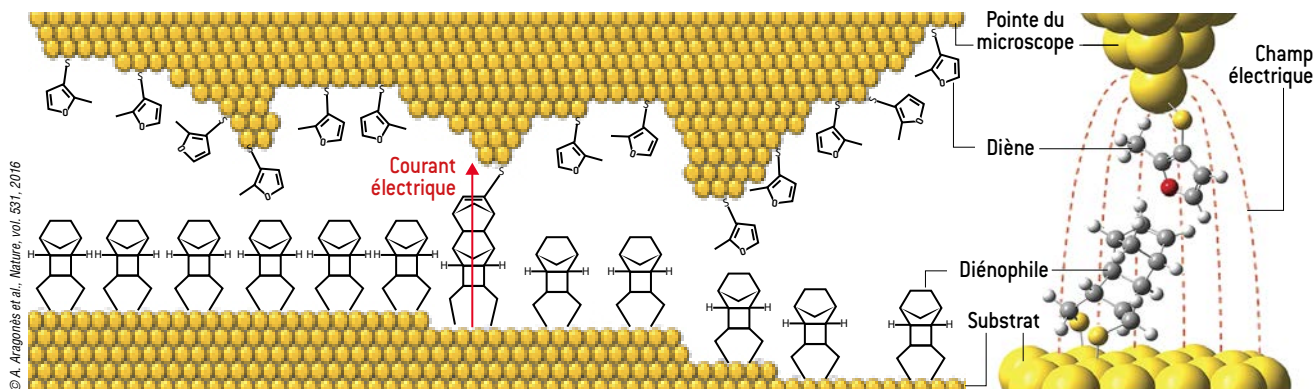


Chimie

Catalyser avec un champ électrostatique

Pour améliorer le rendement des réactions chimiques, on connaissait trois processus catalytiques. Une expérience où l'on utilise la pointe d'un microscope à effet tunnel a confirmé l'existence d'un quatrième.



© A. Aragonès et al., Nature, vol. 531, 2016

Un simple champ électrostatique serait-il en mesure de remplacer les catalyseurs chimiques complexes et onéreux utilisés pour accélérer les réactions chimiques ? C'est ce que proposent Michelle Coote, de l'université de Barcelone, et son équipe. Cette nouvelle forme de catalyse complèterait ainsi les trois types de processus catalytiques déjà connus, à savoir la catalyse chimique, la catalyse enzymatique et la photocatalyse.

Dès 2004, des études théoriques avaient prédit qu'un champ électrostatique peut modifier la répartition des électrons entre les atomes au sein des molécules, favorisant ainsi la rupture de liaisons chimiques, ou la création de nouvelles. Néanmoins, pour que cet effet serve à faciliter des réactions, il faut que les molécules des réactifs soient orientées précisément dans le champ électrique – ce qui est difficile à réaliser lorsqu'elles sont dispersées dans un solvant.

L'équipe de Michelle Coote a étudié l'influence d'un champ électrostatique sur la vitesse d'une réaction de type Diels-Alder, durant laquelle deux liaisons sont créées simultanément entre un substrat (nommé diénoophile) et

un réactif (un diène, une molécule d'hydrocarbure contenant deux doubles liaisons). Afin de contrôler l'orientation des molécules dans le champ, ils ont choisi de l'imposer à l'échelle moléculaire à l'aide d'un microscope à effet tunnel. Cette technique repose sur le passage d'un courant très faible entre un matériau conducteur et une fine pointe qui en balaie la surface, et permet de contrôler précisément le champ électrique entre les deux.

Les chercheurs ont fixé des molécules diénoophiles sur une surface conductrice afin de les préorienter, et ont greffé des diènes sur la pointe du microscope. Celle-ci est abaissée sur la surface, ce qui met en contact substrat et réactif, et impose le champ électrique. À chaque fois que la réaction se produit, une jonction se crée et un courant s'établit. La pointe est ensuite relevée, le produit de la réaction en est arraché, et elle peut à nouveau être abaissée sur le substrat suivant. Les chercheurs ont ainsi mesuré l'efficacité de la réaction de Diels-Alder avec ou sans champ électrique, en abaissant et relevant la pointe du microscope 6000 fois et en comptant le nombre de fois où

le courant s'établit, signe que la réaction a lieu.

