



Quiches, petits choux et pains à l'anis

HERVÉ THIS

Leur gonflement n'est qu'indirectement dû aux œufs qu'ils contiennent et la cuisson vaporise l'eau qui gonfle la pâte.

La quiche ne doit pas trop cuire, sans quoi elle perd de sa tendreté ; elle n'est pas «chevelotte», disent les Lorrains. D'où la règle culinaire : on doit arrêter la cuisson quand on la quiche commence à gonfler. À gonfler ? Pourquoi ce gonflement ? Et pourquoi serait-il l'indication d'une juste cuisson ?

Pour répondre à la question, examinons un autre plat qui gonfle également : la quenelle. Qu'elle soit de poisson ou de viande, c'est généralement de la chair qu'on a malaxée avec de la crème, des œufs et une panade, c'est-à-dire une pâte obtenue en travaillant de la farine dans de l'eau bouillante. Une fois pochée, les quenelles sont mises dans une sauce et, dans les bons cas, elles gonflent, même quand les œufs n'ont pas été battus.

La quenelle et la quiche ont donc en commun la crème et les œufs : lequel des deux ingrédients est-il nécessaire au gonflement ? Si la crème chauffée ne gonfle pas, l'examen des recettes de petits choux, composés de panade et d'œufs, montre que l'œuf est le dénominateur commun des plats qui gonflent. Certains chefs le savent : dès 1905, dans un *Manuel culinaire*, l'auteur (anonyme) écrivait que «les plats qui contiennent des œufs peuvent souffler».

Pourquoi cette vertu gonflante des œufs ? Des expériences de confection de quiches, avec diverses proportions de blancs, de jaunes, de crème ou de lard ne donnent pas la solution que procure un peu de réflexion : il n'existe aucune raison pour que des bulles d'air nais-

sent spontanément dans de l'œuf chauffé, mais ce dernier contient de l'eau (90 pour cent dans le blanc, 50 pour cent dans le jaune) qui peut s'évaporer lors de la cuisson. D'ailleurs, toute personne qui a déjà observé la cuisson d'un œuf sur le plat a vu le blanc se soulever, poussé par de l'eau du blanc qui était évaporée au contact de la poêle et piégée sous la couche coagulée.

Connaissant l'origine du gonflement, comment l'optimiser ? Si l'on chauffait un blanc d'œuf par le sommet, ce serait l'eau de la face supérieure qui serait évaporée et s'échapperait sans faire gonfler. En revanche, si l'on chauffe par le fond, comme quand on cuit un œuf sur le plat, on observe le gonflement précédemment décrit. On conclut ainsi que les produits qui sont censés gonfler doivent être chauffés par le fond. Un soufflé ? Posons-le sur la sole du four. Des macarons, des petits pains à l'anis ? Posons-les sur une plaque métallique. Des quenelles ? Évitions leur le gril et préférons-lui une plaque chauffée par dessous...

Continuons sur la voie de l'optimisation : de combien un produit qui contient de l'œuf peut-il gonfler sous l'action de la seule vaporisation de l'eau ? Comme un blanc d'œuf pèse environ 30 grammes et qu'il contient donc environ 27 grammes d'eau, il peut engendrer un volume de vapeur supérieur à 30 litres ! Pourquoi alors les gonflements limités des soufflés, macarons, pains à l'anis, gougères, etc. ? Parce qu'une partie notable de la vapeur for-

mée est perdue par diffusion dans la masse supérieure : un examen attentif de la cuisson de ces produits montre d'ailleurs des bulles qui s'échappent. Pour obtenir un gonflement maximal, il faudrait d'abord confectionner une couche supérieure imperméable à la vapeur.

Revenons à la quiche. Pourquoi son gonflement serait-il un indice de cuisson juste à point ? Le liquide coulé dans la pâte, autour des lardons, est essentiellement composé de matière grasse, d'eau et de protéines. Or les protéines qui coagulent forment un gel : en se liant, elles établissent un réseau qui piège l'eau et la matière grasse. Plus l'eau est abondante, plus le gel est tendre (*a contrario*, une viande, un poisson ou un œuf dont l'eau a été complètement évaporée sont des solides coriaces). Autrement dit, l'évaporation de l'eau, si elle fait gonfler une quiche, révèle aussi le début de sa perte de tendreté. Le dicton lorrain a du bon.

Est-il suffisant ? Non, car le gonflement ne se produit que si l'on cuit la quiche en la chauffant par dessous. Nous devons donc corriger le dicton traditionnel : une quiche est cuite quand, chauffée par le fond, elle commence à gonfler.

Et c'est ainsi que la quiche est chevelotte.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 28 décembre 1999, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.



Alban Gaillard

L'apocalypse? Pas pour cette fois

Les craintes que l'accélérateur en construction à Brookhaven engendre des particules destructrices sont infondées.

Après l'éclipse de la fin du monde et la station *Mir* qui menaçait de nous tomber sur la tête, les prévisions apocalyptiques à l'aube de l'an 2000 fleurissent. L'une des dernières en date, la création par le collisionneur de Brookhaven d'un trou noir miniature ou d'une particule étrange qui dévorerait la Terre, est reportée *sine die*. Une équipe de physiciens vient de le confirmer : il est impossible de créer de telles entités destructrices dans un collisionneur à ions.

Tout a commencé par une interrogation. Y avait-il un risque, même infime, que la Terre disparaisse, dévorée par une particule qui n'y a encore jamais existé ? Le nouvel accélérateur fera entrer en collision des noyaux d'or à des énergies jamais atteintes auparavant. Les physiciens espèrent que ces collisions de très haute énergie recréeront, durant un court instant, le plasma de quarks et de gluons qui emplissait l'Univers à ses débuts. Plusieurs personnes se sont interrogées sur la possibilité que ces événements engendrent un trou noir miniature qui tomberait au centre de la Terre et dévorerait notre pla-

nète en quelques minutes. L'angoisse d'une apocalypse se répandit comme une traînée de poudre sur le réseau *Internet* et des titres alarmants firent la une de plusieurs journaux. L'inquiétude n'est pas nouvelle : lors de l'explosion de la bombe atomique de Los Alamos, en 1945, les physiciens avaient craint que l'atmosphère de la Terre ne s'embrase.

