

Musée des marais salants



Grains de sel

HERVÉ THIS

Mythes et légendes culinaires de l'or blanc.

Les mythes du sel ont la vie dure. Passons-en quelques-uns en revue avant de les analyser expérimentalement. Certains cuisiniers qui font bouillir de l'eau prescrivent de ne mettre le sel que dans l'eau déjà bouillante, parce que l'eau salée, disent-ils, mettrait plus longtemps à bouillir que l'eau pure ; le conseil a percé jusque dans le public, mais est-il justifié ?

À propos de viande, utilisée pour la confection des bouillons, les livres de cuisine indiquent de saler dès le début, afin de mieux extraire les «sucs». Est-ce efficace ?

Inversement, sur la salade, il faudrait éviter de mettre le sel trop à l'avance, parce qu'il flétrirait les feuilles. Le dicton vient du Japon ; qu'en penser ?

Le chimiste Michel-Eugène Chevreul indique en 1835, dans ses *Recherches des matières fixes tenues en dissolution dans l'eau pure ou salée, qui a servi à la cuisson des légumes*, que : «L'eau qui a servi à la décoction des légumes est colorée en brun rougeâtre ; elle retient une quantité sensible des principes odorants. L'eau salée qui avait servi à la cuisson des mêmes légumes était d'une odeur plus prononcée que ne l'était l'eau pure ; sa saveur, abstraction faite de la saveur propre au sel, était également plus prononcée, et cependant, chose remarquable, elle renfermait en définitive une moindre proportion de matières extractives.» Doit-on le croire ?

Méfions-nous des abstractions qui ne sont pas soutenues par une expérimentation saine. Par exemple, il est vrai que le sel ajouté à l'eau refroidit cette dernière (l'eau cède de son énergie pour dissoudre le sel), que le sel ajouté à l'eau élève la température d'ébullition, que la masse à chauffer est supérieure. Mais que le sel soit ajouté avant ou après l'ébullition, l'obtention de l'état final visé met en œuvre les trois phénomènes. Si nous chauffons de l'eau avec ou sans sel (la même quantité d'eau, dans la même casserole, en chauffant de la même façon), nous observerons que, aux erreurs expérimentales près, le temps de mise à ébullition est égal.

Passons au bouillon. On a soutenu que l'effet important était l'osmose : les diverses molécules tendent à diffuser, de

sorte que leurs concentrations finales soient partout égales. Comme les grosses molécules ne traversent pas les membranes cellulaires, c'est l'eau qui entrerait dans les cellules ou en sortirait, selon les conditions (le phénomène serait identique à celui que l'on observe quand on prépare des fruits au sirop : quand le sirop est trop léger, les fruits gonflent et éclatent ; mais les fruits se ratatinent quand le sirop est trop concentré).

Si l'on ne tient compte que de cet effet, on prévoit théoriquement que la viande doit perdre plus de jus quand elle est cuite en présence de sel. Faisons un test simple, bien que fastidieux : déposons deux morceaux de viande identiques dans deux casseroles identiques, l'une contenant de l'eau pure, et l'autre de l'eau salée à saturation. Puis cuissons pendant les cinq heures réglementaires, en pesant les deux morceaux toutes les dix minutes. Après cinq heures de cuisson, la masse des deux morceaux est égale, au gramme près.

Les œufs réagiraient-ils différemment ? Il est parfois indiqué que l'eau de cuisson des œufs durs doit être salée, parce que, sans sel, l'eau s'introduirait dans les œufs par osmose, les ferait gonfler et provoquerait leur fissuration. Cuisez une dizaine d'œufs dans une casserole pleine d'eau pure, et une dizaine d'œufs dans une casserole identique à la première, mais pleine de la même quantité d'eau (fortement) salée. Pesez les œufs à divers stades de la cuisson, afin de savoir si cette fameuse osmose leur a fait gagner du poids. Puis comptez le nombre d'œufs fêlés dans chaque lot.

