



## Gènes de l'obésité

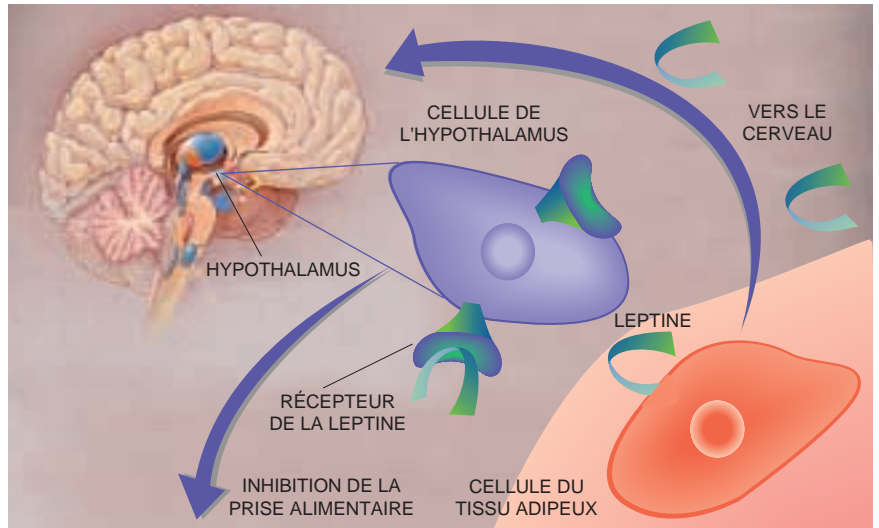
**Quand les signaux de la satiété sont inefficaces, l'obésité s'installe.**

Depuis quelques années, on sait que les souris ayant les deux copies de leur gène *ob* mutées sont obèses. Normalement, ce gène code une « hormone de satiété », la leptine : elle est produite exclusivement dans le tissu adipeux et module la prise alimentaire en fonction de la dépense énergétique. Quand la masse grasseuse augmente trop, l'hormone agit sur un « centre de la satiété » localisé dans l'hypothalamus qui, en retour, inhibe l'appétit. Ainsi, chez la souris, certaines obésités sont dues à des mutations du gène de la leptine (l'hormone synthétisée est anormale, donc inefficace). On a aussi montré que l'obésité résulte parfois de mutations du récepteur de la leptine, localisé dans le cerveau ; dans ce cas, même si l'hormone est normale et en quantité suffisante, elle est inefficace, car son récepteur anormal ne transmet pas le signal de régulation pondérale. Des équipes françaises viennent de montrer que ces résultats s'appliquent aussi à l'homme.

Ainsi, Donny Strosberg et ses collègues de l'Institut Cochin de génétique moléculaire ont trouvé, chez trois personnes obèses d'une même famille, une concentration anormalement faible en leptine. Le gène codant cette hormone contenait une mutation ponctuelle, et les trois personnes atteintes avaient les deux copies du gène *ob* mutées. Les autres membres des familles de ces personnes n'étaient pas obèses : elles avaient soit deux copies normales du gène *ob*, soit une seule copie mutée (la copie normale suffit alors à assurer une régulation pondérale normale).

On savait aussi que l'obésité inhibe les fonctions reproductrices de la souris. L'étude de l'Institut Cochin le confirme pour l'homme : sur les trois patients obèses, un garçon de 22 ans était encore impubère et une femme de 34 ans avait une absence totale de règles.

De plus, Philippe Froguel et ses collègues de l'Institut Pasteur de Lille viennent de publier que, comme chez la souris, le récepteur de la leptine contrôle également la satiété chez l'homme. Ils ont trouvé, chez trois sœurs obèses (pesant plus de



La leptine est une hormone sécrétée par le tissu adipeux. Véhiculée par le sang jusqu'au cerveau, elle se lie à son récepteur, localisé sur les cellules de l'hypothalamus. Cette fixation déclenche une cascade de réactions qui aboutissent à l'inhibition de la prise alimentaire. Quand la leptine n'est pas synthétisée ou que son récepteur est anormal, le signal de satiété n'est pas déclenché et la personne devient obèse.

130 kilogrammes), dont le gène *ob* est normal, une mutation du gène du récepteur de la leptine. La protéine est synthétisée en grande quantité puisque le tissu adipeux est abondant, mais le récepteur est incomplet, donc inefficace.

Cette anomalie génétique se traduit par une obésité précoce (159 kilogrammes à 13 ans pour une des sœurs, 133 et 166 pour les deux autres sœurs, à 19 ans) et par des troubles du comportement alimentaire. Ces filles, dont les deux copies du gène codant le récepteur de la leptine sont mutées, sont restées impubères. Outre l'inhibition des fonctions de la reproduction, on note chez ces patientes un retard de croissance et une insuffisance thyroïdienne. Un récepteur fonctionnel de la leptine est indispensable à la régulation de la masse corporelle, mais aussi à la maturité sexuelle et à la sécrétion de diverses hormones. Ainsi la leptine ne commande pas seulement la masse corporelle, elle semble être aussi un signal nécessaire au déclenchement de la puberté. Que le signal lui-même ou son récepteur soit anormal, et la puberté n'a pas lieu.

Toutefois, beaucoup d'obèses n'ont de mutations ni sur le gène de la leptine ni sur celui de son récepteur. Il se pourrait qu'ils aient d'autres gènes mutés : par exemple, ceux qui codent des protéines de la chaîne de régulation déclenchée par la liaison de la leptine à son récepteur.

## La mer envahit la Petite Camargue...

**...pourquoi ne pas la laisser faire?**

Du 16 au 18 décembre 1997, le golfe du Lion a été agité par une tempête telle qu'il ne s'en produit que tous les 20 ou 30 ans. Le littoral a été balayé de rafales de vent dont les plus rapides atteignaient 150 kilomètres à l'heure. Le niveau de la mer s'est élevé jusqu'à 1,6 mètre au-dessus de sa cote habituelle, tandis que déferlaient des vagues d'une dizaine de mètres de haut. Cette tempête a accentué l'érosion du rivage de la Petite Camargue, à l'Ouest des Saintes-Maries-de-la-Mer, contre laquelle luttent les pouvoirs publics. Inutilement ?

