



→ 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.

VRAI OU FAUX

À l'âge adulte, les neurones se renouvellent-ils ?

Oui, ou du moins une petite partie d'entre eux. Quelques aires cérébrales contiennent des cellules souches capables de donner différents types de neurones.

Alexandra Veyrac



Comment pourrions-nous garder des informations en mémoire si nos cellules nerveuses se renouvellent en permanence ?

Ce type de questions a longtemps poussé les neurobiologistes à croire que les neurones ne se renouvellent pas à l'âge adulte. Ils étaient notamment confortés dans cette idée par les travaux d'un des pères de la neuroanatomie, l'Espagnol Ramón y Cajal (1852-1934), qui n'avait jamais observé de neurones en cours de division.

Comment le cerveau fait-il pour enregistrer sans cesse de nouvelles informations ? On a longtemps pensé que cette plasticité ne provenait que de la réorganisation continue des réseaux neuronaux, via l'établissement de nouvelles connexions, et pas de la formation de nouveaux neurones.

Pourtant, dans les années 1960, le neurobiologiste américain Joseph Altman a découvert que de nouvelles cellules apparaissent dans différentes zones du cerveau de rats adultes. Quelque 25 ans plus tard, Michael Kaplan, de l'Université de Boston, a confirmé cette découverte et l'a étendue aux primates. Toutefois, les techniques d'analyse n'étaient pas assez performantes pour déterminer précisément la nature et l'évolution des cellules qui se divisent. En outre, l'idée d'une plasticité cérébrale fondée uniquement sur de nouvelles connexions était bien ancrée chez les neurobiologistes. En conséquence, le

dogme du non-renouvellement des neurones n'a pas été remis en cause.

La situation a changé en 1992. Brent Reynolds et Samuel Weiss, de l'Université de Calgary, au Canada, ont découvert dans le cerveau de souris des cellules souches capables de se diviser et de former différents types cellulaires du cerveau adulte. Ils utilisaient de nouveaux marqueurs (telles des protéines caractéristiques de certains neurones), qui permettaient de distinguer les types de cellules cérébrales observées. Dès lors, l'existence d'une neurogenèse (une genèse de nouveaux neurones) chez le mammifère adulte s'est imposée.

Berceaux de neurones dans le cerveau

On a identifié deux régions principales où naissent de nouveaux neurones, et ce par dizaines de milliers chaque jour : le bulbe olfactif (juste au-dessus des fosses nasales chez l'homme) et l'hippocampe (une aire cérébrale profonde, impliquée dans la mémoire). Des neurones naissent aussi dans d'autres zones, mais on considère souvent qu'ils ont une importance moindre, pour diverses raisons : soit ils sont peu nombreux, soit ils ne se forment qu'après une lésion ou diverses manipulations, soit ils meurent rapidement. Cependant, leur rôle est peut-être sous-estimé.

Peu de temps après leur naissance, environ la moitié des neurones meurent – sans doute ceux qui n'ont pas servi –, tandis que les autres s'intègrent durablement dans les réseaux. La formation de nouveaux neurones, ainsi que la proportion et le type de ceux qui survivent, dépend de divers paramètres. Par exemple, la neurogenèse diminue avec l'âge ou le stress, mais elle est stimulée par l'exercice physique et l'apprentissage.

Le rôle de la neurogenèse adulte est encore mal connu. Les neurones produits pourraient faciliter la discrimination d'informations voisines, notamment olfactives, spatiales ou relatives à l'environnement, ainsi que leur mémorisation à long terme.

L'importance et les modalités de la neurogenèse chez l'homme doivent aussi être précisées : nos connaissances dans ce domaine concernent surtout les animaux, car on manque d'outils d'analyse appropriés à l'homme. L'étude de la neurogenèse nous permet de mieux comprendre la plasticité cérébrale chez l'adulte (fondée non seulement sur l'établissement de nouvelles connexions, mais aussi sur la naissance et la sélection de nouveaux neurones). Fournira-t-elle aussi des pistes pour lutter contre les maladies neurodégénératives et mentales ? L'avenir le dira. ■

Alexandra VEYRAC est chercheur au Centre de neurosciences de l'Université Paris-Sud (CNRS UMR 8195), à Orsay.

Préhistoire



Les origines de la CRÉATIVITÉ

Heather Pringle

De nouvelles preuves archéologiques d'ingéniosité indiquent que la créativité artistique et technique est apparue bien plus tôt qu'on ne le pensait.

L'ESSENTIEL

- On a longtemps cru que la capacité des humains à innover était apparue il y a environ 40 000 ans.
- Mais ces dernières années, des découvertes archéologiques ont montré que nos ancêtres ont eu des éclairs de génie bien avant cette époque.
- La capacité humaine à innover serait apparue peu à peu sur une centaine de milliers d'années, stimulée par des facteurs biologiques et sociaux.

David Palumbo

Achevée au début du XVI^e siècle, *La Joconde* possède une beauté mystérieuse que l'on ne retrouve sur aucun portrait antérieur. Pour produire cette œuvre, Léonard de Vinci développa une nouvelle technique picturale, le *sfumato*, qui atténue les contours. Sur plusieurs années, il appliquait, vraisemblablement au doigt, de minces couches de vernis translucides sur la peinture. En empilant jusqu'à 30 couches, de Vinci adoucissait les lignes et les gradations de couleurs jusqu'à ce que la composition semble recouverte d'un voile de fumée.

La Joconde est le fruit du travail d'un génie inventif, un chef-d'œuvre au même titre que la musique de Mozart, les bijoux de Fabergé ou les chorégraphies de Martha Graham. Mais ces œuvres ne sont que les manifestations les plus connues d'une caractéristique que l'on associe depuis longtemps au cerveau humain : la capacité de créer quelque chose de nouveau, le talent pour améliorer sans cesse les projets et les techniques, qu'il s'agisse des récentes

voitures japonaises à zéro émission ou des derniers engins envoyés dans l'espace.

La façon dont les hommes ont acquis cette capacité infinie de création fait l'objet de nombreux travaux scientifiques. Car l'homme n'a pas toujours produit un tel foisonnement d'inventions. La lignée de l'homme moderne est apparue en Afrique il y a environ six millions d'années, mais durant près de 3,4 millions d'années, ses premiers membres ont laissé peu de témoignages d'innovation. Cela suggère qu'ils se procuraient de la nourriture à la main, ou avec des outils rudimentaires qui ne se sont pas conservés, des bâtons par exemple.

Puis des hominidés (hominidés non arboricoles) nomades ont fabriqué des outils coupants en taillant des galets avec des pierres. Cet acte témoigne d'une étonnante ingéniosité. Mais nos ancêtres semblent avoir utilisé le même type de hache multifonction (un biface) pendant les 1,6 million d'années suivantes, à quelques légères modifications près.