

Gare aux petits pois!

Des chercheurs de l'INRA ont découvert les propriétés insecticides d'une protéine du petit pois en étudiant les charançons des céréales qui prospéraient sur les châtaignes et sur les glands, mais pas sur les pois cassés. Les biologistes

ont analysé les pois cassés et identifié une protéine dont on ignorait les propriétés insecticides. Sommes-nous

aussi menacés? Les tests montrent que la protéine conserve son activité insecticide après cuisson, mais qu'elle n'est ni toxique ni allergénique pour l'homme : nous ne sommes pas des charançons, malgré les allégations de Kafka.

Peinture fractale

Dans les années 1940, s'inspirant de Max Ernst, le peintre américain Jackson Pollock développe une technique d'«égouttage» : la peinture tombe sur la toile, posée à terre, par les trous percés dans un récipient ou est projetée à l'aide d'une seringue. Selon trois physiciens de l'Université de Nouvelle-Galles du Sud, à Sydney, les mathématiques permettent de suivre l'évolution de sa technique, de dater les toiles et de confondre d'éventuels faussaires : ils ont en effet découvert que les motifs peints par Pollock sont fractals et que leur dimension fractale a augmenté au fil des années, de un en 1943, à 1,72 en 1952.

Pas de la petite bière...

Pourquoi les bières sans alcool ont-elles un goût désagréable? Parce qu'elles contiennent un aldéhyde nommé méthional. Telle est la conclusion des travaux de l'équipe de Philippe Perpète, de l'Université de Louvain, qui a comparé la composition des bières traditionnelles à celle des bières sans alcool. La méthode de production la plus courante de ces bières consiste à utiliser des levures avec un moût à environ 1° C. À cette température, les enzymes des micro-organismes sont inefficaces pour transformer les aldéhydes en alcool, et le méthional, dont le seuil de détection est très bas, s'accumule. Les microbiologistes espèrent améliorer le goût des bières sans alcool en supprimant le gène qui code de l'enzyme produisant le méthional.

du Laboratoire de psychologie expérimentale du CNRS, à Paris, et ses collègues de la Société Nissan ont montré que le cerveau n'utilise pas tous les éléments d'une scène pour en construire une représentation mentale et la mémoriser. Ainsi, certaines modifications importantes passent inaperçues lorsqu'elles se produisent pendant une perturbation, même minime.

Les psychologues ont montré à 10 volontaires 48 paires d'images identiques à l'exception d'un élément important, par exemple un avion de chasse qui se pose sur un porte-avions (voir la figure 1). Au cours d'une de ces expériences, les images se succèdent à des intervalles réguliers de trois secondes. Lors du passage d'une image à l'autre, quelques petites formes parasites (ovales ou carrés) sont superposées pendant 80 millisecondes sur la photographie, mais ne recouvrent pas l'élément modifié. Le diamètre de ces ovales est inférieur à trois pour cent de la largeur de l'image. Les observateurs avertissent les expérimentateurs dès qu'ils ont décelé le changement. Pourquoi est-ce parfois long?

Les éléments visuels d'une scène sont de deux types : les éléments d'intérêt central et les éléments d'intérêt marginal. Par exemple, dans un portrait, l'identité pourrait être centrale tandis que la couleur de la chemise serait marginale. Les observateurs repèrent dès le premier changement d'image les modifications des éléments d'intérêt central. En revanche, les variations des éléments d'intérêt marginal ne sont détectées qu'à la deuxième projection, voire plus tard. Parfois, le changement n'est pas repéré à l'issue de l'essai qui dure 40 secondes.

L'attention des observateurs a été détournée par les petites formes et la modification n'a pas été détectée. Cette cécité au changement a lieu même quand les changements sont importants. Les psychologues en déduisent que le cerveau n'utilise qu'une faible partie de l'information visuelle disponible – les éléments d'intérêt central – pour représenter une scène complexe.

Pour confirmer que les éléments centraux d'une scène sont mémorisés alors que les éléments marginaux sont négligés, une seconde expérience a été effectuée. Cette fois, une seule forme parasite apparaît pendant le changement d'image, toujours pendant 80 millisecondes, mais elle recouvre l'élément modifié. Les observateurs identifient immédiatement la nature de la modification lorsqu'elle concerne un élément d'intérêt central, mais ils ne peuvent l'identifier quand elle touche un élément d'intérêt marginal. Seuls les éléments fondamentaux sont mémorisés.

Lors d'une modification de l'image sans perturbation, l'œil n'est pas distrait : il est attiré vers le changement et le voit. En cas de perturbation, le regard a été détourné et ne peut compter que sur quelques éléments centraux mémorisés pour comparer les images avant et après la perturbation.

Selon K. O'Regan, le cerveau n'a pas besoin d'une représentation complète du champ visuel puisque le monde extérieur est immédiatement accessible par la vue. Le champ visuel est une sorte de mémoire externe dont le contenu est directement accessible par un mouvement de l'œil ou de l'attention. L'impression de voir un riche panorama serait illusoire.



