

Lentilles amollies

HERVÉ THIS

Les vertus du bicarbonate de sodium.

Faut-il encore démontrer que la chimie est utile en cuisine ? Et que son utilisation ne viole pas des traditions gastronomiques dont les Français sont si fiers ? Commençons par l'examen d'une pièce ancienne, tirée du *Cuisinier parisien*, un ouvrage anonyme publié en 1838 : «Les haricots, les pois et les lentilles et beaucoup d'autres légumes ne cuisent bien que dans l'eau très pure et très légère ; celle des rivières et des ruisseaux est toujours la meilleure ; celle des puits ne vaut rien. Dans les endroits où il n'y a que de l'eau de puits, on peut la rendre propre à cuire les légumes en y versant un peu de carbonate de soude, dissous dans l'eau jusqu'à ce qu'il ne la fasse plus blanchir. Il se fait un petit dépôt ; on prend le clair et on s'en sert pour cuire les légumes».

En quoi la qualité de l'eau déterminerait-elle la tendreté des légumes ? Et de quel usage seraient le carbonate de soude ou la cendre de bois, également préconisée par le même auteur ?

La cendre et le bicarbonate ont comme point commun de rendre l'eau basique. Pour savoir si cette alcalinisation agit sur les légumes, commençons par cuire des lentilles dans trois casseroles identiques, sur trois feux identiques : dans la première casserole, le milieu de cuisson sera l'eau distillée ; dans la deuxième, nous utiliserons de l'eau rendue basique par du bicarbonate de sodium ; et, dans la troisième, nous utiliserons, au contraire, de l'eau rendue acide par un peu de vinaigre.

Aucun instrument de laboratoire n'est nécessaire pour mesurer la différence d'amollissement entre les trois échantillons tant elle est nette : quand les lentilles à l'eau pure sont juste cuites, celles qui ont cuit dans de l'eau acidifiée sont encore dures comme des cailloux, tandis que les lentilles cuites dans l'eau rendue basique par le bicarbonate de sodium se délitent. Ainsi l'acidité du milieu de cuisson détermine l'amollissement des légumes.

Par quel effet ? Les végétaux sont composés de cellules jointes par une lamelle pariétale, composée de pectine et de cellulose. Pour attendrir le tissu végétal, on doit donc modifier le ciment pectique. En milieu acide, les molécules de pectine sont neutralisées : leurs

groupes carboxylate $-COO^-$ captent les atomes d'hydrogène, de sorte que les groupes résultant $-COOH$ sont électriquement neutres. Les molécules de pectine n'exercent pas de répulsion électrique les unes sur les autres ; elles restent associées, et les lentilles restent dures. En revanche, le bicarbonate de sodium provoque l'ionisation des groupes acide carboxylique $-COOH$ en $-COO^-$, de sorte que les répulsions électrostatiques entre molécules de pectine favorisent leur séparation et la dégradation des parois végétales ; les lentilles sont amollies.

LA DURETÉ DE L'EAU

La modification d'acidité de l'eau est-elle le seul effet dû au bicarbonate de sodium ? Le *Cuisinier parisien* suggère indirectement les effets de la dureté de l'eau, liée à la présence d'ions calcium. Pour tester les effets de ces ions, utilisons à nouveau deux casseroles identiques, sur deux feux identiques, avec des lentilles ; versons de l'eau distillée dans la première casserole, et de l'eau rendue artificiellement dure par l'ajout de carbonate de calcium, dans l'autre



Pour préparer un plat qui vaut aussi cher qu'un droit d'aînesse (ici Jacob devant son père, Isaac, avec le plat de lentilles qu'il échangea à Esau contre son droit d'aînesse), il faut savoir cuire les lentilles : dans l'eau pure, entre 80 et 90 °C.

casserole. Quand les lentilles de l'eau pure sont cuites, après 45 minutes, les lentilles de l'eau calcaire étaient encore dures comme du bois. Cette fois, l'effet est dû aux ions calcium, qui, avec leur deux charges positives, peuvent se lier à deux des molécules d'acide phytique (du cytoplasme) ou de pectine, renforçant la cohésion moléculaire, au lieu de l'affaiblir. Avec les ions monovalents tel le sodium, de telles liaisons ne s'établissent pas.

