



→ 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

Pour fabriquer des bioplastiques, il existe deux voies principales. Dans la première, les polymères synthétisés par les organismes vivants sont utilisés tels quels ou avec quelques modifications. Par exemple, quand l'amidon est malaxé à haute température en présence d'eau et de glycérol, il produit une matière plastique, façonnable avec les mêmes outils qu'un polypropylène. Cette voie de synthèse est compliquée par la grande variabilité de la biomasse (la même espèce végétale a des propriétés différentes selon sa provenance et la pluviométrie) et par la complexité du mélange de composés organiques et minéraux présents dans les plantes.

Dans la seconde voie de synthèse, les polymères végétaux sont fractionnés en petites molécules, nommées synthons, que l'on transforme en nouveaux

polymères par les méthodes usuelles de synthèse chimique. La difficulté est de casser la biomasse végétale en synthons sans utiliser de produits polluants (tels les solvants organiques) et de façon économiquement viable. C'est facile pour certains polymères, tel l'amidon, mais plus compliqué pour d'autres, telles la cellulose ou la lignine. Des centaines de polymères préparés à partir de synthons d'origine végétale sont à l'étude.

Certains craignent que, à l'instar des biocarburants, les bioplastiques ne détournent des usages alimentaires une part importante de la biomasse et des terres agricoles. Mais ce ne devrait pas être le cas.

On a estimé qu'en 2006, seuls cinq pour cent de la biomasse végétale prélevée par l'homme étaient utilisés par les industries chimique et pharmaceutique (pour fabriquer des bioplastiques, des médicaments, des détergents, etc.). En 2011, l'association *Bioplastics Europe* estimait à environ 0,006 pour cent la part de la surface agricole mobilisée par la production de bioplastiques. Certes, ces derniers ne constituent pour l'instant que 0,4 pour cent de la masse des polymères utilisés par l'homme, mais la marge est suffisante pour qu'ils prennent une part bien supérieure, sans pression excessive sur la biomasse et les terres agricoles.

En outre, de nombreux travaux visent à fabriquer des bioplastiques à partir de coproduits de diverses industries. Il s'agit par exemple de la lignine, rejetée par l'industrie papetière lors de la fabrication du papier. Dans une quinzaine d'années, une partie des bioplastiques sera probablement issue de déchets, de coproduits et de plantes poussant sur des terres impropres à la culture vivrière.

En moyenne, le bilan environnemental des bioplastiques est meilleur que celui des polymères synthétiques. Cependant, il doit être calculé au cas par cas. Par exemple, des fibres textiles de cellulose peuvent avoir un bilan bien plus mauvais que des fibres synthétiques si elles sont produites dans

CE N'EST PAS PARCE QU'UN POLYMÈRE
est préparé à partir de produits naturels
qu'il est biodégradable.

une usine éloignée des forêts où le polymère est collecté et si les coproduits ne sont pas valorisés. En outre, quand la biomasse doit subir de multiples transformations, il peut y avoir des coûts environnementaux liés à l'emploi de produits chimiques polluants.

Les bioplastiques sont-ils biodégradables ? Certains oui, d'autres non. Ce n'est pas parce qu'un polymère est préparé à partir de produits naturels qu'il est biodégradable. À l'inverse, certains polymères issus du pétrole le sont. Du reste, le marché principal des bioplastiques concerne les polymères non biodégradables (par exemple, ceux utilisés dans les voitures ne doivent pas se décomposer en quelques mois !).

L'essor des bioplastiques est rapide. Ils devraient bientôt constituer une fraction importante des polymères produits annuellement. D'après des études récentes, ils sont susceptibles de remplacer la plupart des plastiques synthétiques. Leur importance va croître à un rythme qui dépendra de l'intégration de contraintes environnementales dans les règlements, de la pression des consommateurs et des avancées de la recherche. ■

Patrick NAVARD est directeur de recherches au CNRS et travaille au Centre de mise en forme des matériaux de Mines ParisTech.

VRAI OU FAUX

Les animaux ont-ils un sens moral ?

Certains en auraient des éléments précurseurs. Mais cela suffit-il pour parler de morale ? La question est controversée.

