

Zoologie

Double défense pour l'aplysie

Les calmars et les pieuvres échappent aux prédateurs grâce à un jet d'encre. Les aplysies, des gastéropodes marins à corps nu, utilisent le même stratagème, mais en plus élaboré : les substances libérées perturbent les neurones de leurs agresseurs. C'est ce qu'ont mis en évidence Tiffany Love-Chezem, de l'Université d'État de Géorgie, aux États-Unis, et ses collègues.

Les aplysies disposent de deux glandes, l'une fabriquant une encre pourpre, l'autre un produit visqueux nommé opaline. Ces sécrétions, riches en acides aminés, simulent une nourriture qu'un prédateur, telle une langouste, s'empresse d'ingurgiter, laissant l'aplysie s'échapper. Ce n'est pas tout. L'opaline enduit également les antennes (les organes olfactifs) du crustacé et supprime son odorat. Ce serait le premier cas connu d'un système de défense fondé sur l'inactivation des sens du prédateur !

→ L. M.

T. Love-Chezem et al., *J. Exp. Biol.*, vol. 216, pp. 1364-1372, 2013

Médecine

Un médicament antiprion ?

La maladie de Creutzfeldt-Jakob et l'encéphalopathie spongiforme bovine (la maladie de la « vache folle ») sont des pathologies neurodégénératives liées à un repliement anormal d'une protéine, la protéine prion (PrP). Elles sont pour l'heure incurables et fatales. Les travaux de la biologiste française Corinne Ida Lasmézas et ses collègues, à l'Institut de recherche Scripps, en Floride, offrent une lueur d'espoir. Cette équipe a mis au point une méthode de criblage grâce à laquelle elle a identifié une molécule qui réduit la présence des protéines (anormales) PrP à la surface des cellules et prolonge la survie de souris infectées. Il s'agit de l'astémizole, un médicament contre certaines rhinites chroniques. Cette molécule pourrait ainsi, selon les auteurs de l'étude, être utilisée pour le traitement des maladies à prions.

→ M. M.

Y. E. Karapetyan et al., *PNAS*, en ligne le 1^{er} avril 2013

Astrophysique

Positrons cosmiques : AMS-02 confirme l'excès

Depuis 2011, l'expérience AMS-02 (*Alpha Magnetic Spectrometer 2*), pour spectromètre magnétique alpha 2), installée sur la Station spatiale internationale, mesure le flux de rayons cosmiques. Les premiers résultats portent sur l'énergie de près de 400 000 positrons – les antiparticules des électrons.

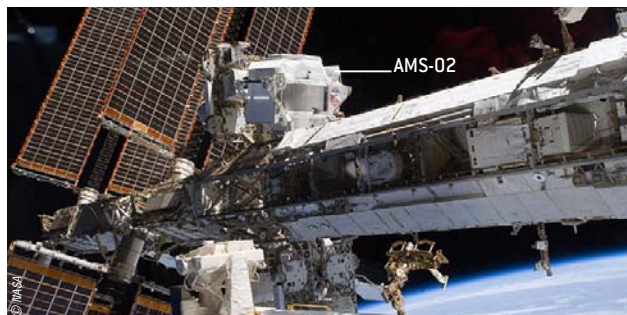
Les positrons sont rares dans la Voie lactée, et sont produits via des processus astrophysiques très particuliers. En étudiant la fraction de positrons (le rapport du flux de positrons et du flux d'électrons et de positrons) en fonction de l'énergie de ces particules, les astrophysiciens avaient observé, dans les données des expériences *Fermi* et *PAMELA*, que la fraction augmentait pour

les positrons de grande énergie. L'équipe d'AMS-02 confirme cette observation en améliorant la précision des mesures.