Les physiciens répondaient que les conditions qui régneraient au moment des collisions seraient inférieures à celles indispensables à la formation d'un trou noir, et de beaucoup : pour qu'un trou noir soit créé, une densité 10^{60} fois supérieure à celle qui sera produite serait nécessaire. Toutefois, un autre scénario catastrophe était plus difficile à réfuter : ces collisions auraient pu engendrer une nouvelle forme de matière, une boule de quarks *étrange* nommée « strangelets ». Ce regroupement contiendrait les trois espèces de quarks, les quarks *haut* et *bas*, présents dans les protons et dans les neutrons, et des quarks *étrange* plus rares, que l'on trouve dans les particules à courte durée de vie, tels les kaons.

Les physiciens n'ont jamais observé de telles boules de quarks, de sorte que leur propriétés ne peuvent être que déduites des théories. L'éventualité la plus alarmante serait la création d'une boule étrange de grande durée de vie et de charge négative. Ce type de boule de quarks n'agirait pas comme une particule négative ordinaire : rapidement, elle grossirait, avalant tous les noyaux atomiques (chargés positivement) qui

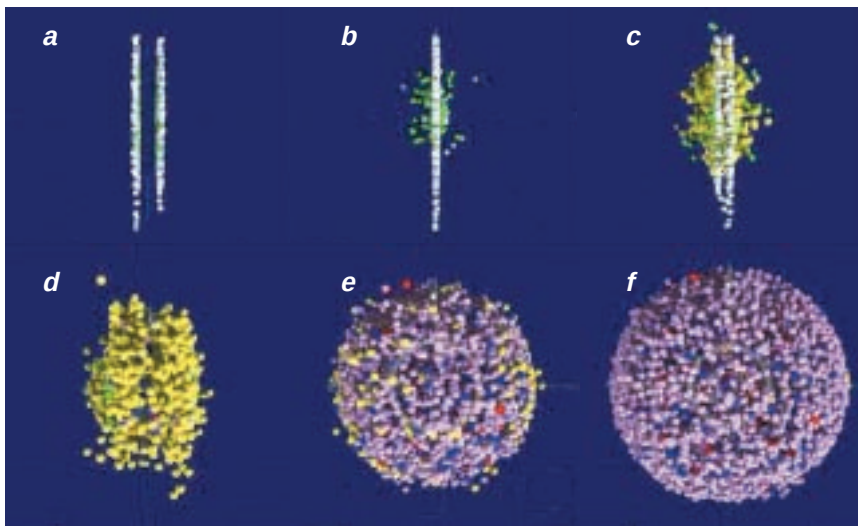
passeraient à sa portée. En quelques minutes, la Terre serait oblitérée aussi sûrement que par un trou noir, transformée en photons.

John Marburger, directeur du laboratoire de Brookhaven, certifiait qu'il n'y avait aucun risque que les expériences conduisent à un tel désastre et, pour faire taire les rumeurs de mauvais augure, il chargea un groupe de physiciens d'étudier la question. Leur conclusion est rassurante. Selon Robert Jaffe, de l'Institut de technologie du Massachusetts, les boules de particules *étrange* ne peuvent être créées qu'à très haute pression et très basse température, conditions impossibles à reproduire à l'aide d'un collisionneur. Le seul endroit connu où règnent de telles conditions est le centre des étoiles à neutrons.

Même si le collisionneur créait une boule de quarks *étrange*, elle se désintégrerait bien avant d'avoir pu approcher un noyau. De surcroît, en admettant qu'une boule de quarks *étrange* de grande durée de vie puisse être créée, les physiciens ont déterminé qu'elle contiendrait bien plus de quarks *haut* et de quarks *bas*, de charge positive, que de quarks *étrange*, de charge négative. Ainsi, la particule résultante serait de charge positive, donc inoffensive : elle attirerait simplement une paire d'électrons et se comporterait comme un isotope lourd de l'hélium.

Si cet argument ne suffit pas à vous rassurer, faites le raisonnement suivant : les collisions de noyaux, analogues à celles prévues dans le collisionneur, se produisent fréquemment dans l'espace. Malgré la rareté de l'or dans le milieu interstellaire, il y a chaque année, dans chaque année-lumière cube de notre Galaxie, un millier d'impacts de haute énergie entre noyaux d'or. Si ces impacts engendraient des boules de quarks *étrange* chargées négativement, certaines de ces particules dangereuses seraient suffisamment près d'étoiles pour causer leur perte. Dans notre galaxie, ce mécanisme engendrerait près d'un million de supernovae par an, alors que les astronomes n'en ont détecté qu'une poignée au cours du dernier millénaire.

Forts de ces conclusions, les responsables de Brookhaven prévoient la première collision de noyaux d'or avant la fin de l'année. Cette frénésie eschatologique résulte d'une idée fautive très répandue : les physiciens ne jouent pas avec la structure de l'Univers, mais reproduisent des phénomènes qui y ont lieu.



Simulation de la collision d'ions lourds. Deux noyaux d'or, aplatis par les effets relativistes, se dirigent l'un vers l'autre (a), se rencontrent (b), et se traversent (c, d). L'impact crée un plasma de quarks et de gluons (e, f).

