

Alimentation curative

Nos cousins primates choisissent leur alimentation en fonction de leurs besoins.

Pour les Grecs, les Barbares étaient ceux qui ne changeaient pas de régime alimentaire quand ils étaient malades. Au Laboratoire d'écologie générale du Muséum, à Brunoy, Claude Marcel Hladik et ses collègues démontrent que les singes seraient proches du monde civilisé : dans certaines circonstances, ils mangent des plantes contenant des alcaloïdes ou de la terre, afin de conserver un régime alimentaire équilibré, voire de traiter des troubles intestinaux.

Les réactions des primates aux solutions sucrées sont sans doute le plus frappant de leur adaptation : plus les animaux sont gros, mieux ils détectent les sucres. Apparemment les gros animaux, repérant mieux les aliments sucrés que les autres, peuvent se procurer davantage d'énergie. Une exception à cette règle qui prévaut tant pour les frugivores que pour les herbivores est le loris *Nycticebus coucang*, peu sensible au sucre ; est-ce parce qu'il doit simultanément tolérer le goût âcre des insectes et d'autres proies que d'autres singes ne tolèrent pas ?

L'homme, du point de vue de son seuil de perception des produits sucrés, est un primate normal : notre masse corporelle est notable, et nous sommes très sensibles au goût sucré. Néanmoins cette base biologique est modulée par l'environnement : les seuils de perception du glucose et du saccharose diffèrent chez les habitants des forêts tropicales et chez ceux des savanes, par exemple. Ainsi les pygmées, qui occupent des forêts où la concentration en sucre dans les fruits est élevée, ont une sensibilité aux goûts sucrés inférieure à celle des populations qui vivent dans les savanes, dont les plantes contiennent moins de sucre.

Les tests de sensibilité aux édulcorants éclairent ces études. Pour notre espèce, la monelline, une protéine présente dans les baies rouges de la liane africaine *Dioscoreophyllum cumminsii*, est 100 000 fois plus sucrée que le saccharose. Mais cette même monelline, dont les primates non humains d'Afrique identifient le goût, n'est pas perçue par les primates américains. La même différence existe pour la thaumatine, une protéine édulcorante

extraite du fruit d'une autre plante africaine *Thaumatococcus daniellii*. La retrouvera-t-on également pour la brazzéine, identifiée en 1994 dans la liane *Pentadiplandra brazzeana* ?

La différenciation des protéines réceptrices des papilles se produit probablement depuis 30 millions d'années, après la séparation des singes platyrrhiniens, dans le Nouveau Monde, et catarrhiniens, dans l'Ancien Monde. Dans leurs environnements respectifs, ces animaux ont trouvé des plantes différentes, avec lesquelles ils ont évolué, puisqu'ils en consommaient les fruits, tout en dispersant les graines. En Amérique, où l'on n'a pas encore isolé d'édulcorant végétal, la coévolution devrait avoir fait apparaître des molécules originales, qui devraient être sans goût sucré pour les singes de l'Ancien Monde.

On savait depuis plusieurs décennies que les vertébrés pouvaient détecter le chlorure de sodium, et le rechercher en cas de carence : on connaît le cas des

chevaux, qui ne lèchent les pierres à sel qu'en cas de besoin, et les études de rats carencés ont confirmé ces observations. Dans le milieu naturel et, notamment, dans les forêts, les carences en sel sont rares, mais, en 1978, le biologiste américain John Oates a observé que les singes *Colobus guereza*, qui, timides, restent généralement dans les frondaisons, descendent au sol pour manger les feuilles d'*Hydrocotyle ranunculoides*, qui pousse dans les mares ; or cette plante contient plus de sel que les autres.

MÉDECINE NATURELLE

D'autres primates mangent de la terre sans souffrir de carence en sel : le sol mangé par *Colobus satanas* (un autre colobe qui vit dans la forêt du Gabon) contient moins de sel que les fruits de son alimentation, mais cette consommation a lieu pendant les deux périodes de l'année où l'animal doit compléter son alimentation avec des feuilles très développées (le reste du temps les singes utilisent des jeunes pousses et des jeunes feuilles, ainsi que des fleurs, des fruits et des graines) ; or les feuilles âgées contiennent des polyphénols, ou tannins, qui inhibent la digestion des protéines en formant des complexes avec ces dernières. Comme l'argile et d'autres composés du sol sont de bons absorbants des tannins, on explique la géophagie comme une compensation de l'absorption des tannins. De tes aliments tu feras ta médecine, disait Hippocrate. Nos ancêtres singes lui auraient-ils soufflé l'idée ?

Souvent l'aversion pour les saveurs amères permet d'éviter l'ingestion d'alcaloïdes dangereux, ainsi que de composés astringents tels que les tanins, les terpènes, les saponines et les acides forts. Toutefois tous les composés toxiques ne sont pas amers : la dioscine, alcaloïde létal de l'igname *Dioscorea dumetorum* est presque sans goût. Le règne animal est protégé par le phénomène de néophobie, c'est-à-dire la peur de manger ce qui est nouveau, et par un conditionnement des symptômes postingestifs provoquant l'apparition d'une aversion (observée chez le rat et chez les primates). Inversement on connaît des cas de chimpanzés qui se guérissent en mangeant la plante amère *Vernonia amygdalina*, généralement évitée par les animaux en bonne santé. Cette plante contient plusieurs glycosides stéroïdiens, qui sont efficaces dans le traitement des troubles gastro-intestinaux.

Hervé This



Cette femelle chimpanzé, dans une forêt du Gabon, pèle une tige d'une liane marantacée *Hypselodelphis violacea* pour en extraire un jus qui apporte des acides aminés indispensables.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science, le 30 juillet 1996, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.