Quel phénomène explique cet accroissement ? Les deux hypothèses principales sont la production de paires électron-positron près des pulsars – des étoiles à neutrons en rotation rapide sur elles-mêmes –, et l'annihilation de matière noire. Certains spécialistes pensent que ce second scénario est peu probable, car l'annihilation de matière noire devrait créer d'autres signaux qui ne sont pas observés. Par exemple, elle devrait produire un signal particulier en photons que ne détecte pas *Fermi*.

→ S. B.

M. Aguilar et al., *Physical Review Letters*, vol. 110, 141102, 2013



Le détecteur AMS-02 est installé sur la Station spatiale internationale.

DERNIÈRE minute...

FORMATION IMPROBABLE D'ÉTOILES

Le voisinage du trou noir supermassif au centre de la Voie lactée semblait peu propice à la formation d'étoiles. Des forces de marée importantes étirent les nuages de gaz et les empêchent de s'effondrer et de former des étoiles. L'interféromètre ALMA aurait pourtant détecté des signes d'étoiles en formation à moins de 2×10^{13} kilomètres du trou noir. La compression du gaz pourrait être

provoquée par la collision de matière ou par la pression du rayonnement ultraviolet, intense dans cette région.

STIMULER LA MÉMOIRE PAR LE SON

Les ondes cérébrales de basse fréquence sont essentielles à la consolidation des souvenirs lors du sommeil. Or Hong-Viet Ngo, de l'Université de Tübingen, et ses collègues sont parvenus à les stimuler chez des sujets endormis en leur faisant écouter

des sons de même fréquence. Ces sons étaient en phase avec les ondes naturelles (les pics et les creux se produisaient en même temps), mesurées par électroencéphalographie. Et au réveil, les sujets se souvenaient mieux d'associations de noms apprises la veille.

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



POINT DE VUE

La physique quantique en une minute ? C'est possible !

Des clips vidéo de quelques minutes, qui vont à l'essentiel sans fioritures ni mises en scène sophistiquées : plusieurs exemples montrent que pour présenter la science moderne à un public assez large, cette méthode a du succès.

Joël CHEVRIER et Julien BOBROFF

MinutePhysics sur le site de vidéos Youtube (<http://www.youtube.com/minutephysics>) est une surprise. Une énorme surprise à nos yeux de physiciens. Ce sont, à ce jour, 79 clips vidéo de science qui durent une à deux minutes pour faire comprendre à un public large – le plus souvent des étudiants – la physique moderne, et pas la plus facile : chat de Schrödinger, boson de Higgs, lumière quantique, $E = mc^2$...

Ces clips en anglais rencontrent un succès étonnant, alors que, selon l'expression sportive, ils ne lâchent rien... En moins de deux ans, MinutePhysics a enregistré 73 millions de vues et un million d'abonnés ! La seule vidéo sur le chat de Schrödinger, un effet au cœur de la mécanique quantique étudié par Serge Haroche, récent prix Nobel de physique, a été visionnée par près de trois millions de personnes.

Certes, on est loin des performances du tube *Gangnam Style* du chanteur sud-coréen Psy, mais cela se compare tout de même à *L'envie* de Johnny Hallyday, alors qu'il s'agit de mécanique quantique, la théorie la plus fondamentale sur laquelle repose notre compréhension de la matière et de la lumière. On peut donc intéresser à ce point-là avec de la physique pure et dure !

Des questions clefs de la physique de notre temps sont ainsi abordées : la

masse et le boson de Higgs, la lumière vue par S. Haroche, la mécanique quantique, Usain Bolt et la gravité, la symétrie en physique à travers le football, la flèche du temps, etc. Le discours est sec, va à l'essentiel, sans analogies banales, et utilise même parfois des équations. Nous-mêmes, enseignants-chercheurs impliqués dans des actions de vulgarisation, nous nous retrouvons pleinement dans ce qui est dit de la physique dans ces vidéos. Il ne s'agit pas de présentations au rabais, au contraire.

