

→ BONHEUR ET STATISTIQUES

Sous les chiffres (statistiques sociales ou données économiques), il y a toujours des mots : ceux qui définissent les entités mesurées par ces chiffres. Sous les mots, il n'y a pas toujours de chiffres. Les Français ont-ils été moins heureux sous Mitterrand que sous Félix Faure ? Sont-ils aujourd'hui plus heureux que les Japonais ? Cela ne se chiffre pas.

Certains chercheurs mesurent les degrés de paix, de liberté, d'éducation, de qualité de vie, etc., qui règnent dans un pays, et en déduisent une évaluation chiffrée de ce qu'ils nomment le bonheur global du pays. Mais cela dit peu de choses sur le bonheur des habitants. Le sens commun le sait : on peut avoir tout pour être heureux et ne pas l'être, on peut affronter l'adversité et ne pas être malheureux. Le bonheur d'un individu dépend de son sentiment d'avoir, ou non, trouvé sa place en ce monde. Cette question intime, métaphysique, échappe à la notion de bonheur global du pays.

Elle échappe aussi aux enquêtes demandant aux gens de se situer sur une échelle du bonheur allant de 0 à 10. Aucune graduation ne correspond à cette remarque de Tolstoï : « Éternelle erreur de ceux qui croient trouver le bonheur dans l'accomplissement de tous leurs vœux » (*Anna Karénine*, 1877). Aucune graduation ne rend compte de cette expérience de Jules Renard : « J'ai connu le bonheur, mais ce n'est pas ce qui m'a rendu le plus heureux » (*Journal*, 1895). Que ces propos soient paradoxaux, donc impossibles à situer sur une échelle, ne les disqualifie pas, au contraire. Le bonheur, sentiment plein d'ambivalences, est un



mystère individuel. Ne le violentons pas à coups de traitements statistiques.

→ LE FLUX ET LE... REFUS

Pour avoir prononcé le mot race devant une lycéenne, je me suis fait reprendre. L'emploi de ce mot révélait ma croyance en l'existence des races humaines. Or il n'y a qu'un pas de cette croyance au racisme. Donc je n'aurais jamais dû parler de race. Pour ma défense, j'ai fait observer que nul ne peut prétendre que l'humanité soit d'une parfaite homogénéité. Alors, comment désigner les divers groupes humains ? Le mot correct, ai-je appris, est *ethnie*.

Quelle nouvelle prometteuse ! Quand j'avais l'âge de la lycéenne, le mot *ethnie* était fréquent dans le langage courant. Et il véhiculait des préjugés. Alors, on a mis en garde contre ce mot, et le langage courant, peu soucieux de précision, l'a remplacé par *race*. On constate aujourd'hui – qui l'eût cru ? – que ce mot s'accompagne de préjugés, et que ces préjugés raciaux ressemblent aux préjugés ethniques d'hier.

Faire et défaire, c'est toujours travailler, dit le proverbe. J'ai bien peur que, en l'occurrence, faire et défaire, ce soit tout simplement ne rien faire.

→ PRÉVISIONS DÉJOUÉES

« De toute la politique, il n'y a qu'une chose que je comprenne, c'est l'émeute », écrivait Flaubert (*Lettre à Louise Colet*, 1846). Cela revenait à dire que l'absence d'émeute est incompréhensible. Et de fait : à peu près partout et tout le temps, il y a tant d'injustices, tant d'oppression, tant de tromperies des dirigeants, tant de raisons de se soulever contre l'ordre en place ! Tout laisse toujours prévoir une explosion sociale imminente.

Cette prévision, pourtant, se réalise rarement. Toutes les conditions incitant

à la révolte semblent réunies, et celle-ci ne se produit pas. Du coup, lorsque des troubles éclatent effectivement, on est pris au dépourvu. À force de s'y attendre, on avait fini par ne plus s'y attendre.

Il y a, en logique, le paradoxe de l'examen surprise. Il y a, en politique, le paradoxe de l'émeute surprise.



→ BAISER MATHÉMATIQUE

J.-J. Rousseau s'étant montré malade avec une courtisane vénitienne, celle-ci lui conseilla de s'occuper plutôt de mathématiques (*Confessions*). Déjà à l'époque, les mathématiques passaient pour ennemies de la sensualité !