Entre l'embouchure du Petit Rhône et les premiers marais salants d'Aigues-Mortes, la côte du Grand Radeau et des Quatre-Maries s'est repliée de 2,5 kilomètres depuis deux siècles, à cause surtout de la diminution du flux de sédiments apportés à la mer par le Petit Rhône. Depuis une quinzaine d'années, on s'efforce, à grands moyens, d'arrêter

# BRÈVES

## L'intérêt d'une protéine néfaste

Une maladie de la rétine, nommée dégénérescence maculaire, frappe les personnes âgées. Philippe Amouyel, de l'Institut Pasteur, et ses collègues ont montré qu'un gène prétendu mal-faisant protège contre l'une des deux formes de cette maladie : le gène codant la forme E<sub>4</sub> de l'apolipoprotéine E, forme incriminée dans certaines maladies cardio-vasculaires et dans la maladie d'Alzheimer. La protéine accusée de favoriser ces graves maladies protégerait contre la dégénérescence de la rétine.

## Ascendants d'avril

Selon une étude autrichienne, la taille moyenne, mesurée sur plus de 500 000 garçons âgés de 18 ans, dépendrait du mois de naissance. Les plus grands sont nés en avril, les plus petits en octobre. Un argument en faveur de l'astrologie? Une meilleure explication : la concentration en mélatonine, qui favorise la production d'hormone de croissance, augmente avec la durée d'ensoleillement. Toutefois, un décalage de trois mois sépare le mois de naissance des plus grands et la fin du mois de juin, où l'ensoleillement est maximal. La croissance, considérable au cours des trois mois qui suivent la naissance, d'avril au solstice de juin, expliquerait-elle ce décalage?

## Première italienne

Cristiano Del Sasso et Marco Signore, viennent de baptiser le premier dinosaure trouvé en Italie : *Scipionyx samniticus*. Il n'est rattaché à aucun genre connu. Ce jeune théropode, qui ne mesure que 24 centimètres de la pointe de sa mâchoire à l'extrémité de sa queue, a été enseveli il y a 113 millions d'années dans une lagune, et sa fossilisation est d'une qualité remarquable. On y observe des parties molles de l'organisme qui ont disparu dans les autres fossiles : des muscles, un grand morceau de l'intestin et, même, des traces des reins.



Nature

ce recul. Des épis en enrochement ont d'abord été construits. Perpendiculaires au tracé de la côte, ils devaient arrêter les sables qui se déplacent parallèlement à celle-ci. Ils ont été inefficaces, car le transit sédimentaire est très faible à cet endroit. Pire, ils ont aggravé la situation : contre ces épis, les courants d'arrachement, dirigés vers le large, sont canalisés et donc plus violents. Leur action érosive s'ajoute à celle des vagues. Le déchaussement de ces épis démontre leur inutilité et leur nocivité.

Pour renforcer cette défense mise à mal, on a ensuite construit une digue en haut de plage. La situation n'a toutefois pas été améliorée : la réflexion des vagues déferlant sur l'obstacle augmente leur pouvoir érosif, et la plage a tendance à disparaître en avant de la digue. Celle-ci, affouillée à sa base, s'affaisse par endroits. Dans ces secteurs, elle a été franchie lors de la tempête de la mi-décembre. On envisage maintenant d'implanter, en avant du rivage, sur une longueur de cinq kilomètres, une vingtaine de brise-lames...

À force d'acharnement et d'enrochements, finira-t-on par fixer la côte de la Petite Camargue? Et à quel prix? La vingtaine de brise-lames projetés coûteraient 60 millions de francs. En outre, ils parachèveraient la défiguration du paysage de plages, de dunes, d'étangs et de terres humides où les libres interactions entre l'eau douce et l'eau salée favorisent une grande diversité biologique.

Si l'on veut conserver le caractère sauvage de cette côte qui est incluse dans le Parc naturel régional de Camargue, il faudrait renoncer à la défendre contre l'érosion. Le prix à payer sera la perte d'espace terrestre au profit de la mer, comme cela s'est fait depuis deux siècles sans que l'on ait cherché à s'y opposer. Les terres cultivées s'arrêtent à environ 1,5 kilomètre du rivage, qui est resté désert, car il est difficile d'accès : si la côte recule d'autant, des indemnisations devraient être versées aux propriétaires lésés par la réduction de leur domaine. Mais ces compensations financières coûteraient bien moins à la collectivité que la défense obstinée de la position actuelle de la côte. Surtout, l'environnement ne serait pas dénaturé puisqu'on assisterait seulement à une translation progressive des différents milieux qui le composent. Quant aux enrochements et à la digue, abandonnés, ils disparaîtront progressivement sous les flots.

Roland PASKOFF  
Université Lumière, Lyon



Roland Paskoff

Malgré tous les efforts entrepris depuis 15 ans, la mer grignote lentement la terre en Petite Camargue (flèche rouge sur la carte), près de l'embouchure du Petit Rhône. Lors d'une tempête, en décembre 1997, elle a ainsi franchi la digue de protection en plusieurs endroits.

Suite page 22

## Le temps plus longtemps

À partir du mois de mai 1998, la Société Météo France publiera des prévisions sept jours à l'avance, au lieu de cinq jusqu'à présent. Dans le futur, des prévisions météorologiques pourraient dépasser dix

jours, voire atteindre 15 jours, mais guère plus : les incertitudes sur l'état de l'atmosphère à un instant donné produisent une erreur

incompressible à cette échéance. En revanche, un nouveau calculateur au centre de prévision de Toulouse permettra, dès juillet 1998, des prévisions mieux localisées, par la prise en compte du relief avec des détails de sept kilomètres, au lieu de dix aujourd'hui.

## Big brother

Un éditeur de logiciels pourra savoir si vous êtes en possession d'un logiciel licite. Comment? En «écoutant» votre écran d'ordinateur : un écran émet des signaux électromagnétiques que l'on peut analyser pour reproduire ce qui s'y trouve. C'est d'ailleurs une pratique d'espionnage. Des informaticiens britanniques ont mis au point un système qui incorpore un message clandestin à l'écran de votre ordinateur. Si ce message est constitué de quelques pixels répartis sur l'écran, vous ne le verrez pas. En revanche, un récepteur adapté, branché sur un téléviseur, capte les émissions électromagnétiques de votre écran et peut retrouver le message.

## Premiers marins

Les ancêtres de l'homme étaient-ils capables de construire des bateaux et de naviguer il y a 900 000 ans? Si l'on en croit les âges déterminés pour les sédiments de deux sites où l'on a retrouvé des outils primitifs, ils seraient en tous cas arrivés, dès cette époque, sur l'île indonésienne de Flores, alors qu'elle a toujours été séparée des autres terres par un profond bras de mer. Hélas, on ne connaît aucun reste humain aussi ancien sur l'île.

## La masse du photon

Si le photon avait une masse, les équations de Maxwell qui régissent les variations spatiales du champ électromagnétique seraient altérées. Avec une balance sensible qui mesure les interactions magnétiques, des physiciens de l'Université du Wisconsin ont déterminé que la masse du photon était inférieure à  $2 \times 10^{-54}$  kilogramme.

