

Vol Story

Pour étudier les effets des vols spatiaux de longue durée sur l'organisme humain – notamment la perte de masse musculaire, la décalcification et l'altération des mécanismes cardio-vasculaires – les agences spatiales européenne et japonaise ainsi que le Centre national d'études spatiales, ont lancé une campagne au cours de laquelle 14 volontaires devront garder le lit pendant 90 jours. Il semble qu'une inclinaison de six degrés, la tête vers le bas, simule bien la condition d'impesanteur. Pendant leurs loisirs, les sujets pourront lire, regarder la télévision, jouer ou utiliser un ordinateur. Il leur sera interdit de s'asseoir. On peut suivre la vie quotidienne de ces cosmonautes à terre... sur l'Internet.

Des cochons propres

Les matières fécales des cochons polluent, notamment par les phosphates qu'elles contiennent. John Phillips et Cecil Forsberg, de l'Université de Guelph, au Canada, ont introduit dans le génome de cochons un gène pour que ces animaux absorbent



Fotogram - Dante Burn-Forti

une forme de phosphore qui, normalement, n'est pas métabolisée. Ce gène code une enzyme, la phytase, qui est sécrétée par les glandes salivaires et qui rend les phosphates assimilables. La quantité de phosphate rejeté dans les matières fécales de ces porcs est jusqu'à quatre fois inférieure à la moyenne. Reste à savoir si ces cochons sont propres... à la consommation.

Ondes et corpuscules

Si besoin était, une nouvelle preuve de la double nature corpusculaire et ondulatoire des particules élémentaires vient d'être apportée par Daniel Freimund, Kayvan Aflatooni et Herman Batelaan, de l'Université de Lincoln. Leur expérience s'apparente à celle de la diffraction de la lumière : lorsqu'une onde lumineuse arrive sur un réseau matériel de lignes alternativement sombres et brillantes, elle est dispersée selon des directions précises qui dépendent de la longueur d'onde. Les physiciens ont exploité la dualité onde-corpuscule pour inverser totalement les rôles de la lumière et de la matière. Le «réseau» responsable de la diffraction n'est plus matériel, mais est une onde laser stationnaire très intense et constituée de franges alternativement vides et denses en photons ; l'«onde» dispersée est un flux d'électrons. On obtient bien une figure de diffraction, en parfait accord avec la théorie.

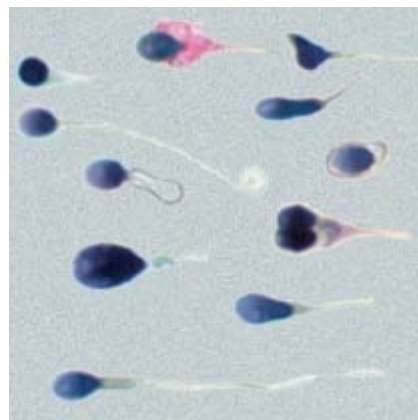
Infertilité masculine

Les hommes exposés, par leur métier, aux pesticides et aux solvants risquent d'avoir des spermatozoïdes anormaux, moins nombreux que la moyenne et de mobilité réduite.

L'infertilité concerne 15 pour cent des couples dans les pays occidentaux. Définie comme l'incapacité de concevoir après une année de tentatives sans contraception, elle n'est pas pour autant synonyme d'infertilité définitive ou de stérilité. Son origine provient autant des hommes que des femmes. De nombreuses causes, surtout infectieuses et génétiques, ont été identifiées. Cependant, des incertitudes subsistent sur les raisons de l'infertilité masculine. Selon certaines études, le nombre de spermatozoïdes produits par l'homme aurait diminué au cours des 50 dernières années, alors que l'incidence des anomalies de l'appareil génital masculin (cancer du testicule, testicules non descendus à la naissance ou malformations de l'urètre) augmenterait. Les raisons de cette dégradation sont inconnues, mais des facteurs environnementaux engendrés par l'activité humaine et industrielle (la dioxine et les pesticides, par exemple) ou liés aux modes de vie moderne (le stress, le tabac, etc.) en seraient à l'origine.

Avec Alfred Spira, de l'unité INSERM U292, au Centre hospitalo-universitaire du Kremlin-Bicêtre et en collaboration avec Alejandro Oliva, de l'Hôpital Garibaldi, à Rosario, en Argentine, nous avons mené une étude sur l'influence des pesticides et des solvants sur la qualité du sperme chez des Argentins vivant dans une région, entre Santa Fe et Entre Rios, où l'on pratique l'une des agricultures la plus intensive du monde. Nous avons étudié des hommes qui avaient consulté pour infertilité entre 1995 et 1998. Nous les avons questionnés sur leur histoire médicale (infections génitales, allergies...), familiale et sexuelle, ainsi que sur leur métier, leur consommation d'alcool et de tabac.

