

Génétique

L'arrêt du tabac : une question de gène ?

La nicotine stimule le circuit cérébral de la récompense et le modifie durablement, de sorte qu'il est souvent difficile de s'arrêter de fumer. Riju Ray, de l'Université de Pennsylvanie à Philadelphie, et ses collègues suggèrent aujourd'hui que les personnes portant une version particulière du gène codant le récepteur opioïde *mu* arrêtent de fumer plus facilement.

Les récepteurs opioïdes *mu* sont présents dans les aires cérébrales du système de la récompense (le cortex cingulaire, l'amygdale, le noyau caudé, l'aire tegmentale ventrale, le noyau accumbens et le thalamus). Ce système met en œuvre différents neurotransmetteurs, notamment la dopamine – la molécule du plaisir – libérée par

les neurones de l'aire tegmentale ventrale qui se projettent dans le noyau accumbens.

En se fixant sur ses récepteurs dits nicotiniques, la nicotine entraîne la libération de dopamine dans ce noyau. Il s'ensuit une libération d'opioïdes endogènes (des substances analogues aux opiacés et naturellement synthétisées dans le cerveau) dans l'aire tegmentale ventrale, ce qui active en retour les neurones libérant de la dopamine. Ainsi, le système des opioïdes participe à l'addiction en renforçant les effets de la nicotine.

Les neurobiologistes ont étudié le gène codant le récepteur opioïde *mu* chez 22 fumeurs. Il en existe deux versions : l'allèle sauvage, le plus répandu, et un autre allèle, plus rare, nommé allèle G,



© Shutterstock/SunijaPhoto

qui code un récepteur presque identique (un seul acide aminé diffère). R. Ray et ses collègues ont constaté que les fumeurs chez qui l'allèle sauvage s'exprime fixent davantage d'opioïdes dans l'amygdale, le thalamus et le cortex cingulaire, comparés aux personnes ayant l'allèle G.

Après une nuit d'abstinence, les fumeurs devaient exprimer le

plaisir ressenti en fumant une cigarette avec ou sans nicotine. Les fumeurs dotés de l'allèle G éprouvent à peu près le même plaisir avec les deux types de cigarettes. L'allèle G serait donc associé à une moindre dépendance à la nicotine et à un risque moins important de rechute.

→ B. S.-L.

R. Ray et al., PNAS, en ligne, 16 mai 2011

16 MINUTES : c'est la durée pendant laquelle les physiciens du CERN piègent des atomes d'antihydrogène ; bien assez pour les comparer de près à l'hydrogène...

Sciences et sport

Tennis : Roger Federer est sur le déclin

Le joueur de tennis suisse Roger Federer a été battu par l'Espagnol Rafael Nadal en finale de Roland Garros. Auparavant, il n'avait atteint aucune des finales des tournois du Grand Chelem depuis un an. Pourra-t-il redevenir numéro un ? Probablement pas. Marion Guillaume et ses collègues ont étudié la carrière des joueurs de tennis professionnels : pour la plupart d'entre eux, l'évolution des performances avec l'âge suit une parabole, avec un déclin inévitable.

Les chercheurs de l'Institut de recherche biomédicale et d'épidémiologie du sport et de l'Institut national du sport, de l'expertise et de la performance ont ana-

lysé les résultats sportifs de tous les joueurs ayant figuré parmi les dix meilleurs des classements WTA et ATP entre 1968 et 2009. Ils ont évalué la proportion annuelle de victoires, à savoir le rapport annuel de victoires sur le total de matchs disputés par le joueur à un âge donné.

Ils ont montré que la durée moyenne de carrière d'un joueur de tennis est de 16 ans. L'âge de la retraite est avancé pour les joueurs ayant commencé après 1985, mais la durée des carrières reste la même, avec en moyenne 529 matchs joués pour les femmes et 674 pour les hommes. L'évolution des performances présente deux phases : une progression

vers le succès et, inévitablement, une lente diminution des capacités jusqu'à l'arrêt de la carrière. En outre, selon M. Guillaume et ses collègues, l'aire sous la courbe correspond au « capital tennis » du joueur, paramètre directement lié à la durée de sa carrière, à l'âge du premier match et à son pic de performance.

Dans ce modèle, Stéphanie Graf, André Agassi, Chris Evert et Martina Navratilova, qui ont eu des carrières exceptionnelles, avaient un capital tennis plus élevé que beaucoup d'autres champions.

→ B. S.-L.