La réponse à la question initiale vaut bien l'indigestion : le sel ne prévient pas la fissuration des coquilles (le bon moyen, pour l'éviter, consiste à percer les œufs à l'aide d'une aiguille : l'air de la poche interne de l'œuf s'échappe alors plus facilement, de sorte que l'œuf reste intact), mais il a un avantage que connaissaient les chefs du siècle dernier : il sale le blanc, rendant savoureuse cette matière insipide !

Terminons avec l'effet sur les végétaux. Comment se comportent des salades quand on les couvre de sel fin ? Sur les feuilles de la fragile laitue, le sel n'agit pas, même après plusieurs heures, tant que la salade est sèche : les feuilles

sont couvertes d'une cuticule cireuse qui prévient l'osmose.

Et les légumes cuits dans l'eau ? Pour connaître la quantité de matière perdue par les légumes dans l'eau de cuisson, couvrons la casserole et pesons les légumes en cours de cuisson. On mesure que des oignons perdent davantage de masse quand ils sont cuits peu de temps dans l'eau salée : cette fois, l'osmose se manifeste. Avec des carottes, la différence n'est pas nette. Dans les deux cas, les légumes se décomposent davantage quand ils cuisent dans l'eau salée. Enfin si l'on poursuit la cuisson trop longtemps, les légumes finissent dans le même état défilé, en présence ou en l'absence de sel.

Pourquoi les prévisions fondées sur l'osmose n'expliquent-elles pas bien le comportement des légumes et des viandes cuits dans l'eau ? Un coup d'œil au microscope donne la réponse : les cellules animales ou végétales ne se réduisent pas à des membranes semi-perméables à travers lesquelles s'effectuerait l'osmose. Du collagène gaine les cellules musculaires, et les cellules végétales sont recouvertes d'une paroi, rigide. Au début de la cuisson, l'osmose peut se faire sentir, mais, à long terme, quand la structure est dégradée, les cellules s'ouvrent, et l'aliment se comporte comme une éponge percée de canaux. Le sel n'y change rien.

Eles autres dictons ? On dit qu'une pomme de terre cuite et pelée dans une sauce trop salée enlève le sel. Certains chefs prétendent voir les sauces trop salées à de petits points brillants. Au XIV^e siècle, Guillaume Tirel, dit Taillevent note que les soupes et les ragoûts ont tendance à déborder tant qu'on n'y a pas ajouté du sel et du gras. Pour les grillades, on conseille souvent de ne pas saler en début de cuisson, mais de réserver le sel pour la fin de la cuisson, afin que «le sel s'imprègne dans la viande». Ginette Mathiot, conseille, «pour enlever à un plat un excès de sel, de plonger et laisser immergé pendant deux secondes un morceau de sucre.» Que pensez-vous de ces recommandations ?

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 26 mai 1999, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.

Cravate et maths

Les mathématiques des nœuds de cravates donnent raison aux tailleurs et aux dandys.

Chaque matin, quelque fois avec l'aide de leur épouse, des milliers d'hommes s'évertuent devant un miroir à confectionner un nœud de cravate décent et présentable. Dans l'urgence, ils ne se soucient guère de savoir que cet accessoire vestimentaire tire son nom d'un régiment croate de Hrvatska dont les soldats (de Louis XIV) portaient une pièce de tissu noué à leur cou. Peu leur importe également de savoir si le nœud sur lequel ils s'énervent est un Pratt, un nœud inventé il y a tout juste dix ans, ou un Windsor, un nœud mis au point par le duc du même nom après son abdica-

tion en 1936. Et surtout, l'existence d'autres modèles possibles ne les préoccupe absolument.

Deux mathématiciens – qui ne portent probablement jamais de cravate – ont cherché de nouveaux nœuds en modélisant tous les nœuds possibles. Ils ont ensuite établi un palmarès esthétique en tenant compte de la symétrie, de la taille, de l'équilibre et de la forme. Aux dix premières places, on trouve les quatre nœuds les plus couramment utilisés, mais aussi six nœuds inédits.

