



Plus de goût

HERVÉ THIS

Comment on emprisonne des molécules aromatiques pour les faire mieux percevoir.

Certaines recettes classiques apparaissent paradoxales. Ainsi, pour faire un salmis de canard, le cuisinier lève d'abord les magrets et les cuisses, qu'il fait rôtir ; puis il confectionne une sauce à goût de canard en cuisant dans de l'eau les parures et les os, plus quelques légumes et herbes aromatiques. Pourquoi cette redondance ? On peut supposer que les molécules aromatiques et sapides, caractéristiques du goût de canard, sont retenues différemment par la chair et par la sauce : se libérant à des moments différents, elles donnent ainsi de la longueur en bouche.

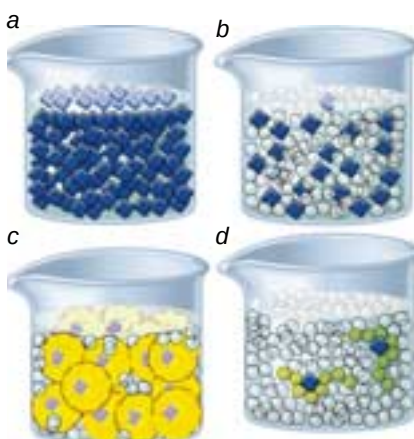
Le problème du piégeage des arômes s'est aiguïté depuis que l'industrie agro-alimentaire utilise la technique de cuisson-extrusion : dans ce procédé repris de l'industrie des polymères, on utilise un long cylindre, où tourne une vis, comme dans un hachoir à viande, mais dont le pas diminue. Quand on y introduit un mélange de solides ou de liquides, il est fortement comprimé, si bien qu'en sortie, l'eau brusquement détendue s'évapore : l'aliment «souffle». C'est ainsi que sont fabriqués bien des biscuits d'apéritifs.

Cette détente se fait au détriment du goût, car les molécules aromatiques sont entraînées par l'eau qui s'évapore. Diverses sociétés pulvérisent des arômes sur les biscuits extrudés après leur confection, mais le procédé est coûteux, et l'on cherche plutôt à déclencher, dans l'extrudeur, des réactions chimiques qui engendreraient des molécules aromatiques, ou bien à piéger les molécules volatiles.

Comment piéger des molécules ? Dans la sauce pour salmis de canard, la cuisson longue des parures et des os dans de l'eau, avec des légumes, a pour effet d'extraire la gélatine présente dans la peau, les tendons et des os, mais, aussi, d'effectuer une décoction qui, les chimistes le savent bien, extrait les molécules aromatiques ou sapides présentes dans les matières animales et végétales. Ainsi les molécules aromatiques sont dans deux environnements physico-chimiques distincts : dans la chair, elles sont principalement dissoutes dans les graisses, qui sont elles-mêmes dispersées entre les cellules musculaires ;

dans la sauce, elles sont en solution. En bouche, ces molécules sont libérées différemment, de sorte que le goût de canard est plus durable.

Rationalisons. Si la longueur en bouche d'un plat tient à la libération plus ou moins forte des molécules aromatiques ou sapides, comment pourrions-nous maîtriser cette libération ? Par la maîtrise de l'environnement des molécules aromatiques. À l'état pur, ces molécules ont une volatilité forte : la pression de vapeur saturante augmente avec la température. Le cuisinier pourra varier la volatilité en répartissant les molécules aromatiques dans des morceaux à différentes températures.



Les molécules aromatiques sont différemment perçues quand elles sont à l'état pur (a), en solution (b), en émulsion (c) et complexées (d).

Puis ces molécules peuvent être placées en solution : la volatilité dépend alors des solvants (eau, alcool, huile), parce que les molécules se lient plus ou moins aux molécules du solvant (ainsi les huiles saturées et les huiles insaturées retiennent différemment des molécules en solution).

