

Dans le cas du diabète insulino-dépendant, l'équipe de Bernard Conrad, à l'Université de Genève, a montré qu'un rétrovirus endogène humain s'exprime dans des cellules sanguines, et que ces dernières activent des lymphocytes T spécifiques des cellules bêta des îlots de Langerhans (ces cellules du pancréas produisent normalement l'insuline, mais elles sont détruites chez les patients atteints de diabète insulino-dépendant). Ces lymphocytes T se multiplient et migrent en grand nombre vers le pancréas (tant qu'ils ne sont pas activés, les lymphocytes T , qui réagissent contre le soi, sont peu nombreux et restent tapis, inoffensifs, dans des «sanctuaires» inaccessibles).

De surcroît, ce rétrovirus endogène produit un «superantigène», une molécule qui active plusieurs types (plusieurs clones) de lymphocytes T , ce qui déclenche une violente réaction immunitaire et crée de graves lésions cellulaires et tissulaires. L'activation du rétrovirus et la production du superantigène seraient déclenchées par un cofacteur, peut-être une infection simultanée par un virus de la famille des herpèsvirus, ou par des hormones

sexuelles (l'incidence du diabète est maximale près de la puberté). Les superantigènes sont encore plus efficaces que les antigènes pour activer le système immunitaire, de sorte que les bataillons de lymphocytes activés qui arrivent dans le pancréas libèrent de grandes quantités de substances toxiques ; ces dernières déclenchent et entretiennent une inflammation locale excessive, qui finit par détruire les cellules à insuline.

Le mécanisme de la sclérose en plaques serait du même type. Cette maladie neurologique est due à une destruction de la gaine de myéline qui entoure les neurones et facilite la transmission des messages nerveux. Les malades ont des troubles moteurs qui aboutissent parfois à une paralysie, des troubles de la coordination et des troubles sensitifs.

L'équipe d'Hervé Perron, à la Société bioMérieux de Lyon, et celle de Jean-Marie Seigneurin, à la Faculté de médecine de Grenoble, ont détecté des particules extracellulaires de type rétroviral dans le liquide céphalorachidien et dans des cellules sanguines et des lymphocytes prélevés chez des patients atteints de sclérose en plaques.

Ce rétrovirus, nommé MSRV, ressemble beaucoup à un rétrovirus endogène, mais on devra déterminer sa séquence génétique complète et la comparer à la séquence humaine correspondante pour prouver que ce rétrovirus est bien endogène.

L'équipe lyonnaise a aussi montré que des protéines produites par un herpèsvirus activent l'expression du rétrovirus MSRV. Ainsi, la présence du rétrovirus endogène, dans le génome de certaines personnes, dénoterait une susceptibilité génétique à développer une sclérose en plaques. L'expression du génome rétroviral, réveillé par un herpèsvirus, par exemple, deviendrait pathologique. Le rétrovirus synthétise peut-être, comme dans le cas du diabète, un superantigène qui exacerberait les réactions immunitaires locales ; les substances libérées en excès (des cytokines) lésaient la myéline.

Ces découvertes auront-elles des conséquences thérapeutiques ? À mesure que l'on déchiffre des mécanismes, on se rapproche d'un traitement, mais saura-t-on un jour bloquer l'expression d'un de ces rétrovirus endogènes, qui font partie intégrante du génome humain ?