Medicine & Science in Sports & Exercise, en ligne, mai 2011



© Shutterstock/Lucy Clark

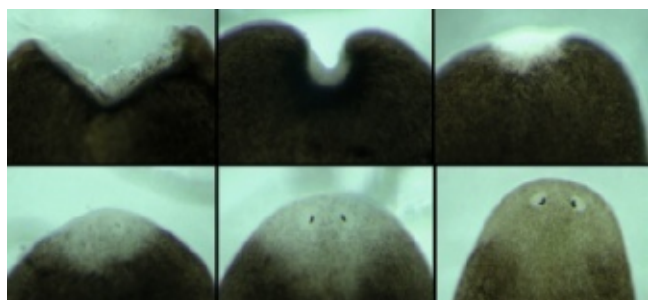
À presque 30 ans, Roger Federer est probablement en fin de carrière et ses performances commencent à décliner.

Biologie cellulaire

Régénéré avec une cellule

Une cellule souche adulte suffit pour régénérer la planaire *Schmidtea mediterranea* – un ver marin plat long de deux centimètres. C'est ce qu'ont montré des biologistes de l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT), aux États-Unis. On savait que la régénération est l'œuvre d'une population particulière de cellules, les néoblastes. Disséminées dans l'organisme, ces cellules souches adultes migrent vers les blessures où, en se différenciant, elles produisent les types cellulaires nécessaires à la reconstruction de l'organisme. Restait une question : chaque néoblaste est-il programmé pour se différencier en un type cellulaire donné ou un néoblaste peut-il à lui seul régénérer tous les types cellulaires ? Pour le déterminer, Daniel Wagner et ses collègues ont injecté un néoblaste issu d'une planaire dans une autre planaire dont ils avaient endommagé les néoblastes par irradiation, au point qu'elle ne pouvait plus se régénérer. En sept semaines, le néoblaste a régénéré l'animal : toutes les cellules de l'hôte ont été remplacées par des cellules différenciées issues du néoblaste étranger. Ce comportement inattendu de cellules souches adultes offre un nouveau modèle pour l'étude *in vivo* des cellules souches pluripotentes, ces cellules capables de se différencier en plusieurs types cellulaires, que l'on cherche à utiliser en médecine régénérative.

→ Marie-Neige Cordonnier

D. Wagner et al., *Science*, vol. 332, pp. 811-816, 2011

Planarian Lab, Université de Barcelone

Régénération de la tête coupée d'une planaire *Schmidtea mediterranea*.

Astronomie

Une grosse étoile esseulée

Dans la nébuleuse de la Tarentule, située dans le Grand Nuage de Magellan, une galaxie voisine de la nôtre, l'étoile VFTS 682 se révèle être un astre d'exception. Grâce au télescope européen VLT, au Chili, une équipe internationale d'astronomes a établi que cette étoile est trois millions de fois plus brillante que le Soleil, 150 fois plus massive, très chaude en surface (environ 50 000 degrés) et, surtout, qu'elle est isolée, puisqu'elle se trouve à au moins 95 années-lumière de l'amas dense d'étoiles le plus proche, R136. D'où vient cette étoile ? On l'ignore, mais les astronomes voient deux possibilités. Soit elle s'est formée sur place, auquel cas la théorie de la formation des étoiles massives doit être revue ; soit l'étoile s'est lentement échappée de l'amas R136 où elle serait née, ce qui en ferait l'étoile la plus massive de ce type et représenterait un défi pour les scénarios d'éjection d'étoiles de leur amas.

→ Maurice Mashaal

J. M. Bestenlehner et al., *Astronomy & Astrophysics*, vol. 530, L14, 2011

Préhistoire

Des menhirs couchés

Deux menhirs trouvés en mai dernier par l'INRAP dans la cour d'une ferme gauloise, au lieu-dit des Basses Coutures à Champagne-sur-Oise, intriguent les archéologues, parce qu'ils ont été abattus volontairement.

La première explication qui vient à l'esprit est qu'Obélix les a livrés, mais a oublié de les dresser. Boutade mise à part, un rapprochement entre les Gaulois et les menhirs est absurde pour les archéologues. En effet, il y a davantage de siècles entre l'époque gauloise et celle de l'érection des menhirs, qu'entre nous et les Gaulois !

Ce sont les sociétés très hiérarchisées du Néolithique moyen qui ont érigé des monuments mégalithiques, dont les menhirs. Ceux des Basses Coutures ont été installés quelque 3 500 ans avant notre ère. Longs de deux mètres pour une largeur d'environ 0,8 mètre, ils ne sont pas de la même pierre. L'un est en grès et l'autre en calcaire.