Nous avons recherché d'éventuels contacts avec des composants chimiques, notamment dans leur travail. Les sujets ont été divisés en cinq groupes : les hommes non exposés ; ceux qui ont été exposés à des pesticides ; à des solvants ; à la chaleur ; et, enfin, à plusieurs de ces facteurs à la fois ou à d'autres, tels les métaux lourds. Puis, nous leur avons



Ces différents types de spermatozoïdes anormaux sont plus fréquents que la moyenne chez les hommes exposés à des pesticides ou à des solvants.

fait passer plusieurs examens médicaux, dont une analyse de sperme, et une mesure des concentrations sanguines en hormones de la reproduction.

Nous avons montré que les hommes qui ont manipulé des pesticides ou des solvants dans leur travail ont un nombre de spermatozoïdes inférieur à celui des hommes n'ayant pas été exposés à ces produits ; la mobilité des spermatozoïdes est réduite et la proportion des anormaux est supérieure.

Nous avons aussi montré et ce, pour la première fois, que les concentrations en estradiol (l'une des hormones féminines produites par l'homme) sont plus élevées chez les hommes exposés aux pesticides que chez les hommes non exposés. Par ailleurs, nos résultats ont montré qu'il existe une grande susceptibilité génétique ou constitutionnelle à l'action délétère des substances chimiques incriminées.

Le testicule est l'un des organes les plus sensibles aux agressions de nature physique ou chimique. À partir des années 1970, le dibromochloropropane, un insecticide employé dans de nombreux pays tropicaux, a été à l'origine de milliers de cas d'infertilité masculine. De même, aujourd'hui, certains solvants (tel l'éthylène glycol) sont suspectés d'entraîner, par leur toxicité testiculaire, une infertilité.

Toutefois, les pesticides ou les solvants sont si nombreux que nous n'avons pu isoler une molécule particulièrement nocive. D'après ces résultats, il apparaît nécessaire non seulement d'encourager l'évaluation de la toxicité de ces substances sur les capacités de reproduction, mais aussi de se protéger lorsqu'on travaille en contact avec des substances chimiques potentiellement dangereuses.

Luc MULTIGNER, Groupe d'étude de la reproduction chez le mâle, INSERM U 435

La Conjecture de Catalan

Les mathématiciens n'ont jamais été aussi près de la démonstration de cette conjecture.

En 1843, le mathématicien français Eugène Catalan (1814–1894) écrit à l'éditeur d'un journal de référence : « Je vous prie, Monsieur, de vouloir bien énoncer dans votre recueil, le théorème suivant, que je crois vrai, bien que je n'aie pas encore réussi à le démontrer complètement ; d'autres seront peut-être plus heureux. Deux nombres entiers consécutifs, autres que 8 et 9, ne peuvent pas être des puissances exactes ; autrement dit : l'équation $x^m - y^n = 1$, dans laquelle les inconnues sont entières et positives, n'admet qu'une seule solution. »

Cette équation, dite diophantienne, car les inconnues sont des nombres entiers positifs, est la *Conjecture de Catalan*. Depuis 150 ans, elle résiste aux assauts des mathématiciens, mais à chaque nouveau résultat l'espace des solutions, s'il en existe d'autres, se réduit. Le dernier résultat est celui du mathématicien américain Jon Grantham et de Maurice Mignotte, de l'Université de Strasbourg, qui ont montré que les exposants m et n ne peuvent être que des nombres premiers. Retraçons les étapes par lesquelles l'étau s'est resserré autour de la conjecture.

En 1850, V. Lebesgue a prouvé que l'équation n'a pas de solution quand, selon l'énoncé de Catalan, n est pair. Ce n'est qu'en 1964 que le mathématicien chinois Kochao a montré que c'est aussi le cas pour m pair (à l'exception de $m=2$ et $n=3$, car $x=3$ et $y=2$ donne la solution de Catalan). Ont ensuite été publiés deux théorèmes

qui ont servi de base aux travaux ultérieurs. En 1961, John Cassels, de l'Université de Cambridge, a prouvé que s'il existe des solutions à cette équation et que les exposants m et n sont premiers (par convention, les nombres premiers sont désignés par les lettres p et q , l'équation se réécrit alors $x^p - y^q = 1$), p divise y et q divise x . Puis, en 1976, Robert Tijdemann, de l'Université de Leyde, aux Pays-Bas a montré que l'équation $x^m - y^n = 1$ a un nombre fini de solutions. Ce dernier résultat découle des travaux d'Alan Baker, qui s'est attaché à borner les solutions de certaines classes d'équations diophantiennes. L'étape suivante est due à Preda Mihailescu, de l'Institut polytechnique de Zurich, qui a montré que si l'équation $x^p - y^q = 1$ (p et q sont des nombres premiers) admet une solution, p et q constituent une paire de Weiferich, c'est-à-dire que les divisions de $p^{(q-1)}$ par q^2 et de $q^{(p-1)}$ par p^2 ont toutes deux pour reste 1. Seuls six exemples de paires de Weiferich sont connus : 2 et 1 093 ; 3 et 1 006 003 ; 5 et 1 645 333 507 ; 83 et 4 871 ; 911 et 318 917 et enfin, 2 903 et 18 787. Toutefois, ces paires ne sont pas des solutions de l'équation de Catalan.

