

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ COUP DE CHAUD SUR LE RIZ

Le riz est la céréale la plus consommée au monde : elle nourrit plus de la moitié de l'humanité. Pour suivre la croissance démographique, la production mondiale de riz devra augmenter d'un quart d'ici 2025, alors qu'elle a déjà été multipliée par trois depuis 40 ans. Pour ce faire, les agronomes créent des variétés de riz qui tolèrent la sécheresse et d'autres contraintes, en croisant des plants et en sélectionnant les caractères intéressants (voir *Le riz, vers des variétés mieux adaptées*, *Pour la Science*, mars 2010, <http://bit.ly/plsoer389>). Un autre facteur environnemental est à prendre en compte : l'augmentation des températures diurnes et nocturnes. Des chercheurs américains viennent de montrer que si les températures continuent d'augmenter dans les régions tropicales et subtropicales d'Asie, la production de riz ralentira (*PNAS*, 9 août 2010). Ils ont analysé six ans de données concernant 227 cultures irriguées de riz dans les six principales régions productrices de riz en Asie (qui fournissent 90 pour cent de la production mondiale) : l'augmentation des températures depuis 25 ans a déjà ralenti la production de 10 à 20 pour cent. Il faudrait adapter les méthodes de production ou trouver des variétés supportant les températures élevées.

→ UN NOUVEL ANTIBIOTIQUE ?

Les antibiotiques tuent les bactéries qui leur sont sensibles, mais favorisent le développement des autres, plus ou moins insensibles. L'antibiotique finit ainsi par ne plus faire effet (voir *Consommation d'antibiotiques et résistance des bactéries*, *Pour la Science*, mai 2005, <http://bit.ly/plsoer331>). Si l'on ne veut pas se trouver démuné face aux infections bactériennes, on doit changer la façon de consommer ces médicaments et en trouver de nouveaux. Les quinolones sont des antibiotiques qui inhibent une enzyme, la topoisomérase IIa, des bactéries et notamment du staphylocoque doré. Cette enzyme modifie l'enroulement de l'ADN dans la bactérie, un

→ UN NERF QUI REPOUSSE

Si la salamandre est capable de régénérer à l'infini une patte, ce n'est pas le cas de la plupart des vertébrés adultes. En revanche, pendant le développement embryonnaire, même les mammifères peuvent remplacer des bourgeons de membres perdus. Mais cette aptitude disparaît avant la naissance (voir *Un bras qui repousse ?*, *Pour la Science*, septembre 2008, <http://bit.ly/plsoer371>). Le remplacement d'un membre suppose la repousse de la peau, des os, des muscles, des ligaments, des tendons, des vaisseaux sanguins et des nerfs. La régénération des nerfs intéresse notamment les victimes de lésions à la moelle épinière où se trouvent les fibres nerveuses qui contrôlent les mouvements volontaires, car aujourd'hui, la paralysie est incurable. Des chercheurs américains viennent de régénérer ces fibres dites corticospinales chez des souris (*Nature Neuroscience*, 8 août 2010). Ils ont montré que la capacité de régénération des neurones corticospinaux dépend d'un couple de molécules enzymatiques nommé PTEN/mTOR. Après le développement, l'activité de mTOR – qui participe à la prolifération cellulaire – dans les neurones est diminuée ; en effet, PTEN bloque l'expression de cette enzyme. En réactivant cette voie moléculaire chez des souris adultes ayant une lésion de la moelle épinière – c'est-à-dire en supprimant le gène *Pten* codant PTEN –, les chercheurs ont constaté que les neurones se reconstruisent et forment des connexions. Reste à voir si les souris marchent à nouveau...

mécanisme nécessaire à sa multiplication. Or les bactéries deviennent résistantes à ces antibiotiques. Plusieurs chercheurs ont mis au point d'autres inhibiteurs de la topoisomérase IIa. En observant aux rayons X la structure de l'enzyme en présence d'un nouvel inhibiteur, nommée GSK 299423, des cristallographes américains ont découvert comment fonctionnait leur molécule (*Nature*, 5 août 2010) : elle forme un pont entre l'ADN bactérien et une région de l'enzyme où les

quinolones n'agissent pas. Et cette molécule inhibe la réplication des bactéries, qu'elles soient Gram-positives, tel le staphylocoque doré, ou Gram-négatives, comme *Escherichia coli*. Les molécules de la famille de GSK 299423, si elles sont sans danger pour l'homme, représentent de bons candidats pour combattre les bactéries.

→ SURPRENANT GRAPHÈNE !