Thomas Fink et Yong Mao, du Laboratoire Cavendish à Cambridge ont tout d'abord remarqué que le premier mouvement, le passage de la branche la plus large, ou branche active puisqu'elle est la seule à être déplacée, sur ou sous la plus fine, divise le plan du nœud en trois régions : au centre (C), à droite (D) et à gauche (G). Un nœud est donc une séquence de déplacements où la

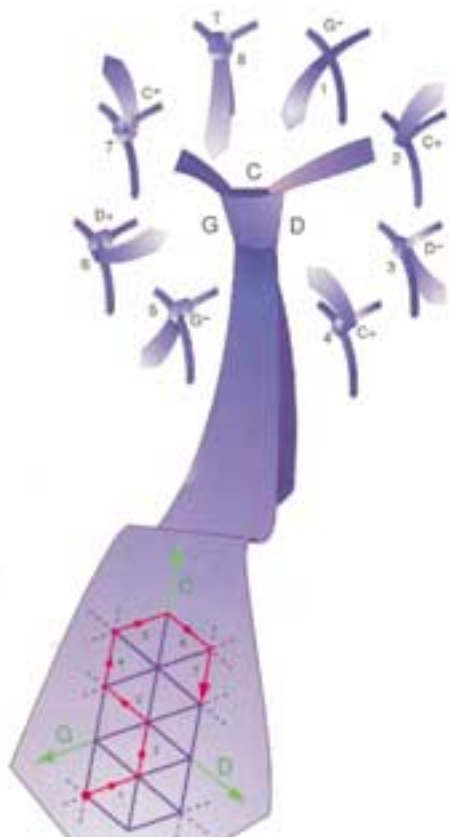
branche active passe de la zone à l'autre soit en avant (+) du plan du nœud en cours, soit, en arrière (-). De plus, tout nœud s'achève par une séquence obligatoire : la branche passe de la zone gauche à la zone droite (ou l'inverse) à l'avant du nœud, puis, en arrière, vers le centre ; le nœud se termine quand on glisse l'extrémité de la branche à travers le nœud. Ce dernier mouvement se note (T). Par exemple, (G-, C+, D, C+, G-, D+, C-, T) représente la séquence du nœud de la figure. Un nœud est donc une combinaison de un à neuf termes pris parmi les six possibles. Chacune des combinaisons respecte quelques conditions : les (noté +) et, les (noté -) sont alternés ; le premier terme est obligatoirement G (+ ou -), et les derniers sont (D+, C-) ou (G+, C-).

Les mathématiciens ont déterminé toutes les séquences possibles en assimilant le nœud de cravate à un chemine-

ment sur un maillage triangulaire muni de trois vecteurs unitaires (voir le motif de la cravate). Chaque mouvement de la branche active est représenté par un côté d'une maille du triangle. Ainsi, l'ensemble des nœuds de cravates possibles est équivalent à l'ensemble des chemins sur le maillage. Les quatre critères esthétiques ont ensuite été quantifiés pour chacune des séquences créées.

Premier critère : pour limiter la taille du nœud et respecter la longueur d'une cravate traditionnelle, ils ont restreint leur modélisation aux seuls 85 nœuds qu'il est possible de confectionner en moins de 10 mouvements. Deuxièmement, la différence des nombres de mouvements vers la gauche et de mouvements vers la droite rend compte de la symétrie du nœud : plus elle est petite, plus le nœud est symétrique. Troisièmement, la forme du nœud, c'est-à-dire sa convexité et son aspect «bombé», augmente avec la proportion de passages par le centre par rapport au nombre total de déplacements. Les mathématiciens n'ont pris en compte que les nœuds dont le rapport du nombre de passages au centre sur le nombre de mouvements total était compris entre 0,25 et 0,5. Enfin, dernier critère, l'équilibre du nœud rend compte de la répartition des déplacements dans le sens des aiguilles d'une montre par rapport à ceux dans le sens inverse. Un nœud composé de mouvements orientés dans le même sens est de travers et peu résistant. En conséquence, plus un nœud alterne des mouvements dans un sens et dans l'autre, plus il est équilibré et conserve son maintien au cours de la journée.