La mémoire en photos

Pour la première fois, on a photographié les changements qu'engendre l'apprentissage dans le cerveau

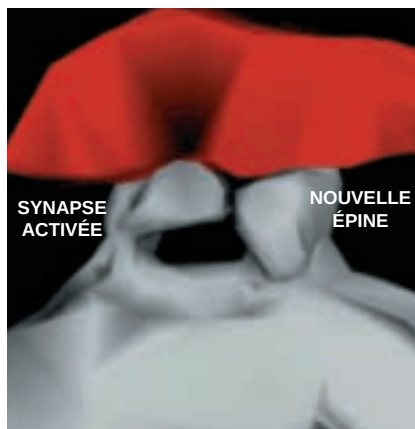
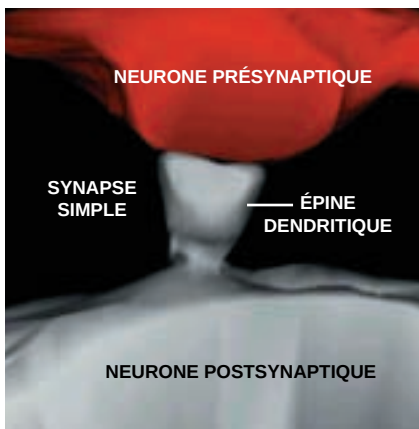
Comment les souvenirs se façonnent-ils ? L'apprentissage modifie-t-il les connexions entre les neurones ? Comment peut-on observer le fonctionnement du cerveau ? Certaines hypothèses semblent confortées par l'expérience, mais les preuves sont souvent ténues. En réussissant à photographier les modifications qui surviennent dans un cerveau de rat lors du déclenchement artificiel des mécanismes de mémorisation, l'équipe de Dominique Muller, du département de neuropharmacologie de l'Université de Genève, a confirmé que les souvenirs se forment grâce à des modifications morphologiques du réseau de neurones.

On sait que les connexions (ou synapses) entre les neurones cérébraux d'un rat élevé dans un environnement stimulant sont notablement plus nombreuses que chez un rat élevé dans un environnement pauvre. Par ailleurs, dans l'hippocampe d'un animal (une structure cérébrale essentielle pour la mémoire), une brève stimulation répétée d'une voie nerveuse modifie le fonctionnement des synapses activées. L'efficacité de la transmission des signaux par ces synapses augmente de façon stable et durable, de sorte que les neurones réagissent davantage à toute activation ultérieure par ces mêmes voies nerveuses. Cet effet, nommé potentialisation à long terme, est une manifestation

de la plasticité cérébrale et un des mécanismes possibles mis en jeu au cours de l'apprentissage et de la mémorisation. Toutefois, si l'on supposait que les synapses se modifient lors de la potentialisation à long terme, que certaines d'entre elles subissent un renforcement qui correspond à une augmentation de leur efficacité, on n'en avait pas la preuve.

Un cerveau humain contient quelque 100 milliards de neurones, et chacun d'eux établit environ 10 000 connexions avec d'autres neurones. Comment trouver, dans cette forêt de synapses, celles qui changent au cours de l'apprentissage ? L'équipe genevoise a soumis un hippocampe de rat, placé dans un milieu de culture qui le maintient vivant, à des stimulations électriques qui déclenchent la potentialisation à long terme. Après quoi, Nicolas Toni, D. Muller et leurs collègues ont fait une cinquantaine de tranches minces (40 nanomètres d'épaisseur) de cet hippocampe. Ils ont observé les coupes au microscope électronique après les avoir traitées par une substance qui fait précipiter le calcium. Or, on sait que le calcium s'accumule dans les synapses activées. Quand, au microscope électronique, on observe une zone où le calcium est plus dense, on déduit que la synapse a été activée. Après avoir collecté les images des coupes de l'hippocampe, les biologistes ont utilisé un programme de reconstruction des images en trois dimensions et obtenu les images de synapses activées.

Sur ces images, une synapse apparaît comme la zone de contact entre la terminaison présynaptique (le neurone présynaptique, en rouge sur l'illustration, transmet les signaux au neurone postsynaptique, en gris) et une excroissance sur une dendrite (une ramification) du neurone postsynaptique. Lorsque la synapse a été activée, on constate qu'une



L'image d'une synapse a été obtenue par la reconstruction tridimensionnelle d'une série d'images de coupes ultraminces, réalisées au microscope électronique. Lorsque la synapse n'est pas activée, la connexion entre le neurone présynaptique, où arrive l'influx nerveux, et le neurone postsynaptique n'est constituée que d'une unique épine (une sorte de ventouse). Quand la synapse est activée, une deuxième épine «pousse», ce qui renforce l'efficacité de la transmission du signal incident.

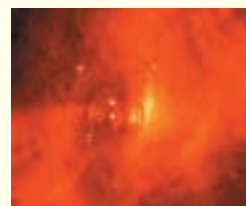
BRÈVES

Un dinosaure en Afrique

Quel animaux auriez-vous pu rencontrer il y a 135 millions d'années pendant une promenade au Nord du Niger ? Selon l'équipe de Didier Dutheil, du Muséum national d'histoire naturelle, et de Bourahima Moussa, du CNRS, des troupeaux de sauropodes (des dinosaures tétrapodes au long cou et herbivores) d'une espèce récemment identifiée, nommée *Jobaria tiguidensis*, parcouraient les plaines marécageuses de cette région, au début du Crétacé. Ces animaux d'environ 17 mètres de longueur avaient des dents en forme de spatules et se nourrissaient des feuilles et des petites branches de la cime des arbres. Cette découverte bouscule l'histoire admise des sauropodes africains : les paléontologues pensaient que les sauropodes à dents spatulées s'étaient éteints il y a 155 millions d'années.

Accélération subite

Les étoiles à neutrons, cadavres d'étoiles massives qui ont explosé, parsèment notre Galaxie. Leur émission radio, régulière comme une horloge, reflète la vitesse de rotation uniforme de ces astres denses. Pourtant, de temps à autre, les tic-tac réguliers de l'horloge s'accélèrent, comme si l'étoile à neutrons tournait plus vite. Ces accélérations correspondent à des moments où la croûte de l'étoile serait entraînée plus vite que l'intérieur. En observant la distribution statistique de ces «sursauts» sur le pulsar Véla, des astrophysiciens américains déduisent la portion de la croûte qui glisse et diverses caractéristiques de l'étoile à neutrons, dont son diamètre. A-t-on trouvé un moyen original de sonder ces astres étranges ?



La grossesse améliore la mémoire ?

La grossesse s'accompagne de modifications hormonales ; or les hormones agissent sur le fonctionnement du cerveau. On s'interroge : le comportement change-t-il au cours de la grossesse ? Des psychologues de l'Université de Richmond ont testé des rates qui devaient se déplacer dans des labyrinthes. Leur intuition s'est trouvée confirmée : les rates qui portent des jeunes ont une meilleure mémoire et de meilleures capacités d'apprentissage que des rates témoins.