Suite page 24

## Impact

### Sur le danger des impacts de météorites

*Une énorme masse embrasée, comme une montagne, fut projetée du ciel dans la mer, et le tiers de la mer devint du sang ; il périt un tiers des créatures vivant dans la mer.*

Apocalypse

Ce texte du *Nouveau Testament* décrit ce qui aurait pu se passer le 26 octobre 2028 si l'orbite de l'astéroïde 1997 XF-11 avait croisé celle de la Terre. Le 11 mars 1998, Brian Marsden, un astronome renommé du Centre pour l'astrophysique d'Harvard, annonçait qu'à cette date, un objet de 1,5 kilomètre de large frôlerait la Terre à moins de 50 000 kilomètres. En fait, les incertitudes étaient telles qu'il n'était alors pas certain que l'astéroïde manquerait notre planète.

Le lendemain, des astronomes utilisèrent des photographies de l'objet prises en 1990 et recalculèrent l'orbite de l'astéroïde ; leur calculs aboutirent à un passage à plus d'un million de kilomètres de notre planète, près de trois fois la distance de la Terre à la Lune. L'apocalypse est donc repoussée, mais le traitement par les médias de telles informations pourrait avoir l'effet inverse de celui escompté : à force de crier au loup, le public pourrait négliger, voire ignorer, une véritable alerte.

Un film américain relatant l'histoire d'une comète qui doit s'abattre sur la Terre sortira dans quelques mois. Cette sortie pourrait nous éclairer sur l'attitude du public

envers cette menace extraterrestre. Dans ce film, intitulé *Impact*, des astronomes repèrent une comète dont la trajectoire croisera celle de la Terre un an plus tard. Pour éviter aux hommes de subir le même sort que les dinosaures, les dirigeants du monde doivent s'entendre sur un moyen de détourner la comète.

Dans un louable souci de rigueur scientifique, les producteurs et les scénaristes de cette superproduction hollywoodienne ont étudié de nombreuses revues de vulgarisation. Mieux encore, ils s'étaient entourés d'une dizaine de conseillers scientifiques, dont Carolyn et Eugene Shoemaker (les codécouvreurs de la comète Shoemaker-Levy).

Certaines scènes nécessitent pourtant de sacrifier à la rigueur scientifique : la représentation de la poussière cométaire, plus noire que le charbon, aboutirait à filmer de la neige noire sur une surface noire, dans le noir de l'espace... Pour éviter ce manque de contraste, la poussière cométaire du film est blanche. En revanche, les scénaristes ont modifié certains faits pour tenir compte de la réalité scientifique. Ainsi, le noyau cométaire était initialement décrit comme une boule de densité supérieure à celle de l'uranium, alors qu'il s'agit d'une boule de neige sale, de densité proche de celle de l'eau.

Du point de vue du réalisme scientifique, l'épisode le plus difficile à reproduire fut l'atterrissage des astronautes sur la comète pour y poser des explosifs. Une comète n'est pas assez massive pour créer une gravité notable. De surcroît, un rendez-vous spatial avec une comète est un exercice délicat : un tel objet se déplace à plusieurs dizaines de kilomètres par seconde et tourne parfois sur son axe. Pour dévier la comète de sa course initiale, il serait vraisemblablement plus aisé



Contrairement au scénario du film *Impact*, la meilleure méthode pour détourner une comète de sa course n'est sans doute pas d'y placer des explosifs.

de déclencher une explosion au-dessus de la surface de la comète, ou encore de heurter la comète avec un projectile lourd.

De surcroît, en se fondant sur les techniques actuelles, un an de préparation est insuffisant : entre 50 et 100 ans sont nécessaires pour la mise au point d'une telle mission. Pour les astéroïdes, cette alerte à moyen terme est envisageable, car leur vitesse est rarement supérieure à 20 kilomètres par seconde et ils suivent des orbites calculables. En revanche, les comètes se déplacent plus vite et perdent des gaz à l'approche du Soleil, ce qui modifie leur trajectoire et complique

leur suivi. Plusieurs organismes surveillent ces objets nommés croiseurs de la Terre. Pour l'instant, ils ont décelé 108 objets potentiellement dangereux, soit dix pour cent des croiseurs de la Terre connus. Aucun effort concerté n'existe pour mettre au point des techniques de déflexion, sans doute parce que, utilisant des bombes nucléaires, ces études constitueraient un argument pour le reprise de la course aux armements. Cependant, ces considérations politiques pourraient changer : en juillet 1999, l'Organisation des Nations unies coordonne une conférence dont l'ordre du

jour comprend la menace des croiseurs de la Terre.

Quelle est la probabilité que la Terre reçoive l'un de ces objets ? Les objets de moins de 100 mètres de diamètre, mais suffisamment rapides pour raser une ville, frappent la Terre une fois par siècle (un de ces objets a explosé en entrant dans l'atmosphère au-dessus de la vallée du Tunguska, en Sibérie, en 1908). Une centaine de cratères de diamètres supérieurs au kilomètre, la taille de l'astéroïde 1997 XF-11 dont l'impact aurait déclenché un hiver nucléaire de plusieurs années, ont été recensés.

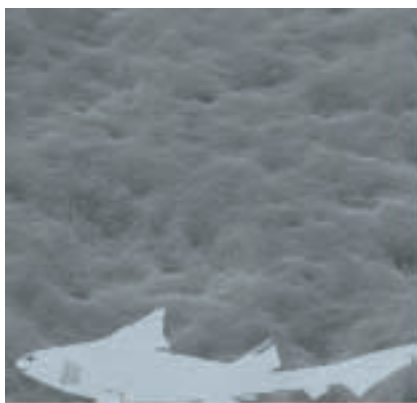
## Un émail particulier

*L'évolution des requins revue grâce à l'émail de leurs dents.*

**E**n paléontologie, comme au cinéma, les requins s'effacent derrière leurs mâchoires : leur squelette cartilagineux se fossilise rarement, mais leurs dents, qui se renouvellent plusieurs fois par an au moins, sont présentes en grandes quantités dans les sédiments marins. L'examen de l'émail de ces dents avec une nouvelle méthode bouleverse le scénario évolutif de ces animaux : le groupe des requins actuels, les néosélaciens, s'est diversifié 20 millions d'années plus tôt qu'on ne le pensait.