À partir des 85 séquences, les mathématiciens ont établi un palmarès où un nœud est d'autant mieux classé qu'il est composé de peu de mouvements, qu'il est symétrique, qu'il est bombé et qu'il est équilibré. Parmi les quatre premiers nœuds, on trouve les trois les plus couramment utilisés : le «four-in-hand» ou nœud simple (G+, D-, G+, C-, T), le Pratt (G-, C+, D-, G+, C-, T) et le demi-Windsor G+, D-, C+, G-, D+, C-, T). Le premier est une simple boucle composée des seuls déplacements obligatoires. Le Windsor (G+, C-, D+, G-, C+, D-, G+, C-, T) est en huitième position, car huit mouvements sont nécessaires. Les six autres nœuds sont inédits (le sixième est représenté sur la figure). L'élégance est tombée dans le giron de la modélisation et Brummel devait être mathématicien.



Un nœud de cravate est une séquence de mouvements, chacun conduisant la branche la plus large dans l'une des trois zones délimitées par le premier passage : le centre (C), la gauche (G) et la droite (D). Cette séquence est représentée par un cheminement sur un maillage triangulaire muni de trois vecteurs unitaires représentant chacun un type de déplacement. Le chemin en rouge ci-contre représente le nœud, inédit jusqu'à aujourd'hui, détaillé en huit étapes (en haut).

Un cadavre exquis?

Un poisson fossile chinois trahit une origine peu compatible avec l'arbre généalogique des vertébrés.

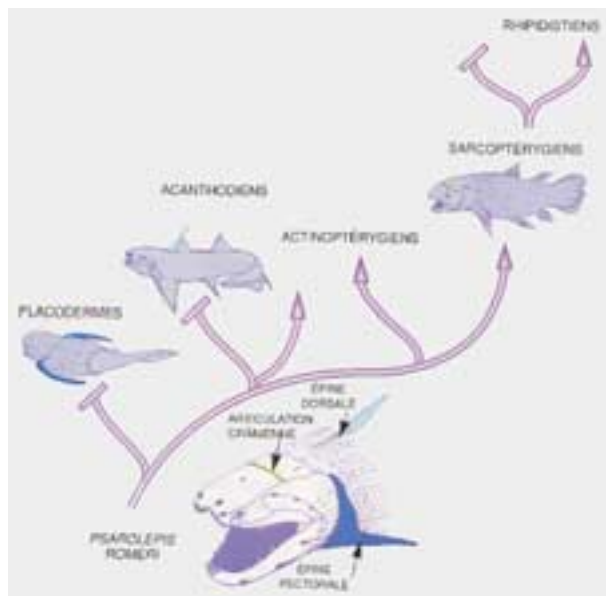
Jusqu'en 1998, la famille des poissons osseux était unie et harmonieuse. La phylogénie de ce grand groupe satisfaisait la communauté des paléontologues et bénéficiait d'un large consensus. Les fossiles s'inséraient sans ambiguïté dans l'un ou l'autre de ses groupes. Pourtant, un poisson fossile daté de 400 millions d'années et étudié récemment est venu semer la discorde dans cet équilibre familial. Ses différents caractères morphologiques en font un «vilain petit canard» qui n'a pas encore de place dans sa famille.

Plusieurs crânes ont été découverts il y a près de 20 ans sur le gisement de Oujing, dans la province chinoise du Yunnan, par Yu Xiaobo, alors de l'Institut de paléontologie des vertébrés et de paléoanthropologie de Pékin. Ces crânes étaient conservés aux États-Unis, tandis que d'autres éléments du squelette avaient été négligés, car, en dépit de leur aspect identique, ils paraissaient ne pas appartenir à la même espèce. Ces os, ainsi que des fragments d'os des joues et de mâchoires, ont été réanalysés et attribués à une seule et même espèce, *Psarolepis romeri*, par Zhu Min, alors invité au

Muséum national d'histoire naturelle de Paris.