Comment ralentir davantage l'évaporation des molécules volatiles ? Il suffit de placer ces molécules en présence de grosses molécules avec lesquelles elles se lieront. Par exemple, on sait que l'iode colore en bleu les aliments qui contiennent de l'amidon, parce que les molécules d'amylose, dans l'amidon (de longues chaînes composées de molécules de glu-

cose enchaînées) s'enroulent en hélice autour de l'iode. Plus généralement, en solution dans l'eau, l'amylose s'enroule autour des molécules hydrophobes, telles que sont beaucoup de molécules aromatiques. L'amylose n'est pas la seule molécule à s'enrouler ainsi, loin s'en faut : la gélatine a également cette action. D'où son utilité dans les sauces ! Plus généralement, des polymères flexibles bien choisis peuvent se lier aux molécules aromatiques pour ralentir leur libération.

La compartimentation est un autre moyen, plus radical, de retenir des molécules. Les fines herbes, par exemple, ne libèrent leurs molécules aromatiques que lorsque leurs cellules sont rompues, en bouche. Les émulsions (dispersions d'huile dans l'eau ou d'eau dans l'huile), les mousses, les gels, les pâtes, sont des systèmes du même type. Dans la même veine, les cuisiniers pourraient également utiliser des liposomes, sortes de «cellules artificielles» composées par l'assemblage de molécules analogues aux molécules des membranes cellulaires. De cette micro-compartimentation, passons à la macro-compartimentation : c'est la farce, le fourrage, classiquement utilisés en cuisine.

Enfin, on peut retenir les arômes en les captant dans la masse des aliments : une viande que l'on marine ou une viande qui cuit dans un bouillon parfumé s'enrichissent, dans leur masse, de molécules aromatiques du bouillon. Les techniques utilisées sont alors la décoction, l'infusion, la macération.

Ainsi bien des moyens permettent de retenir plus ou moins les arômes, afin de les libérer à des temps différents de la dégustation. Ne nous privons pas pour autant du plaisir de libérer des arômes différents à des temps différents : ainsi le cuisinier peut créer des «vagues de goût» qui rappelleront ces grands vins qui «font la queue de paon».

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 22 février 1999, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.

Étude des remèdes de grand-mère guyanaise

Des plantes utilisées dans les traditions familiales en Amérique latine et dans la Caraïbe se révèlent efficaces.

Le goyavier est un petit arbre des régions tropicales et subtropicales bien connu pour son fruit alimentaire. Les traditions créoles assurent que sa feuille possède de puissantes propriétés antidiarrhéiques, et, en Guyane, les anciens guérissent les entérites en plaçant une feuille entre la lèvre et la gencive le matin : le produit mélangé à la salive s'écoule lentement dans le corps tout au long de la journée. Ainsi *Psidium Guajava*, dénommé en créole «goujon goyave», serait aussi efficace que les médicaments disponibles en pharmacie. Les enquêtes ethnopharmacologiques ont établi que, chez la souris, la feuille ralentit notablement le transit intestinal *in vivo*, avec une relation dose-effet. La feuille a également des propriétés antibactériennes, *in vitro*, sur des bactéries susceptibles de provoquer des infections intestinales. Ce «remède de grand-mère» ne produit aucun effet secondaire.

Cet exemple illustre le travail mené par les scientifiques du groupe TRAMIL. TRAMIL est un programme de recherches

sur la médecine traditionnelle populaire de la Caraïbe né il y a 15 ans d'une réflexion associant deux organisations non gouvernementales, ENDA-caraïbe en République dominicaine et le Service œcuménique d'entraide en Haïti, de la Fédération des associations de paysans de Zambrana-Chacuey à Saint-Domingue et du Laboratoire de substances naturelles de la faculté de médecine et de pharmacie de Port-au-Prince. Dans un encadrement sanitaire insuffisant, les populations les plus pauvres, dans l'impossibilité chronique d'acheter des médicaments, ont, à l'époque, lancé un appel à l'aide. Les premiers chercheurs ont eu l'idée d'une démarche nouvelle : ils se sont penchés sur les remèdes de famille, souvent utilisés faute de mieux pour traiter les affections courantes dans ces régions. L'objectif était d'améliorer et de renforcer les pratiques traditionnelles d'automédication en mettant à disposition des populations et du personnel soignant des connaissances pratiques pour le traitement par les plantes de certains maux, validées par la science, en harmonie avec la tradition populaire.