Tous deux ont été mis en forme ; celui en calcaire a été taillé, tandis que le menhir en grès a été piqueté. Pour quelle raison ? Il est possible que l'on ait cherché à leur donner une apparence quelque peu humaine, pour garder la mémoire de personnages notables. Plus concrètement, ce qui intrigue les archéologues, c'est qu'ils ont été couchés et enterrés volontairement, une situation déjà rencontrée.

→ F.S.

À Belz, dans le Morbihan, l'équipe de Stéphan Hinguant de l'INRAP a en effet découvert tout un monument mégalithique à base de menhirs, qui ont eux aussi tous été renversés et enfouis. Les datations font remonter l'érection du monument à plus de 5 000 ans avant notre ère. Quant au renversement de ces pierres, il est antérieur au III^e millénaire avant notre ère, puisque les archéologues ont pu identifier un niveau datant de cette époque au-dessus des blocs déjà couchés.

Ainsi, les menhirs de Belz ont été couchés et enfouis peut-être dès le Néolithique moyen ou durant le Néolithique final, quelque 3 000 ans avant notre ère. L'ont-ils été parce que, bien après la perte de tout souvenir de leur signification originelle, ils étaient encore chargés d'une valeur symbolique à la fin du Néolithique, comme les menhirs le sont encore aujourd'hui ?

À Champagne-sur-Oise, la même interprétation est possible, mais la période d'enfouissement des deux menhirs n'a pas été établie avec certitude. Le fait que des blocs de la taille de moellons aient été trouvés à côté des deux menhirs suggère que d'autres menhirs ont été exploités par des carriers opportunistes. Les monuments auraient donc été couchés pour être débités facilement. Quand ? Le clou gaulois découvert entre les deux menhirs suggère que ce fut à l'époque gauloise.



Denis Glicksman / INRAP

Les deux menhirs de Champagne-sur-Oise.

★ musée du quai Branly

LÀ OÙ DIALOGUENT LES CULTURES



MAYA

DE L'AUBE AU CREPUSCULE

COLLECTIONS NATIONALES DU GUATEMALA

www.quaibranly.fr

Avec le mécénat de PERENCO



metre

GRANDS
REPORTAGES

Le Point

Europe 1

SCIENCE



Fnac 0 892 684 694 (0,34€/minute) www.fnac.com - Ticketnet 0 892 390 100 (0,34€/minute) www.ticketnet.fr
Mosaïque de coquillage, Topoxte, Petén, période classique tardive, Museo Nacional de Arqueología y Etnología de Guatemala © Ministerio de Cultura y Deportes de Guatemala

En bref

UN ENSEIGNANT EFFICACE

Quelle méthode d'enseignement est la plus efficace : le cours magistral dans un immense amphithéâtre, où un professeur de renom expose son cours à des étudiants, ou le cours « pratique et dynamique » où un jeune postdoctorant, peu expérimenté, pose des questions aux étudiants, discute avec eux des problèmes et réalise des ateliers pratiques ? Le second, confirment Louis Deslauriers et ses collègues, de l'Université *British Columbia* à Vancouver. Les étudiants sont alors plus motivés et plus assidus en cours.

GÉOMÉTRIE INTUITIVE

La géométrie plane serait intuitive : même des Indiens isolés de l'Amazonie savent ce que sont des droites parallèles et ont une bonne estimation de la somme des angles d'un triangle. Une équipe franco-américaine l'a montré en comparant les résultats de 22 adultes et 8 enfants *mundurucú* à ceux d'individus américains et français ayant des notions de géométrie. Cette aptitude n'apparaîtrait que vers l'âge de six ou sept ans. Est-elle innée ou acquise lorsque l'enfant s'approprie l'espace ?



Pièces d'argent de huit *reales* frappées à Potosi, en Bolivie, sous le règne de Philippe II, au XVI^e siècle (a et b) et à la fin du XVIII^e siècle (c et d).

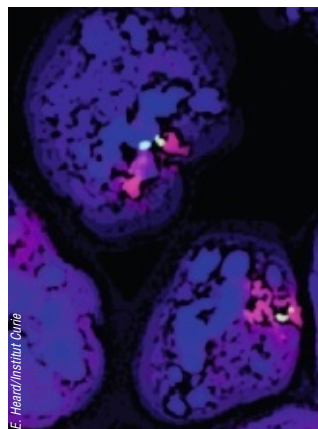
Génétique

La danse des chromosomes X

Chez la plupart des mammifères, les deux chromosomes sexuels des mâles, X et Y, ne se ressemblent pas, le chromosome Y étant bien plus petit que le chromosome X. Pourtant, les cellules des mâles ne souffrent pas de l'absence d'un second chromosome X. Pourquoi ? Parce que les cellules des femelles fonctionnent aussi avec un seul chromosome X : l'autre est inactivé. L'équipe d'Édith Heard, de l'Institut Curie, du CNRS et de l'INSERM, a précisé le mécanisme de cette inactivation.