Psarolepis romeri présente des caractères morphologiques de chacun des grands groupes de vertébrés à mâchoires. Il n'est connu que par des éléments isolés d'individus différents (crâne, ceinture pectorale, écailles, etc.). Néanmoins, la structure caractéristique de la couche de tissu dur qui recouvre les éléments fossiles indique indubitablement une même espèce. Nommé cosmique, ce tissu proche de la dentine et de l'émail de nos dents est connu uniquement chez les Sarcoptrygiens, groupe de vertébrés dont une partie des nageoires est charnue ou transformée en membres. Les Sarcoptrygiens actuels sont représentés par le coelacanth qui vit au large des Comores et de l'Indonésie, les dipneustes (des poissons à poumons), et les tétrapodes (les vertébrés terrestres pourvus de pattes, tels les êtres humains). *Psarolepis romeri* appartient-il pour autant à ce groupe?

Sa boîte crânienne est effectivement articulée en deux parties, antérieure et postérieure (en vert sur la figure), comme celles des Sarcoptrygiens primitifs, dont le coelacanth. Cependant, alors que sa mandibule fortement recourbée permettrait de le classer dans un sous-groupe éteint des Sarcoptrygiens, ses dents à structure plissée sont caractéristiques de l'autre sous-groupe, celui des Rhipidistiens, dont tous les vertébrés tétrapodes actuels sont issus. Par ailleurs, les os de la joue de *Psarolepis romeri* et le trajet de ses canaux sensoriels ressemblent à ceux des Actinoptérygiens primitifs – le groupe frère des Sarcoptrygiens, composé des poissons à nageoires rayonnées que nous connaissons aujourd'hui. En outre, sa ceinture pectorale, constituée de larges plaques osseuses et prolongée latéralement par une gigantesque épine (en bleu sur la figure), rappelle celle des placodermes aujourd'hui disparus. Enfin, des épines isolées (en turquoise sur la figure), présentant l'ornementation caractéristique de *Psarolepis romeri*, étaient



Psarolepis romeri (en bas) présente un mélange de caractères : l'articulation de sa boîte crânienne (en vert) ressemble à celles des sarcoptrygiens ; son dos est armé d'épines en avant des nageoires dorsales (en bleu clair), comme les acanthodiens ; sa ceinture pectorale était prolongée par une épine latérale comme les placodermes (en bleu foncé). Les traits obliques sur les branches de l'arbre indiquent des familles éteintes.

BRÈVES

Perles (moins) rares

À l'Université de Mayence, Wolfgang Tremel, Jörg Küther et Ram Seshadri ont synthétisé des perles. Le travail des chimistes ne vise pas la production de bijoux, mais la compréhension des mécanismes de la «biominéralisation», qui régit la constitution des dents, des os... et des perles. Les chimistes ont obtenu des perles bien rondes, au lieu des cubes classiquement attendus, en faisant cristalliser la calcite sur une sphère d'or prétraitée : le prétraitement est la clef du succès ; selon les conditions, on obtient une croissance sphérique ou des agrégations de petits cristaux.

La sélection du maïs

Le maïs n'est pas une plante naturelle : il a été obtenu par sélection à partir de la teosinte, graminée sauvage d'Amérique centrale. L'équipe de John Doebley, de l'Université du Minnesota, a identifié l'un des gènes touchés par cette sélection : il régule la production d'une protéine qui limite la longueur des tiges latérales. Cette protéine est produite en plus grande quantité dans le maïs : les tiges de la teosinte sont longues et se terminent par une aigrette, tandis que celles du maïs sont courtes et portent de longs épis. L'examen des variantes de ce gène montre que la variété de teosinte la plus proche du maïs actuel est originaire du Sud-Ouest du Mexique : c'est probablement là que la plante céréalière a été domestiquée.



Congélation en altitude

L'archéologue Johan Reinhard vient d'annoncer la découverte, sur les pentes du volcan argentin Llullaillaco, à environ 7 000 mètres d'altitude, des corps congelés de trois enfants incas, probablement sacrifiés il y a 500 ans. Ces momies sont bien conservées : elles ne sont pas desséchées, le sang est encore gelé dans le cœur et dans les vaisseaux sanguins. Les analyses que Fon pratiquera sur ces restes préciseront leurs conditions de vie, le régime alimentaire ou les maladies des Incas, comme cela a été fait pour l'homme des glaces Otzi, découvert dans un glacier tyrolien il y a quelques années.