**PAS D'ANIMATIONS 3D,
pas de super-effets Photoshop, aucun
trucage... Juste une main qui tient un feutre
noir, en gros plan, et qui dessine à grande
vitesse sur une feuille blanche.**

Mais alors, pourquoi un tel succès ? Ce dernier tient probablement au format choisi, là aussi très inattendu. Il n'y a pas d'animations 3D, pas de super-effets Photoshop, aucun trucage ni expérience spectaculaire réalisée en direct ; juste une main qui tient un feutre noir, en gros plan, et se met à dessiner à grande vitesse sur une feuille blanche. Un peu de couleur parfois, une voix off presque en accéléré. On n'observe pas vraiment de volonté de se mettre à la portée d'un hypothétique spectateur non scientifique, sinon peut-être par un léger fond musical...

Surtout, avec des clips de une à deux minutes, il n'y a pas assez de temps pour prendre le spectateur par la main : « Qui m'aime me suive ! » Aujourd'hui, ce sont quelques millions de suiveurs. Ce qui semble fonctionner, c'est l'extrême simplicité du support qui contraste avec le sujet lui-même. Une efficacité brute qui n'est pas sans rappeler le bon vieux tableau noir, bien loin des PowerPoint qui envahissent les amphithéâtres de nos universités.

Nous réfléchissons nous-mêmes depuis longtemps à la présentation de la science, notamment par l'utilisation de nouveaux outils numériques interactifs qui, à notre sens, la renouvellent en profondeur. Nous n'aurions pas donné cher des chances d'un tel projet. Mais l'Américain Henry Reich, créateur de MinutePhysics, l'a réalisé.

Une brève recherche à l'aide de Google sur cette personne souligne ses 25 ans et un physique à la Hugh Grant jeune. Il a fait un master de physique fondamentale (bac + 5), puis un second master qui, en France, correspondrait à des études dans une école d'art et de design. Il travaille seul, mais dialogue en permanence avec des chercheurs. L'exercice est d'une grande difficulté. C'est sûrement sa double compétence physique/art qui a permis ce résultat, alliant le fond et la forme dans toutes ses dimensions, jusqu'à l'ambiance sonore et au rythme.

Quoi qu'il en soit, les résultats sont là. Qui plus est, H. Reich avec *MinutePhysics* et, tout dernièrement, *MinuteEarth* consacré aux sciences de la Terre, n'est pas un cas isolé. On peut citer, pour les mathématiques, en lien avec la musique, Victoria Hart (www.youtube.com/user/Vihart), qui se définit comme une « Recreational Mathemusician » (une mathémusicienne de loisir). Toujours la même présentation sur un rythme rapide avec des démonstrations, des schémas, de petits moyens et, par exemple, 1,5 million de visualisations sur la suite de Fibonacci et les plantes. C'est un régal à nos yeux, et *a fortiori* pour des yeux qui ne passent pas leur temps à faire de la science.

V. Hart et H. Reich viennent de rejoindre l'équipe de la *Kahn Academy* (<https://www.khanacademy.org/>).

Il s'agit d'un site d'enseignement en ligne dont la devise est « A free world-class education for anyone anywhere » (une instruction gratuite et de niveau international pour chacun et partout) et qui affiche en ligne plus de 4 000 vidéos, dont certaines sont sous-titrées en français ou en d'autres langues. Elles durent une dizaine de minutes et sont réalisées dans le même esprit graphique, sur tous les sujets académiques.

Avec ses 234 millions de visualisations sur *Youtube* à ce jour, la *Kahn Academy* a dépassé le *MIT OpenCourseWare* (tenu par l'Institut de technologie du Massachusetts), l'une des stars de l'enseignement universitaire numérique avec des milliers de cours en ligne et autour de 50 millions de visiteurs (dont nous évidemment).