Ces phénomènes intéressent l'industrie agro-alimentaire et, notamment, les producteurs de lentilles, qui voudraient faciliter l'utilisation de leurs produits. Ne pourrait-on trouver un moyen de précuire les lentilles ? À la Station INRA de Montfavet, Patrick Varoquaux, Pierre Offant et Françoise Varoquaux ont étudié cette question, cherchant les conditions optimales pour obtenir un amollissement des graines, sans libération de l'amidon qu'elles contiennent ni dissociation du tégument qui libérerait des débris cellulaires. Une cuisson à la vapeur serait un bon moyen pour atteindre ce but, mais la durée de cuisson serait excessive.

Cuisant des lentilles à différentes températures, pendant des temps différents, et mesurant la fermeté des graines, les chercheurs de Montfavet ont d'abord observé que la fermeté diminuait avec la durée de cuisson, en raison inverse de la température. Une telle observation est de bon sens, mais la quantification des résultats est instructive : les courbes montrant la fermeté des graines en fonction du temps, pour chaque température, présentent un coude, qui révèle que l'amollissement résulte de deux phénomènes. Le premier, rapide, est très probablement la diffusion de l'eau vers l'intérieur des lentilles ; le second, plus lent, semble être la gélification de l'amidon dans l'eau chaude (formation d'un empis).

D'autre part, le pourcentage de lentilles brisées augmente exponentiellement en fonction du temps de cuisson quand la température est supérieure à 80 °C. La température joue ainsi plus sur l'intégrité des lentilles que sur leur fermeté : la perte d'intégrité est plus importante que l'amollissement pour les températures de cuisson supérieure à 86 °C. D'où la règle culinaire dégagée de ces études fondamentales : il faut cuire les lentilles à température inférieure à 90 °C... mais cela prend du temps.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 28 août 1997, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt

Amplification sismique

La géologie explique la concentration des dégâts du séisme de Kobe.

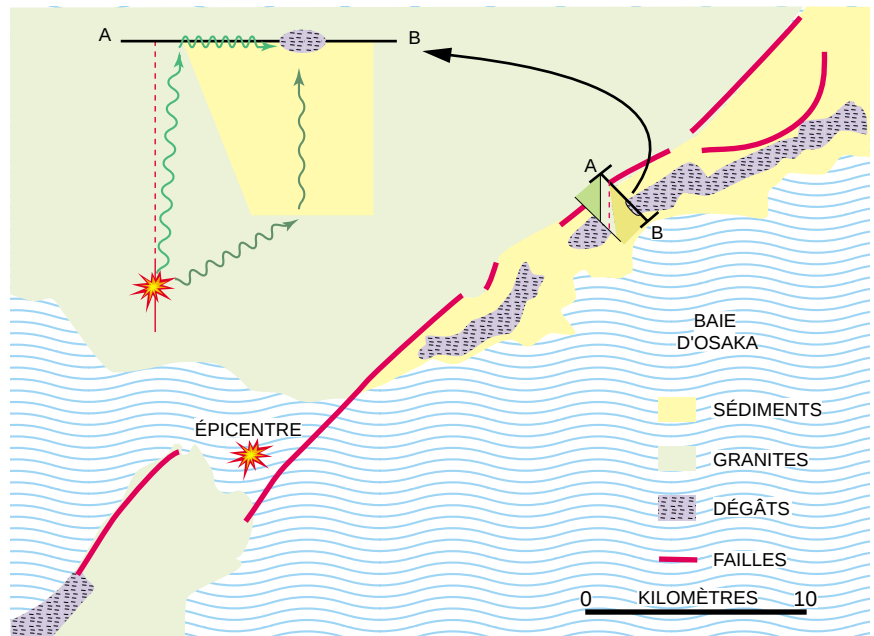
Le 16 janvier 1995, un séisme de magnitude 7,2 a frappé la ville de Kobe. Ce tremblement de terre est, au Japon, l'une des plus grandes catastrophes de ces dernières années : plus de 5 000 morts et 500 milliards de francs de dégâts. L'ampleur de ces pertes humaines et matérielles tient à la conjonction malheureuse de deux phénomènes sismologiques : une rupture survenue sous la ville et une amplification locale des mouvements du sol.

La localisation du sinistre est étonnante. Pourquoi la majorité des destructions sont-elles concentrées dans une zone large d'un kilomètre et longue d'une cinquantaine de kilomètres, au milieu de la ville ? Les constructions et la densité de la population dans cette bande sont similaires à celles que l'on trouve autour. En outre, alors qu'au Sud de l'épicentre les deux lèvres de la faille de Nojima se sont déplacées en surface de plus d'un mètre l'une par rapport à l'autre, aucune rupture de surface n'est visible dans la bande de dégâts. Plus étonnant encore, cette bande s'allonge parallèlement aux failles actives connues, à un kilomètre au Sud.