C'est mal les connaître, comme en atteste leur emploi du mot « osculateur ». Le cercle osculateur à une courbe en un point est celui qui, parmi tous les cercles tangents à la courbe, a, avec elle, le contact le plus étroit. Or l'adjectif osculateur dérive du substantif latin *osculatio*, le baiser, lui-même dérivé du latin *os*, la bouche.

Cela a fait sourire Louis Sébastien Mercier (1740-1814). À l'article « Baiser » de son dictionnaire *Néologie*, il se demande « ce que c'est que baiser », et il répond en citant un mathématicien qu'il qualifie de « très connu » : « C'est approcher jusqu'au point de contact deux courbes qui ont la même courbure. » Mercier ajoute un commentaire égrillard, mais ne précise pas qui était ce mathématicien. La chronologie exclut Leibniz (1646-1716). C'est pourtant à lui qu'on attri-

bue la distinction entre les cercles touchant (en latin *tangente*) une courbe donnée et le cercle baisant (en latin *osculante*) celle-ci.

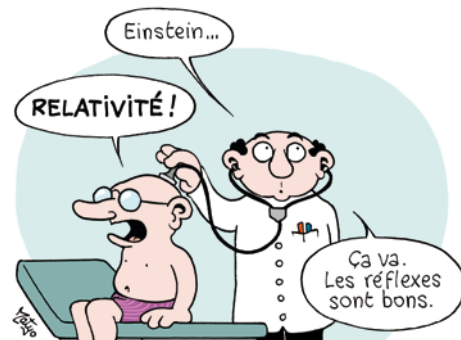
Pourquoi tant de gens détestent-ils les mathématiques, alors qu'elles éclairent un sujet qui les « touche » tous de près ?

→ INACCESSIBLE ESSENTIEL

De la psychologie aux mathématiques, de l'économie à la physique, etc., les œuvres essentielles, c'est-à-dire indispensables pour comprendre le monde, abondent. Elles sont si nombreuses, qu'un individu ne peut en connaître à fond qu'une part infime. Les autres, il est contraint de

les réduire à un terme plus ou moins vague : Einstein et relativité, Gödel et incomplétude, Derrida et déconstruction, Popper et falsifiabilité, Foucault et archéologie, Lévi-Strauss et structuralisme, etc. Quant au monde, personne ne le comprend, évidemment.

L'essentiel est une denrée banale. Y atteindre ne donne donc aucune supériorité inexpugnable et ne met pas à l'abri de coups venus d'ailleurs. Celui qui ne conçoit pas que sa démarche peut être sapée par une autre a une attitude réductrice. C'est le cas d'un philosophe s'il pense que seuls des philosophes sont compétents pour le critiquer, et s'il n'imagine pas que ses travaux peuvent être réfutés par une découverte scientifique. C'est le cas d'un scientifique s'il n'admet pas que la science peut être



interpellée par la philosophie ou par une contestation venue de la société, etc.

Le monde est hétéroclite, tout interagit avec tout, dans une pagaille dont aucune démarche ne sort indemne. Même quand on atteint l'essentiel, on laisse échapper l'essentiel. ■



LES RENDEZ-VOUS DU MUSÉUM

{ Partagez les savoirs }

Entrée gratuite

CONFÉRENCES

Lundi 16 septembre — 18h : Insectes et mimétisme
M. Joron, chercheur au CNRS, dépt. Systématique et Évolution, Muséum

Lundi 30 septembre — 18h : Voyage au pays des succulentes
D. Larpin, botaniste, Muséum

UN CHERCHEUR / UN LIVRE

Lundi 23 septembre — 18h : La vénus hottentote, entre Barnum et Muséum
C. Blanckaert, Historien des sciences, dépt. Hommes, natures et sociétés, Muséum – CNRS

FILMS

Séance « Art & Science »

Samedi 28 septembre — 15h30 : La préhistoire du cinéma (ou l'art paléolithique comme première forme de narration graphique)
M. Azéma, spécialiste de l'art pariétal

MÉTIER DU MUSÉUM

Dimanche 29 septembre — 15h : Entomologiste, F. Legendre

Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution — 36 rue Geoffroy St-Hilaire

COURS PUBLICS

Évolution animale et humaine : de l'Histoire à l'actualité des sciences
1^{re} session par A. Langaney, Professeur au Muséum.