L'extinction d'un chromosome X a lieu très tôt lors du développement et se conserve sur des centaines de divisions cellulaires. Dans le « centre d'inactivation » d'un des deux chromosomes X (au hasard), un gène majeur de l'inactivation, nommé *Xist*, s'exprime. Il commande la synthèse d'un ARN *Xist* non codant (il ne produit pas de protéine) qui recouvre l'ensemble du chromosome X dont il

est issu. Cet ARN empêche ainsi les gènes de ce chromosome de s'exprimer. Mais un autre ARN non codant, *Tsix* (un transcrit anti-sens de *Xist*), peut à son tour bloquer la production de *Xist* ; un phéno-



Dans le noyau (en bleu) de cellules souches de souris en cours de différenciation, l'un des deux chromosomes X (en bleu vert) est éteint par la surexpression d'un ARN non codant nommé *Xist* (en rose).

mène d'opposition complexe entre ces deux ARN non codants impose l'extinction de l'un ou l'autre des deux chromosomes X.

É. Heard et ses collègues ont pour la première fois observé en temps réel la dynamique spatio-temporelle d'extinction du chromosome X dans des cellules souches embryonnaires de souris. Ils ont assisté à un ballet de chromosomes : ils entrent en contact en des régions précises, notamment au niveau des centres d'inactivation. Au début de la différenciation, les régions portant le gène *Tsix* restent accolées pendant 45 minutes, de sorte que l'un des deux gènes *Tsix* s'éteint. Cela permettrait l'expression et l'accumulation de l'ARN non codant *Xist* sur le chromosome portant le gène actif. Ce contact prolongé constituerait le début du processus qui détermine lequel des chromosomes X est éteint.

→ B. S.-L.

O. Masui et al., *Cell*, vol. 145(3), pp. 447-458, 2011

Archéologie

L'argent espagnol d'Europe et d'Amérique

Entre 1505 et 1650, les prix ont été multipliés par six en Europe occidentale. Cette « révolution des prix » a été attribuée à l'apport de l'argent des Amériques dans la masse monétaire européenne. Pour confirmer ou infirmer cette hypothèse, Anne-Marie Desauty, à l'École normale supérieure de Lyon, et ses collègues ont étudié les compositions isotopiques en plomb, cuivre et argent de 91 monnaies d'argent antérieures et postérieures à la découverte des Amériques.

Les résultats montrent d'abord que les pièces espagnoles européennes du XVI^e et du début

du XVII^e siècle n'ont pas été frappées à partir de métal américain. Or on estime qu'à la fin du XVI^e siècle et au début du XVII^e, environ 200 tonnes d'argent américain arrivaient chaque année à Séville, ce qui est considérable. Mais le royaume d'Espagne le consommait immédiatement dans sa lutte pour maintenir son empire européen (Italie, Autriche, Bourgogne, Pays-Bas) contre la France et l'Angleterre, étendre son empire colonial (Philippines), contrer la domination turque en Méditerranée, etc.

C'est seulement après que le traité d'Utrecht, en 1713, consacre

le démembrement de l'Empire espagnol et la soumission de l'Espagne devenue bourbonne, que le métal américain reste enfin dans la péninsule. Les données isotopiques montrent qu'il est alors surtout d'origine mexicaine. L'argent des Amériques a ainsi été essentiellement consommé en guerres et en manœuvres politiques. Mais il aurait eu une influence indirecte sur la révolution des prix en Espagne, via son utilisation dans toute l'Europe. Les chemins de l'histoire ne sont décidément pas simples.

→ F. S.

A.-M. Desauty et al., *PNAS*, vol. 108, pp. 9002-9007, 2011

Biophysique

Nager dans de l'élastique

Des micro-organismes qui nagent dans un fluide viscoélastique ? La situation est fréquente : micro-organismes vivant dans la boue ou les fluides intestinaux, spermatozoïdes évoluant dans le liquide séminal, etc. Pourtant, les études expérimentales ont été rares jusqu'ici. Or Xiaoning Shen et Paulo Arratia, à l'Université de Pennsylvanie, viennent d'étudier les effets de l'élasticité du fluide sur la nage du ver nématode *Caenorhabditis elegans*, un organisme modèle pour les biologistes, qui fait environ un millimètre de long. Ils ont observé que l'élasticité du liquide ralentit le mouvement des vers. Leur vitesse décroît avec l'élasticité, le ralentissement pouvant atteindre 35 pour cent de la vitesse atteinte dans un fluide ordinaire comme l'eau. Ces résultats sont compatibles avec certaines études théoriques. Mais les recherches n'ont pas jusqu'ici abouti à une vision claire des mécanismes de propulsion dans un fluide viscoélastique. Il se pourrait ainsi que certains types de nage soient au contraire facilités, ce que de futures expériences devront déterminer.