Depuis 1985, TRAMIL s'est progressivement étendu à l'ensemble des pays d'Amérique centrale et de la Caraïbe. Après Haïti et la République dominicaine, des études ethnopharmacologiques quantitatives, permettant d'évaluer la réalité de l'automédication par les plantes, ont

été réalisées dans 14 pays d'Amérique centrale et du Nord de l'Amérique du Sud, et plus récemment en Guyane. Des médecins, pharmaciens, universitaires et responsables de la santé sont aujourd'hui parties prenantes dans ce programme.

En Guyane, les résultats d'une étude réalisée à Saint-Georges de l'Oyapock, la ville frontière avec le Brésil, auprès des populations créoles et des Amérindiens palikours, sont en cours. L'idée fait son chemin. En Guyane, Guadeloupe et Martinique, la situation est particulière : ici, l'accès aux soins tel qu'on le connaît en France et les pratiques d'automédication fonctionnent en parallèle. Toutefois, l'offre de produits médicamenteux n'est pas adaptée aux contextes locaux : lorsque quelqu'un demande un sédatif dans une pharmacie, on lui prescrit du tilleul, de la taxiflorine, un produit européen, alors que sur place, des plantes naturelles sont aussi efficaces, voire plus.

Les ateliers TRAMIL se réunissent tous les deux ans, le plus récent s'est déroulé à Cayenne, en novembre 1998. Ils permettent de faire le point sur les espèces médicinales choisies pour leur fréquence d'utilisation dans les pays concernés, de réviser la littérature scientifique concernant leurs composants chimiques et leurs activités biologiques, de planifier éventuellement des études complémentaires de validation, et, finalement, de classer les usages en trois catégories en fonction de la toxicité, des données bibliographiques et des travaux de validation phytochimique, pharmacologique et toxicologique existant. À terme, ces ateliers déboucheront sur une pharmacopée caraïbéenne.

Les enquêtes ethnopharmacologiques menées dans plusieurs pays du bassin caraïbéen sur la *Lantana camara* ont montré que les parties aériennes de cette plante étaient utilisées par voie orale pour combattre les états grippaux et en application locale dans les affections cutanées. Or, la prise par voie interne de ce principe actif est toxique pour le foie et les reins, et peut engendrer des photodermatoses par contact externe.

Depuis quelques décennies, la médecine traditionnelle a suscité des réactions extrêmes, du mépris total à l'enthousiasme aveugle ; les scientifiques ont pris le parti de faire la part des choses. Les remèdes de grand-mère au service de la science, oui, mais avec discernement.

Stéphane URBAJTEL



C. Dejeux/ORSTOM

Officine guyanaise exposant la riche pharmacopée locale.

Variraptor mechinorum, le voleur du Var

Le premier cousin européen des «Raptors» carnivores américains.

Le baptême d'une nouvelle espèce de vertébré fossile est une affaire de longue haleine. Les squelettes entiers qui permettraient aux paléontologues d'identifier rapidement une forme nouvelle sont rares et, la plupart du temps, c'est à partir de quelques ossements récoltés dans différents gisements que l'on identifie une espèce encore inconnue. La découverte de quelques dents isolées dans des sites paléontologiques de la fin du Crétacé (80 à 65 millions d'années) avait conduit les paléontologues à soupçonner, dans les années 1980, l'existence de *Variraptor*. Puis des griffes, des vertèbres et des fémurs furent exhumés dans différents sites du Sud de la France, confirmant l'existence d'un petit dinosaure carnivore de la famille des Dromaeosauridae (les «Raptors» du film *Jurassic Park*). Enfin de nombreux ossements d'un même animal découverts dans le Haut-Var en 1994 et 1995 allaient compléter le puzzle.

