

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

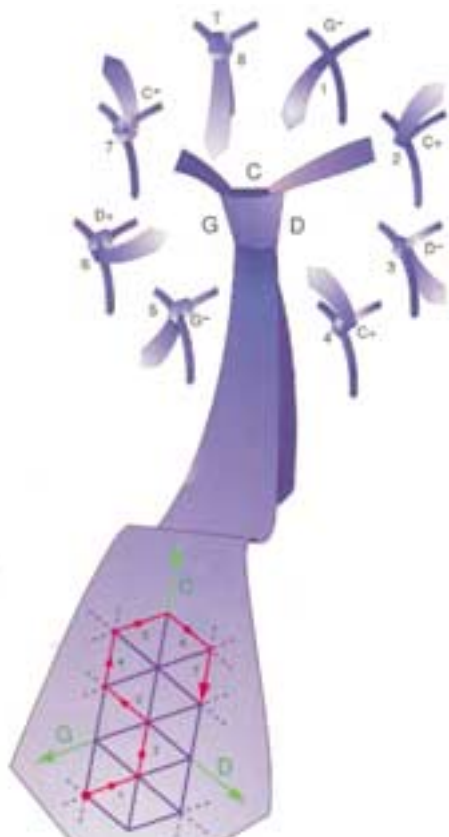
branche active passe de la zone à l'autre soit en avant (+) du plan du nœud en cours, soit, en arrière (-). De plus, tout nœud s'achève par une séquence obligatoire : la branche passe de la zone gauche à la zone droite (ou l'inverse) à l'avant du nœud, puis, en arrière, vers le centre ; le nœud se termine 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 coté 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.

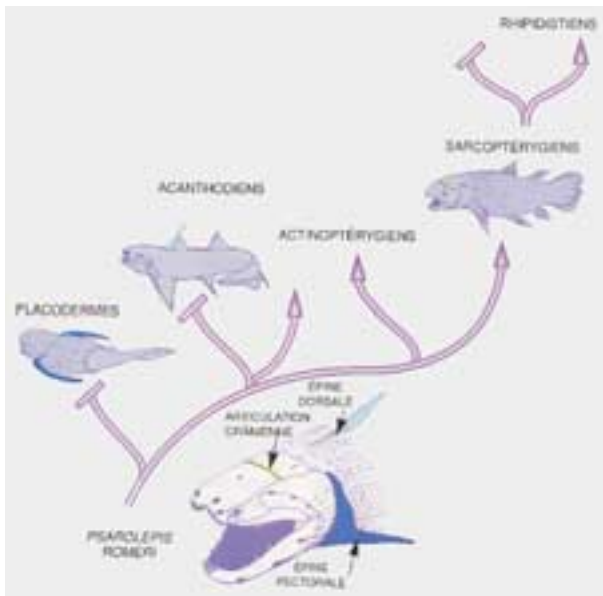
Jusqu'en 1998, la famille des poissons osseux était unie et harmonieuse. La phylogénie de ce grand groupe satisfaisait la communauté des paléontologues et bénéficiait d'un large consensus. Les fossiles s'inséraient sans ambiguïté dans l'un ou l'autre de ses groupes. Pourtant, un poisson fossile daté 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.

Nouvel océan

La vallée du Rift, en Afrique de l'Est, résulte de la séparation du continent africain en deux plaques : la plaque somalienne, à l'Est, et la plaque nubienne, à l'Ouest. En rassemblant des données géométriques, Dezhi Chu et Richard Gordon, de l'Université Rice, confirment la conclusion issue de l'analyse de la topographie et de la composition des roches : les deux blocs ont des mouvements différents par rapport à la plaque Antarctique qui les borde au Sud. Ils pivotent l'un par rapport à l'autre, s'écartant de six millimètres par an au Nord (la vallée du Rift), et se rapprochant de deux millimètres par an au Sud (sous l'océan Indien).



Menace d'extinction

L'une des missions du Muséum national d'histoire naturelle de Paris est la conservation et la présentation au public des espèces, vivantes ou disparues. Saura-t-il conserver le savoir-faire nécessaire ? Les taxidermistes qui préparent les peaux des animaux et les reconstituent sur des mannequins, et qui étudient comment conserver ou imiter les végétaux, y sont en voie de disparition : de 14 il y a quelques années, leur nombre est aujourd'hui réduit à six. Au total, les organismes publics français n'emploient plus qu'une cinquantaine de ces spécialistes, dont la formation récente de nombreuses années de pratique.