L'enseignement des sciences doit évoluer et va changer en profondeur. H. Reich, V. Hart ou Salman Kahn ont ouvert la voie. À nous, chercheurs et enseignants, de nous y engouffrer, surtout en France ! Mais pas seuls : c'est en travaillant avec des graphistes, des designers ou même des artistes que nous pourrons, tous ensemble, donner à voir autrement la physique – ainsi que d'autres champs du savoir – et réconcilier le public avec la science d'aujourd'hui. ■

Joël CHEVRIER est professeur de physique à l'Université Joseph-Fourier, à Grenoble.

Julien BOBROFF est professeur de physique à l'Université Paris-Sud, à Orsay.



Réagissez en direct à cet article sur www.pourlascience.fr

DÉVELOPPEMENT DURABLE

S'aider du vivant pour restaurer les écosystèmes

Selon les objectifs fixés à la conférence de Nagoya, au Japon, 15 pour cent des écosystèmes dégradés doivent être restaurés d'ici 2020. Pour éviter les pollutions liées aux travaux de génie civil, on développe des techniques fondées sur le vivant.

Thierry DUTOIT

Les écosystèmes rendent de nombreux services à l'homme : production de nourriture, d'énergie et de matériaux ; recyclage des matières organiques ; régulation du cycle de l'eau... En outre, ils assurent un équilibre macro-écologique global, notamment à travers leur influence sur les flux de certains éléments, tel le carbone. Or nombre d'écosystèmes sont déstabilisés par le changement climatique et par les modifications rapides d'usage des terres, liées notamment à l'urbanisation et à l'intensification de l'agriculture. Ils franchissent alors un seuil d'irréversibilité, c'est-à-dire

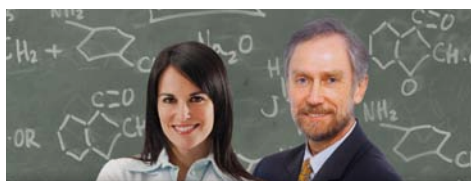
qu'ils deviennent incapables de se régénérer naturellement sur des échelles de temps humaines.

À la fin du XX^e siècle, de nombreux biologistes ont signalé que les écosystèmes ne pourront bientôt plus remplir leurs rôles si l'on se contente de mesures de protection : il faut aussi restaurer ceux qui ont été dégradés. En 2010, la conférence mondiale sur la biodiversité de Nagoya, au Japon, a fixé un objectif ambitieux : d'ici 2020, au moins 15 pour cent des écosystèmes dégradés doivent être restaurés.

De nombreux travaux concernent les zones humides (marais, rivières, mangroves,

etc.), qui ont une biodiversité riche et une grande valeur économique et sociale. La restauration d'un écosystème passe par plusieurs étapes : un diagnostic aussi précis que possible de l'état de dégradation ; le pilotage des processus biologiques aux différents niveaux d'organisation du vivant (du gène au paysage), afin de reconstituer l'écosystème dit de référence ; enfin, l'évaluation à court et long termes des opérations menées.

On ne connaît jamais parfaitement le fonctionnement d'un écosystème, où interagissent de multiples espèces et facteurs environnementaux, parfois depuis très longtemps. Reconstituer son état passé exact est



→ www.pourlascience.fr/emplois

Connectez-vous au service
d'offres d'emplois scientifiques sur

POUR LA
SCIENCE

en partenariat avec
naturejobs



- Chaque semaine, plus de **8000 offres d'emploi** dans le secteur des sciences.
- En un clic la **sélection des postes à pourvoir en France** et dans les pays francophones ou voisins.
- Une équipe Naturejobs spécialisée, **au service des recruteurs francophones**.
Contact : Muriel Lestringuez
E-mail : m.lestringuez@nature.com
Tél. : +44 20 7843 4994

POUR LA
SCIENCE.fr

Le site de référence
de l'actualité scientifique

donc illusoire. La plupart des opérations engagées se limitent alors à réhabiliter quelques fonctions ou composantes de l'écosystème – par exemple, planter des végétaux sur les pentes de montagnes exposées au vent pour lutter contre l'érosion. Lorsqu'il n'est plus possible de se rapprocher de l'écosystème préexistant, on en crée parfois de nouveaux : c'est le cas quand on aménage un lac en milieu urbain ou industriel.