En analysant les enregistrements de 19 stations sismologiques situées dans un rayon de 50 kilomètres autour de la faille, nous avons reconstitué le glissement des failles en tout point. Sous la ville de Kobe, les deux lèvres de la faille ont glissé d'un mètre l'une par rapport à l'autre, à une profondeur de dix kilomètres. Même s'il n'a pas laissé de rupture visible en surface, le séisme a donc relâché une part importante de son énergie juste sous la ville.

Les failles où cette rupture profonde s'est produite sont parallèles à la bordure du bassin sédimentaire où Kobe est construite. Les modélisations réalisées après le séisme par plusieurs équipes ont mis en évidence une amplification locale des ondes sismiques due à la géologie de cette bordure de bassin. Cette amplification explique la répartition spatiale des destructions.

Les ondes de choc produites en profondeur par le séisme se propagent dans toutes les directions. D'un côté, elles mon-



Les destructions provoquées par le séisme de Kobe, au Japon, en janvier 1995, sont concentrées dans une bande d'un kilomètre de large, dans le bassin sédimentaire, entre la côte et les failles actives. Les ondes sismiques provenant de la rupture de la faille, à dix kilomètres de profondeur, se propagent à des vitesses différentes selon qu'elles se déplacent dans les roches granitiques qui bordent le bassin sédimentaire (flèches vert clair sur la coupe A-B) ou dans le bassin lui-même (flèches vert foncé) : leurs interférences constructives amplifient les vibrations du sol et accroissent les dégâts sur une bande étroite.

tent rapidement à la verticale de la faille, à l'extérieur du bassin, dans des roches granitiques, puis, arrivées en surface, ces ondes se propagent horizontalement vers l'intérieur du bassin. Une autre partie des ondes se propagent verticalement à l'intérieur du bassin, dans les roches sédimentaires, à vitesse plus faible. Lorsque les ondes qui ont suivi les deux trajets

se rencontrent, elles interfèrent et leurs amplitudes s'ajoutent : les mouvements du sol sont deux fois plus importants dans une bande étroite, parallèle aux failles et au bord du bassin, là où les dégâts les plus notables se sont produits.

Fabrice COTTON, IPSN,
Michel CAMPILLO,
Université Grenoble 1

Le coureur de Marathon

Il serait mort à cause d'une trop forte élévation de la température de son cerveau.

Après la victoire des Athéniens sur l'armée des Perses, débarquée sur les côtes grecques en -490, le coureur de Marathon, envoyé par le général Miltiade, se hâte d'annoncer la bonne nouvelle à Athènes, éloignée de 42 kilomètres. Selon Lucien de Samosate, au II^e siècle de notre ère, il se nomme Philippidès,

mais pour Plutarque (I^{er} siècle), il porte le nom d'Euclès. Après avoir prononcé les mots : « Réjouissez-vous, nous sommes vainqueurs », Philippidès-Euclès s'écroule et meurt.

Selon Hérodote, la bataille eut lieu pendant la saison chaude puisque les marais de la plaine de Marathon étaient à sec. La victoire se dessina seulement vers le soir. Les Athéniens, inférieurs en nombre avaient tous dû combattre, sans doute le coureur aussi, qui n'entreprit sa course qu'après la bataille. Ainsi, c'est vraisemblablement un homme déshydraté qui partit pour Athènes.

BRÈVES

L'ADN de Néandertal

L'homme fossile découvert en 1846 dans la vallée de Néander n'est pas l'un de nos ascendants. Deux équipes, allemande et américaine, ont réussi indépendamment à lire quelques éléments du code génétique contenu dans les mitochondries, organites de la cellule qui produisent de l'énergie, de l'humérus de cet homme de Néandertal. Les différences avec les séquences équivalentes de l'homme moderne indiquent que la lignée de Néandertal et la nôtre se seraient séparées il y a environ 600 000 ans.



Combien de Chinois?

Selon des démographes chinois, la population de leur pays, évaluée à 1,2 milliard de personnes en 1995, serait sous-évaluée d'environ 100 millions. Les familles dissimuleraient les naissances excédentaires par rapport aux contraintes du plan de limitation, mais aussi les premières naissances, lorsque les enfants sont des filles, afin de conserver le droit d'avoir au moins un garçon.

