



→ 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 éthologues 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 éthologues, 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.

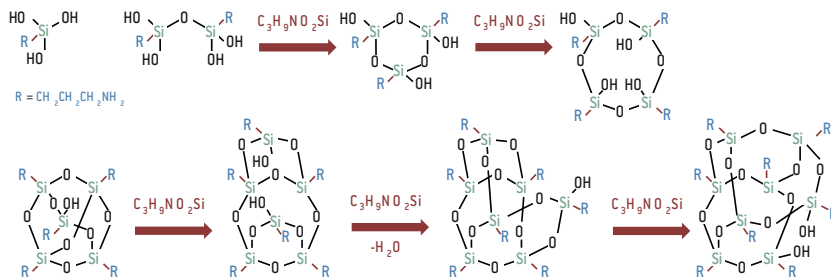
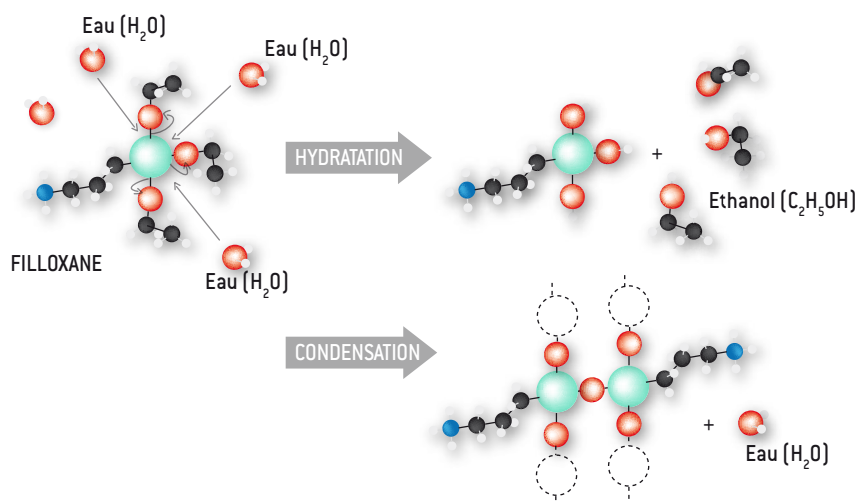
COSMÉTIQUE

Un sol-gel pour renforcer les cheveux

Les cheveux fins et fragiles peuvent devenir plus résistants par l'introduction, dans leur cortex, d'un polymère à base de silice, nommé Filloxane® et issu de la chimie sol-gel.

Un nouveau pas vient d'être franchi dans le traitement cosmétique du cheveu, pour le renforcer, compenser sa finesse ou sa fragilité. Les travaux des laboratoires de Recherche et Innovation de L'Oréal à Aulnay-sous-Bois (1), ont permis de mettre au point une technique de comblement capillaire par apport de matière, grâce à un oligomère qui polymérise à température ambiante au moyen d'un procédé sol-gel novateur dans le domaine. Résultat : une rigidité augmentée avec un effet persistant dans le temps.