Terminés les rhumes?

Une équipe du laboratoire de Brookhaven a peut-être posé les bases d'un futur traitement du rhume. Après avoir isolé la protéine par laquelle les adénovirus (un type de virus responsables de rhumes) se

lient aux cellules pour les infecter et la protéine cellulaire sur laquelle ils s'accrochent, les biologistes les ont mises ensemble dans un tube à essais. Elles forment un complexe stable qui cristallise : les physiciens en ont étudié la structure grâce au rayonnement X intense du synchrotron de Brook-

haven. Cette étude a révélé les points d'ancrage spécifiques de ces protéines. Il ne reste plus qu'à trouver des molécules qui se glisseraient au cœur de ces sites d'attachement, empêchant la fixation des virus sur leurs cibles. Finis le nez bouché et les éternuements?

Le son du soliton

Depuis une trentaine d'années, les physiciens étudient les solitons, des ondes qui se déplacent sans distorsion et qui transportent l'information, notamment dans les fibres optiques. La production de solitons acoustiques semblait plus difficile que celle des solitons de lumière, car les propriétés de dispersion de l'air ne se prêtent pas à une propagation sans distorsion. Pourtant, en branchant une centaine de petits tuyaux sur un tuyau plus gros, une équipe de physiciens japonais vient de créer le premier soliton acoustique dans le gros tuyau. Un dispositif du même type éviterait les ondes de choc produites lorsqu'un train pénètre à grande vitesse dans un tunnel.

Un robot antifeu

Après la catastrophe du tunnel du Mont Blanc qui a fait 41 victimes, Domenico Piatti et ses collègues de Naples ont conçu et breveté un robot cylindrique qui se déplacerait sur un rail fixé au plafond, à un mètre sous le plafond. En cas d'incendie, le robot se brancherait sur l'une des bouches d'incendie prévues sur une canalisation qui courrait le long du tunnel. Le jet d'eau dirigé sur la base du feu projetterait 3 000 litres d'eau sous pression par minute (les dispositifs usuels des pompiers délivrent environ 500 litres par minute). La carapace multicouche du robot résisterait à des températures de 1 000 °C. Contrôlé de l'extérieur, le robot se déplacerait à 50 kilomètres par heure.

épine dendritique a poussé (la synapse s'est dédoublée) établissant un deuxième contact entre les deux neurones. C'est la première démonstration que le renforcement synaptique peut être associé à la création d'une nouvelle synapse.

Les épines dendritiques portent les récepteurs des neuromédiateurs synthétisés par les neurones ; quand une synapse se dédouble, le neuromédiateur serait libéré par le neurone présynaptique en deux endroits (au lieu d'un), et le neurone postsynaptique recevrait ainsi un signal double : l'efficacité de la transmission des signaux, entre les deux neurones est renforcée.

Le dédoublement observé correspond-il effectivement au renforcement synaptique lié à la potentialisation à long terme ?

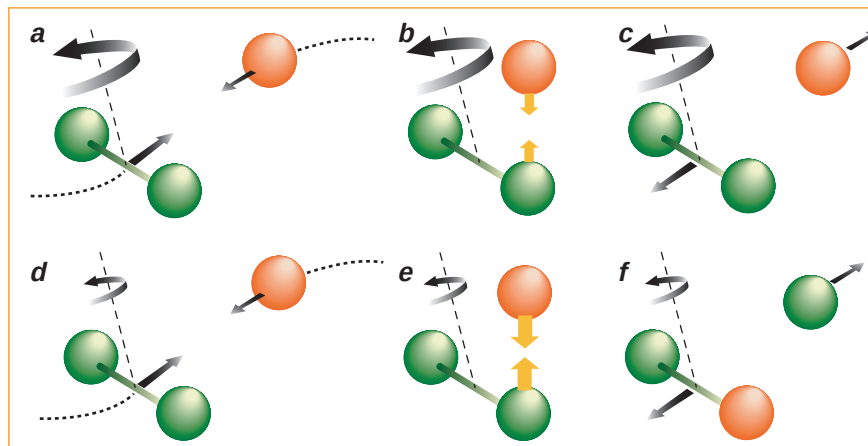
Énigmatique chimie interstellaire

Dans l'espace, des réactions chimiques se déroulent plus vite à basse qu'à haute température!

Le prétendu vide de l'espace recèle une étonnante diversité : des ions, des radicaux libres, des chaînes carbonées... En tout, plus d'une centaine d'espèces chimiques y évoluent dans des conditions physiques extrêmes. Ces molécules sont au sein de nuages interstellaires géants où les densités et les températures sont faibles : environ un millier de molécules par centimètre cube (une densité analogue à celle des vides poussés que l'on fait sur Terre), et une dizaine de kelvins. En raison de

Oui, car si l'on bloque la potentialisation à long terme par des substances pharmacologiques, on empêche le dédoublement des épines dendritiques. Certaines molécules semblent intervenir dans ces modifications synaptiques. Ainsi, l'enzyme CAM-kinase 2 semble jouer un rôle important, car elle phosphoryle les récepteurs AMPA du glutamate : en ajoutant des groupes phosphate à ces récepteurs, elle favorise l'entrée d'ions dans le neurone postsynaptique. Pour le moment la longue chaîne qui relie l'apprentissage aux modifications morphologiques et fonctionnelles des liaisons neuronales ne comporte que quelques maillons, mais désormais une hypothèse est validée : la stimulation des neurones engendre la formation de nouvelles synapses.

ces conditions inhabituelles, les réactions chimiques qui s'y produisent sont essentiellement des réactions à deux corps, et l'énergie disponible lors des collisions est très faible. Aussi, les réactions chimiques qui possèdent une barrière d'activation, c'est-à-dire qui se déclenchent au-delà d'un seuil d'énergie, infranchissable à basse température, sont «gelées». De ce fait, jusqu'à récemment, seuls les systèmes faisant intervenir des espèces chargées (des ions) semblaient participer efficacement à la formation des molécules interstellaires : les réactions entre ions ne possèdent généralement pas de barrière d'activation, car l'énergie d'interaction à longue portée entre ces espèces est supérieure au seuil d'énergie d'activation. Par ailleurs, les ions sont abondants dans le milieu interstellaire, produits en permanence par le rayonnement cosmique ambiant.