L'histoire des requins, peut être séparée en trois étapes. Il y a 430 à 245 millions d'années, une dizaine d'ordres, qui n'ont que peu de traits communs avec les requins actuels, apparaissent, se diversifient, puis disparaissent pour la plupart sans laisser de descendance. Entre 245 et 205 millions d'années, au Trias, un nouveau groupe domine : les hybodontes. Ils sont ensuite progressivement remplacés par un autre groupe, les néosélaciens, qui disparaissent complètement à la même époque que les dinosaures, il y a 65 millions d'années.

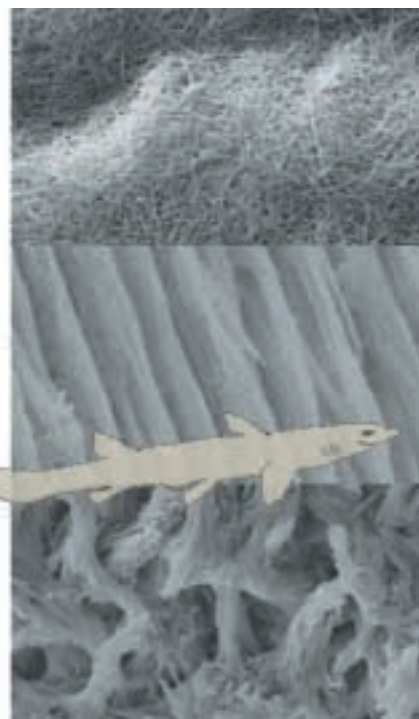
En règle générale, les dents des hybodontes diffèrent de celles des néosélaciens par une ornementation plus prononcée de la couronne et par l'absence de canaux vasculaires spécialisés à la base de la dent. De plus, les dents des néosélaciens possèdent un émail composé de trois couches : une couche externe de fins cristaux d'apatite, orientés au hasard (l'apatite est le principal constituant minéral de l'os), une couche intermédiaire de faisceaux de fibres d'apatite parallèles à l'axe de la dent et une couche interne de faisceaux de fibres enchevêtrés. L'émail des dents d'hybodontes, plus fin que celui des néosélaciens, est au contraire



L'émail des dents des requins hybodontes (à gauche), aujourd'hui disparus, est composé d'une seule couche minérale, tandis que celui des dents des néosélaciens (à droite) en contient trois (l'émail est montré ici avec un grossissement de 1 000 en microscopie électronique). Cette caractéristique a permis d'identifier trois nouveaux genres de requins néosélaciens de 230 à 205 millions d'années.

formé d'une seule couche, dont la structure ressemble à celle de la couche externe de l'émail des néosélaciens.

Plutôt que d'examiner des coupes des dents, comme le font habituellement les paléontologues, nous avons étudié l'émail en le détruisant niveau par niveau et en relevant complètement la structure de la surface dentaire à chaque étape : les variations apparaissent beaucoup plus clairement. Cette nouvelle méthode a révélé que des dents du Trias supérieur (il y a 230 à 205 millions d'années), autrefois attribuées à des hybodontes, possèdent un émail à trois couches, caractéristique des néosélaciens : ceux-ci ont produit près de la moitié des dents de requins du Trias supérieur trouvées en Europe. Avec sept genres, dont trois ont été reconnus grâce à nos travaux, les néosélaciens étaient donc bien représentés dès cette période.



Les dents des «néosélaciens hybodontoides» sont légèrement différentes de celles de leurs successeurs actuels : dans des rides qui ornent leur surface comme celle des dents des hybodontes, la couche intermédiaire de l'émail est formée de faisceaux de fibres perpendiculaires, et non parallèles, à l'axe de la dent. Ces structures, qui renforcent les dents, sont-elles utiles à cause d'un remplacement dentaire plus lent qu'aujourd'hui ou ne sont-elles qu'une adaptation aux rides qui ornent les dents, vestiges des hybodontes ?

Enfin, certaines dents du Trias supérieur ont une morphologie proche de celles des néosélaciens, mais leur émail est monocouche. Une troisième lignée, plus rare, accompagnait donc probablement les néosélaciens et les hybodontes.

Gilles CUNY, Université de Bristol

### Fumigations à la naphthalène

Pour se défendre, certains termites, qui s'abritent dans des nids, utilisent de la naphthalène. Des biologistes américains ont trouvé des concentrations notables en naphthalène dans les matériaux de construction de ces nids : du bois mâché, de la salive et des excréments qui servent à consolider le sol. Le naphthalène est un répulsif pour diverses espèces animales ; les termites l'utiliseraient pour se défendre contre les fourmis, que la substance paralyse, ou contre d'autres micro-organismes pathogènes. Reste à comprendre comment ils incorporent le naphthalène dans leur nid et comment eux-mêmes y résistent.

### Les trithérapies

Les trithérapies associent plusieurs médicaments qui empêchent le VIH de se multiplier chez les personnes séropositives. Chez un tiers environ des personnes traitées, le virus n'est plus

détectable dans le sang. Une équipe suisse vient de montrer que, même lorsque le virus est encore (ou à nouveau) détectable, la trithérapie maintient les lymphocytes CD4 à une concentration suf-

fisante pour assurer la défense de l'organisme contre les infections opportunistes fatales. Le traitement semble rester efficace, même quand des particules virales circulent dans le sang.

### Parfums de femmes

Les animaux produisent des substances chimiques odorantes, les phéromones, qui agissent sur le comportement de leurs congénères. Une équipe américaine a montré que cette communication chimique existe aussi chez l'homme. Ces biologistes ont imprégné un coton de transpiration prélevée sous l'aisselle de femmes, soit dans la phase pré-ovulatoire, soit au moment de l'ovulation. Avec ces cotons, ils frottaient la lèvre supérieure d'autres femmes. Le cycle menstruel de celles-ci a été raccourci dans le premier cas, allongé dans le second. Ainsi, des composés que le cerveau conscient ne détecte pas modifient la longueur du cycle menstruel. Ces phéromones expliqueraient pourquoi les femmes qui cohabitent ont des cycles synchronisés.

## Des nurseries familiales

### Des tumulus de terre protègent les souriceaux apparentés des rigueurs de l'hiver.

La souris moissonneuse, qui vit dans les steppes d'Europe centrale et orientale, ressemble à la souris commune. Toutefois, elle a la particularité de construire chaque année, à l'automne, des tumulus, sortes de grosses fourmilières ; quelques adultes et une dizaine de jeunes immatures du même âge s'y regroupent pour passer l'hiver. L'équipe de Pierre Boursot, au Laboratoire génome et population du CNRS, à Montpellier, a étudié le degré d'apparentement des souriceaux de ces nurseries champêtres et a montré que ces souris ont l'esprit de famille.