En présence d'un champ électrique, les jonctions ont été 4,4 fois plus nombreuses qu'en l'absence de champ, ce qui montre une forte augmentation de l'efficacité de la réaction, donc de sa vitesse globale. Ce résultat est conforme aux modélisations moléculaires théoriques selon lesquelles un tel champ électrostatique abaisse la barrière énergétique à franchir pour que la réaction de Diels-Alder ait lieu.

C'est la première fois qu'est validé de façon expérimentale le concept de catalyse électrostatique. Son applicabilité à l'échelle macroscopique reste encore à explorer, notamment en raison de la question de l'orientation des molécules dans le champ et des effets de solvants, qui peuvent diminuer ou annuler localement le champ électrique extérieur. Néanmoins, pour Michelle Coote, cette nouvelle forme de catalyse offre des perspectives inédites, tant pour l'étude des mécanismes réactionnels que pour la mise au point de nouveaux procédés de synthèse.

Martin Tiano

A. Aragonès et al., Nature, vol. 531, pp. 88-91, 2016

Entre la pointe du microscope (ci-dessus à droite) et la surface conductrice s'établit un champ électrique qui accélère la réaction entre les molécules diénoophiles fixées sur la surface conductrice et les diènes adsorbés sur la pointe. Lorsque la réaction s'opère, un faible courant circule entre la surface et la pointe. En réalité, la pointe a une forme plus étalée et des milliers de diènes sont fixés dessus (à gauche).

Géophysique

Le fer sous pression

Le noyau terrestre est une énigme pour les géologues. Il contient surtout du fer et du nickel, mais aussi des éléments légers qui restent à identifier. Anat Shahar, de l'institut Carnegie pour la science, à Washington, et ses collègues ont étudié en laboratoire le rôle de la pression sur la formation d'alliages ferreux lors de la migration du fer du manteau vers le noyau.

En fonction de la pression, les parts des différents isotopes du fer qui se lient avec les éléments légers (l'hydrogène, le carbone, l'oxygène, etc.) varient. Ces alliages auraient migré vers le noyau en laissant dans le manteau des concentrations isotopiques de fer différentes selon les alliages effectivement formés. En calculant ces concentrations et en les comparant à des échantillons de roche du manteau, les chercheurs ont montré que le noyau ne contient probablement ni carbone ni hydrogène.

S. B.

A. Shahar et al., *Science*, vol. 352, pp. 580-582, 2016

Psychologie

Préjugés sur la voix des bébés

Les bébés filles ont-elles la voix plus aiguë que les bébés garçons? Nicolas Mathevon, de l'université de Saint-Étienne, et ses collègues ont analysé la structure acoustique des pleurs de bébés de quatre mois et ont montré que les voix des bébés filles ne sont pas plus haut perchées que celles des garçons. Cependant, ils ont aussi mis en évidence que nous n'hésitons pas à juger nos bébés à l'aune de stéréotypes, même en l'absence de différences avérées entre filles et garçons.

Les chercheurs ont fait écouter les pleurs de ces bébés à des adultes, prévenus qu'il s'agissait soit de garçons, soit de filles. Les auditeurs ont spontanément attribué les cris graves aux garçons et les cris plus aigus aux filles. Ainsi, les adultes appliquent leur connaissance des voix humaines après la puberté à celles des bébés. Par ailleurs, ils ont considéré qu'un même pleur exprimait plus d'inconfort lorsqu'il était présenté comme celui d'un «garçon» que lorsqu'il était attribué à une «fille». Aurait-on tendance à considérer que les garçons ne pleurent que lorsqu'ils ont vraiment mal? Et que les filles pleurent pour un rien? Les stéréotypes sont coriaces!

Catherine Hordelalay

D. Reby et al., *BMC Psychology*, vol. 4, article 19, 2016

Neurosciences

Comment fonctionne le cerveau des mathématiciens

Cédric Villani, mathématicien lauréat de la médaille Fields (voir la photographie), et autres brillants chercheurs en mathématiques ont-ils un cerveau distinct du nôtre? Oui, ou du moins, ils ne l'utilisent pas de la même façon que le «novice», selon Marie Amalric et Stanislas Dehaene, du centre NeuroSpin à Paris-Saclay.