Lors de la première étape d'une réaction entre une molécule et un atome (a), les forces électrostatiques à longue portée rapprochent les réactifs. Ensuite, le complexe de réaction se forme (b). À haute température (a à c), la rotation rapide du radical empêche les forces chimiques d'orientation (flèches orange) d'agir et la réaction ne se produit pas. À basse température (d à f), la rotation est plus lente : les forces d'orientation dominent et la réaction a lieu.

Toutefois, depuis 1992, des expériences de cinétique chimique en laboratoire ont montré qu'à l'instar des réactions ioniques, certaines réactions entre espèces neutres sont extrêmement rapides aux températures interstellaires. Ces réactions, qui font intervenir des radicaux libres – des espèces chimiques dont au moins un électron n'est pas apparié – contredisent la loi d'Arrhenius selon laquelle la vitesse de réaction augmente avec la température. Quel mécanisme conduit à ce comportement insolite ?

En l'absence de barrière d'activation, le mécanisme de réaction opère en deux temps : d'abord l'approche des réactifs, qui, à basse température, dépend des forces intermoléculaires à longue portée, essentiellement d'origine électrostatique ; ensuite, la formation et l'évolution des molécules formées par les deux réactifs (le complexe de réac-

tion), à plus courte distance. La première étape correspond à une « capture » : on suppose qu'une fois que les réactifs sont suffisamment proches, la réaction se produit. Les théories fondées sur cette approximation expliquent les réactions ioniques, mais ne justifient pas l'augmentation de la réactivité des espèces neutres à basse température : la formation et l'évolution du complexe de réaction jouent probablement un rôle clef dans la chimie des espèces neutres, mais lequel ?

À l'issue de la capture, la réaction ne se produit que si les atomes sont correctement agencés les uns par rapport aux autres. Pour le vérifier, nous avons modélisé la réaction $CN + C$ donne $CX + N$, où C représente un atome de carbone, N un atome d'azote et X n'importe quel autre atome (CN est un radical abondant dans le milieu interstellaire).

À partir d'un traitement classique du mouvement des atomes (en négligeant les effets purement quantiques), nous avons montré qu'avec l'élévation de la température, la rotation des réactifs peut les empêcher de réagir, car elle s'oppose aux forces d'orientation qui résultent des échanges et des transferts de charges des nuages électroniques des réactifs, lorsqu'ils s'interpénètrent. À basse température, les réactifs tournant moins vite sont plus sensibles à ces forces, et leur chance de s'orienter favorablement pour qu'une réaction se produise augmente. Ce mécanisme de sélectivité rotationnelle expliquerait pourquoi, dans le cas de certains systèmes chimiques, les basses températures favorisent la réactivité. Cette idée pourrait-elle être exploitée en chimie industrielle ?

Alexandre FAURE et Pierre VALIRON
Observatoire de Grenoble

Retard mental

Des anomalies d'un gène codant une protéine du système immunitaire sont responsables de déficits cognitifs graves.

Près de trois pour cent des enfants souffrent de retard mental et, dans près de la moitié des cas graves, l'origine du trouble est génétique. Les garçons étant plus souvent atteints que les filles, des gènes situés sur le chromosome X semblent participer au retard mental : les garçons n'ayant qu'un seul chromosome X, quand un gène de ce chromosome est anormal, il n'existe pas de copie de « secours » (tandis qu'il en existe une chez les filles). Cinq gènes responsables de retards mentaux (sans aucun autre symptôme) ont été identifiés.

Alain Carrié et ses collègues de l'équipe de Jamel Chelly, à l'Unité INSERM 129, ont découvert un nouveau gène qui agit sur l'élaboration des fonctions cognitives. Chez les enfants atteints de retard mental qui ont été étudiés par cette équipe, le gène découvert est localisé sur le chromosome X et code une protéine nommée IL1RAPL. Cette protéine ressemble beaucoup à une protéine qui participe aux défenses immunitaires, la protéine accessoire du récepteur de l'interleukine 1.

En observant des cerveaux de souris adultes, l'équipe de J. Chelly a montré que cette protéine est spécifiquement exprimée dans des territoires cérébraux précis qui participent à la mémoire et à l'apprentissage : l'hippocampe et le cortex perceptif, notamment le bulbe olfactif. L'expression

intense de la protéine IL1RAPL dans le bulbe olfactif des souris tient sans doute au fait que la perception olfactive a joué un rôle considérable dans l'évolution du comportement des petits mammifères. L'hippocampe est essentielle aux mécanismes mnésiques, et une altération de la mémoire perturbe nécessairement l'acquisition des fonctions cognitives.

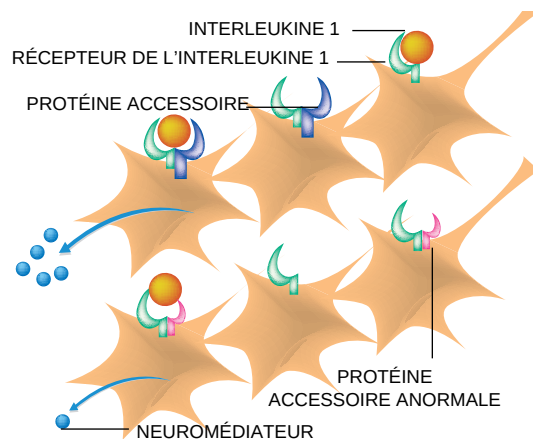
Quel est le rôle de la protéine accessoire du récepteur de l'interleukine 1 ? L'interleukine 1 n'a qu'une faible affinité pour son récepteur. En revanche, il suffit que la protéine accessoire du récepteur de l'interleukine 1 se lie à ce récepteur, pour que l'interleukine 1 s'ancre fermement sur ce complexe membranaire. Dès qu'a lieu cette liaison, elle déclenche une cascade de signaux et, notamment, la libération de substances qui commandent l'expression de nombreux gènes dont les produits interviennent dans les mécanismes de l'inflammation.