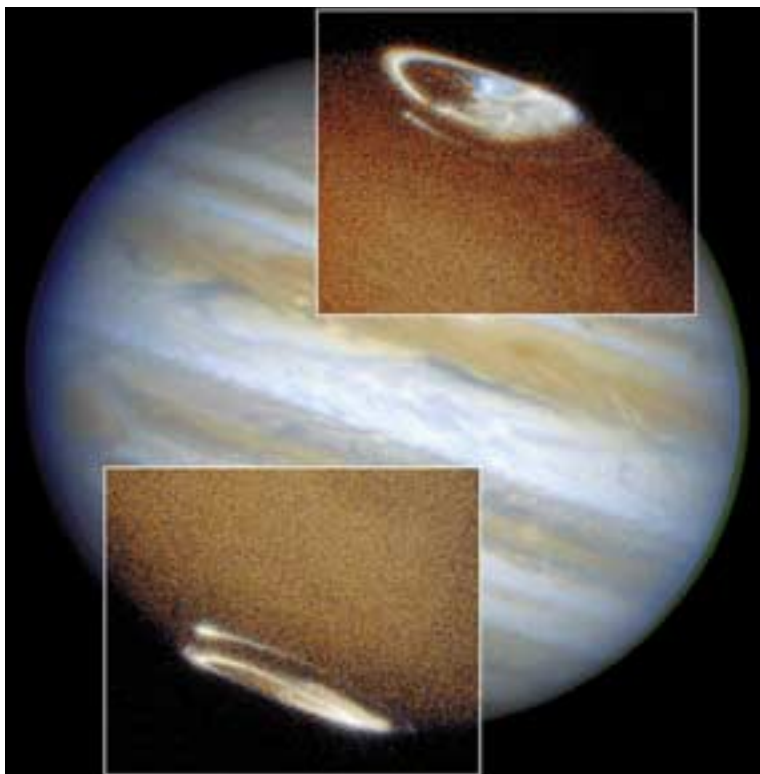
Aurores joviennes

Les habitants et visiteurs des régions polaires ont parfois la chance d'observer des aurores polaires. Ces phénomènes résultent de l'interaction de particules chargées du vent solaire, qui s'engouffrent vers les pôles, guidées par le champ magnétique terrestre. Ces particules excitent, par collision, des molécules de l'atmosphère qui, en se désexcitant, émettent un rayonnement visible et ultraviolet.

La planète Jupiter possède un champ magnétique ; cependant, ce géant du Système solaire est trop éloigné du Soleil et les particules du vent solaire sont en nombre insuffisant pour créer des aurores. Comment expliquer, alors, les aurores polaires détectées sur Jupiter ? Par les émissions de Io, l'un des quatre gros satellites joviens. Chaque seconde, cette planète au volcanisme actif éjecte dans l'atmosphère jovienne une tonne de gaz et de poussières. Une partie de ces particules crée les aurores polaires, tandis qu'une autre partie suit les lignes de champ magnétique qui lient Io à Jupiter. Ces particules dessinent alors une trace que l'on distingue à proximité des aurores. La partie brillante de cette trace (à gauche des traces) matérialise l'empreinte magnétique, l'endroit où les lignes de champ magnétique provenant de Io pénètrent dans l'atmosphère jovienne.

La bonne résolution de cette image, cinq fois meilleure que les résolutions précédentes, résulte de la mise en service d'un nouveau

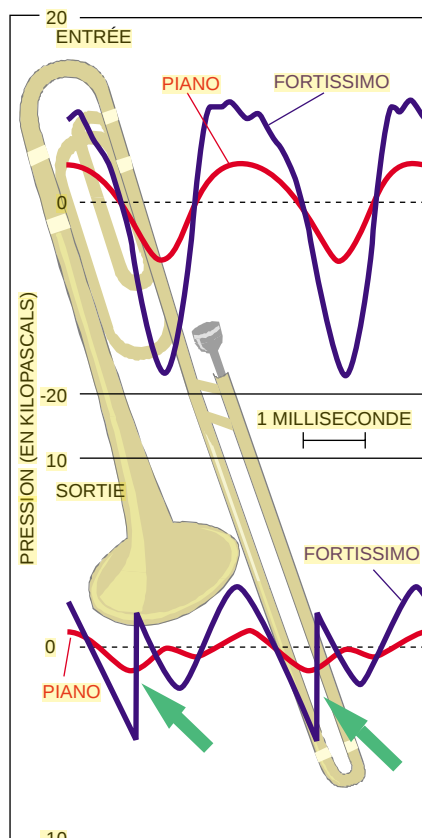
spectrographe imageur à bord du Télescope spatial Hubble. Ces études expliqueront la formation des aurores polaires joviennes et la nature du générateur électrique qui lie Jupiter et Io.



Chocs cuivrés

Des discontinuités de pression produisent les sons «cuivrés» des instruments à vent.

Verdi, en composant *Aïda*, pensait-il que l'on en retiendrait surtout «les trompettes»? Comme chaque fois que les cuivres jouent très fort, les notes émises dans ce morceau ont un timbre brillant caractéristique, que l'on qualifie de «cuivré», par analogie avec la composition métallique des instruments. Toutefois ni le matériau ni les vibrations de l'instrument ne sont responsables des caractéristiques de ces sons (pas plus que des autres sons émis par les instruments à vent) : en adaptant une embouchure de trombone sur un tuyau de plastique assez long, un instrumentiste expérimenté obtient aisément une note cuivrée. Cette sonorité résulte en fait



À l'entrée de la coulisse d'un trombone, la forme de l'onde sonore dépend peu de la puissance de la note (*en haut*). En revanche, à la sortie (*en bas*), l'augmentation périodique de la pression est d'autant plus rapide que l'instrumentiste joue fort, jusqu'à devenir quasi discontinue (*flèches vertes*). La propagation de cette discontinuité jusqu'à l'oreille de l'auditeur forme une onde de choc, dont le son est «brillant».

de brusques variations de pression dans la colonne d'air, à l'intérieur de l'instrument, qui vont de pair avec l'amplification de la partie aiguë des notes.