Jeudi 19 septembre — 18h
De la Création à l'Évolution : l'invention de la biologie

Jeudi 26 septembre — 18h
L'Évolution détournée : par le plaisir, puis par les humains

Grand Amphithéâtre du Muséum — 57 rue Cuvier

Au Jardin des Plantes

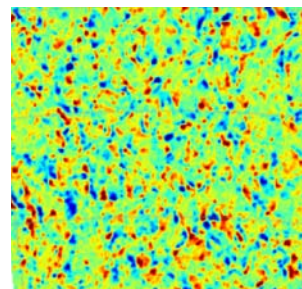
Détails sur jardindesplantes.net, dans "l'agenda du jardin"



Cosmologie

Le fond diffus cosmologique révèle ses modes B

Une composante de la polarisation du rayonnement fossile de l'Univers a été mise en évidence grâce au radiotélescope SPT. C'est un pas de plus pour comprendre l'Univers primordial.



Le radiotélescope SPT (*South Pole Telescope*, à gauche), situé en Antarctique, étudie le fond diffus cosmologique. Grâce à lui, les physiciens ont reconstruit des cartes du ciel (*ci-dessus*) qui mettent en évidence un certain type de polarisation du rayonnement, dit mode B secondaire. L'étude des modes B du fond diffus ouvre une fenêtre sur l'inflation cosmique survenue aux débuts de l'Univers.

Le rayonnement émis alors que l'Univers était âgé d'environ 380 000 ans n'a pas fini de révéler ses secrets. Bien que très atténué, il est observable par certaines expériences, par des satellites, tel *Planck*, ou par des radiotélescopes au sol, tel SPT (*South Pole Telescope*). Ce rayonnement du fond diffus cosmologique est polarisé et ses « modes B » ont été mesurés pour la première fois par SPT.

La polarisation d'une onde électromagnétique caractérise la direction dans laquelle oscille le champ électrique de l'onde. Globalement, le rayonnement capté de la voûte céleste peut être décomposé en deux modes de polarisation notés E et B . La plupart des phénomènes polarisent la lumière du ciel selon le mode E . Le mode B est, lui, lié à l'Univers primordial. Lors de la phase inflationnaire – époque où

l'Univers, âgé d'une fraction de seconde, a connu une brève mais fulgurante expansion –, des ondes gravitationnelles, c'est-à-dire des vibrations de l'espace-temps, se sont créées et ont conduit à un mode B de polarisation du rayonnement du fond diffus.

Mesurer ce mode, l'un des objectifs de *Planck* et de SPT, permettrait d'étudier l'inflation. L'amplitude du mode B dû à l'inflation étant beaucoup plus faible que celle du mode E , elle est difficile à mesurer. Cependant, les physiciens de SPT ont pu détecter une autre source de mode B , dit secondaire.

Les variations de densité dans l'Univers déforment l'espace-temps, ce qui défléchit légèrement la lumière; on parle d'effet de lentille gravitationnelle. Les photons du fond diffus sont soumis à ce phénomène sur l'ensemble de leur trajet, mais l'effet reste faible.

Il a cependant pour conséquence de brouiller les distributions des modes E et B et de les mélanger. Il s'ensuit une augmentation importante de l'amplitude du mode B , et c'est ce phénomène que les observations du SPT ont mis en évidence.

Cette découverte du mode B secondaire est intéressante pour la recherche du mode B primordial, car elle démontre que les mesures actuelles ont atteint le niveau de performance qui leur permet de détecter ce mode. Reste que, pour le mode B primordial, l'expérience SPT n'est pas la plus adaptée: l'effet est surtout sensible sur de grandes échelles angulaires, auxquelles le radiotélescope n'a pas accès. On attend donc beaucoup du satellite *Planck*.