Tous deux ont cherché à déterminer l'origine des aptitudes en mathématiques en enregistrant l'activité cérébrale par IRM fonctionnelle de 15 mathématiciens professionnels, comparée à celle de 15 personnes ayant des niveaux d'études semblables mais non expertes en mathématiques. Ils leur ont proposé d'écouter des propositions mathématiques compliquées correspondant à différents domaines (algèbre, analyse, géométrie et topologie), telles «Tout compact convexe d'un espace euclidien est l'intersection d'une famille de boules fermées», ainsi que des phrases complexes dans d'autres thématiques, par exemple «Dans l'Antiquité, en Grèce, un citoyen ne payant pas ses dettes devenait un esclave». Les participants devaient dire si la proposition était juste, fausse ou dénuée de sens.

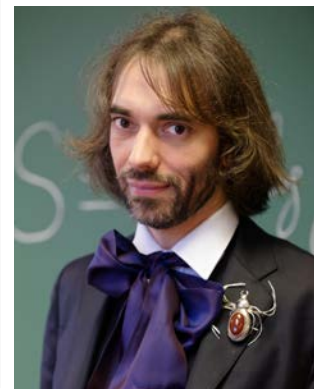
Dans le cerveau de tous les participants, les aires associées au langage et à sa compréhension s'activent quand ils réfléchissent aux phrases de culture générale.

Et tous répondent correctement à environ deux tiers des propositions. En revanche, quand les sujets tentent d'interpréter les propositions mathématiques, les régions correspondant aux nombres, aux calculs et aux représentations dans l'espace (cortex préfrontal, sillons intrapariétaux, aires temporales inférieures) ne s'activent que chez les mathématiciens, qui donnent des réponses correctes dans 65 % des cas (comparés aux 37 % des non-mathématiciens).

Alors que chez les novices, la «bosse des maths» reste cantonnée aux nombres et aux calculs familiers, celle des experts est aussi dédiée à la réflexion mathématique. Ce qui confirme l'existence de régions cérébrales associées aux mathématiques, et indépendantes de celles traitant le langage.

Bénédicte Salthun-Lassalle

M. Amalric et S. Dehaene, *PNAS*, en ligne le 11 avril 2016



© Marie-Lan Nguyen/Wikimedia Commons/CC-BY 3.0

Les garçons pas si nuls en lecture

Les enquêtes indiquent que les garçons ont de moins bons résultats en lecture que les filles. Mais cela résulterait plutôt d'un blocage psychologique que d'un réel écart de talent, selon Pascal Pansu, de l'université Grenoble-Alpes, et ses collègues. Les chercheurs ont demandé à 80 enfants de repérer des noms d'animaux dans un texte. Quand l'exercice était présenté comme un test de lecture, les garçons réussissaient moins bien que les filles, mais ils les égalaient quand on leur disait qu'il s'agissait d'un jeu.

Une galaxie satellite discrète

La Voie lactée accueille un nouveau membre parmi ses galaxies naines satellites. Le «club» comprend quelques dizaines de membres. C'est un ordre de grandeur de moins que les prévisions des modèles de formation galactique où l'on prend en compte l'influence gravitationnelle de

la matière noire. Mais il y aurait d'autres galaxies satellites discrètes, si l'on en croit les dernières découvertes. L'an dernier, une dizaine de ces objets ont été repérés et une équipe de l'université Cambridge, au Royaume-Uni, vient d'observer Crater 2, une galaxie satellite, la quatrième par sa taille, mais si diffuse qu'elle est très peu brillante.

Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux

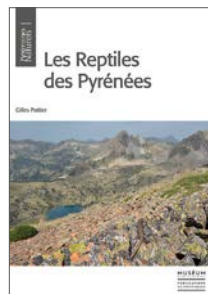


Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr

MUSÉUM

NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

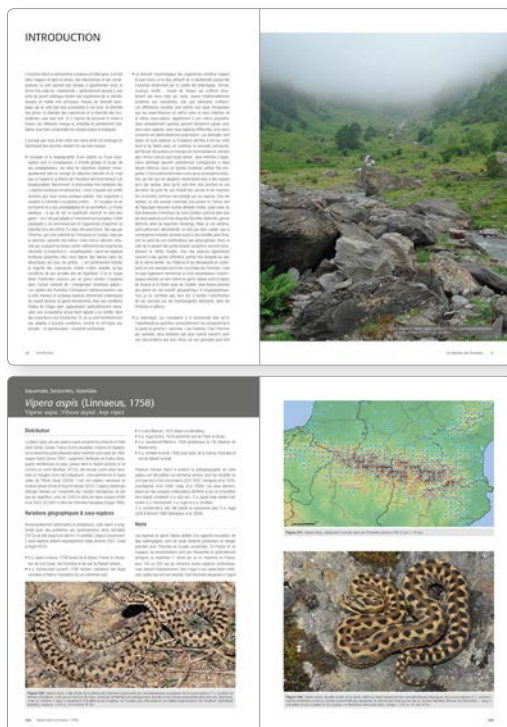
..... biodiversité - reptiles



LES REPTILES DES PYRÉNÉES

Gilles **Pottier**

Préface de Juan Pablo **Martínez Rica**

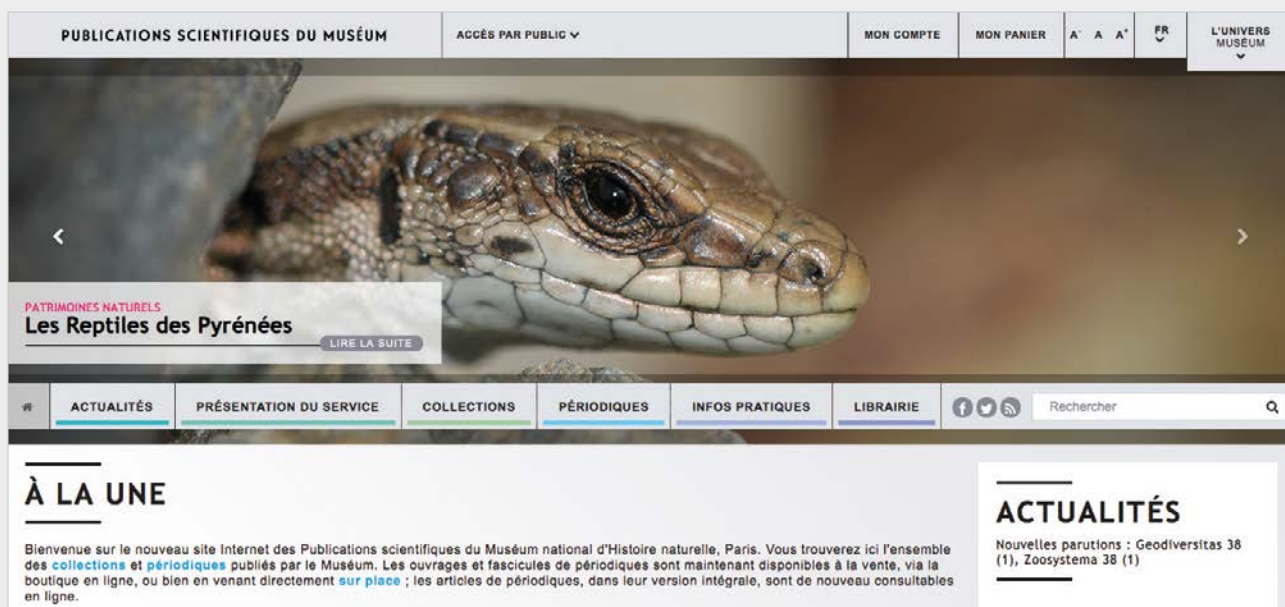


Cette faune herpétologique des Pyrénées est le résultat d'une entreprise naturaliste combinant enquête bibliographique et reportage photographique. Elle propose une vaste synthèse de données relatives à de multiples champs disciplinaires (systématique, taxinomie, biologie, écologie, éthologie, phénologie...) concernant 32 espèces protégées, jusque-là dispersées sur une multitude de supports et concernant les deux versants de la chaîne (Espagne, Andorre et France). Elle offre par ailleurs une iconographie totalement originale, ne figurant que des individus et des habitats photographiés dans les Pyrénées. Ceci pour illustrer au mieux les variations phénotypiques propres à l'aire géographique concernée et les particularités écologiques des reptiles pyrénéens. Des cartes de répartition précises (mailles UTM 10 km x 10 km), reposant sur des sources scientifiques, complètent et éclairent le propos biogéographique. Les espèces et sous-espèces endémiques ou subendémiques de la chaîne, de même que celles qui y ont un statut particulier (très localisées, menacées...), ont fait l'objet d'une attention particulière et les menaces qui pèsent sur ces animaux sont largement exposées.

