

Le guidage des artères

Lors de la formation de l'embryon, les artères se mettent en place en calquant leurs trajectoires sur celles du système nerveux.

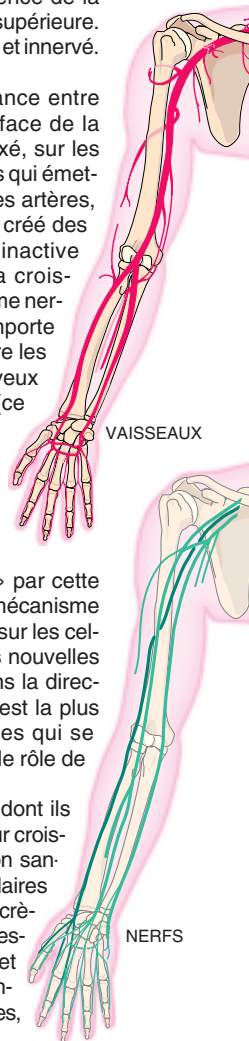
Ouvrez un livre d'anatomie à la page du système nerveux. Regardez les arborescences qui se prolongent dans les moindres recoins de l'organisme. Puis regardez le plan du réseau sanguin. De larges vaisseaux partent du cœur, puis se divisent en plus petits, jusqu'à atteindre les minuscules dimensions des capillaires. Cette observation montre que le réseau sanguin et le réseau nerveux sont dessinés sur le même modèle. On vient d'en comprendre la raison. Trois équipes de biologistes de l'Institut de technologie de Californie, du Centre Max Delbrück de médecine moléculaire de Berlin et de l'Université de Tokyo ont montré que le réseau des petites artères s'inspire du trajet des fibres nerveuses pour trouver sa place sous la peau. Les nerfs envoient des messages chimiques aux artères, et les attirent vers eux.

Le réseau des nerfs et celui des artères sont extrêmement ramifiés. La longueur totale de tous les vaisseaux sanguins bout à bout équivaut à deux fois la circonférence de la Terre, et la longueur du système nerveux est encore supérieure. Grâce à ces ramifications, tout l'organisme est irrigué et innervé. Pourquoi ces arborisations sont-elles identiques ?

L'équipe japonaise a observé la correspondance entre les fines artères et les fibres nerveuses à la surface de la peau d'embryons de souris. Ces biologistes ont fixé, sur les artérioles, des marqueurs moléculaires fluorescents qui émettent une lumière verte et révèlent le trajet précis des artères, identique à celui des fibres nerveuses. Puis ils ont créé des souris génétiquement modifiées : une mutation inactive une molécule normalement destinée à guider la croissance des neurones vers la peau. Dès lors, le système nerveux est bouleversé, et les fibres partent dans n'importe quelle direction. Pourtant, les artères suivent encore les fibres nerveuses, ce qui montre que le système nerveux guide le système artériolaire lors de sa formation (ce n'est pas le cas pour les veines).

Comment les neurones s'attachent-ils les services des petits vaisseaux ? On a découvert que les cellules de Schwann, des cellules entourant les neurones, émettent une molécule (un facteur de croissance vasculaire endothélial), concentré près de la cellule nerveuse. Les artères sont « attirées » par cette molécule, c'est-à-dire par le nerf. On a identifié le mécanisme de cette attraction. Le facteur de croissance se fixe sur les cellules artérielles, ce qui déclenche leur division. Les nouvelles cellules contribuent à la croissance de l'artère, dans la direction où la concentration en facteur de croissance est la plus forte. Le nerf attire aussi des cellules musculaires qui se fixent autour des artères, et qui, plus tard, joueront le rôle de petites pompes, pour propulser le sang.

Les artères apportent aux neurones l'oxygène dont ils ont besoin et produisent une molécule qui stimule leur croissance. En retour, les nerfs participent à la circulation sanguine en stimulant la contraction des cellules musculaires de la paroi des vaisseaux sanguins. En outre, ils sécrètent des peptides inflammatoires lorsque la peau est blessée. Cette étude a porté sur l'association des nerfs et des artères sous-cutanées, mais des mécanismes semblables sont sans doute en jeu dans de nombreux organes, dont la vascularisation reflète l'innervation.



Carte du fond de rayonnement cosmologique, où la polarisation (traits noirs) a été superposée à la température (du jaune au rouge).

cosmologique subirent leur dernière diffusion sur les dernières particules chargées libres. En 1968, l'astrophysicien Martin Rees prédit que, selon ce modèle, chaque point du fond de rayonnement cosmologique devait avoir acquis une polarisation légèrement différente des points voisins, précisément à l'instant de la dernière diffusion. Après plus de 30 ans de recherche, on vient enfin de mesurer ces fluctuations de la polarisation.