Par ailleurs, on a montré que, dans certains cas, les cytokines (la famille à laquelle appartient l'interleukine 1) auraient un effet sur de multiples fonctions neurobiologiques. Par exemple, l'interleukine 1 interviendrait dans la régulation des mécanismes d'apprentissage et des mécanismes mnésiques en modulant l'activité des neurones de l'hippocampe. Elle agirait sur ces neurones en régulant la libération de certains neuromédiateurs. Quand la protéine IL1RAPL est anormale, voire absente, la libération de neuromédiateurs qui agissent sur la structure et sur la plasticité des synapses serait inhibée.

Ainsi, la protéine découverte, qui est responsable de retards mentaux, interviendrait dans la voie de signalisation de

l'interleukine 1, au même titre que la protéine accessoire du récepteur de l'interleukine 1, ou dans une autre voie de signalisation impliquant une autre interleukine (puisque la nouvelle protéine et la protéine accessoire de l'interleukine 1 ne sont pas strictement identiques).

On connaissait le rôle de défense du système immunitaire ; on savait que son efficacité diminue en cas de stress répétés ; on vient d'en découvrir une nouvelle facette. Certains constituants du système immunitaire pourraient jouer un rôle de tout premier plan dans l'acquisition des fonctions cognitives.



L'interleukine 1 a une faible affinité pour son récepteur. Toutefois, cette affinité augmente notablement quand la protéine accessoire du récepteur de l'interleukine se fixe sur ce récepteur. L'interleukine se lie alors solidement à son récepteur. Quand la liaison a lieu sur un neurone, la fixation déclenche la libération de neuromédiateurs. La protéine découverte agit peut-être comme la protéine accessoire du récepteur de l'interleukine 1. Quand elle est anormale, voire absente, des déficits cognitifs graves se produisent.

La montée du célibat

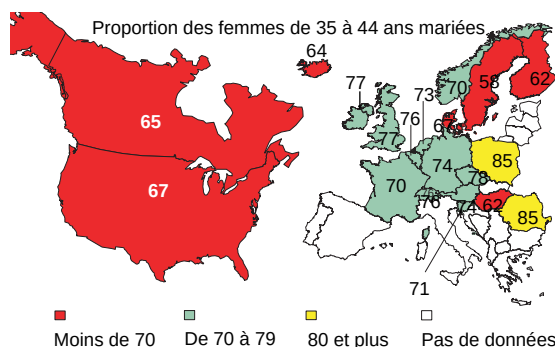
Au début du XX^e siècle et jusqu'en 1940, 81 pour cent des Américaines de 35 à 44 ans étaient mariées. Après le baby-boom, cette proportion a encore augmenté, mais ensuite, elle n'a cessé de diminuer : en 1998, elle était de 67 pour cent, aux États-Unis, et de 70 pour cent, en France. Dans les autres pays occidentaux, on observe la même diminution, sauf en Pologne et en Roumanie.

Divers facteurs expliquent cette évolution : on vit en couple et on a des enfants sans être marié. L'âge auquel on se marie augmente. Les divorces sont de plus en plus fréquents. Aujourd'hui, le concubinage n'est plus réprouvé par la société, et l'on craint que le mariage n'apporte pas toutes les satisfactions espérées. Un autre facteur peut expliquer pourquoi les femmes restent célibataires : dans de nombreux pays industrialisés, elles poursuivent leurs études de plus en plus longtemps, ce qui les incite sans doute à repousser leur mariage.

Le nombre actuel de divorces est largement supérieur à celui de 1970, probablement parce que les femmes ont acquis une indépendance financière qui leur permet de quitter leur mari sans souci matériel : dans la plupart

des pays occidentaux, plus les femmes salariées sont nombreuses, plus il y a de divorces. L'accès à la pilule contraceptive et la légalisation de l'avortement ont entraîné une évolution considérable des comportements. Jusqu'à la fin des années 1960, quand une femme était enceinte sans être mariée, le père de l'enfant à naître se sentait obligé de l'épouser. Ces mariages contraints se sont raréfiés, les femmes ayant théoriquement le moyen d'éviter les grossesses non désirées. Pourtant, la proportion des naissances hors mariage n'a cessé d'augmenter : aux États-Unis, seulement 5 pour cent des mères de nouveau-nés de race blanche étaient célibataires en 1964, alors qu'elles sont aujourd'hui 26 pour cent ; chez les femmes noires, cette proportion est passée de 35 à 69 pour cent.

De nombreuses études montrent que les répercussions négatives du divorce sont faibles chez les mineurs, mais qu'elles se manifestent plutôt à l'âge adulte. D'après une étude américaine, ce sont les hommes qui pâtiraient le plus du déclin du mariage : les célibataires trouveraient du travail moins facilement que les hommes mariés et ils seraient moins bien rémunérés.



Magiques les noyaux ?

Le nickel 48, dernier des noyaux atomiques doublement magiques, a été détecté.

De même que la répartition des électrons en couches autour du noyau détermine les propriétés chimiques des éléments, la répartition en couches des protons et des neutrons du noyau atomique en couches fixe les propriétés des noyaux.