Bernard Thierry

L'usage de la force n'est pas la loi universelle du monde animal : de nombreux animaux manifestent des actes de tolérance, de conciliation et de partage. Chez les macaques, il arrive que les membres d'un groupe soient plus tolérants envers un individu handicapé. Pour autant, peut-on dire qu'ils agissent par sens moral ?

Tous les éthologistes ne s'accordent pas sur la réponse, notamment parce qu'elle dépend de la définition donnée à la morale – cette définition n'étant d'ailleurs pas toujours précisée par les chercheurs qui travaillent sur le sujet. Selon le primatologue Frans de Waal, certains singes et d'autres animaux font preuve d'altruisme et d'empathie : ils comprendraient les besoins des autres et pourraient sacrifier leur intérêt individuel au profit de la communauté, par exemple en risquant une blessure pour apporter leur soutien à un compagnon en détresse. F. de Waal soutient qu'ils obéissent ainsi à un système moral rudimentaire.

Examinons cette affirmation dans le cas des primates. Des comportements du même type existent chez d'autres espèces, mais ils ne sont pas plus complexes et leur étude est moins poussée. Chez les primates, un individu évite d'agresser un allié pour un motif superficiel, même s'il est sûr de le vaincre, pour ne pas mettre en danger leur relation. Lorsqu'une querelle survient malgré tout, elle est suivie d'une réconciliation grâce à divers comportements : baisers sur la bouche, bras autour des épaules... Un individu tiers peut intervenir

pacifiquement durant le conflit, en apaisant l'agresseur par des contacts et des expressions de conciliation. Notons qu'il y trouve un avantage, puisqu'il protège un allié sans s'aliéner son opposant. Chez les grands singes (chimpanzés, orangs-outans, gorilles et bonobos), les adversaires sont parfois consolés par des tiers, qui prennent l'initiative du contact après la dispute.

Les primates ressentent-ils pour autant la détresse d'un compagnon ? En d'autres termes, sont-ils capables d'empathie ? Selon l'hypothèse faible, ils ne font que réagir aux actes et aux signaux de détresse de leurs congénères sans se représenter leur état interne et sans intention consciente de les aider. Selon l'hypothèse forte, ils perçoivent leurs émotions et leurs besoins, auxquels ils répondent. Ainsi, les grands singes seraient capables d'attribuer un état mental à autrui (on dit qu'ils ont une théorie de l'esprit). Cela expliquerait qu'ils consolent un congénère ayant subi une agression – ce que les autres primates ne font jamais.

L'empathie ne fait pas la morale

Les grands singes pourraient donc, comme le postule F. de Waal, être doués d'empathie et manifester un certain altruisme, ce qui constituerait des rudiments de morale. Cependant, selon le sociologue français Émile Durkheim (1858-1917), un système moral repose sur un ensemble de représentations partagées, c'est-à-dire sur des normes dont il ne faut pas dévier et que les membres de



la société établissent en communiquant. En d'autres termes, les individus doivent avoir un système de valeurs, un sens de la justice à l'aune duquel ils jugent leurs propres comportements et ceux des autres.

Or on ne rencontre chez aucun animal un tel sens de la justice. Le « jeu de l'ultimatum » l'illustre. Il consiste à donner à un individu une certaine récompense (sous forme de nourriture chez les animaux), qu'il doit répartir à sa convenance entre un partenaire et lui-même. Si le partenaire accepte l'offre, les récompenses sont distribuées selon la répartition indiquée. S'il la rejette, personne n'obtient de récompense.

Dans une telle situation, les humains refusent généralement les offres qui représentent moins de 20 pour cent du total, car ils les jugent injustes. Leur choix s'effectue dans un contexte de représentations partagées, où les individus non coopératifs doivent être punis (ici en les privant de toute récompense, bien que cela en prive aussi celui qui énonce le jugement).

Au contraire, les chimpanzés et les bonobos acceptent toutes les offres, même déséquilibrées. S'ils paraissent se montrer plus rationnels du point de vue strictement économique, c'est qu'ils n'ont pas de normes sociales qui leur feraient juger le comportement de l'autre comme injuste. Pour de nombreux éthologistes, le concept de morale est étranger aux animaux et n'est d'aucune utilité pour comprendre leurs actes. ■

Bernard THIERRY est directeur de recherche du CNRS à l'Université de Strasbourg.