Le graphène est une feuille d'atomes de carbone à deux dimensions qui présente d'étonnantes propriétés physiques (voir *Le graphène, premier cristal bidimensionnel*, *Pour la Science*, mai 2008, <http://bit.ly/plsoer367>). Une nouvelle s'y ajoute : en faisant croître du graphène sur un substrat en platine, des chercheurs américains ont montré qu'il forme des nanobulles dont les électrons se comportent comme s'ils étaient soumis à un champ magnétique gigantesque de plus de 300 teslas ! L'étirement des nanobulles change la longueur des liaisons entre les atomes de carbone, ce qui modifie les déplacements des électrons les uns par rapport aux autres.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle



La topoisomérase IIa est une enzyme des bactéries qui permet la réplication de leur ADN (en vert). Elle participe donc à leur multiplication. La nouvelle molécule GSK 229423 (en jaune) se fixe sur l'enzyme et bloque son action.

Ben Bax

POINT DE VUE

Pour une approche moins restrictive de la biodiversité

Aujourd'hui, on tend à ne voir les organismes vivants qu'à l'aune de leur rôle écologique ou de leur utilité. Une vision partielle et partielle qui brouille les enjeux de la biodiversité.

Guillaume LECOINTRE

L'année 2010 célèbre la biodiversité. C'est sans doute une bonne chose. Mais les discours médiatiques et politiques, les livres (pour autant écrits par des biologistes), ne voient cette biodiversité qu'à travers ce que les espèces *font*. Hormis les inventaires et dénombrements des espèces, il n'est question que des relations dynamiques entre les espèces d'aujourd'hui (leur fonction dans les milieux, leur écologie), de la modélisation et prédiction de ces relations.

Rien de plus normal : il existe une demande politique forte pour des indicateurs prédictifs permettant des prises de décision en matière de conservation. Toutefois, la biologie et les politiques de la conservation sont en train de devenir borgnes. Car on peut voir une espèce ou des espèces non pas en fonction des « services » qu'elles rendent (ce qu'elles *font*), mais en fonction de l'originalité de leur patrimoine anatomique ou génétique (ce qu'elles *ont*). Or ce dernier aspect tend à être négligé.

Détaillons. Depuis les origines des sciences naturelles, une tension existe dans notre appréhension du vivant, entre ce que les êtres vivants *font* et ce qu'ils *ont*. Ce qu'ils *font* ne reflète pas nécessairement ce qu'ils *ont*, et inversement. Une mouche vole avec un organe qui n'a rien à voir avec le membre antérieur d'une chauve-souris (même fonction, structures différentes) ; un moineau vole avec un organe qui ressemble fort à celui du corbeau (même fonction, même structure) ; une chauve-souris vole avec

un organe qui ressemble beaucoup à celui avec lequel un hérisson marche (fonctions différentes, même structure).

Toutes les combinaisons sont possibles, avec tous les pièges qui peuvent être tendus à notre soif de mise en ordre. Ainsi, le thylacine, animal de Tasmanie, « fait » le loup (mêmes aspect et mœurs), alors qu'à l'intérieur, c'est du kangourou. Le dauphin « fait » le « poisson », alors qu'à l'intérieur c'est du mammifère. L'ordre écologique ne suit pas nécessairement l'ordre dans la disposition des organes.

LA SYSTÉMATIQUE,
science qui classe les êtres vivants d'après ce qu'ils ont et non ce qu'ils font, est une discipline occultée.

Ces problèmes tiennent pour une large part à des questions de vocabulaire. En effet, à y regarder de près, aucun organisme vivant n'a exactement la même chose ni ne fait exactement la même chose que son voisin, fût-il de la même espèce : la variabilité est omniprésente dans le vivant. Pour parler de la nature, nous avons besoin d'y projeter des concepts, lesquels doivent remplir certains critères qu'on leur a fixés, et de leur appliquer des conventions de langage.

Ainsi, dehors, il n'y a pas d'oiseaux : il n'y a que des individus. « Oiseaux » est un concept forgé par l'homme et défini par ce que ces individus *ont* : des plumes et un bec (entre autres caractéristiques). Ces concepts et conventions régissent le degré

de similitude ou de différence à partir duquel on utilisera le même mot pour désigner des structures ou des fonctions qui diffèrent toujours dans le détail. La science qui régit ces relations entre des objets naturels, des concepts et des noms est la *systématique*, science des classifications.

La systématique régit ce que les êtres vivants *sont*. Par convention, aujourd'hui, elle fonde ses concepts classificatoires sur ce que les êtres vivants *ont* (ainsi, les « oiseaux » ont tous des plumes). Mais d'autres disciplines, comme l'écologie, forgent aussi leurs concepts sur ce que les êtres vivants *font* (par exemple, les « algues » font toutes de la photosynthèse en milieu aquatique), ou bien sur les deux attributs (ainsi, les « poissons » ont des vertèbres mais nagent dans l'eau).

Selon l'un ou l'autre, on voit se formuler des phrases contradictoires. Si l'on s'intéresse aux relations dynamiques entre dinosaures de la fin du Jurassique, leurs tailles, leurs habitudes, leurs relations et rôles écologiques dans les milieux de l'époque, il est certain que les dinosaures ont disparu. Si l'on s'intéresse à ce qu'ils *ont*, on doit envisager la définition des *Dinosauria* qui tient, entre autres caractères, à la présence d'un trou particulier dans le bassin de ces organismes.