Les découvreurs, Annie et Patrick Méchin, sont deux paléontologues amateurs de Provence. Depuis plus de 20 ans, travaillant dans le Var et dans les Bouches-du-Rhône, en collaboration avec le CNRS et le Musée des dinosaures d'Espéraza, ils ont notamment découvert le gros oiseau coureur *Gargantuavis*, la tortue *Foxemys* et le dinosaure *Variraptor*.

La description de *Variraptor mechinorum* a été publiée en 1998 dans la nouvelle revue européenne de paléontologie des vertébrés, *ORYCTOS* (qui signifie «fossile» en grec), éditée par le Musée des dinosaures d'Espéraza. Le nom de genre fait référence au lieu de la découverte (Var), la terminaison *raptor* (qui signifie «voleur» en latin) est courante pour les dinosaures de cette famille, et le nom d'espèce *mechinorum* honore les découvreurs.

Variraptor était un petit dinosaure carnivore de deux à trois mètres de longueur, pesant une cinquantaine de kilos. Ses bras puissants, armés de griffes acérées, devaient l'aider à dépecer



ses proies (lézards, oiseaux, petits mammifères, jeunes dinosaures). On retrouve fréquemment les petites dents crénelées de *Variraptor* associées à des squelettes d'autres espèces de dinosaures, ce qui indique probablement des activités de charognard. Certains ossements de dinosaures herbivores portent même des traces de petites dents, autre indication des habitudes alimentaires de *Variraptor*.

Les principaux représentants de la famille des Dromaeosauridae sont *Veloctiraptor*, qui vivait en Asie, *Deinonychus* et *Utahraptor*, deux cousins Nord-américains. L'Europe a désormais son «Raptor». On en déduit qu'il y a 130 millions d'années, les ancêtres de *Variraptor* peuplaient à la fois l'Europe et l'Amérique du Nord. Lorsqu'il y a environ 120 millions d'années, l'Amérique du Nord et l'Europe ont été séparées par la mer, ce «stock ancestral» évolua différemment dans les deux régions, avec des formes comme *Saurornitholestes* et *Dromaeosaurus* en Amérique du Nord, et *Variraptor* en Europe.

Variraptor vécut entre 75 et 65 millions d'années, juste avant la limite Crétacé-Tertiaire, quand disparurent les dinosaures. *Variraptor* fait partie de ces derniers dinosaures, et certains représentants de l'espèce furent probablement parmi les victimes des événements qui marquèrent la fin de l'ère secondaire.

Variraptor mechinorum est la quatrième espèce de dinosaure découverte depuis dix ans dans le Sud de la France par notre équipe. Ainsi, peu à peu se dessinent les contours des écosystèmes de cette île de l'archipel européen que constituaient alors le Sud de la France et le Nord de l'Espagne. Ces travaux permettent de tester les scénarios d'extinction établis d'après les données Nord-américaines, et de reconstituer progressivement l'histoire biogéographique de la fin de l'ère secondaire, alors que l'Europe était un archipel, peuplé d'espèces endémiques.

Jean LE LUEFF et Eric BUFFETAUT
Musée d'Espéraza (Aude)

BRÈVES

Cacophonie marine

Contrairement à ce que pensait le commandant Cousteau, le fond des mers est loin d'être le «Monde du silence» : les cris d'une baleine avoisinent 200 décibels, l'équivalent du bruit d'une ambulance à un mètre de distance. L'océan est bruyant parce que les sons restent piégés entre la surface et le fond. Outre la faune marine – même les crevettes font du bruit – les bruits proviennent du trafic maritime et des séismes sous-marins. Les prospecteurs pétroliers sont également bruyants : des expériences de mesure de la température de l'océan, fondées sur la vitesse de propagation des bruits émanant d'explosions sous-marines artificielles, contribuent à la cacophonie ambiante.

Publicité et violence

Les publicitaires avisés éviteront désormais les annonces violentes, car la mémorisation du message est alors moins bonne. B. Busman, de l'Université de l'Iowa, a testé l'effet de publicités violentes ou non violentes sur des étudiants ; il a mesuré la mise en mémoire des noms de marque, des messages publicitaires ou de l'apparence des produits présentés. Les étudiants qui avaient vu les publicités violentes se souvenaient moins des messages publicitaires que ceux qui avaient vu les séquences non violentes : apparemment les personnes visualisant une séquence violente s'emploient à se calmer au lieu de mémoriser les messages.