Aujourd'hui, les ordinateurs réduisent encore l'espace des solutions possibles de l'équation. Récemment, J. Grantham a démontré que p et q sont tous deux supérieurs à 3×10^8 (ce résultat explique que les paires de Weiferich ne sont pas des solutions), tandis que M. Mignotte a prouvé que m et n sont tous deux inférieurs à 8×10^{16} . À partir de ces résultats, associés à ceux de A. Baker, les mathématiciens ont montré que m et n sont des nombres premiers ; reste à découvrir les paires de Weiferich comprises entre ces bornes. Les coups de boutoir des mathématiciens font que la conjecture de Catalan se rapproche du statut de théorème.

Espèces d'éléphants !

Longtemps considérés comme une seule espèce, les éléphants d'Afrique en font deux.

C'est un lieu commun : il y a les éléphants d'Afrique (*Loxodonta*), grands, pourvus de grandes défenses, et les éléphants d'Asie (*Elephas*), plus petits, aux oreilles réduites et aux défenses plus courtes. Pourtant, à parcourir l'Afrique, les éléphants rencontrés semblent de deux types : ceux des savanes et ceux des forêts. Y aurait-il deux espèces ? L'équipe de Nicholas Georgiadis, du Centre de recherche Mpala, au Kenya, et de Alfred Roca, de l'Institut national contre le cancer, à Frederick, aux États-Unis, a montré que la génétique conforte cette hypothèse.

Les éléphants des savanes sont les plus grands mammifères terrestres. Ils mesurent jusqu'à quatre mètres au garrot, ont de grandes oreilles dont le lobe est pointu et des défenses volumineuses. Les éléphants des forêts sont des créatures timides qui ne quittent guère leur habitat. Ils atteignent seulement 2,4 mètres au garrot, sont plus légers, ont des défenses plus droites et plus fines, des lobes d'oreilles arrondis et un crâne différent. Un seul d'entre eux vit en captivité, au parc zoologique de Vincennes.

Toutefois, malgré ces différences morphologiques, la plupart des zoologues n'ont vu en ces éléphants qu'une seule espèce : *Loxodonta africana*. Parfois, ils étaient répartis en deux sous-espèces : *Loxodonta africana africana*, l'éléphant des savanes, et *Loxodonta africana cyclotis*, l'éléphant des forêts. Les deux populations sont interfécondes, ainsi que leurs descendants. La définition du concept d'espèce est fondée sur ce critère et les biologistes pensaient que des croisements entre ces deux populations avaient lieu aux frontières de leurs habitats respectifs.

Les analyses de N. Georgiadis infirment cette hypothèse. Il a prélevé des échantillons de peau d'environ 200 éléphants, dans 21 populations réparties sur l'ensemble du continent. L'objectif premier de ces prélèvements était la constitution d'un fichier de signatures génétiques pour suivre l'ivoire sur les marchés mondiaux. Toutefois, à partir de ces échantillons, les biologistes ont séquencé, pour chaque animal, quatre gènes, soit 1 732 bases. Les résultats ont révélé que l'ensemble des éléphants se répartit en deux types : 17 populations sont composées d'éléphants des savanes, trois d'éléphants des forêts. Une seule population témoignait d'une mixité entre les deux types. Toutefois, selon les biologistes, ce croisement exceptionnel s'est déroulé il y a plusieurs générations.

Les analyses génétiques montrent que les différences entre les éléphants des savanes et ceux des forêts correspondent à 58 pour cent de celles qui existent entre un éléphant d'Afrique et un éléphant d'Asie. Cette différence équivaut à celle qui distingue les lions des tigres, et l'on peut en déduire qu'il y a bien deux espèces : *Loxodonta africana* et *Loxodonta cyclotis*. Ces résultats jettent un éclairage nouveau sur la protection des éléphants. En effet, seule une espèce (*Loxodonta africana*) est inscrite sur la liste des espèces menacées, et il est urgent d'y inscrire les éléphants des forêts dont la population est encore plus restreinte que celle des éléphants des savanes. Les éléphants sont plus en danger qu'on ne le pensait.



Loxodonta africana africana ou *Loxodonta africana cyclotis* ?