Cet ouvrage sera précieux pour les naturalistes et gestionnaires d'espaces naturels de la chaîne (parc national, PNR, Natura 2000, réserves...), qui disposeront là d'une mine d'informations sur le sujet.

Collection **Patrimoines naturels**, tome 73 | 210 x 297 mm relié | Texte en français | 352 p., 540 figures coul. | ISBN 978-2-85653-786-2 | Prix 43 € TTC (40,76 HT) | Juin 2016

plus de renseignements et de contenus
sur la librairie en ligne des Publications scientifiques



Commandez vos ouvrages depuis le **monde entier** sans intermédiaire. Navigation transversale par **Moteur de recherche**, **Thèmes** et **Géozones**.

Téléchargez gratuitement les articles des revues *Geodiversitas*, *Zoosystema* et *Adansonia* (publiés depuis 2000). D'autres revues sont consultables ou référencées...

Composez votre propre sélection en éditant un **catalogue** personnalisé au format PDF (A4).

SCIENCEPRESS.MNH.N.FR



ÉCLAIRAGE

L'Afrique le pied à l'étrier de la science ?

Alors que le continent africain progresse dans bien des domaines, ses réalisations scientifiques et techniques restent très modestes et invisibles. Mais les acteurs africains se mobilisent et la récente tenue d'un forum mondial à Dakar marque une étape.

Maurice MASHAAL

L'Afrique ne pèse aujourd'hui pas très lourd dans le monde de la science et de la technologie. Alors que sa population représente près du sixième de celle de la planète, la part de ses chercheurs n'est que de 2,4 % du total dans le monde (chiffre de 2013). Et celle de ses publications scientifiques n'atteint que 2,6 % du total (voir les graphiques page ci-contre). Quant aux brevets, ce n'est pas mieux : en 2013, les demandes de brevet soumises au bureau des brevets américain (l'USPTO) et émanant de l'Afrique ne représentaient que 0,1 % du total des soumissions (à comparer avec 17,5 % pour l'Europe et 30,2 % pour l'Asie).

Or on reconnaît généralement que la science et la technologie jouent un rôle majeur dans le développement d'un pays. Aussi, plusieurs acteurs et organisations en Afrique s'efforcent de faire prendre conscience de cet enjeu et d'améliorer la situation du continent dans ces domaines. C'est dans ce contexte que s'est tenu du 8 au 10 mars 2016 à Dakar, au Sénégal, le premier forum mondial de la science en Afrique, organisé par le Next Einstein Forum (NEF), une initiative de l'AIMS (African Institute of Mathematical Sciences) menée en partenariat avec la fondation allemande Robert Bosch.

Cette réunion internationale a rassemblé plusieurs centaines de participants d'Afrique et d'ailleurs, dont des chefs d'État africains, des personnalités du monde scientifique et industriel, des jeunes scientifiques – en

particulier 15 lauréats distingués pour leur brillant parcours, ainsi que 54 « ambassadeurs scientifiques » de leurs pays respectifs.

L'initiative Next Einstein Forum (appellation qui traduit le souhait que le prochain Einstein soit un Africain), explique son président Thierry Zomahoun, qui est aussi PDG de l'AIMS, vise notamment à « construire un agenda africain » autour des STIM (science, technologie, ingénierie et mathématiques), à créer une plateforme panafricaine de jeunes scientifiques, à promouvoir une communauté d'échanges, à fournir une cartographie des grands travaux et événements scientifiques se déroulant en Afrique... De façon générale, il s'agit d'accroître la visibilité du continent sur la scène scientifique internationale et de développer dans les domaines de la science et de la technologie le potentiel constitué par les jeunes Africains – lesquels, rappelle Thierry Zomahoun, représenteront 40 % de la jeunesse mondiale en 2050 selon les projections démographiques.