→ Sean Bailly

D. Hanson et al.,
<http://arxiv.org/abs/1307.5830>

Éthologie

L'appel des grands dauphins

Lors d'expériences, les dauphins ont la capacité d'apprendre à utiliser un signal arbitraire pour désigner un objet. Qu'en est-il à l'état sauvage? Les dauphins utilisent-ils cette capacité pour communiquer? Pour le savoir, Stephanie King et Vincent Janik, de l'Université de Saint Andrews, en Écosse, ont suivi une population de grands dauphins (*Tursiops truncatus*) sauvages au large de la côte Est écossaise. Ces dauphins ont la particularité d'émettre chacun un sifflement propre à l'individu, caractérisé par un motif de modu-

lation de fréquence distinct – une sorte de signature qui permet de l'identifier.

Les biologistes ont émis des sifflements synthétiques



Un grand dauphin (*Tursiops truncatus*) sautant, en mer du Nord.

qui reproduisaient ceux de dauphins du groupe et d'autres émis par une autre population. Chaque dauphin ne répondait (par son sifflement personnel) qu'à un seul signal: la copie de son propre sifflement. Selon les auteurs, cela signifie que les dauphins utilisent leur sifflement personnel pour s'interpeller: si un dauphin répond à son propre sifflement, c'est parce qu'il le fait déjà habituellement. En réponse à qui? À des dauphins qui auraient appris son sifflement pour le désigner...

→ Marie-Neige Cordonnier

PNAS, en ligne le 22 juillet 2013

Neurosciences

Créer de faux souvenirs

Que dire de ce témoin oculaire d'un crime qui est sûr de ce qu'il a vu, alors que toutes les autres preuves de l'enquête contredisent sa version: ses souvenirs sont-ils erronés? L'être humain dispose d'un répertoire de représentations mentales qui se mettent en place selon plusieurs mécanismes: le rappel de souvenirs, le rêve et l'imagination. Ces représentations peuvent-elles être modifiées par des stimulus externes? Les travaux de Steve Ramirez et ses collègues, du MIT à Cambridge, montrent que oui: ces chercheurs ont réussi à fabriquer de faux souvenirs chez la souris!

Les neurobiologistes ont utilisé un modèle de mémoire épisodique chez la souris en lui fabriquant des souvenirs de conditionnement «aversif»: une souris placée dans un lieu donné y reçoit un faible choc électrique aux pattes, de sorte qu'à chaque fois qu'elle se retrouve au même endroit, elle manifeste des réactions de peur.

S. Ramirez et ses collègues ont d'abord placé la souris dans un environnement A (où elle ne reçoit pas de chocs électriques). Ils ont ensuite identifié dans son hippocampe – le siège cérébral de la mémoire – les neurones qui



Des travaux sur la souris montrent que l'on peut implanter un faux souvenir dans le cerveau. À quand le souvenir d'avoir vu un éléphant flottant au-dessus de l'océan?

s'activent uniquement quand la souris est dans ce lieu. Puis ils ont génétiquement modifié ces neurones, associés à la mémoire du lieu A, afin qu'ils s'activent lorsqu'ils reçoivent de la lumière.

Ils ont ensuite conditionné la souris à la peur dans un autre environnement, noté B, tout en stimulant avec de la lumière les neurones associés à l'environnement A.

Les neurobiologistes ont alors constaté que la souris manifeste une réaction de peur dans l'environnement A: le souvenir erroné est en place! Le vrai souvenir (dans l'environnement B) et le faux se recourent et activent des régions cérébrales semblables, telle l'amygdale, impliquées dans les comportements de peur. Pour la première fois, on accède à certains mécanismes cérébraux impliqués dans les faux souvenirs.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

S. Ramirez et al., Science, en ligne le 26 juillet 2013

En bref

Fumer donne envie de boire

Les études épidémiologiques montrent que les fumeurs boivent plus d'alcool que les non fumeurs; les alcooliques sont d'ailleurs dix fois plus nombreux parmi les fumeurs. John Dani et ses collègues, à Houston, ont identifié sur des rats les mécanismes en cause. L'alcool active des neurones qui synthétisent de la dopamine, l'un des messagers cérébraux du plaisir. Or la nicotine diminuerait cette activation, via une cascade de réactions impliquant la corticostérone, l'hormone du stress. L'obtention d'un plaisir égal nécessiterait alors plus d'alcool.