En général, les animaux investissent pour se reproduire et pour sauvegarder leur descendance. Certaines espèces ont un comportement altruiste, c'est-à-dire bénéfique pour le destinataire et coûteux pour l'acteur ; d'autres un comportement coopératif, c'est-à-dire que chacun bénéficie de l'entraide. Ainsi, les insectes sociaux vivant en colonies se partagent le travail : par exemple, les fourmis et les abeilles, chez qui les ouvrières stériles se dévouent pour la collectivité. Chez les mammifères, l'organisation sociale du rat-taube (en Somalie et au Kenya) ressemble à celle des abeilles : une femelle reproductrice est entourée de mâles reproducteurs, d'ouvriers stériles et d'individus migrants, ce qui reflète des fonctions sociales bien établies.

Dans le cas de la souris moissonneuse, l'édification des abris communautaires est un investissement à intérêt

réiproque : des adultes s'associent pour construire un réseau de galeries souterraines surmontées d'un monticule de terre et de végétaux qui mesure environ un mètre de diamètre et 60 centimètres de hauteur.

Le biologiste anglais W. Hamilton a étudié ces comportements et a supposé que le « degré d'altruisme » ou d'entraide d'un individu vis-à-vis d'un autre dépend de leur degré de parenté. Ces comportements seraient d'autant plus fréquents que les individus auraient de gènes communs. Afin de tester cette hypothèse, l'équipe de Montpellier a comparé les liens de parenté des souriceaux cohabitant sous un tumulus et des souriceaux cachés dans des tumulus voisins ; les biologistes ont comparé les séquences microsatellites du génome (chaque microsatellite est constitué de l'assemblage de courtes séquences d'ADN identiques). Au sein d'une même espèce, les séquences microsatellites varient, mais leur nombre et leur composition se ressemblent d'autant plus que les individus sont des parents proches.

Les jeunes d'une quarantaine de tumulus ont été analysés. L'étude des différentes combinaisons de leurs séquences microsatellites a montré que les jeunes regroupés sous un même tumulus proviennent de deux ou trois portées différentes et que leurs parents sont plus apparentés entre eux qu'ils ne le sont avec les parents des souriceaux des autres tumulus. En outre, ce sont les mères qui sont apparentées ; les pères, étrangers au clan familial maternel, apportent des séquences microsatellites nouvelles.

Les femelles, moins mobiles que les mâles, se regrouperaient et se reproduiraient près de l'endroit où elles sont nées. Chaque tumulus serait édifié par des sœurs ou par des cousines pour servir de nurserie familiale.

Marie-Thérèse LANDOUSY



Ce tumulus abrite des jeunes souris moissonneuses d'une même famille.

## Racines carnivores

**Des feuilles souterraines attirent et engloutissent des micro-organismes.**

Les plantes insectivores utilisent des structures dont l'étrangeté étonne les botanistes : feuilles à charnière, pièges collants... Wilhelm Barthlot et ses collègues de l'Institut botanique de Bonn ont étudié l'espèce *Genlisea* et démontré que ses feuilles absorbent les protozoaires (des micro-organismes unicellulaires).

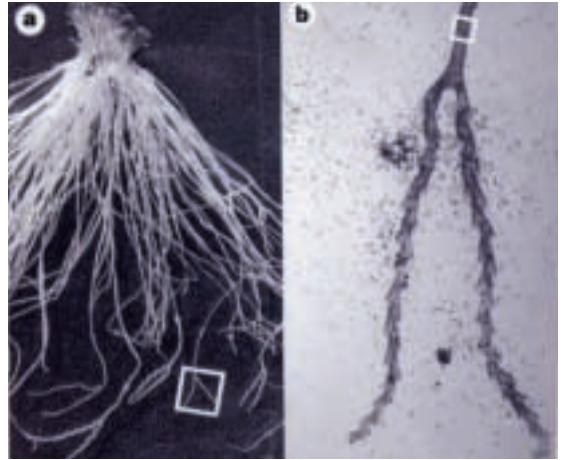
Cette démonstration met fin à une longue quête : Darwin, déjà, s'était demandé si ces plantes devaient être regroupées avec les espèces qu'il avait signalées dans son traité des plantes insectivores, mais il n'avait pas prouvé qu'elles ingurgitaient des animaux. Et, tandis que les botanistes et entomologistes portaient à 450 le nombre de plantes insectivores, le mystère de *Genlisea* demeurait, lancinant.

W. Barthlot et ses collègues ont appris à cultiver *Genlisea*, afin de l'étudier. Ces

plantes forment une rosette de trois centimètres de diamètre, au ras du sol, avec des feuilles fines ou spatulées ; leurs fleurs, jaunes ou violettes, sont portées au bout d'une tige qui atteint une vingtaine de centimètres de hauteur. Sous la rosette, un faisceau s'enfonce à plus de 15 centimètres, mais ces structures ne sont pas des racines : ce sont des feuilles souterraines, sans chlorophylle, dont la partie inférieure est ramifiée, formant un canal dont le diamètre atteint 200 micromètres ; les branches inférieures portent des ouvertures tapissées de rangées de poils et de glandes.

Que sont ces structures ? Darwin y avait vu des pièges à insectes, et ses successeurs y avaient trouvé des restes d'araignées, mais les botanistes de Bonn ont jugé que des insectes seraient trop gros pour être piégés. Des protozoaires, en revanche, pouvaient-ils être les proies de *Genlisea* ? Pour tester l'hypothèse, les botanistes ont mis en contact des *Genlisea* avec des micro-organismes ciliés,

tels *Blepharisma americana*, dans des boîtes de Pétri : les protozoaires ont été attirés par les feuilles modifiées et, quelques minutes après, plusieurs d'entre eux y étaient piégés. Les ciliés ayant absorbé préalablement des composés contenant un isotope radioactif du soufre, les botanistes ont montré que le soufre des ciliés avait ultérieurement été intégré aux tissus des plantes.



La rosette de feuilles aériennes de *Genlisea* (en haut, sur l'image de gauche) surmonte des structures souterraines, ramifiées à leur base (à droite). Ces structures piègent des micro-organismes.