Balance de précision

Si vous voulez de la précision, faites une mesure de fréquences, préconisait Pierre Curie. La masse des virus et d'autres particules très légères, de l'ordre du femtogramme (10-15 gramme), sera bientôt mesurée. Une équipe de l'Institut de technologie de Géorgie a mis au point une balance microscopique, constituée de nanotubes de carbone. Lorsque l'on applique une tension oscillante à ces tubes, ils vibrent comme des cordes de guitare. Les particules collées à un nanotube modifient sa fréquence de résonance, et cette variation mesure la masse de la particule qui y est attachée. Par cette méthode, les physiciens ont pesé une particule de graphite de 22 femtogrammes. Un record.

probablement situées en avant des nageoires dorsales comme celles des Acanthodians.

L'analyse informatique de ses caractères indique que ce «cadavre exquis» paléontologique pourrait être un Sarcoptrygien très primitif ayant conservé des caractères hérités d'un ancêtre commun avec les autres groupes de vertébrés. Ces caractères, tels que la présence d'épines en avant des nageoires auraient alors été perdus par les Actinoptérygiens et par les Sarcoptrygiens. Une autre possibilité serait que *Psarolepis romeri* soit l'ancêtre

des Sarcoptrygiens et des Actinoptérygiens, présentant des caractères des deux groupes.

La découverte d'éléments osseux du squelette interne, par exemple des nageoires, fournira peut-être des indices moins équivoques. *Psarolepis romeri*, qui n'est peut-être qu'un Sarcoptrygien aberrant, trouvera alors sa place dans un des groupes de la grande famille des vertébrés. Le vilain petit canard sera peut-être alors un cygne qui bouleversera la généalogie des vertébrés.

Philippe JANVIER
Muséum national d'histoire naturelle

Bleu cerise

La perception des couleurs dépend du vocabulaire acquis pendant l'enfance.

Selon Paul Éluard, *La terre est bleue comme une orange, Jamais une erreur les mots ne mentent pas.* (L'amour, la poésie.) Cependant, dans notre vie quotidienne, notre langage oublie toute poésie : une orange est... orange et le ciel est bleu. Pendant notre enfance, nous nous sommes habitués à distinguer les couleurs et, même si le turquoise est ambigu (certains le voit bleu, d'autres vert), aujourd'hui nous avançons au feu vert, freinons au feu orange et stoppons au feu rouge.



1. La perception des différentes couleurs dépend du vocabulaire acquis. Alors qu'un Européen met dans deux catégories différentes le ciel (bleu) et l'herbe (verte), le Berinmo les regroupe sous le même vocable, le nol.

Notre rétine est composée de cellules nerveuses qui, grâce à des pigments, sont sensibles aux ondes lumineuses dont la longueur d'onde est comprise entre 400 et 800 nanomètres (milliardièmes de mètre). Les pigments ne sont pas suffisamment sensibles pour distinguer toutes les longueurs d'ondes : notre cortex cérébral caractérise alors les longueurs d'onde que nos yeux perçoivent de façon identique par un seul mot qui désigne une couleur. Ce sont les sept couleurs de l'arc-en-ciel et quelques autres, tels le rose, le marron... Ces catégories chromatiques sont-elles universelles et innées ou dépendent-elles d'un vocabulaire acquis ?

Deux équipes anglaises ont étudié les perceptions des Berinmo, une tribu de chasseurs-cueilleurs de Papouasie Nouvelle-Guinée, et ont conclu que la perception des couleurs a, pour une large part, une composante linguistique.

Les Britanniques ont présenté aux Berinmo un nuancier composé de 160 couleurs que nous classons en huit catégories : le marron, le rouge, le rose, l'orange, le jaune, le vert, le bleu et le violet. Les Berinmo ont réparti ces couleurs selon cinq termes – wap, mehi kel, nol et wor – dont les chercheurs ont évalué le contenu sémantique. Chacun des groupes a nommé les échantillons (voir la figure 2) en fonction de son vocabulaire et ainsi défini les catégories de couleurs propres aux deux cultures. On constate que les frontières des couleurs ne se superposent pas, c'est-à-dire qu'une couleur unique (le nol) aux yeux des Berinmo est perçue comme deux couleurs différentes par les Européens (le vert et le bleu). En revanche, les couleurs proches de la frontière nol/wor correspondent pour nous à du