Lorsqu'une particule chargée, un électron, par exemple, reçoit une onde lumineuse, venue d'une direction donnée, le rayonnement qu'elle diffuse ne présente pas de direction privilégiée de polarisation. En revanche, la fraction de ce rayonnement qui est émise vers un observateur est polarisée dans une direction perpendiculaire à la direction de l'onde incidente. Dans le plasma primordial, un tel électron recevait de la lumière de nombreuses ondes indépendantes venues de toutes les directions, ondes dont la fraction diffusée vers la Terre est constituée de rayonnements polarisés, mais chacun dans une direction indépendante. Ainsi, si le rayonnement incident sur l'électron était parfaitement isotrope à l'époque de la recombinaison, la somme du rayonnement diffusé dans notre direction ne devrait pas faire apparaître de direction privilégiée... Cependant, le fond de rayonnement cosmologique n'est pas parfaitement isotrope. Il existe de petites fluctuations qui proviennent du fait que le plasma primordial n'était pas complètement homogène et isotrope. Ces petites fluctuations assurent qu'il reste un léger excédent de polarisation en chaque point de la surface de dernière diffusion. C'est la carte de cette polarisation que les astronomes du DASI viennent d'établir.

Ces mesures ont un double intérêt. Tout d'abord, il s'agit d'une nouvelle confirmation des modèles de Big Bang, puisqu'on a désormais la preuve que le rayonnement micro-onde a bien été émis à la suite d'une diffusion par un plasma. En fait, si l'on n'avait pas détecté de polarisation, les modèles les plus simples se seraient effondrés... De plus, la carte de la polarisation du rayonnement nous renseigne sur les fluctuations du plasma primordial, puisque ce sont elles qui provoquent en chaque point les petits excédents locaux de polarisation. Ces renseignements s'apparentent à ceux que l'on a obtenus en établissant la carte de l'intensité et de la température de ce rayonnement, mais, à la différence des fluctuations de température, le champ de la polarisation n'est pas modifié par la présence de nuages intergalactiques hétérogènes dans l'Univers actuel. Ces nuages déforment certainement la carte de température et d'intensité du fond de rayonnement, mais l'information imprimée dans sa polarisation, elle, nous parvient sans être dégradée. Ces mesures ouvrent, par conséquent, une nouvelle fenêtre sur la physique de l'Univers primordial.

Alejandro GANGUI, IAFE et Université de Buenos Aires

La géométrie dans la grammaire

La géométrie est inscrite au cœur de la grammaire palikur. Selon la dimension et la forme des objets, la numération diffère.

Voulez-vous apprendre à compter en palikur ? Quelques rappels de géométrie seront alors peut-être nécessaires. Les Palikur ne comptent pas de la même façon les cubes et les bouts de ficelle. Michel Launey, de l'Institut de recherches pour le développement et de l'Université Paris 7, a étudié la grammaire palikur. La Guyane compte plus de 170 000 habitants, dont environ 6 000 Amérindiens. Parmi eux, environ 1 000 Palikur habitent à Saint-Georges de l'Oyapock et dans divers villages des régions côtières.

Le palikur se caractérise par l'intégration de concepts géométriques dans la grammaire. Par exemple, pour énumérer les objets, les Palikur tiennent compte de leur dimension (1, 2 ou 3) et de leur symétrie. Ils distinguent ainsi six classes d'objets : les objets à trois dimensions sphériques, cubiques ou parallélépipédiques (orange, caisse, valise...) ; les objets à trois dimensions allongés (banane, bâton, bouteille...) ; à deux dimensions plats (miroir, natte, livre...) ; à deux dimensions concaves (pirogue, cuvette...) ; à une dimension sans tenir compte des extrémités (rivière, chemin, fil...) ; à une dimension avec une extrémité (cascade, puits, poteau...). Ils ont ajouté deux classes supplémentaires, de dimension atypique : la classe des « encombrants » qui contient des formes volumineuses irrégulières (nuage, village...) et celle des objets arborescents ou composés de plusieurs parties solidaires (arbre, collier...). Dans une phrase, les noms sont invariables, mais le cardinal (un, deux, trois...) dépend de la forme de l'objet.

Cela se complique pour dénombrer les ensembles d'objets. Dans ce cas, le nombre dépend de l'agencement des objets.

Règle 1 : le nombre (un ou deux) change selon la forme géométrique de l'objet.