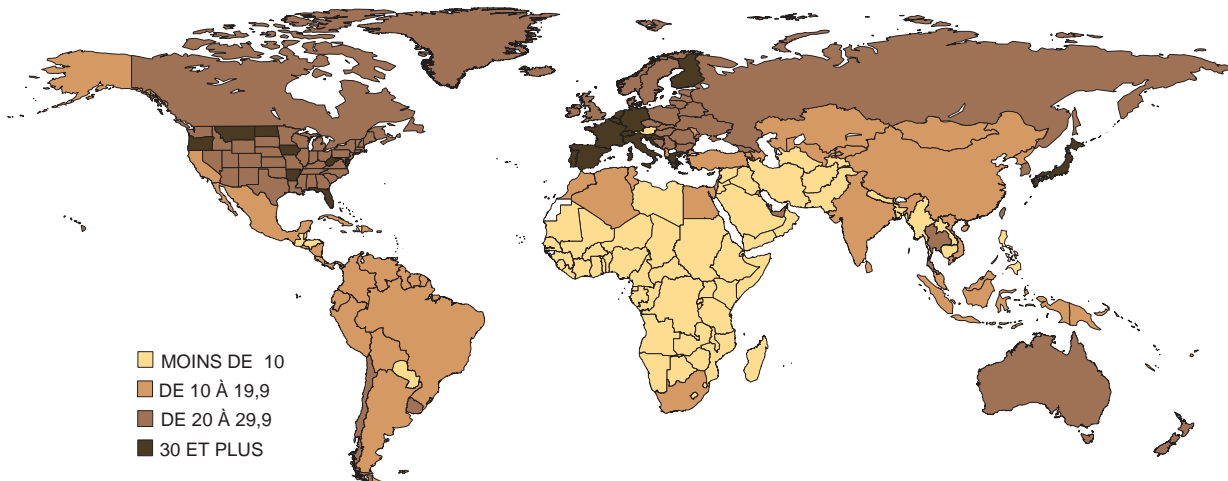
## L'avenir des personnes âgées

Pour connaître l'avenir de la population mondiale, regardons l'Europe, où la fécondité est faible et où le nombre de personnes âgées augmente. En France, par exemple, 20 pour cent de la population a plus de 60 ans et, si la fécondité n'augmente pas, cette proportion dépassera 30 pour cent en 2025.

La France, comme les autres pays d'Europe de l'Ouest et le Japon, est à l'avant-garde de la transition démographique qui accompagne le développement des sociétés industrielles. Si les niveaux de vie moyens augmentent dans les pays en développement, la fécondité baissera et, dans

quelques générations, la proportion de population âgée sera élevée.

L'évolution de la population des États-Unis ne suit pas ce modèle, en partie à cause d'un afflux continu d'immigrants. D'ici 2025, la population des États-Unis augmentera de 24 pour cent et les immigrants constitueront une grande part de l'accroissement. À cette date, seulement 25 pour cent de la population américaine aura plus de 60 ans, contre 31 pour cent en Europe de l'Ouest. La proportion mondiale s'établirait alors, selon une prévision moyenne des Nations unies, autour de 15 pour cent et n'atteindrait 30 pour cent que vers 2100.



POURCENTAGE DE PERSONNES ÂGÉES DE 60 ANS ET PLUS EN 2025

## Autant en emporte le vent

**Une analogie optique éclaire le savoir-faire des vieux loups de mer.**

Selon le principe de Fermat, un rayon lumineux suit le chemin le plus court d'un point à un autre. Si, dans un milieu homogène, ce chemin est une droite, dans un milieu d'indice variable, c'est une courbe que l'on sait calculer. Pour les bateaux à voile, la trajectoire optimale est également une courbe qui se calcule au moyen de l'analogie optique : John Kimball et Harold Story, de l'Université d'Albany, ont ainsi calculé la route la plus rapide pour un voilier.

Sur un plan d'eau sans courant et balayé par un vent régulier, on connaît la vitesse du bateau en fonction de la direction suivie. Un tel diagramme de vitesse est uniquement fondé sur les équations de l'hydrodynamique, mais, en pratique, sa détermination est expérimentale. Il réserve des surprises : en naviguant vent arrière, on va moins vite qu'en recevant le vent de trois quarts arrière.

Le but d'un régatier est d'arriver à destination le plus rapidement possible, exercice difficile lorsque la destination finale est contre le vent, et plus encore lorsque la direction et la force du vent varient. Pour aller contre le vent, le marin tire des bords, c'est-à-dire qu'il zigzague autour de la direction du vent.



Thierry Martinez - VANDYSTADT

Lors d'une régates, tel *Le trophée multicoques Normandie*, les marins doivent s'adapter rapidement aux conditions de vent. Une analogie optique permet d'optimiser la route.

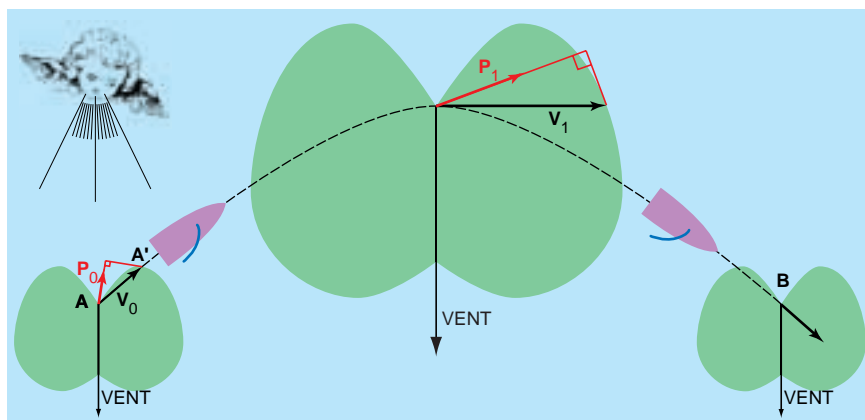
Les physiciens ont remarqué que la traversée d'un milieu d'indice variable par un rayon lumineux est analogue au déplacement optimal du bateau. Analysant le problème du déplacement du bateau en termes optiques, ils ont montré que le calcul du chemin le plus rapide imposait la résolution d'une équation vectorielle, une relation mathématique entre deux vecteurs. L'un de ces vecteurs est la vitesse du bateau, et l'autre, un vecteur dont la taille varie inversement à la vitesse : si la vitesse est doublée, la taille de ce vecteur est divisée par deux. Pour cette raison, on nomme ce dernier la «lenteur». En général, sa direction n'est pas celle de la vitesse. Son évolution est donnée par une équation différentielle.

La difficulté du calcul réside dans le choix du vecteur lenteur initial. Utili-

sons un exemple : lorsqu'on lance un caillou avec une vitesse initiale donnée, il est relativement aisé de déterminer son point de chute. En revanche, si l'on veut lancer le caillou à une distance précise, plusieurs essais seront nécessaires avant de trouver la vitesse initiale adéquate. Dans le calcul nautique, à partir d'une direction initiale pour le vecteur lenteur, l'évolution de la position du bateau est unique. Cependant, pour être certain d'arriver à la position voulue, des ajustements du vecteur lenteur initial sont nécessaires.