Geysers sur Encélade

La lune de Saturne émet des panaches de vapeur d'eau et de glace près de son pôle Sud. Matt Hedman, de l'Université Cornell, et ses collègues ont utilisé des images de la sonde Cassini pour montrer que l'activité des geysers est contrôlée par les forces de marée de la planète. Lorsque Encélade est proche de Saturne, des contraintes mécaniques resserrent les failles qui laissent passer peu d'eau. Lorsque la lune s'éloigne, les failles s'ouvrent et les geysers deviennent importants.

La durée de vie du photon

Le photon est, en théorie, de masse nulle. Du point de vue expérimental, les physiciens ont établi que sa masse est inférieure à 10^{-54} kilogramme. Julian Heeck, de l'Institut Max Planck de Heidelberg, a analysé les contraintes sur la durée de vie d'un photon doté d'une masse non nulle. Dans ce scénario, le photon pourrait se désintégrer en particules plus légères, ce qui déformerait le spectre du rayonnement de fond diffus cosmologique. Résultat des calculs du physicien: la durée de vie du photon est d'au moins 10^{18} ans!

En bref

L'autoroute de l'enfer

Depuis la formation du magma dans le manteau terrestre à son éruption en surface, le temps écoulé serait, dans certains cas, plus court qu'on ne le pensait. Philipp Ruprecht et Terry Plank, de l'Université Columbia, ont analysé la composition en nickel de cristaux d'olivine du volcan Irazú au Costa Rica. Ces cristaux se forment pendant l'ascension du magma. Ils indiquent que le magma aurait traversé les 35 kilomètres de la croûte en quelques mois ou quelques années au plus.

La vengeance de la plante

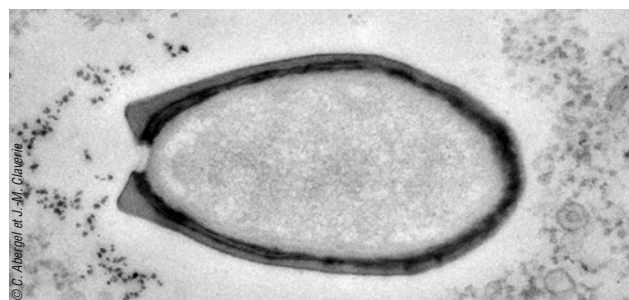
Comment empêcher qu'un partenaire devienne un parasite ? Pierre-Jean Malé et ses collègues, du CNRS et de l'IRD, ont observé un mécanisme original chez la plante *Hirtella physophora*. Dans des poches situées à la base de ses feuilles, elle abrite des fourmis qui la protègent des insectes phytophages. Ces fourmis détruisent parfois ses boutons floraux, ce qui force la plante à réallouer ses ressources dans la production de feuilles. Mais quand elles en abusent, elle fabrique des poches trop petites pour être utilisables par ces insectes !

Microbiologie

Pandoravirus : un record de taille

Il y a dix ans, on découvrait des virus géants. *Mimivirus*, en 2003, puis *Megavirus chilensis*, en 2010, battaient tous les records de taille. Mais plus que leurs dimensions, ces micro-organismes interpellent par le nombre de gènes qu'ils possèdent et par leur fonctionnement. L'équipe de Chantal Abergel et Jean-Marie Claverie, du CNRS et de l'Université Aix-Marseille, a découvert deux virus encore plus grands, qu'elle a nommés pandoravirus.