Les travaux de restauration ont un coût environnemental, car ils font souvent appel à des techniques de génie civil, polluantes et consommatrices de ressources non renouvelables (énergies fossiles), par exemple pour amener de la terre avec des camions. D'où l'intérêt de développer des techniques d'« ingénierie écologique » fondées sur le vivant lui-même, dont on exploite les propriétés (auto-organisation, complexité, adaptabilité).

Tous les règnes du vivant sont réquisitionnés. Des plantes, dont les racines absorbent certains métaux lourds, peuvent dépolluer les eaux (phyto-épuration) ou les sols (phyto-extraction). L'ancien site minier de Saint-Laurent, dans le Gard, est ainsi dépollué grâce à la plante herbacée *Anthyllis vulneraria*, qui accumule bien le zinc. À résultats égaux, le coût économique et environnemental est bien moindre qu'avec des techniques physico-chimiques. Les plantes servent aussi à construire des berges végétales, stabilisées par leurs racines et qui remplacent les berges artificielles. On réhabilite ainsi des écosystèmes aquatiques variés.

Certains champignons et bactéries fixateurs de minéraux, qui vivent en symbiose avec des plantes, sont parfois utilisés : ils aident ces plantes à recoloniser les sols pauvres. On se sert également d'animaux, telles des abeilles domestiques (qui fécondent les fleurs dans les vergers et les serres quand les pesticides ont éradiqué les pollinisateurs naturels), ou des fourmis, des termites et des vers de terre.

Nous avons ainsi mis à contribution des fourmis pour restaurer la végétation stepique de la plaine de la Crau, dans le département des Bouches-du-Rhône, à la suite d'une

grosse fuite d'hydrocarbures en 2009. Les techniques de génie civil classiques (transfert de sols, semis) ont permis de réintroduire les espèces végétales détruites, mais pas de réparer la structure de la végétation. Cette structure était essentiellement dessinée par l'activité de certaines espèces implantées depuis longtemps dans la région, en particulier des fourmis moissonneuses (*Messor barbarus*) : ces fourmis rapportent au nid et consomment des graines de 70 pour cent des espèces végétales présentes. Nombre de ces graines sont abandonnées le long des pistes et dans des dépotoirs à l'entrée des

DANS LA PLAINE DE LA CRAU, des fourmis effectuent une importante redistribution de graines et structurent ainsi la végétation.

nids, pour des raisons mal connues. Un nid mature abritant jusqu'à 20 000 individus et la densité étant d'un nid tous les 100 mètres carrés, les fourmis effectuent une importante redistribution de graines.

À l'automne 2011, des reines fécondées ont été prélevées après les vols nuptiaux (des millions d'entre elles jonchaient alors le sol) et installées dans de petits trous sur le site. Chaque trou était ensuite recouvert d'un galet, qui protégeait la reine de la prédation par les araignées ou les scolopendres et chauffait l'intérieur, en restituant la chaleur solaire accumulée en surface. Un an plus tard, une reine sur deux a produit des ouvrières. On estime cependant qu'il faudra entre cinq et dix ans pour obtenir des résultats significatifs sur la végétation.

Les organismes vivants deviennent ainsi les ingénieurs des écosystèmes. Cependant, leur utilisation peut entraîner des effets secondaires indésirables, telles des invasions biologiques. Elle doit donc être précédée d'études scientifiques évaluant leur impact, pour éviter que le remède soit pire que le mal. ■

Thierry DUTOIT est directeur de recherche à l'Université d'Avignon (UMR CNRS-IRD IMBE) et conseiller scientifique pour l'ingénierie écologique à l'Institut écologie et environnement (INEE) du CNRS.