Vaccin désensibilisant

Comment peut-on prévenir les violentes réactions allergiques déclenchées par les piqûres d'abeille? Giampetro Corradin, à l'Université de Lausanne, a isolé la protéine de venin la plus allergisante. Il l'a découpée en trois morceaux (en trois peptides), qui ne sont plus des venins, mais que le système immunitaire reconnaît comme faisant partie de la protéine entière. En injectant de grandes quantités de ces peptides aux personnes sensibles, on habitue le système immunitaire à les tolérer et, par là même, à tolérer la protéine entière allergisante.

Vitres autonettoyantes

Une couche ultramince d'oxyde de titane déposée sur une vitre brûle les salissures. L'oxyde de titane exposé aux rayons ultraviolets oxyde et élimine les composés organiques tels que les traces de doigts, la fumée de tabac ou les résidus de combustion des hydrocarbures. La couche organique est dégradée, puis éliminée. Le procédé, mis au point dans le laboratoire de Pierre Pichat, à l'ENS de Lyon est évalué par les sociétés Saint-Gobain et Rhône-Poulenc.

Suite page 22

Est-ce la cause de sa mort? Une longue course entraîne un épuisement des réserves énergétiques, une déshydratation due à la sudation et une hyperthermie. D'après les observations des marathoniens d'aujourd'hui, l'épuisement des réserves énergétiques ne peut être mortelle : le coureur épuisé est contraint de s'arrêter, mais ne meurt pas.

Une déshydratation poussée aurait pu être fatale, mais elle se serait accompagnée de symptômes qui auraient interdit la poursuite de la course, notamment d'incoordination motrice et de désorientation. L'homme était certainement déshydraté, mais non au point d'en mourir. En revanche, la déshydratation aurait favorisé une hyperthermie. Normalement, l'eau qui traverse les pores de la peau et se trouve en contact avec l'air s'évapore ; ce passage de l'état liquide à l'état vapeur absorbe de la chaleur, laquelle est prélevée dans la peau. Ainsi, la sudation diminue la température corporelle. Chez le sujet déshydraté, tout se passe comme si les divers mécanismes de régulation concouraient à préserver au maximum l'eau de l'organisme, notamment par inhibition de la sudation. Toutefois, la peau de la tête ne subit pas cette inhibition : le visage et le scalp sont des zones à forte capacité sudorale et, chez le sujet déshydraté, la sudation corporelle est inhibée, mais celle de la tête reste normale. Dans ces conditions, la température intracrânienne, mesurée sur le tympan, reste normale, inférieure à la température du tronc, enregistrée dans l'œsophage.

Le refroidissement du cerveau est particulièrement nécessaire pendant l'exercice musculaire prolongé. L'énorme quantité de chaleur libérée dans les muscles augmente la température corporelle profonde qui peut atteindre, voire dépasser, 42 °C. Ainsi, lors d'un exer-

cice prolongé, la température élevée du sang artériel menace le cerveau, voire la survie, du sportif. L'hyperthermie prolongée entraîne un «coup de chaleur», caractérisé par des signes neurologiques, tels que confusion et coma, des signes circulatoires liés à l'hypotension et des signes d'intoxication (dus à l'acidification du sang).

L'élévation de la température du cerveau est limitée quand la ventilation de la tête assure un refroidissement sélectif suffisant. Le mouvement crée un «courant d'air» artificiel qui favorise l'évaporation de la sueur et le refroidissement associé.

À l'arrêt de la course, la température œsophagienne s'effondre rapidement, mais la température intracrânienne continue à croître. La chaleur accumulée dans les muscles et dans le tronc diffuse, véhiculée par le sang artériel jusqu'au cerveau, où l'évacuation de la chaleur cesse dès que le sujet est immobile. L'élévation de la température intracrânienne peut atteindre 0,4 °C pendant plusieurs minutes. Quand une telle augmentation survient chez un sportif dont la température du tronc est déjà de 42 °C, la mort peut-être foudroyante.

Ainsi le coureur aurait quitté Marathon hyperthermique et déshydraté. Le refroidissement du cerveau a été suffisant tant que le messager courait. De la chaleur s'est accumulée dans le tronc et dans les muscles, d'autant plus que la sudation avait cessé. Au moment où le coureur s'est arrêté, la température du cerveau a brusquement augmenté, au-delà des limites compatibles avec la vie. Philippides ne serait pas mort si les Athéniens lui avaient aspergé la tête.

M. CABANAC
et M.-Cl. BONNIOT-CABANAC,
Faculté de médecine, Université Laval



Jean-Loup Charrier