation activent les mêmes régions du système nerveux de l'insecte.



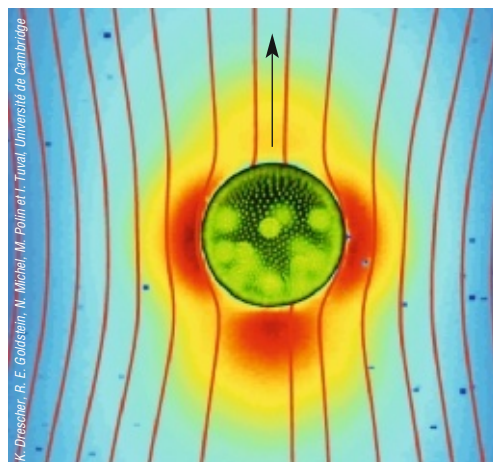
L'empreinte de l'environnement sur les gènes se transmettrait des pères à leurs filles.

Biophysique

Dans le sillage agité des algues nageuses

De nombreux micro-organismes peuplent les mers, les lacs ou... nos intestins. Chacun, en se déplaçant, crée des courants qui influent sur les mouvements de ses congénères. Les mouvements collectifs engendrés conditionnent la survie et la croissance des colonies en facilitant l'accès aux nutriments et à l'oxygène ; dans les océans, le brassage produit par le plancton et les microalgues favoriserait l'absorption du dioxyde de carbone dissous par le phytoplancton et la production d'oxygène qui en découle. En mesurant en vidéo-microscopie les courants produits par des microalgues en mouvement, deux équipes ont constaté que l'influence d'un micro-organisme sur son environnement est complexe : les courants créés varient selon l'organisme, voire au fil du mouvement d'un même organisme.

La première équipe, de l'Université de Cambridge, en Grande-Bretagne, a mesuré la vitesse moyenne de microbilles en suspension autour de deux microalgues : *Volvox carteri*, une algue sphérique de 400 micromètres de diamètre se déplaçant grâce à un millier de petites cellules flagellaires réparties sur sa surface, perturbe le fluide sur un plus vaste rayon et plus fortement que prévu à très courte distance ; quant à *Chlamydomonas reinhardtii*, une algue verte unicellulaire de 10 micromètres de longueur nageant la «brasse» au moyen de deux flagelles, elle crée des tourbillons sur les côtés et un courant devant elle.



En nageant avec ses nombreux flagelles, la microalgue *Volvox carteri* (en vert) attire le fluide (lignes rouges) et augmente sa vitesse (la vitesse est d'autant plus grande que le fluide est rouge).

La seconde équipe, du Collège Haverford, aux États-Unis, a analysé la vitesse de microbilles similaires durant un mouvement de «brasse» de *Chlamydomonas reinhardtii* : en un mouvement, l'algue non seulement crée les tourbillons et le courant décrits par l'équipe de Cambridge, mais, en ramenant ses flagelles le long de ses parois, inverse le sens de ces écoulements. La mécanique des fluides décrit bien les comportements observés. Reste à étendre l'étude à un ensemble de plusieurs organismes ou à d'autres structures telles que les bactéries ou le plancton.

→ M.-N. C.

K. Drescher et al., *Physical Review Letters*, vol. 105, 168101, 2010 ;
J. Guasto et al., *Physical Review Letters*, vol. 105, 168102, 2010 ;
D. Saintillan, *Physics*, doi : 10.1103/Physics.3.84, 2010

Génétique

Pères gras, filles diabétiques ?

Chez l'animal, des mères obèses durant la gestation et la lactation enfantent plus souvent que la normale des petits atteints eux-mêmes d'obésité ou de maladies métaboliques à l'âge adulte. Le surpoids des pères a-t-il aussi un effet sur la descendance ? Probablement, montre l'équipe de Margaret Morris, de l'Université des Nouvelles Galles du Sud, à Sydney : des femelles de rats sont plus souvent atteintes de diabète si leur géniteur a été nourri trop grasement.

Les chercheurs australiens ont soumis neuf rats mâles à un régime

hypergras dès leur quatrième semaine, et huit rats contrôles à un régime normal, puis les ont mis chacun en présence d'une femelle nourrie normalement, pour qu'ils se reproduisent. Les descendants femelles ainsi obtenus ont présenté, à partir de quatre semaines, deux signes de diabète dont l'intensité a augmenté avec l'âge. La cause en était la réduction du volume des îlots de Langerhans, qui, dans le pancréas, produisent l'insuline. De plus, l'expression de plusieurs centaines de gènes y était anormale.

Ces résultats suggèrent que des changements chimiques, dits épi-

génétiques, sont intervenus dans l'ADN des spermatozoïdes des pères : des variations de la méthylation de l'ADN (la fixation de groupes méthyle en différents sites de la molécule), qui perturbent l'expression de certains gènes. Ainsi, en modifiant l'expression des gènes paternels, l'alimentation exercerait des effets d'une génération de rats à la suivante. Chez l'homme, il est vraisemblable que des facteurs liés au mode de vie influent aussi sur la régulation épigénétique et l'expression des gènes.

→ J.-J. P.

S.-F. Ng et al., *Nature*, vol. 467, pp. 963-967, 2010