Les actions de l'AIMS, organisation en réseau ayant un grand nombre de partenaires, académiques ou non, sont un exemple de ce qui peut se faire. Créée il y a quatorze ans, l'AIMS a mis en place dans cinq pays (Afrique du Sud, Cameroun, Ghana, Sénégal, Tanzanie) des centres d'excellence de recherche et d'enseignement au niveau master en sciences mathématiques (mathématiques, physique, statistique, économétrie...). Chaque centre – l'AIMS en prévoit 15 à l'horizon 2023 – accueille 50 étudiants par

an. Jusqu'ici, 960 diplômés en sont issus, dont 30 % de femmes. Et 70 % d'entre eux sont restés en Afrique, détail qui a son importance étant donné la fuite de cerveaux qui frappe le continent. L'AIMS mène aussi des actions pour la formation des enseignants et pour le renforcement des liens avec l'industrie.

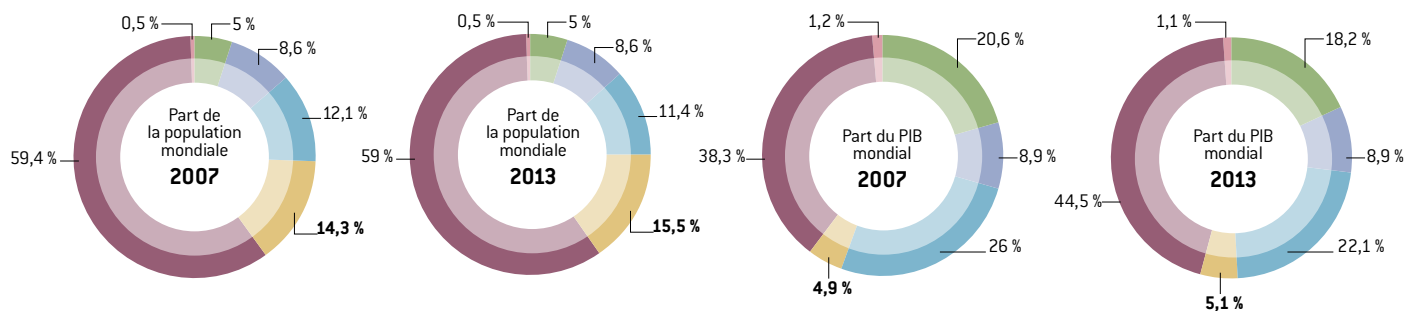
Il existe d'autres initiatives pour promouvoir la science et la technologie en Afrique, notamment des réseaux de collaborations établis par l'Académie africaine des sciences, ou le projet SKA de radiotélescope géant qui sera réparti sur l'Australie et plusieurs pays africains.

Au cours de la réunion internationale du Next Einstein Forum, d'autres actions ont été formalisées, telles que la création d'un centre AIMS au Nigeria ou l'accord entre le NEF et IBM, qui permettra à des boursiers d'être accueillis au titre de visiteurs dans des laboratoires de recherche d'IBM. Le forum a enfin donné lieu à une déclaration dite de Dakar dont les signataires, notamment des chefs d'État et de gouvernement, s'engagent à orienter les systèmes éducatifs vers les STIM, à augmenter les investissements dans la science et la technologie pour atteindre 0,7 % du PIB d'ici à 2020 et 1 % d'ici à 2025 (contre 0,45 % en 2013), de créer un Fonds continental de recherche et de développement, etc. Tous ces engagements seront-ils tenus ? Quels seront leurs fruits ? On le saura probablement au prochain forum en 2018 à Kigali, au Rwanda. ■

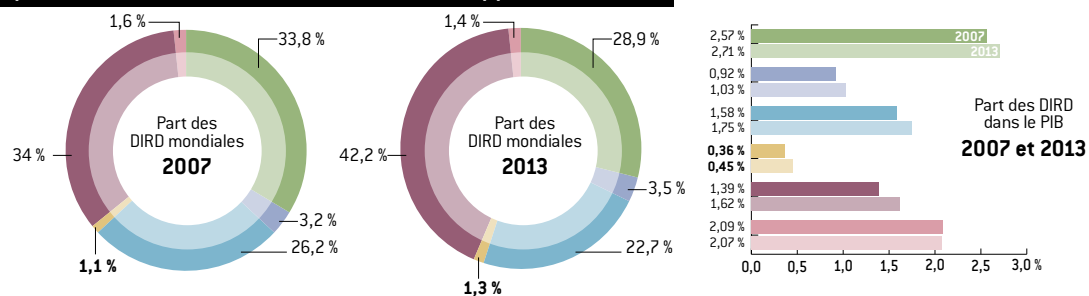
Maurice MASHAAL est rédacteur en chef de Pour la Science.