En général, les virus s'introduisent dans une cellule et détournent à leur profit les fonctions cellulaires de l'hôte afin de se multiplier. Le matériel génétique des virus géants – jusqu'à 1200 gènes – leur permet de produire les protéines nécessaires à la réplication de leur ADN sans avoir à utiliser l'appareil génétique de la cellule. Néanmoins, ils parasitent des cellules pour exploiter



Le pandoravirus doit son nom à sa forme en amphore et au grand nombre de gènes de fonction inconnue qu'il contient.

leurs ressources en nutriments. J.-M. Claverie et son équipe ont découvert deux nouveaux micro-organismes, *Pandoravirus salinus* et *Pandoravirus dulcis*. Leurs dimensions dépassent le micromètre et ils possèdent respectivement 2556 et 1502 gènes. Mais il leur manque certains gènes essentiels à la réplication de l'ADN. Ainsi, les pandoravirus ont besoin de l'appareil de réplication de leur hôte pour se multiplier.

Les pandoravirus sont d'autant plus étonnants que 93 pour cent de leurs gènes n'existent ni chez les autres virus ni dans le monde cellulaire. Il n'est donc pas possible de les rapprocher des virus géants ou des organismes cellulaires. Ces découvertes soulignent la richesse du monde des micro-organismes, monde qui reste imparfaitement connu.

→ S. B.

Science, vol. 341, pp. 281-286, 2013

Astrophysique

À toute allure dans la ceinture de Van Allen

La Terre est protégée du vent solaire et du rayonnement cosmique par son champ magnétique. Parmi les composantes de ce champ, les ceintures de Van Allen, en forme de tores, sont des réservoirs de particules énergétiques. La ceinture extérieure est riche en électrons piégés se déplaçant à des vitesses élevées. Comment ces derniers acquièrent-ils une telle énergie ? Les mesures des sondes jumelles *Van Allen*, lancées en août 2012, ont permis de préciser la réponse.

Les particules énergétiques peuvent pénétrer profondément dans la matière et endommager

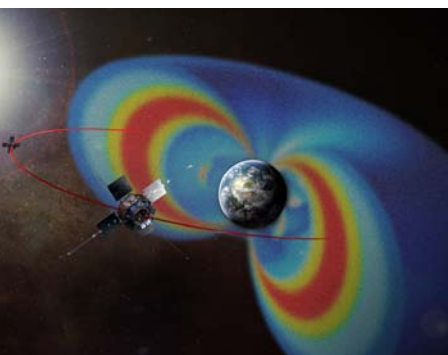
des satellites ou mettre en danger la santé d'astronautes qui seraient amenés à franchir les ceintures – par exemple pour aller sur la Lune ou sur Mars.

Il est probable que l'accélération et le gain d'énergie des électrons se produisent au sein de la ceinture. Deux mécanismes sont envisagés : l'accélération par transport radial ou l'accélération locale. Dans le premier, les électrons migrent d'une région de faible champ magnétique à une région, plus proche de la Terre, où le champ est plus intense. Ils sont alors accélérés. Dans le second scénario, une source locale fournit l'énergie aux électrons.

En octobre 2012, les deux sondes *Van Allen* ont mesuré une hausse rapide d'activité dans la ceinture extérieure. Le phénomène a débuté au centre de cette ceinture et s'est propagé aussi bien vers l'intérieur que l'extérieur. Cette observation favorise le scénario de l'accélération locale. L'accélération par transport radial aurait conduit à une augmentation d'activité de l'extérieur vers l'intérieur. L'énergie serait fournie par des ondes électromagnétiques qui parcourent la ceinture, mais ces ondes restent à déterminer.

→ S. B.

G. D. Reeves et al., Scienceexpress, 2013



Cette vue d'artiste représente les ceintures de Van Allen en fausses couleurs. Les propriétés de ces régions de la magnétosphère sont analysées par les sondes jumelles *Van Allen*.

Océanographie

Neutrinos ou océanographie ?

Au large de Toulon, à 2 400 mètres de profondeur, veillent les 900 photomultiplicateurs d'*Antarès*, un télescope sous-marin dédié à la détection des neutrinos cosmiques. Ces particules, dont l'interaction avec l'eau produit un faible signal lumineux, renseignent sur les phénomènes astrophysiques qui les émettent. Une équipe coordonnée par le CNRS a mis en évidence une autre application possible : le suivi de la bioluminescence et, ainsi, des mouvements des masses d'eau.