Le vecteur lenteur initial déterminé, comment connaître la vitesse ? L'équation vectorielle qui relie la vitesse à la lenteur est interprétable géométriquement : il suffit de tracer une droite perpendiculaire à la direction du vecteur lenteur, tangente au diagramme de vitesse. La vitesse initiale optimale est alors dirigée vers ce point de contact. À chaque instant, on calcule le nouveau vecteur lenteur et on répète cette construction du vecteur vitesse. Ainsi, quelles que soient les conditions de vent, et même lorsqu'il faut remonter au vent, on construit un chemin optimal.

Si à bord des bateaux on plaçait des ordinateurs qui calculent en permanence ce meilleur chemin, on ne testerait plus la capacité des marins, mais les qualités intrinsèques du bateau dans des conditions météorologiques données. Cependant, ces calculs ne seront jamais plus précis que les prévisions météorologiques utilisées. Les vieux loups de mer savent depuis longtemps que pour aller le plus rapidement possible d'un point à un autre, la route directe n'est pas nécessairement la meilleure. Les physiciens savent la calculer plus exactement.



Un bateau doit se rendre de A à B le plus rapidement possible. Dans cette configuration météorologique, le vent est dirigé vers le bas, mais son intensité augmente de bas en haut. Comment construire le chemin optimal ? On trace d'abord le diagramme de vitesse (*surface verte*), l'ensemble des vitesses que peut prendre le bateau situé en A. On choisit ensuite le vecteur «lenteur» initial  $p_0$ . Pour construire la vitesse initiale  $v_0$ , on trace la perpendiculaire à la direction du vecteur  $p_0$ , tangente au diagramme de vitesse. L'extrémité du vecteur vitesse initial est situé au point de contact. On calcule alors le nouveau vecteur lenteur et on répète la construction à chaque instant.

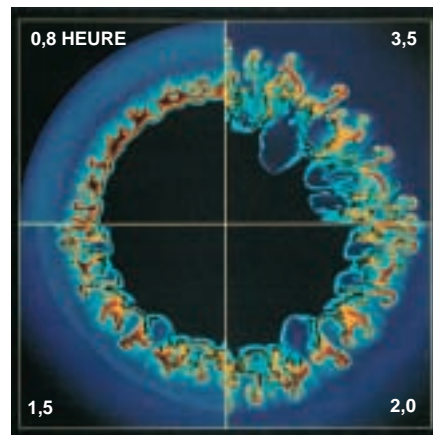


## Jouer avec les étoiles

**Un système à dix lasers pour analyser les supernovae.**

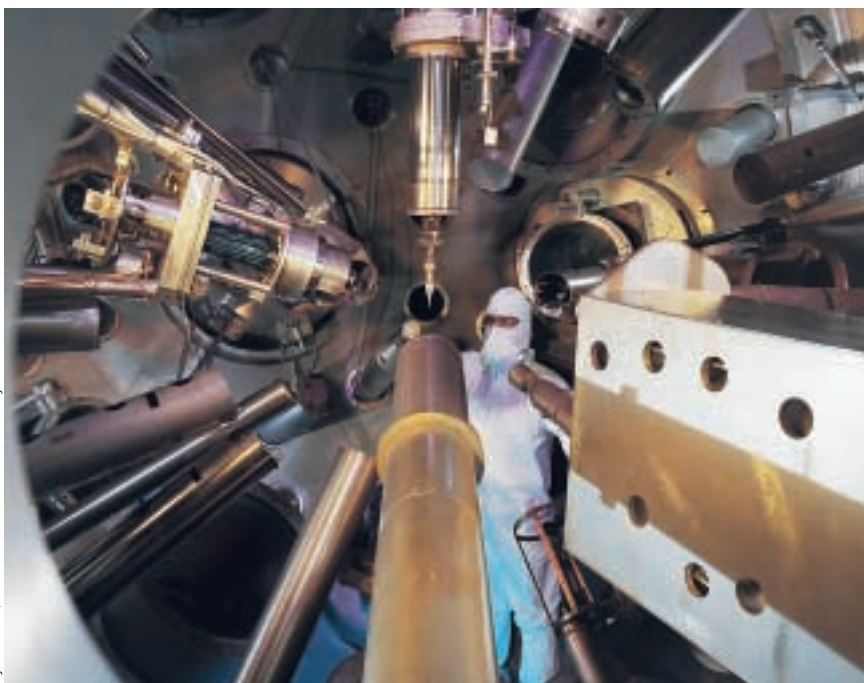
Il y a 11 ans, le 23 février, des astronomes de l'hémisphère Sud observaient un point brillant dans une galaxie voisine de la nôtre : c'était une supernova, l'explosion d'une étoile géante bleue, qui, faute de combustible nucléaire, s'était effondrée sur elle-même, tel un soufflé que l'on cesse de chauffer. Rebondissant sur le cœur, la matière des couches externes provoqua une titannique onde de choc et libéra, sous la forme de lumière, une quantité d'énergie égale à la totalité de l'énergie rayonnée par toutes les étoiles et galaxies visibles de l'Univers... mais en seulement dix secondes. Cette lumière se propagea pendant 160 000 ans, atteignant la Terre le 23 février 1987 ; d'où le nom *SN 1987 A* donné à la supernova.

Comment reproduire un tel phénomène en laboratoire ? Des physiciens du Laboratoire Lawrence Livermore utilisent aujourd'hui le laser *Nova* afin de recréer des conditions comparables à celles qui ont propulsé la couche externe de l'étoile dans l'espace. Évidemment, la reproduction se fait à petite échelle : les faisceaux laser – portant une énergie totale de 30 000 milliards de watts – sont focalisés sur un cylindre en or de trois millimètres de long, en partie recouvert d'une double couche de cuivre et de plastique.



Simulation numérique de l'explosion d'une supernova.

Les dix lasers émettent simultanément, vaporisant le cylindre d'or et formant une pluie de rayons X, qui engendrent un plasma. Les images réalisées par les caméras qui équipent le dispositif montrent des phénomènes analogues à ceux qui avaient été prévus par les simulations de supernova... au moins à deux dimensions. À trois dimensions, les simulations n'ont pas reproduit correctement la supernova *SN 1987A* : la vitesse de la matière éjectée par la supernova était deux fois supérieure à la vitesse calculée. Les physiciens américains espèrent que les paramètres mesurés lors des expériences menées à l'aide du laser *Nova*, extrapolées aux dimensions cosmiques, expliqueront les insuffisances des simulations.