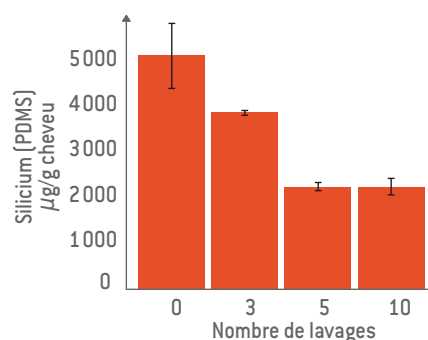
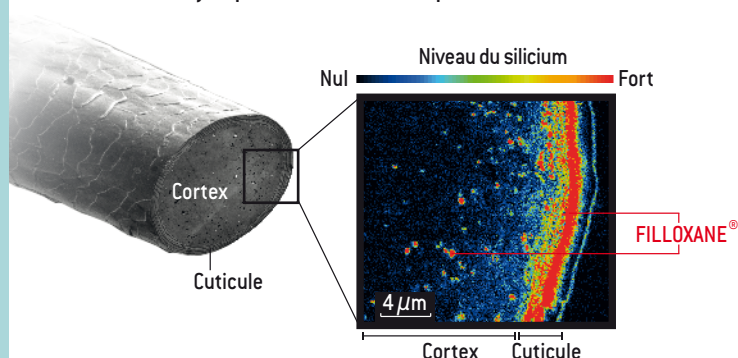
La fibre du cheveu est constituée de trois parties : la couche externe, nommée cuticule, constituée de plaques cornées en forme d'écailles qui recouvrent le cortex, solide et résistant, et la partie centrale, ou région médullaire. Le cheveu peut présenter des différences importantes d'une personne à l'autre. Outre sa couleur et sa forme (lisse, ondulé, crépu...), le cheveu « adulte » a un diamètre variant



En solution aqueuse à pH 9, à 10%, la molécule 3-aminopropyltriéthoxysilane est hydrolysée, puis polymérise pour former un réseau grâce à une réaction de condensation.

LES PREUVES D'EFFICACITÉ DE LA MOLÉCULE DE FILLOXANE®

La pénétration du Filloxane® dans la fibre a été étudiée par microanalyse *in situ* en couplant la localisation et l'analyse chimique. Ce cliché réalisé par imagerie analytique en NanoSIMS permet de visualiser (en rouge) la présence du silicium, élément constitutif du Filloxane® au sein d'un cheveu après l'application rincée d'un sérum, à la fois dans la cuticule et dans le cortex jusqu'à huit microns de profondeur.



Dosage du silicium après trois applications rincées d'un sérum sur mèches de cheveux fragilisés, après trois, cinq et dix lavages. On a testé la résistance à la flexion, la compression, les effets cumulatifs ainsi que la rémanence après plusieurs lavages.

de 40 à 120 microns, la moyenne se situant aux environs de 80.

Comment augmenter durablement la vigueur et la résistance du cheveu fin (de diamètre inférieur à 60-70 microns) et fragile tout en conservant son aspect et son toucher naturel ? L'idée est de renforcer la fibre de l'intérieur.

« Nous avons recherché, parmi des molécules développées pour d'autres industries, celle qui serait capable de diffuser dans la fibre, de s'y fixer et d'apporter une relative rigidité » explique la chimiste Valérie Jeanne-Rose qui a effectué des centaines de tests lors d'un stage postdoctoral au sein des laboratoires de L'Oréal, sous la direction de Clément Sanchez et Jacques Livage, directeur du laboratoire de Chimie de la matière condensée de Paris (Unité mixte CNRS-Université Paris VI). La molécule 3-aminopropyltriéthoxysilane, de la famille des organosilanes a été retenue et son oligomère est le Filloxane®. Il s'agit d'un monomère

hybride constitué d'une partie organique et d'une partie minérale à base de silicium, capable de pénétrer au cœur de la structure capillaire, c'est-à-dire dans le cortex, pour y créer par polymérisation un réseau moléculaire à la fois souple et résistant (voir la figure page ci-contre).

On a utilisé, pour la première fois en cosmétique, un procédé dit sol-gel consistant à faire passer un matériau de l'état de solution aqueuse à celui de gel solidifié. Dans l'industrie, ce procédé permet de fabriquer des verres à partir d'une solution.

Avec ce procédé, l'oligomère de la molécule 3-aminopropyltriéthoxysilane va sous certaines conditions spécifiques de concentration et de pH, polymériser à température ambiante afin de créer un maillage tridimensionnel. La partie minérale composée de silicium forme le squelette du maillage 3D, et les groupes organiques facilitent les interactions moléculaires avec les

constituants du cheveu. Résultat : des liaisons hydrogène se créent entre les protéines et les aminoacides du cheveu permettant d'ancrer le réseau dans la fibre. Les propriétés physico-chimiques de la molécule ont été étudiées par une équipe pluridisciplinaire pour comprendre sa capacité à améliorer la structure et les propriétés mécaniques du cheveu.