Ces structures n'ont pas disparu de la nature actuelle, elles persistent chez les oiseaux. Rien d'étonnant à cela : les oiseaux sont les descendants des dinosaures. Pour parler plus rigoureusement le langage de la systématique, les oiseaux *sont* des dinosaures, puisqu'ils en portent la marque ana-

tomique. Pour un systématique, les dinosaures n'ont donc pas disparu.

Ces considérations ne sont pas anodines et ont des conséquences sur les politiques de conservation. Par exemple, personne n'ira plaider une campagne coûteuse de sauvegarde du cœlacanthe : vu le nombre d'individus, vu l'habitat (les grottes profondes des pentes des îles volcaniques de l'océan Indien), sa disparition ne va pas révolutionner le milieu terrestre ou océanique. L'impact du cœlacanthe en termes de « service » est ridicule.

Mais il est le seul vertébré actuel à présenter une articulation intracrânienne, une queue à trois lobes, etc. En fait, le cœlacanthe est truffé de caractères rares. Il est donc très précieux en termes de patrimoine anatomique. Il en est de même de l'ornithorynque et de bien d'autres espèces, que les prismes écologique et utilitariste tendent à oublier.

De même, on oublie la systématique, science fondamentale que l'on ne répertorie même pas parmi les disciplines qui catégorisent les articles de vulgarisation parlant de flore ou de faune : on préfère « écologie », « biodiversité » ou « évolution ».

Ce point aveugle, au premier chef chez les biologistes, a des conséquences politiques considérables lorsqu'il s'agit d'allouer des moyens financiers, matériels et humains. La science qui consiste à savoir sur quels organismes on travaille, sur laquelle toutes les autres disciplines biologiques sont assises, se retrouve dépouillée – le plus souvent inconsciemment – par ceux-là même qui en ont le plus besoin. La systématique est bien trop rarement identifiée en tant que telle dans les organismes et les programmes de recherche. Il en est de même des nombreux rapports officiels sur la biodiversité (même

ceux de la Fondation pour la recherche sur la biodiversité !). Ainsi, les « Libres points de vue d'académiciens sur la biodiversité » publiés le 22 juillet 2010 ne la citent que deux fois en 108 pages, et encore pour parler d'autre chose. Généralement, cette science se retrouve diluée dans des thématiques globales telles que l'écologie ou l'agronomie, comme s'il fallait aux systématiciens un alibi pour mener leurs recherches.

La communauté des biologistes tend à occulter la systématique, et cela s'appelle scier la branche sur laquelle on est assis. ■

Guillaume LECOINTRE est directeur du Département Systématique et évolution du Muséum national d'histoire naturelle, à Paris.



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

ÉCONOMIE

Perversités bancaires

La frilosité des investisseurs est favorisée par de faibles taux d'intérêt qui seraient, en principe, favorables aux industries.

Ivar EKELAND

Quand j'étais jeune étudiant et que je cherchais ma voie, j'avais lu la *Théorie générale* de Keynes, et j'en avais conclu qu'il valait mieux que je continue à faire des mathématiques. Quarante-cinq ans après, je la relis, et je comprends les raisons de mon incompréhension. Dès la première phrase de l'ouvrage, Keynes dit : « Ce livre s'adresse d'abord à mes collègues économistes », et c'est strictement vrai. On ne peut pas comprendre de quoi il parle si l'on ne maîtrise pas les concepts de l'économie classique.

Un jeune mathématicien de 20 ans ne pouvait guère savoir tout cela, mais même le vieil économiste que je suis devenu apprend beaucoup de choses en lisant Keynes. J'ai l'impression d'avoir enfin compris ce qu'est

la monnaie. Dans la théorie classique, c'est un moyen de paiement. Elle est, soit absente (on désigne un des biens comme numéraire, et on exprime tous les prix en unités de ce

bien), soit introduite de façon artificielle. Ce sont les modèles dits « cash-in-advance » : on ne peut pas acheter à crédit, il faut mettre l'argent sur la table.

Pour Keynes, la monnaie, c'est avant tout la liquidité, c'est-à-dire un moyen pour son détenteur de se retirer momentanément du jeu économique, tout en gardant la faculté de le réintégrer à tout moment. C'est bien ce qui se passe en ce moment. Les investisseurs, ne sachant si la récession est derrière nous, ou si au contraire elle va s'accroître, gardent une partie de leurs actifs par-devers eux sous forme de cash, ou d'argent placé au jour le jour, pour pouvoir réagir rapidement quand l'ambiguïté sera levée.

En économie classique, garder son argent sous son matelas n'a guère de sens : quelle



J.-M. Thiriet