2. Passez de cette image à celle de la page précédente et identifiez l'élément qui a changé.

Éponges vitreuses

Des verres poreux piègent les déchets radioactifs.

En France, les déchets radioactifs proviennent essentiellement du retraitement des combustibles issus de la production d'électricité d'origine nucléaire. En mettant à profit les propriétés des aérogels, des matériaux très poreux, nous avons mis au point un verre mieux adapté au confinement des déchets radioactifs à vie longue.

Certains noyaux radioactifs, essentiellement les actinides (la famille de l'uranium), ont une demi-vie (le temps nécessaire pour que l'activité radioactive soit réduite de moitié) parfois supérieure à un million d'années. Comment peut-on conserver ces déchets pour qu'ils restent confinés le plus longtemps possible ? En les intégrant dans une matrice de verre.

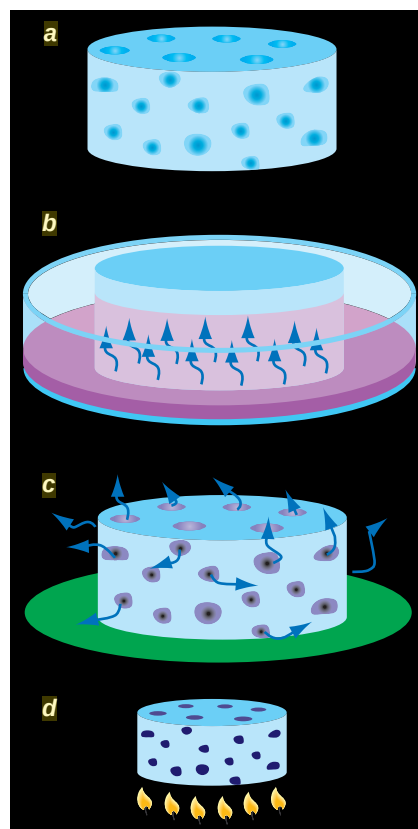
Le verre possède maints avantages. Il est solide, stable lorsqu'il est soumis à l'irradiation ou à des contraintes mécaniques, chimiques et thermiques. Les verres habituellement utilisés sont des borosilicates, composés de silice (SiO_2) et d'une multitude d'éléments, qui représentent 13 pour cent en poids du matériau. Avec les actinides, les nouveaux verres de confinement devront avoir une meilleure stabilité chimique que celle des borosilicates. En particulier, lorsque les verres seront enfouis dans les sites de stockage, on veut éviter que, dans l'éventualité d'un contact avec l'eau, les éléments radioactifs soient dissous.

On améliore la durabilité chimique par l'utilisation de la silice pure, car les éléments qu'on y ajoute habituellement, tels le bore et le sodium qui facilitent la fusion du verre, sont plus solubles dans l'eau que la silice, de sorte que la matrice de verre résiste moins à la corrosion par l'eau. Or, l'obtention de silice pure par un procédé de fusion classique nécessite des températures supérieures à 2 000 °C, qui constituent un obstacle technique et économique. De surcroît, la matrice de verre obtenue par fusion de la silice pure et des éléments radioactifs n'est pas une structure vitreuse de silice pure où seraient piégés les éléments radioactifs, mais une structure vitreuse moins stable dont les composants incluraient les éléments radioactifs.

Pour tourner ces difficultés, nous avons, en collaboration avec J.-L. Duchossoy, du CEA, utilisé des gels de silice, des sortes d'éponges très poreuses. Depuis 1982, on sait fabriquer des aérogels de silice très poreux (contenant plus de 95 pour cent de vide) et dont la surface interne est très grande : jusqu'à 1 000 mètres carrés, dans un gramme d'aérogel. De surcroît, ces matériaux ont la remarquable propriété de se contracter : lorsqu'on les chauffe, les pores se referment.

Comment confine-t-on les éléments radioactifs à l'aide de ces gels ? On commence par dissoudre les substances radioactives dans un solvant dont on imprègne l'éponge de silice. Dans nos essais, nous avons remplacé les actinides, trop radioactifs, par des lanthanides, éléments chimiques aux propriétés analogues. Une fois le solvant évaporé et les éléments déposés à la surface

des pores, il ne «reste plus» qu'à densifier l'éponge imprégnée en la chauffant à une température de l'ordre de 1 100 °C (voir la figure). On obtient alors un ensemble de domaines de silice qui enrobent les éléments radioactifs.



Après fabrication d'un aérogel de silice pure, très poreux (a), on l'imprègne d'une solution de sels d'éléments à confiner (b). On laisse ensuite le liquide s'évaporer (c). Finalement, après chauffage (d), le gel se contracte et enrobe les éléments radioactifs dans une matrice de silice vitreuse.