Une orange : *pahow uwas*
Une corde : *pahatra kuwawta*
Deux oranges : *pisoya uwas*
Deux cordes : *pitahra kuwawta*.

Règle 2 : le nombre varie selon que les objets sont isolés, regroupés, naturellement ou par un lien.

Un panier d'oranges : *pahayh panye uwas* ; deux paniers d'oranges :

pisina panye uwas. Une grappe de ouassailles (le fruit de palmier) : *pahatwi was* ; deux grappes de ouassailles : *pitwina was*.

Une brochette de poissons : *pahaki im* ; deux brochettes de poissons : *pikina im*.

Le verbe *lavern* n'est pas identique si on lave une corde ou une rame. Le suffixe est *-buk* si l'objet est linéaire et *-boha* ou *-bo* s'il est plat. Il existe ainsi neuf suffixes.

Il varie selon que l'ensemble est constitué d'objets autonomes (hommes, animaux), intrinsèquement reliés (grappes), attachés par un lien, emballés ou regroupés dans un panier.

Compter n'est pas chose aisée non plus. On utilise la base décimale, mais il n'existe pas de termes pour huit et neuf, qui se disent alors « sept avec un son ajout » et « sept avec deux son ajout ». Onze se dit logiquement « dix avec un son ajout » et dix-huit « dix avec sept son ajout avec un son ajout encore ». Cela se complique vite, ainsi 98 se dit « sept dizaines avec deux dizaines son ajout avec sept son ajout avec un encore ». Citons encore quelques particularités de cette langue : on ajoute des suffixes à de nombreux verbes et adjectifs en fonction de la forme de l'objet auquel ils ont trait. Le verbe *laver* n'est pas identique si on lave une corde ou une rame.

Cette langue, d'une grande subtilité, reste la langue maternelle de nombreux petits Palikur. Aujourd'hui plus des deux tiers des Palikur ont moins de 20 ans, mais ils s'intègrent mal dans le système scolaire, car les instituteurs, souvent métropolitains, ne parlent pas leur langue et rencontrent des difficultés pour établir des ponts entre le français et le palikur, et pour comparer les deux systèmes. Pour pallier cette difficulté, des linguistes tentent d'améliorer les échanges. Ainsi, M. Launey a rassemblé toutes les règles de la grammaire palikur.

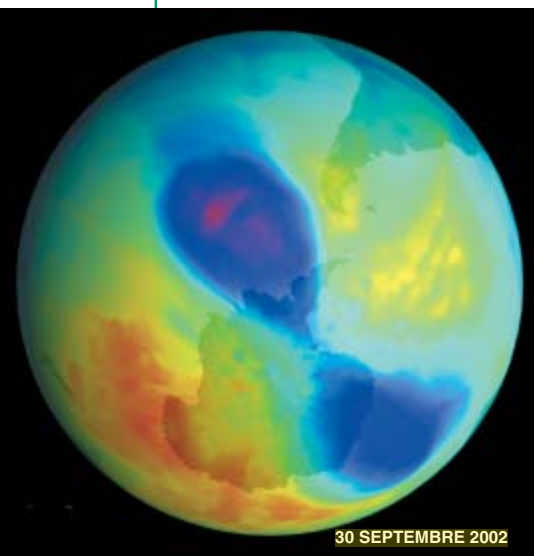
Double trou dans la couche d'ozone

Phénomène notable, le trou dans la couche d'ozone est plus réduit que celui de l'année 2001, à la même date ; de surcroît, il

s'est dédoublé. L'ozone stratosphérique qui nous protège des rayons ultraviolets serait-il moins menacé ? Non, répond Jean-Pierre Pommereau, du Service d'Aéronomie de l'Université Pierre et Marie Curie, car ce phénomène est une anomalie météorologique. Chaque année pendant la nuit polaire, un trou se forme dans la couche d'ozone, au-dessus de l'Antarctique. Le diamètre de cette zone est maximal vers la fin du mois de septembre, et régresse progressivement sous l'effet du soleil printanier qui réchauffe l'atmosphère de l'hémisphère Sud.

En septembre 2001, la surface du trou était plus de 30 pour cent plus étendue que cette année. Selon J.-P. Pommereau, cette diminution de la surface résulte d'une augmentation plus rapide de la température de la stratosphère, durant ce printemps austral. Une telle anomalie s'est déjà produite en 1988, et elle avait eu les mêmes conséquences. Quant au dédoublement du trou dans la couche d'ozone, il est encore plus

anecdotique : les deux trous se sont rassemblés en un seul quelques jours seulement après avoir été signalés.



NASA/NOAA, Toms