→ M. M.

X. N. Shen et P. E. Arratia, *Physical Review Letters*, vol. 106, 208101, 2011

Environnement

Pollution isocyanique

L'acide isocyanique (HCNO) est l'un de ces polluants présents dans l'atmosphère dont on ignore les concentrations précises. James Roberts et ses collègues, à Boulder dans le Colorado, se sont penchés sur la question et tirent un signal d'alarme : l'acide est présent en quantité suffisamment importante dans l'atmosphère pour avoir des conséquences néfastes sur la santé.

Les chercheurs ont montré que la concentration atmosphérique de cet acide, à Los Angeles et à Boulder, villes étudiées à titre d'exemples, atteint 0,2 partie par milliard en volume. Or on sait qu'au-delà de une partie par milliard, des risques pèsent sur la santé. Ils ont en outre confirmé que l'acide isocyanique est libéré en quantités importantes avec la fumée de cigarettes, la combustion industrielle, le chauffage, les feux de forêt et même les gaz d'échappement des véhicules. Plusieurs études ont montré que l'acide isocyanique peut modifier certaines protéines dans l'organisme et accroît le risque de diverses maladies telles que la cataracte.

→ B. S.-L.

J. Roberts et al., *PNAS*, en ligne, 16 mai 2011

DERNIÈRE minute ...

NOUVELLES SUPERNOVAE

L'intense rayonnement des supernovae provient d'habitude de l'onde de choc dans l'étoile, de la désintégration des éléments synthétisés durant l'explosion, ou de l'interaction des éjectas avec l'hydrogène environnant. Robert Quimby, de l'Institut de technologie de Californie, a identifié six supernovae qui ne peuvent être expliquées par ces mécanismes : dix fois plus

brillantes que les supernovae classiques de types IA, elles ne présentent nulle trace d'hydrogène. Une nouvelle classe d'objets ?

RIDES ET PLIS EN CASCADES

Quand on maintient l'un des bords d'un film de matière souple (par exemple en graphène), la surface développe des plis, comme avec des rideaux. Une équipe internationale de physiciens

a établi que la répartition de ces rides fait apparaître une hiérarchie universelle et autosimilaire, le nombre de plis augmentant comme une puissance de la distance au bord contraint. Des films de graphène aux rideaux, il n'y a qu'un pas...



Retrouvez plus d'actualités
et toutes les références sur
www.pourlascience.fr

Biologie animale

De la royalactine pour régner

Notre alimentation influe sur notre vie. C'est particulièrement vrai chez les abeilles où la nourriture fait d'une larve soit une ouvrière pour la plupart, soit une reine pour les « élues ». L'aliment qui fait la différence est la gelée royale : la larve à qui les nourrices en donnent plus longtemps qu'aux autres devient reine et ce, alors que toutes les abeilles ont le même patrimoine génétique. Maski Kamakura, de l'Université de Toyama, à Imizu, au Japon, a découvert l'ingrédient qui décide d'un destin royal.

Une première série d'expériences a consisté à étudier l'évolution de la gelée en fonction du temps : au bout de 30 jours, à une température de 30 °C, la mixture perdait tout pouvoir sur le devenir d'une larve. L'analyse de la gelée à différentes étapes du processus de dégradation a mis en évidence une protéine, qui fut nommée royalactine. Purifiée en laboratoire et testée sur des larves, elle induit les trois modifications observées chez une

reine : un développement accéléré, une augmentation de la masse corporelle et celle du volume des ovaires. Plus étonnant, la royalactine déclenche les mêmes changements chez la mouche du vinaigre, la drosophile !

La royalactine active une enzyme, la kinase p70S6, qui favorise la croissance du corps et l'accélération de son développement, mais aussi la production d'hormone juvénile, un composé qui participe à l'augmentation du volume des ovaires. D'autres expériences ont révélé le rôle du récepteur au facteur de croissance épidermique (EGFR), un récepteur à la surface des cellules, dans le contrôle de ces différentes manifestations. En influant sur l'expression de plusieurs gènes via diverses enzymes, dont la kinase p70S6, ce récepteur est au cœur de nombreuses fonctions cellulaires. La royalactine activerait ce récepteur.

→ L. M.

Nature, vol. 473, pp. 478-483, 2011



Deux larves se développent dans de la gelée royale.