Réflexions & débats

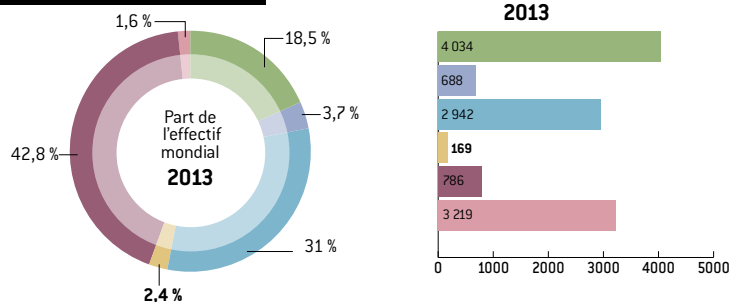
Population et PIB (produit intérieur brut)



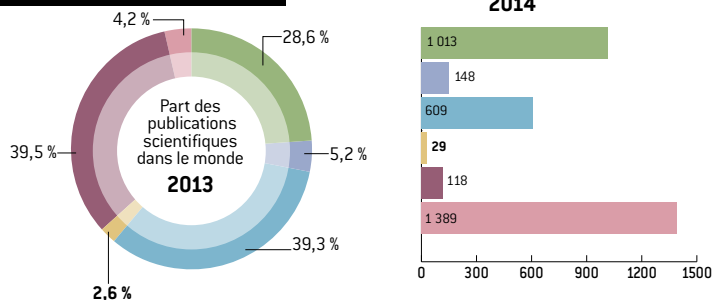
Dépenses intérieures de recherche et développement (DIRD)



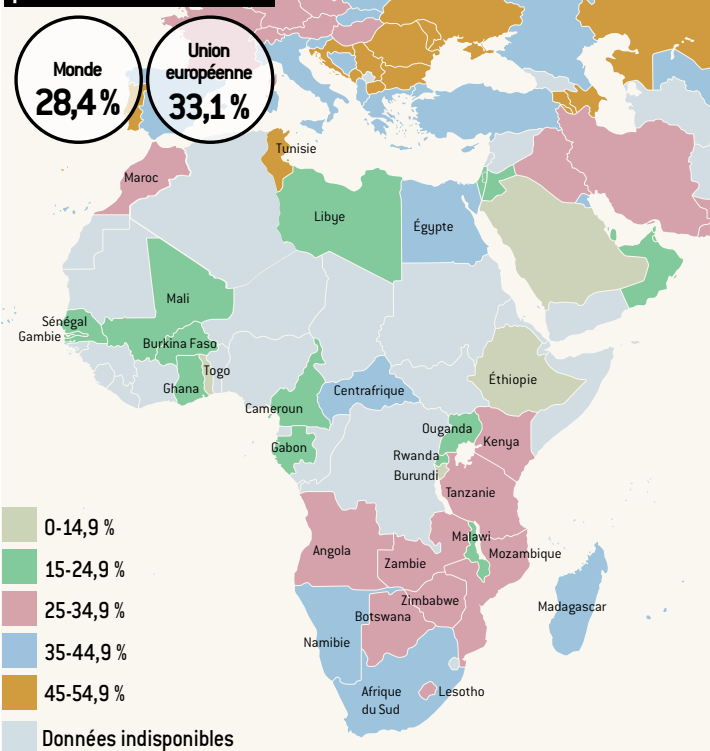
Effectifs de chercheurs



Publications scientifiques



Proportion de femmes parmi les chercheurs



ENTRETIEN

Nouveaux OGM : « Le débat est manipulé »

« Nouveaux OGM », « OGM cachés », NPBT... Tous ces noms désignent la même chose : de nouvelles techniques d'obtention des plantes et leurs produits. S'agit-il d'OGM ? Le débat fait rage, mais la question est-elle la bonne ?