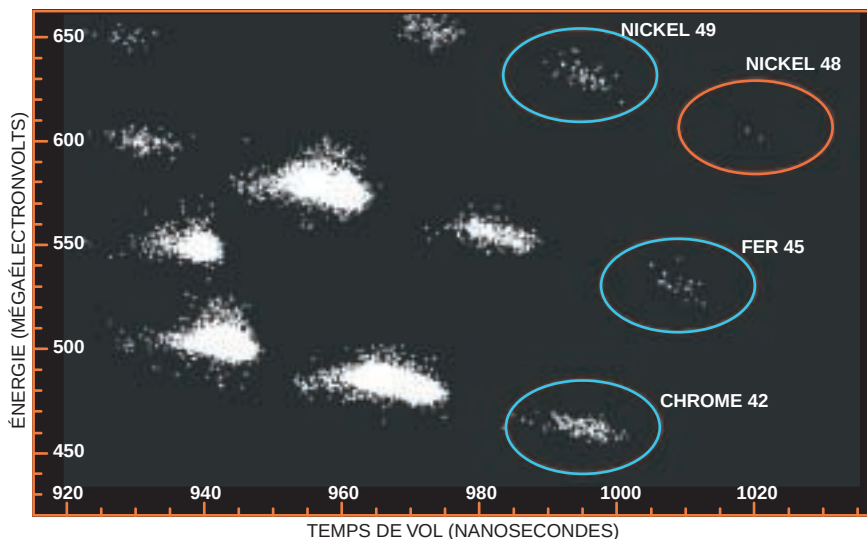
Remplissons les couches des noyaux en ajoutant des protons et des neutrons un à un. Lorsqu'une couche est entièrement remplie, c'est-à-dire qu'elle contient un nombre déterminé de protons et de neutrons, le noyau est particulièrement stable. Ces nombres (2, 8, 20, 28, 50, 82, 126 selon la couche concernée), découverts dans les années 1940 et justifiés théoriquement en 1949 par le modèle nucléaire en couches, sont les nombres magiques.

À la différence des couches atomiques, remplies uniquement d'électrons, deux types de particules interviennent dans le cas des noyaux : le noyau peut avoir un nombre magique de neutrons et/ou de protons. Un noyau où les protons et les neutrons remplissent complètement la couche externe est dit doublement magique. Parmi les quelque 2 500 noyaux stables ou radio-

actifs déjà observés, seuls neuf ont cette structure doublement magique. Avec ses 28 protons et ses 20 neutrons, le nickel 48 est le dixième de cette liste, et probablement le dernier (si l'on excepte les noyaux super-lourds pour lesquels les nombres magiques ne sont pas connus).

La cohésion des noyaux résulte d'un équilibre subtil entre la répulsion élec-

trostatique des protons et les forces de cohésion nucléaire entre tous les nucléons (l'interaction nucléaire forte). Outre le fait d'être doublement magique, le nickel 48 a également la particularité d'être à l'extrême limite d'existence pour un noyau : son nombre de protons étant bien supérieur à son nombre de neutrons, les forces de répulsion l'emportent sur



En mesurant l'énergie et le temps de vol (le temps mis pour atteindre les détecteurs) des noyaux produits lors du bombardement d'une cible de nickel par un intense faisceau d'ions, on différencie leur nature. Outre les deux noyaux de nickel 48 (dans le cercle rouge), d'autres isotopes, légèrement moins exotiques, mais peu étudiés, ont également été identifiés (cercles bleus).

celle de cohésion. C'est un noyau exotique. Au-delà de cette limite d'existence, un noyau se désintègre par émission spontanée de particules (protons ou neutrons excédentaires). Tous les modèles utilisés, qui calculent les énergies de liaison des noyaux pour rendre compte de leur cohésion, prédisent que le noyau de nickel 48 est déjà au-delà de ces limites : il devrait se désintégrer rapidement et échapper à l'observation.

Curieusement, le fait que ce noyau existe résulterait de la force de répulsion électrostatique. Cette force crée, pour le système nucléaire, une barrière de potentiel qui tend à confiner les protons, chargés positivement, à l'intérieur du noyau. Plus il y a de protons, plus la barrière est importante. Avant que le noyau se désintègre en émettant des particules, les protons doivent franchir cette barrière. C'est probablement grâce à cet effet que nous avons observé ce noyau.

En septembre 1999, au Grand accélérateur national d'ions lourd (GANIL) de Caen, avec une équipe internationale de physiciens, nous avons violemment bombardé une cible de nickel naturel avec un intense faisceau de nickel 58 (mille milliards d'ions par seconde à 120 000 kilomètres par seconde). Les noyaux produits par fragmentation des ions projectiles sont triés et finalement interceptés dans une succession de détecteurs.

Après dix jours d'expérience en continu, nous avons décelé deux noyaux de nickel 48. Le dispositif expérimental, bien qu'optimisé pour la détection du nickel 48, a également permis l'observation d'autres noyaux exotiques, très déficients en neutrons, au voisinage du nickel 48 : environ 90 noyaux de nickel 49, 40 noyaux de fer 45 et 250 noyaux de chrome 42 ont ainsi été identifiés. Cette observation confirme les résultats d'une expérience menée il y a trois ans sur l'accélérateur de Darmstadt, où ces noyaux avaient été observés pour la première fois aux nombres de 5, 3 et 12 respectivement.

Selon les résultats des mesures, la limite inférieure de la durée de vie du nickel 48 est d'environ 500 nanosecondes (500 milliardièmes de seconde). Cette durée correspond à peu près au temps que mettent les ions secondaires produits dans la cible pour parcourir la distance qui les sépare des détecteurs. Ce résultat semble contredire les prédictions de plusieurs modèles nucléaires. Très efficaces pour décrire les noyaux classiques, ces modèles échouent pour les noyaux exotiques. Cependant, un si petit nombre de noyaux nickel 48 observés est encore insuffisant pour une révision des modèles nucléaires.

B. BLANK, M. CHARTIER, J. GIOVINAZZO,
CEN de Bordeaux-Gradignan

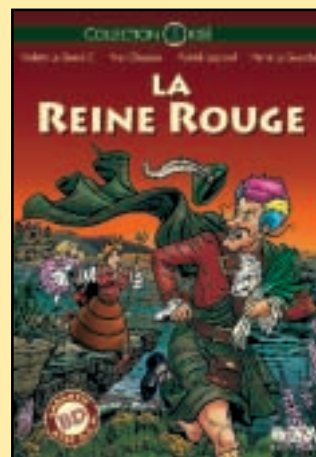


LA REINE ROUGE BD garantie avec OGM

Le Quéré C.V., Chupeau Y.,
Le Guyader H., Legrand P.

Écosse. Été 2022.

Pourquoi a-t-on voulu faire disparaître le Professeur Lautrec ? Enquête de routine pour le commissaire MacLeek ? Non ! Il ne s'attendait pas à en apprendre autant sur les Organismes Génétiquement Modifiés.



1999, 40 p., 79 F



1999, 210 p., 295 F

LA TRUFFE, LA TERRE, LA VIE

Callot G., coord.