Les travaux se sont déroulés en plusieurs étapes, de la recherche de la molécule elle-même en 1997 à la mise au point en 2008 des premiers produits. Le Filloxane® est présent aujourd'hui dans plusieurs gammes. La sécurité et l'efficacité de la molécule ont été évaluées selon des protocoles rigoureux en jouant sur les dosages et les principes de formulation (shampoings, après-shampoings, masques, sérum, etc.).

(1) 3-aminopropyltriéthoxysilane : A new compound stemming from SOL-GELS proven to enhance fibre volume. P. Hallegot, G. Hussler, V. Jeanne-Rose, F. Leroy, P. Pineau, H. Samain. DWI Congress, Lübeck, Hair's13, 18th International Hair-Science Symposium, septembre 4-6, 2013.

La puissance de l'inconscient

John Bargh

Les mécanismes inconscients contrôlent la plupart de nos comportements, nos choix, nos émotions, nos décisions, comme le montrent de nombreuses expériences de psychologie. La conscience ne serait que la partie émergée de l'iceberg des processus cognitifs.

Lorsque les psychologues essaient de comprendre comment fonctionne notre esprit, ils parviennent souvent à une conclusion surprenante : nous prenons souvent des décisions sans y avoir réfléchi – ou, plus précisément, sans y avoir réfléchi consciemment. Lorsque nous décidons pour qui voter, ce que nous allons acheter, où partir en vacances, par exemple, nous ne mesurons pas que c'est notre inconscient qui est aux commandes, ou du moins qu'il joue un rôle essentiel. De plus en plus de résultats de recherche confirment chaque jour que l'inconscient cognitif dicte sa loi.

L'une des études les plus connues sur le pouvoir de l'inconscient concerne la façon dont nous décidons des candidats que nous souhaitons voir élus. Dans une expérience réalisée aux États-Unis, les sujets participant à l'expérience disposaient d'un temps très court (quelques dixièmes de seconde), pour observer des photographies. Il s'agissait de candidats à des postes de gouverneur ou de sénateur dans des États différents de ceux où les sujets de l'expérience votaient réellement. Ensuite, on leur demandait de prédire si ces

candidats seraient ou non élus. De façon tout à fait surprenante, ce petit sondage se révéla cohérent avec le choix que les électeurs des États concernés firent au moment des élections réelles. Dans deux élections sur trois, les sujets avaient réussi à prévoir quels seraient les résultats des élections, simplement en regardant une photographie des candidats en moins de temps qu'il ne faut pour cligner des yeux.

Depuis plus de 100 ans, les scientifiques qui étudient comment fonctionne le cerveau s'intéressent au rôle des influences non conscientes sur nos pensées et nos actes. Tout au long de ses écrits, Sigmund Freud présentait la conscience comme le lieu des pensées et émotions rationnelles, et l'inconscient comme celui de l'irrationnel. Mais les psychologues cognitifs contemporains ont repensé l'approche freudienne. Ils montrent que les deux types de processus coopèrent pour répondre aux exigences de notre espèce, qu'il s'agisse de celles de nos ancêtres de l'âge de pierre qui, pour survivre, devaient chasser le mammouth ; de celles des chevaliers du Moyen Âge qui s'affrontaient lors de joutes équestres ; ou

L'ESSENTIEL

■ Les décisions sont souvent prises sans que nous n'y ayons réfléchi de façon précise.

■ Des processus non conscients contrôlent la façon dont nous pensons et planifions notre vie.

■ Nombre de nos attitudes inconscientes dictent aussi la façon dont nous nous comportons avec autrui.

■ Ces jugements automatiques permettent de réagir vite, face à un danger par exemple.

© Spencer Lowell