Yves BERTHEAU est directeur de recherche à l'Inra, au laboratoire Cesco (UMR 7204 CNRS/MNHN/UPMC) à Paris.

Depuis quelques années, de nouvelles techniques d'obtention des plantes, rassemblées sous le nom de NPBT (*new plant breeding techniques*), ont émergé, telles que CRISPR-Cas et les nucléases à doigt de zinc, deux systèmes d'édition du génome mis au point récemment. En 2007, la Commission européenne a engagé une réflexion sur ces nouvelles techniques et leur réglementation : entrent-elles dans le cadre de la législation des OGM (organismes génétiquement modifiés) ou non ? Si tel est le cas, chaque plante produite doit faire l'objet d'une autorisation, après évaluation, et d'un étiquetage. Début 2016 en France, cette question a plongé le Haut conseil des biotechnologies (HCB) dans une crise profonde. L'éclairage d'Yves Bertheau, chercheur Inra au Muséum national d'histoire naturelle et récent démissionnaire du comité scientifique du HCB.

POUR LA SCIENCE

Pourquoi avez-vous démissionné du HCB ?

YVES BERTHEAU : Pour trois raisons. D'abord, il y a eu un détournement de procédure. Le HCB a été créé en 2009 pour « éclairer de manière indépendante le gouvernement sur toutes questions intéressant les OGM ou toute autre biotechnologie ».

Habituellement, à la suite d'une saisine ministérielle ou d'une autosaisine, le comité scientifique du HCB émet un avis sur la question soulevée, fondé sur une expertise scientifique, puis le comité économique, éthique et social, l'autre instance du HCB, s'appuie sur cet avis pour émettre le sien sur les aspects socioéconomiques. Or c'est un tout autre scénario qui s'est déroulé au sujet des NPBT.

L'ordre du jour de la séance du 16 décembre 2015 prévoyait une rapide discussion sur une note de synthèse d'un groupe de travail interne au comité scientifique, mis en place trois ans plus tôt pour réfléchir à ces nouvelles techniques. Lors de la séance, on nous a expliqué que cette note devançait une saisine du gouvernement qui devait arriver fin janvier. Mais, peu après, le texte a été transmis au gouvernement sous la forme d'un avis, alors qu'il n'en avait aucun des critères juridiques et de qualité. Ce n'était qu'une note de travail ! Nous avons aussi appris que le comité économique, éthique et social avait reçu ce texte en même temps que nous pour émettre son avis. La saisine, quant à elle, n'est jamais arrivée, pas plus qu'une autosaisine. Nous n'avons donc jamais su ce qui nous était demandé. Mais cela n'a pas empêché le gouvernement de se référer plusieurs fois à cette note, qui conclut, en substance, que plusieurs techniques ne devraient pas faire l'objet d'une étude systématique calquée sur le modèle des OGM.

PLS

L'avis publié est donc de qualité médiocre ?

Y.B. : Il est très mauvais, c'est la deuxième raison de ma démission. Je ne pouvais le cautionner. Un vocabulaire et un français approximatifs, de nombreuses incohérences, des points cruciaux évacués dans des fiches techniques non fournies... Et enfin, une orientation plus socioéconomique que scientifique. Le groupe de travail n'a apparemment auditionné que des porteurs d'intérêt, qu'il ne nous est même pas permis de connaître. Aucun scientifique au front dans les domaines concernés ne paraît avoir été contacté. Au lieu d'un rapport scientifique, on se retrouve avec un galimatias. Il faut dire que le bureau du HCB, qui nomme les membres des groupes de travail, a choisi de faire majoritairement appel à des personnes ayant un lien avec le développement économique de ces nouvelles techniques, et même pas du secteur végétal. Un comble pour un rapport qui annonce se préoccuper des plantes.

PLS

Quelle est la troisième raison de votre départ ?

Y.B. : Les fiches techniques n'ont été fournies que mi-janvier, car elles étaient « en cours d'élaboration » en décembre. Bien qu'elles constituent plus des deux tiers de la note, le bureau du HCB n'a