Ancêtre portugais

La plus ancienne sépulture d'Europe de l'Ouest vient d'être fouillée par Joao Zilhao, de l'Institut portugais d'archéologie, près de la ville de Leiria, au Portugal. Datée par la stratigraphie de 26 000 à 28 000 ans, soit juste après le remplacement des Néandertaliens par les hommes modernes dans la péninsule ibérique, elle contient les restes d'un enfant *Homo sapiens* d'environ quatre ans, de notre espèce. La présence d'ocre sur le corps, comme dans d'autres sépultures du Paléolithique supérieur en Europe, dénote la similarité des pratiques funéraires sur tout le continent.



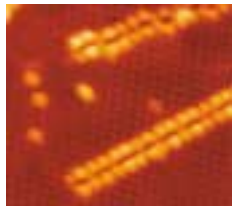
J. Zilhao

Claude Moreno, Musée d'Espéraza

Reconstitution de *Variraptor mechinorum*, un dinosaure carnivore qui vivait dans le Var.

Les lignes de diamants

Des équipes du CEA et du CNRS ont synthétisé des lignes d'atomes de carbone dont la structure est celle du diamant. En traitant la surface d'un cristal de carbure de silicium, qui comporte alternativement



des couches de carbone et des couches de silicium, les physiciens ont obtenu en surface des lignes d'atomes de carbone. Alors qu'ils s'attendaient à obtenir une structure cristalline identique à celle de l'acétylène,

les physiciens ont obtenu une structure analogue à celle du diamant. Ces lignes d'atomes constituent un substrat idéal pour la croissance des monocristaux de diamants.

Prévenir la paralysie

Un traitement médical éviterait-il la paralysie aux personnes blessées à la colonne vertébrale? La réponse est positive chez la souris. Une équipe de l'Université Vanderbilt a traité avec succès des souris, dont la moelle épinière avait été sectionnée, en leur injectant, après la lésion et pendant plusieurs jours, un polysaccharide nommé CM101, produit par des bactéries. Cette substance bloque la formation de vaisseaux sanguins et la cicatrisation des tissus, ce qui laisse le temps aux neurones de se régénérer et de rétablir le contact entre le cerveau et les centres de commande des membres inférieurs. Les souris traitées ont presque toutes remarché après une douzaine de jours.

La température des dinosaures

S'il est maintenant établi que les premiers dinosaures étaient des animaux à sang froid, tels les reptiles, des zoologistes australiens ont montré que leur grande taille leur permettait de maintenir une température corporelle élevée et stable, malgré leur métabolisme lent. En nourrissant des crocodiles avec

des carcasses de poulets munies de thermomètres radio-émetteurs, ils ont noté que la température des animaux les plus gros était supérieure à celle des animaux plus petits. En extrapolant à des animaux plus gros le transfert de chaleur observé entre un crocodile et son environnement, les zoologistes déduisent qu'un animal de dix tonnes (un gros Tyrannosaure) avait une température corporelle de 36 °C en hiver et 31 °C en été avec des fluctuations journalières inférieures à 0,1 °C.



Suite page 28

Maîtresses matrices

Le jeu de solitaire, les atomes et les nombres premiers partagent un comportement régi par des matrices aléatoires.