Lorsqu'un musicien souffle dans l'embouchure d'un trombone, l'oscillation des lèvres y crée une onde de pression, l'onde sonore. La plupart du temps, l'onde se déforme peu en se propageant à l'intérieur du tube : l'énergie n'est dissipée que par frottement et par échange thermique avec la paroi intérieure du tube, ainsi que par l'émission du son à travers le pavillon. Cette situation est décrite dans le cadre de l'approximation acoustique : on néglige, dans les équations de propagation du son, tous les termes faisant intervenir le carré (et les puissances supérieures) de l'amplitude sonore.

En revanche, lorsque le tromboniste joue très fort, l'amplitude de l'onde est grande et l'on ne peut plus négliger les termes de puissances élevées dans les équations de propagation. Le signal se déforme au cours de sa propagation.

L'enregistrement, à l'intérieur d'un trombone, de l'onde de pression dans le cas d'une note jouée *fortissimo* révèle les détails de cette déformation : à mesure que l'onde se propage dans le tuyau, l'augmentation de la pression, à chaque période de l'onde, est de plus en plus rapide. Pour de très fortes amplitudes de l'onde, la variation de la pression devient quasi discontinue. La propagation de cette discontinuité est une onde de choc : le signal émis à l'extérieur de l'instrument, qui est entendu par l'auditeur, est une succession d'impulsions. Lorsque l'on décompose un tel signal en ondes sinusoïdales, de fréquences multiples de la fréquence fondamentale de la note émise (les harmoniques), l'amplitude des harmoniques aiguës est grande, et les auditeurs entendent un son brillant.

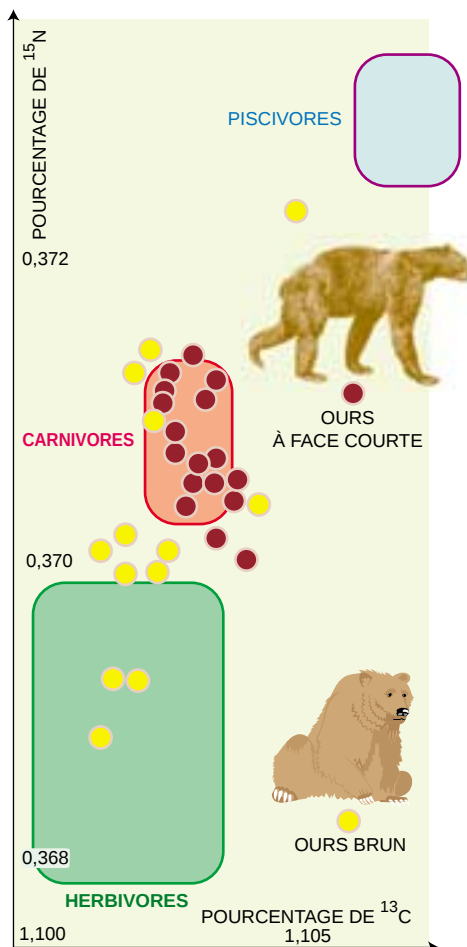
La connaissance de ces phénomènes permet la synthèse de sons cuivrés avec un instrument virtuel formé de modèles numériques des lèvres et du trombone : l'onde qui se propage dans la coulisse se déforme, l'amplitude des harmoniques graves diminuant et celle des harmoniques aiguës augmentant. Après le filtrage des fréquences les plus basses, qui simule la propagation dans le pavillon et le rayonnement du son vers l'auditeur, nous obtenons des signaux sonores cuivrés, identiques à ceux qui sont produits par l'instrument d'orchestre. Nous pouvons alors varier les nuances, et produire, paradoxalement, des sons cuivrés... *pianissimo*.

Joël GILBERT, Laboratoire d'acoustique de l'Université du Maine, Le Mans
Régis MSALLAM, IRCAM, Paris

Le menu de l'ours

L'ours à face courte, aujourd'hui disparu, était carnivore.

Comment vivaient nos ancêtre chasseurs-cueilleurs? Quels animaux chassaient-ils et par qui étaient-ils menacés? Pour répondre à ces questions, et notamment distinguer les animaux carnivores et végétariens, nous cherchons à reconstituer le comportement alimentaire de nombreuses espèces aujourd'hui disparues. Depuis Georges Cuvier, les paléontologues étudient les traits caractéristiques des organes fossilisés, tels que dents et mâchoires, qui dénotent les habitudes de vie, notamment alimentaires des animaux. Dans le cas de l'ours à face courte géant (*Arctodus simus*),



Les pourcentages de carbone 13 et d'azote 15 dans le collagène fossile des ours géants à face courte (*ronds marrons*) indiquent qu'ils étaient carnivores (*zone rouge*), comme les loups ou les lions. L'ours brun actuel (*ronds jaunes*), en revanche, adapte son régime alimentaire aux ressources : il est végétarien (*zone verte*), carnivore, voire piscivore (*zone bleue*), selon son environnement.