La production de truffières sauvages, comme celle des truffières implantées, a considérablement diminué depuis le début du siècle. À partir d'observations de terrain et d'études de laboratoire, les auteurs de cet ouvrage abondamment illustré montrent que ce phénomène est lié à la dégradation biologique du milieu et en particulier à la disparition progressive de la faune du sol, indispensable pour décompacter et aérer le sol.

LE CAVIAR

Sternin V., Doré I., traduit par Bonhomme T.

Rare et mythique, le caviar est aussi un produit alimentaire dont la consommation et la fabrication se développent dans le monde entier. Pêche, traitement, qualité, étiquetage et emballage, stockage, conservation, préparation culinaire, tous les éléments techniques d'un précieux savoir-faire sont ici exposés clairement et en détail. Munis de ce manuel illustré, professionnels et amateurs sauront juger de la qualité d'un caviar et de son prix ; ils pourront lire les différentes étiquettes, connaîtront les défauts potentiels du produit... et quelques uns de ses secrets les plus jalousement gardés.



1998, 232 p., 290 F

Pour commander

Contactez votre libraire habituel

ou INRA Éditions - RD 10 - 78026 Versailles Cedex - FRANCE

Tél : (33) 01.30.83.34.06 - Fax : (33) 01.30.83.34.49

Minitel : 3614 INRA - web : <http://www.inra.fr/Éditions/>

e-mél : dessauva@versailles.inra.fr.

FRAIS DE PORT : France-CEE : 30 F pour 1 ou 2 exemplaires et ajouter **8 F** par exemplaire supplémentaire. Franco de port pour plus de 10 ex.

Autres pays : le tarif prioritaire sera systématiquement appliqué (nous consulter).

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE



Fibres, fils et tissus

THEO TERVOORT • PAUL SMITH

Les recherches portent à la fois sur la conception de fibres dont la structure physico-chimique confère les qualités souhaitées aux fils, et sur leur fabrication.

Au «fil» des millénaires, les textiles ont été perfectionnés pour se substituer aux premiers vêtements faits de peaux d'animaux. Le vêtement est une spécificité humaine (les anthropologues ont-ils pensé à cette définition de l'homme?), et l'on mesure le chemin parcouru depuis la préhistoire en détaillant le large éventail des protections à base de fibres. À l'exception de certaines déviations de Paco Rabanne, les vêtements sont faits de textiles, et les tissus nous préservent des intempéries sous forme de couvertures, de tentes et de parapluies ; les emballages souples protègent les fruits, les légumes et d'autres marchandises ; les produits tissés sont les éléments essentiels dans de multiples distractions (du filet de tennis au cordage des raquettes), et des fibres spécialisées aident le corps médical à réparer le corps humain, sous forme de

pansements pour les plaies ou de fils de suture pour les vaisseaux sanguins.

Moins apparent est le rôle protecteur des textiles dans d'innombrables produits industriels qui contribuent à notre sécurité : les filtres industriels, les tapis, les pneus, les câbles, les batteries, les composites légers et les gilets pare-balles sont quelques exemples des nombreuses applications qui tirent partie des qualités des textiles.

Les variétés des textiles

Les textiles (du latin *texeres*, signifiant tissage) sont des assemblages de filaments aux propriétés diverses. Ces propriétés sont déterminées par le choix des constituants, unique ou multiples, et par leur assemblage, éventuellement suivi d'un traitement. Ainsi, les textiles sont souples ou rigides, denses ou lâches, hydrophobes ou

hydrophiles, absorbants ou imperméables, isolants ou conducteurs, etc. Le constituant principal des textiles est bien sûr le fil, qui peut être de longueur infinie (fibre continue) ou composé de fibres relativement courtes, le plus souvent de taille supérieure à un millimètre de long. Le diamètre de la fibre est en général compris entre dix micromètres et un millimètre.

Les techniques de fabrication les plus courantes sont le tissage de fibres courtes ou de fils continus (qui sont souvent eux-mêmes obtenus par filage de courtes fibres), et l'entrelacement et la stabilisation de filaments courts dans des non-tissés. Les variantes de l'assemblage des fibres et des fils déterminent, pour un même type de filaments, les propriétés du produit final, comme la souplesse, le drapé, la porosité, etc.

Les fibres textiles sont classées en fibres naturelles, en fibres artificielles et en fibres synthétiques. Les différentes

1. DENIER ET TEX

L'une des caractéristiques dimensionnelles les plus importantes d'une fibre est l'aire de sa section, que l'on peut déterminer avec précision par microscopie. Malheureusement, la mesure au microscope est destructive et laborieuse. Une mesure plus accessible de la surface moyenne de la section d'une fibre consiste à diviser sa masse linéaire (masse divisée par la longueur) par sa masse volumique (masse par unité de volume). Dans l'industrie textile, on indique la masse linéaire par l'aire moyenne de la section ; dans le cas d'une section circulaire, on considère que cette masse linéaire mesure le diamètre. Deux unités de masse linéaire sont couramment uti-

lisées dans l'industrie textile pour indiquer la finesse : le denier et le tex. Le denier (du nom d'une monnaie romaine, le *denarius*, qui servait à peser les soies) est une unité ancienne : elle correspond au poids en grammes de 9 000 mètres

de fil. Il a été remplacé par le tex, qui correspond au poids en grammes par kilomètre de fil ; un tex est égal à neuf deniers. Afin d'utiliser des nombres plus commodes, on utilise un sous-multiple le décitex ou dtex ($1 \text{ dtex} = 0,1 \text{ tex} = 0,9 \text{ denier}$).

Le tex est aujourd'hui l'unité standard de masse linéaire des fibres textiles. Les masses linéaires vont de 1 dtex à 2 tex (10 à 50 micromètres à une densité de 1 g/cm^3). On sait aujourd'hui fabriquer des filaments de PES de 10^{-5} tex , ce qui correspond à 0,1 micromètre de diamètre ; 4,16 grammes seulement de ce filament suffisent pour couvrir la distance de la Terre à la Lune !



Denarius d'argent (157 av. JC)



Denarius d'argent (157 av. JC)