Les propriétés physico-chimiques de ce matériau vitreux sont prometteuses. Non seulement sa résistance mécanique et sa stabilité thermique sont bonnes (jusqu'à 650 °C), mais les tests de durabilité chimique montrent que la vitesse de dissolution de ce matériau est 60 fois inférieure à celle du verre de confinement borosilicate et plus de 10 fois inférieure à celle de nouvelles matrices de confinement à l'étude (tels les verres basaltiques).

Ces résultats encourageants ne suffisent pas à valider un tel procédé et d'autres aspects doivent être pris en considération. L'auto-irradiation du matériau peut l'endommager, car, même pour des teneurs en éléments radioactifs modérées, des concentrations locales importantes pourraient altérer les propriétés de la matrice au voisinage des domaines de confinement : le rayonnement induit endommagerait la structure du réseau de verre par des

déplacements atomiques, par la formation possible de bulles d'hélium et par une dilatation du matériau.

Ce type de recherches ne concerne pas uniquement les déchets nucléaires. D'autres déchets, tels les résidus d'épuration qui résultent de l'incinération des ordures ménagères, pourraient bénéficier d'un confinement par un procédé analogue.

J. REYNES, Th. WOIGNIER, J. PHALIPPOU, Laboratoire des verres, CNRS, Montpellier

Horloge biologique

De nouveaux photorécepteurs apparentés à des pigments végétaux sont responsables de la perception des cycles quotidiens.

Du matin jusqu'au soir, les jeunes tournesols vrillent leurs tiges et orientent leurs fleurs vers le soleil pour un éclairage optimal. Cependant, quand on place entre la fleur et le soleil un filtre absorbant le bleu, la fleur ne pivote plus. Cette observation, contée par Charles Darwin, montre que des pigments sensibles à la lumière bleue captent les variations d'intensité lumineuse et renseignent la plante sur le nyctémère, c'est-à-dire sur l'alternance du jour et de la nuit. De cette perception des rythmes quotidiens dépendent la germination, la croissance et la floraison. Les animaux

et les êtres humains sont-ils sensibles à ces variations de luminosité ?

L'équipe de Russell Foster, au Collège impérial de Londres, a montré que les mammifères perçoivent les rythmes journaliers grâce à une horloge biologique dont le mécanisme repose sur des pigments qui n'interviennent pas dans la vision. Plus précisément, l'équipe d'Akira Yasui, à l'Université Tohoku, a mis en évidence, chez la souris, le rôle de deux protéines apparentées aux pigments bleus des végétaux dans la perception du nyctémère.

Les biologistes britanniques ont étudié des souris dépourvues, après mutations génétiques, des cellules de la rétine responsables de la vision (les cônes et les bâtonnets). Totalement aveugles, elles continuaient néanmoins à percevoir les rythmes journaliers : leur comportement, mesuré par le nombre de tours de roues d'exercice effectués en fonction du moment de la journée, était identique à celui d'une souris normale.

Puis, sur ces mêmes souris, ils ont étudié l'influence d'une lumière monochromatique bleue sur la production de mélatonine, une hormone synthétisée par une région de la base du cerveau, nommée le noyau suprachiasmatique, qui commande la température corporelle et les cycles veille/sommeil. Chez une souris normale, la synthèse de mélatonine est inhibée par la lumière : elle l'est également chez les souris dépourvues de cônes et de bâtonnets. De ces deux expériences, on conclut que la perception du nyctémère est indépendante des pigments de la vision et nécessite la présence d'autres récepteurs sensibles aux variations de lumière.

L'équipe japonaise s'intéressait aux photolyases, des protéines qui réparent l'ADN endommagé par une exposition aux ultraviolets B : elles sont activées par une lumière bleue ou par des ultraviolets A. Ils ont découvert les protéines Cry1 et Cry2, synthétisées dans toutes les cellules et qui, outre leur fonction réparatrice, ressemblent aux cryptochromes, des pigments végétaux sensibles aux variations de lumière. Les biologistes ont alors créé trois espèces de souris mutantes chez qui, soit Cry1, soit Cry2, soit les deux protéines n'étaient pas synthétisées. Ils ont étudié le comportement circadien de ces souris par leur activité locomotrice dans une roue à exercice. Dans des conditions de laboratoire, où le jour et la nuit durent chacun 12 heures, les trois espèces ont un cycle régulier de 24 heures.

En revanche, dans l'obscurité totale, alors que les premières ont un cycle d'activité réduit d'environ une heure, le rythme des deuxièmes augmente d'une heure. Les protéines Cry1 et Cry2 ont des fonctions antagonistes qui dérèglent l'horloge biologique : Cry1 accélère le cycle, Cry2 le retarde. Les souris de la troisième espèce perdent tout périodicité de comportement et n'ont plus aucun « rythme de vie ». Les biologistes concluent que les protéines Cry1 et Cry2 captent les variations lumineuses du jour et de la nuit.



Les végétaux et les animaux vivent au rythme de l'alternance du jour et de la nuit. Ces deux règnes ont des récepteurs photosensibles qui appartiennent à la famille des cryptochromes.