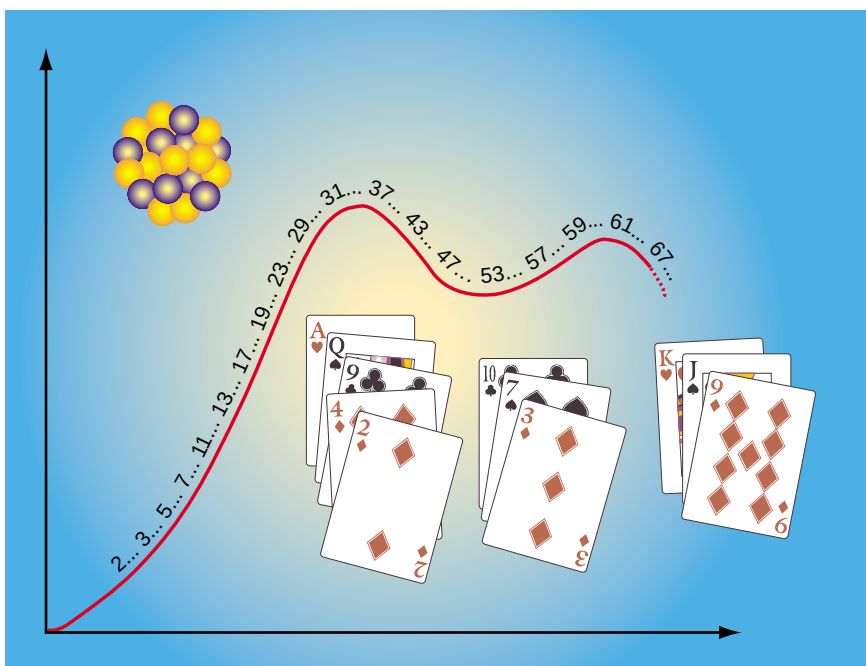
Dans de nombreux jeux, tels les dés, la représentation des probabilités des résultats possibles est une courbe de Gauss, en cloche. Les courbes de probabilité des jeux de cartes ont des formes plus rares, d'interprétation difficile. Néanmoins, des mathématiciens ont récemment percé les secrets d'une version simplifiée du jeu de solitaire. Selon eux, les scores obtenus se répartissent suivant les mêmes lois de probabilité que les valeurs caractéristiques – ou valeurs propres – d'un outil mathématique couramment utilisé par les physiciens qui étudient les gros atomes : les matrices aléatoires.

Le jeu de solitaire étudié est une variante de la réussite. En voici les règles. Retournez une à une les cartes d'un jeu que vous avez préalablement mélangé. Chaque fois que vous le pouvez, posez la carte retournée sur une pile dont la valeur de la carte du dessus est supérieure (voir les exemples sur la figure). Lorsque c'est impossible, entamez une nouvelle pile. Le but du jeu consiste à faire le moins de piles possible. Votre score dépendra uniquement de l'ordre des

cartes retournées. Jouez au moins quelques dizaines de milliers de fois et notez le nombre final de piles à chaque partie. Puis, sur un graphique, mettez en abscisse le nombre de piles et en ordonnée le nombre de fois où vous avez obtenu ce nombre de piles : la courbe résultante (voir la figure) représente la densité de probabilité des scores à ce jeu de solitaire. Ne trouvez-vous pas, à l'instar de Persi Diaconis, mathématicien de l'Université Stanford, que cette courbe a une forme «ésotérique»?

Les matrices aléatoires – des tableaux carrés à n rangées et n colonnes dont les termes sont choisis au hasard – constituent une curiosité mathématique. Les valeurs propres sont les nombres caractéristiques d'une matrice qui permettent, en conférant une symétrie à la matrice, de simplifier les calculs. Lorsque, par un processus aléatoire, vous choisissez les éléments de matrices aléatoires en piochant des nombres appartenant à un échantillon qui suit la loi de Gauss, les valeurs propres de ces matrices obéissent à une loi de distribution «ésotérique» avec deux sommets. Les mathématiciens se perdent en conjectures pour expliquer ce phénomène.

Toutefois, les matrices aléatoires rendent de grands services quand il s'agit de calculer en physique quantique le spectre d'un atome, c'est-à-dire les états qu'un atome adopte en fonction de son énergie. Pour de petits atomes, les physiciens utilisent de petites matrices carrées non aléatoires dont les valeurs propres constituent le spectre



L'état des noyaux des gros atomes, l'espacement des nombres premiers sur l'ensemble des entiers (la suite de nombres sur la courbe rouge) et les scores à certains jeux de cartes, tels que la réussite (la courbe rouge représente la probabilité des scores possibles) sont gouvernés par les mêmes lois de distribution que les valeurs propres des matrices aléatoires.