Bryan Quintard, Lawrence Livermore National Laboratory

Le laser *Nova* délivre une énergie lumineuse de 30 000 milliards de watts sur une minuscule cible (à l'extrémité de la pointe verticale). Cette cible est un modèle réduit de supernova.

## Le ressort et l'amortisseur

**Des matériaux poreux et des liquides non mouillants stockent ou dissipent l'énergie.**

Un nouveau groupe d'études industrielles qui réunit des laboratoires privés ou publics, civils ou militaires, prépare l'exploitation d'une idée physique apportée en France par le physicien russe Valentin Erochenko, aujourd'hui professeur à l'École nationale supérieure des techniques avancées (ENSTA) : le stockage ou la dissipation d'énergie par des matériaux poreux où circulent des liquides non mouillants.

L'idée est si simple qu'on s'étonne de la voir apparaître si tardivement : quand un liquide ne mouille pas une surface, on ne peut le mettre en contact avec cette dernière que si on lui apporte de l'énergie ; et puisque le liquide ne mouille pas la surface, il restitue l'énergie stockée en se séparant de la surface, quand il en a la possibilité. N'est-ce pas le principe du ressort ? Toutefois, comme l'énergie ainsi stockée par unité de surface est très faible, le seul moyen de l'augmenter notablement consiste à augmenter l'aire de la surface et, par exemple, à forcer la pénétration du liquide dans un matériau poreux, dont la surface totale développée atteint classiquement celle d'un terrain de football pour quelques centimètres cubes de solide.

Pourquoi un tel système serait-il supérieur à un ressort ? Tout d'abord parce que l'énergie stockée peut être considérable : elle atteint 200 joules par centimètre cube

de couple solide-liquide, et les forces restituées atteignent un millier de kilogrammes force. D'autre part, un tel système s'use peu (il supporte des centaines de milliers de cycles), puisqu'aucune pièce mécanique ne frotte contre une autre. Ensuite il tient parfaitement la « charge » : sans fuite, les molécules qui sont piégées dans le matériau y restent, jusqu'à ce qu'elles aient la possibilité d'en sortir, lors de l'ouverture d'une commande. C'est ainsi que V. Erochenko conserve un de ses systèmes depuis 12 ans, mesurant périodiquement la pression libérable : elle n'a pas changé de façon mesurable.

Si le principe du système a été bien étudié à Kiev, le groupe d'étude qui vient de se constituer en France cherche aujourd'hui les matériaux poreux et les liquides adaptés à chaque utilisation. La gamme des matériaux poreux est vaste : le silice gel, le charbon poreux, le verre poreux, l'alumine ou divers autres oxydes préparés par le procédé sol-gel peuvent accueillir de l'eau, du mercure ou des sels fondus... Toutes les associations sont possibles, à condition que le principe de base soit respecté : le liquide ne doit pas mouiller le solide poreux.

De surcroît, des variations inattendues du système sont possibles : si les pores du solide sont suffisamment gros et connectés de façon appropriée, la quantité de liquide qui vient au contact direct de la surface est proportionnellement faible, et le liquide circule beaucoup dans le matériau, dissipant l'énergie ; le système est alors un amortisseur.

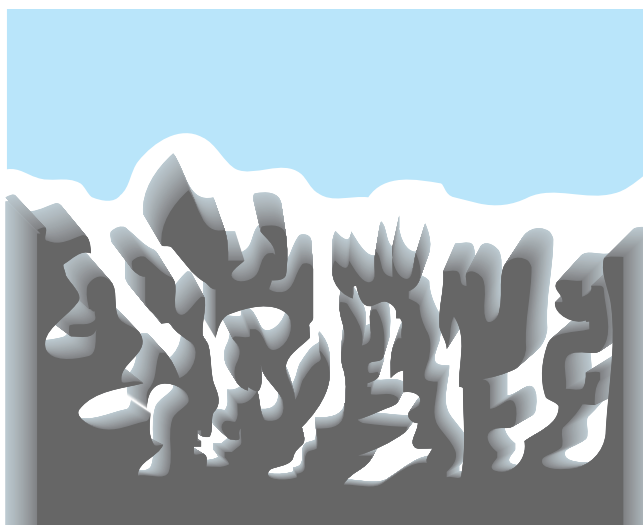
L'Aérospatiale, Bouygues, Dassault aviation, Elf Atochem, Giat industries, Jarret, la Snecma, DLDI et dix laboratoires de recherche publique s'intéressent au



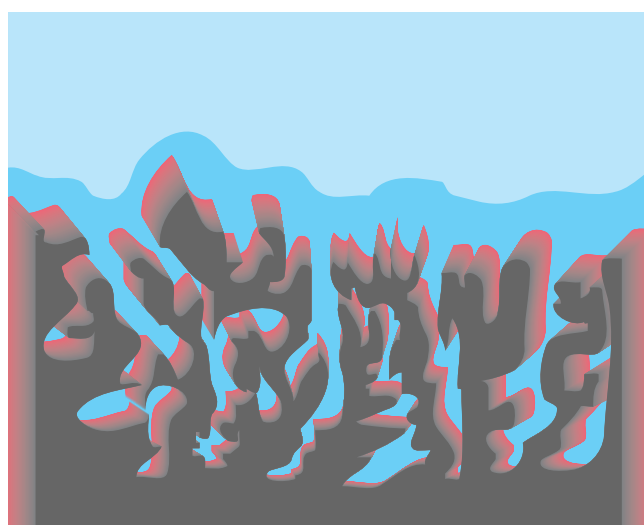
D.R.

Clé thermique à trois temps : (1) compression après chauffage ; (2) solidification du liquide par refroidissement ; (3) restitution de l'énergie mécanique lors du réchauffage.

procédé, avec des besoins variés. On entrevoit des dispositifs pour ouvrir les panneaux solaires des engins spatiaux, des bistouris chirurgicaux, des systèmes antisismiques, des systèmes de transformation de la chaleur en énergie mécanique. Par exemple, on a créé une « clé thermique », où l'on utilise les variations de l'énergie interfaciale pour stocker l'énergie : à chaud, on profite de cette réduction de l'énergie interfaciale pour faire entrer le liquide dans le solide poreux ; puis on solidifie le liquide en le refroidissant ; et on réchauffe le système quand on veut récupérer l'énergie. Enfin, des amortisseurs qui ressembleraient à ceux qui ont été employés pour les avions-cargo russes de type Antonov sont à l'étude.



On doit fournir de l'énergie pour faire pénétrer dans un solide poreux un liquide (en bleu) qui ne mouille pas le solide (en noir). Quand on



relâche la contrainte appliquée, l'énergie de surface (en rouge) est entièrement restituée.