Quelque 90 pour cent des organismes abyssaux émettent de la lumière. Ce bruit de fond lumineux est devenu environ 100 fois plus intense à deux reprises, en 2009 et en 2010. Les chercheurs l'expliquent par une intensification de l'activité biologique profonde, résultant de l'arrivée d'eaux de surface riches en oxygène et en nutriments. Refroidies par les vents, ces eaux, devenues ainsi plus denses, se seraient enfoncées. *Antarès* permettrait ainsi de détecter ces mouvements de façon indirecte.

→ Guillaume Jacquemont

C. Tamburini et al., *PLoS ONE*, vol. 8, e67523, 2013



Les photomultiplicateurs d'*Antarès* en cours d'installation.

Physique des particules

Mésons B trouble-fête

Le modèle standard de la physique des particules décrit avec succès les interactions des particules fondamentales. Toutefois, les physiciens savent que ce modèle n'est que la manifestation à basse énergie d'une théorie plus fondamentale, dont il espèrent trouver des indices au LHC (le grand collisionneur de hadrons du CERN, près de Genève).

Pour trouver cette « nouvelle physique », les physiciens étudient notamment la désintégration des mésons B, constitués d'un quark *b* et d'un antiquark. Sébastien Descotes-Genon, du Laboratoire de physique théorique d'Orsay, et ses collègues ont analysé un canal de désintégration d'une telle particule : certaines propriétés calculées théoriquement se révèlent en désaccord avec les observations. Cependant, les mesures d'autres processus liés aux mésons B sont compatibles avec les prévisions du modèle standard. Il en résulte de fortes contraintes sur la construction de modèles allant au-delà de cette théorie.

→ S. B.

S. Descotes-Genon et al., <http://arxiv.org/abs/1307.5683>

Biophysique

L'angle des ramifications végétales

Beaucoup de plantes comportent une tige principale verticale à partir de laquelle croissent des tiges secondaires. Ces branches latérales poussent avec un angle spécifique de l'espèce. Comment est contrôlée l'orientation de la tige secondaire ? Stefan Kepinski, de l'Université de Leeds, et ses collègues ont proposé un processus mettant en compétition deux phénomènes de croissance des cellules.

La direction des tiges principales est déterminée par l'orientation de la gravité. C'est par ce phénomène, dit de gravitropisme, qu'une plante poussant sur une pente adopte une direction verticale. Le mécanisme est bien connu : certaines cellules, des statocytes, sont sensibles à l'orientation de la gravité. Elles contiennent des organites, plus denses que le cytoplasme, qui sédimentent dans le bas de la cellule et signalent ainsi la direction verticale. Si la tige s'en écarte, un signal hormonal est émis vers les cellules du côté le plus bas de la tige. L'auxine, une hormone végétale, favorise localement la croissance de ces cellules, et la branche se redresse.

Mais les tiges secondaires ne poussent en général pas à la verticale. Quel est le processus qui confère à ces tiges leur inclinaison ? S. Kepinski et son équipe ont proposé l'intervention de deux mécanismes. Le phénomène gravitropique, celui des tiges verticales, est toujours présent. Il est contrebalancé par un effet antigrafitropique qui contrôle l'angle de déviation par rapport à l'axe vertical. Cet effet a été suggéré dès 1872 par le botaniste et généticien néerlandais Hugo de

Vries, mais il restait à savoir en quoi il consiste. Les biologistes ont étudié la plante modèle *Arabidopsis thaliana* placée dans un clinostat – un dispositif qui réduit les effets de la gravité sur la croissance des plantes par des mouvements de rotation.

Ils ont montré que l'effet antigrafitropique est constant et que son intensité détermine l'angle de la branche. Il fait lui aussi intervenir l'auxine, par un mécanisme encore inconnu.

Si la tige est trop verticale, l'effet gravitropique diminue et la tige prend une direction plus horizontale. Inversement, si la tige est trop horizontale, l'effet gravitropique se renforce. Ce schéma s'applique aussi aux racines. Il se généralise probablement à toutes les plantes. Dans le cas des plantes ligneuses, constituées de bois, le mécanisme de redressement est différent, mais pourrait suivre un principe similaire.

→ S. B.

S. Roychoudhry et al., *Current Biology*, vol. 23, pp. 1-8, 2013