Jupiter visitée

La composition de son atmosphère explique sa formation et son évolution.

Comment le Soleil et les planètes qui l'entourent se sont-ils formés ? Les grandes lignes du scénario sont connues : il y a 4,5 milliards d'années une nébuleuse primitive de gaz et de poussières s'est effondrée sur elle-même et a donné naissance au Soleil. Les résidus de ce nuage se sont condensés en petites planètes rocheuses (Mercure, Vénus, Terre et Mars) près du Soleil et en géantes gazeuses (Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune) plus loin. Les mesures réalisées par la sonde *Galileo* dans l'atmosphère de Jupiter nous informent directement sur la composition d'une planète géante : elles confirment qu'elle s'est formée à partir d'un noyau rocheux.

Le 7 décembre 1995, la sonde *Galileo* a plongé dans l'atmosphère de Jupiter. Suspendue à un parachute, elle a transmis pendant près d'une heure, avant d'être détruite, des informations sur la composition de l'atmosphère jovienne jusqu'à plus de 200 kilomètres sous le sommet des nuages. Le vaisseau *Galileo*, en orbite 215 000 kilomètres plus haut, a ensuite retransmis ces données vers la Terre.

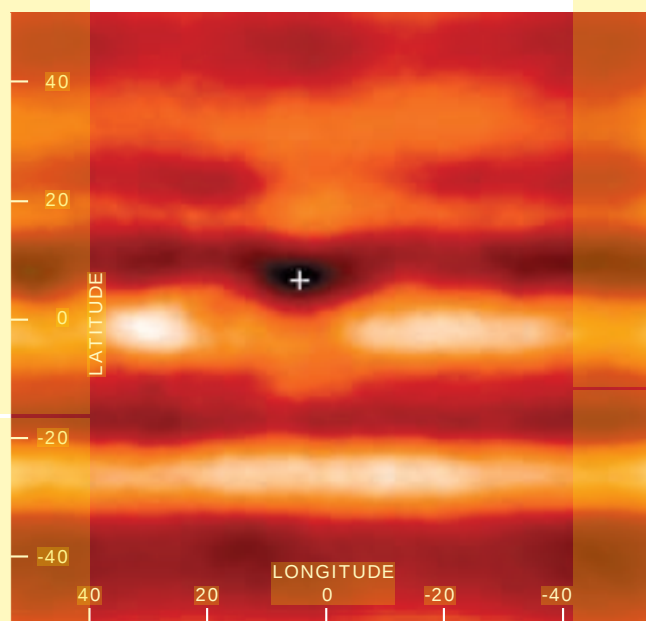
La composition globale de Jupiter est restée inchangée depuis sa formation. L'attraction de l'énorme masse de la planète (318 fois celle de la Terre) empêche en effet les éléments chimiques, même les plus légers, de s'échapper. La comparaison entre la composition de l'atmosphère de Jupiter et celle de la nébuleuse primitive éclaire donc les mécanismes de formation de la planète et son évolution. On déduit la composition de la nébuleuse primitive de celle du Soleil : l'effondrement gravitationnel qui a donné naissance à notre étoile était homogène et a emporté 99,9 pour cent de la masse de la nébuleuse.

On sait, grâce à la spectroscopie, que l'atmosphère de Jupiter est constituée à plus de 99 pour cent d'hydrogène et d'hélium, les deux éléments les plus abondants dans l'Univers. *Galileo* a mesuré une concentration en hélium de 14 pour cent. C'est nettement plus que les 10 pour cent estimés à partir des observations des

sondes *Voyager* en 1979. Même réévaluée, cette concentration ne correspond toutefois qu'aux quatre cinquièmes de l'hélium présent dans la nébuleuse primitive. Où est donc passé ce gaz ?

PLUIE D'HÉLIUM

La température et la pression sont si grandes dans les couches profondes de l'atmosphère de Jupiter que l'hydrogène forme une phase métallique. L'hélium, qui ne se mélange pas avec cette phase, se condense en gouttelettes qui tombent vers le cœur de la planète. Le néon, soluble dans les gout-



Le point de chute de la sonde *Galileo* sur Jupiter (croix blanche) était une région pauvre en nuages. Sur cette image prise de la Terre dans l'infrarouge proche, les zones les moins nuageuses sont les plus sombres.

telettes d'hélium, migre aussi vers l'intérieur de la planète : les mesures de *Galileo* confirment qu'il est moins abondant que prévu. Cette pluie d'hélium se produirait aussi dans l'atmosphère de Saturne, qui contient moins de cinq pour cent d'hélium : l'énergie gravitationnelle ainsi libérée expliquerait le flux thermique anormalement grand émis par la planète.

Le carbone (sous forme de méthane) et le soufre (sous forme de sulfure d'hydrogène) sont, contrairement à l'hélium, plus abondants dans l'atmosphère de Jupiter que dans la nébuleuse primitive :

trois fois pour le carbone et 2,2 fois pour le soufre. *Galileo* a, en revanche, mesuré une concentration atmosphérique de vapeur d'eau cinq fois moins importante que celle de la nébuleuse primitive. Ces abondances sont expliquées par l'histoire de Jupiter.

Un noyau s'est formé d'abord, par accréation de planétésimaux, petits corps rocheux ou glacés. L'attraction gravitationnelle de ce noyau a ensuite piégé les gaz de l'atmosphère. L'augmentation de la température des roches lors de l'accréation du noyau a vaporisé une partie des glaces : l'enveloppe gazeuse a été alors enrichie en éléments lourds, tels le carbone et le soufre. En revanche, l'eau, moins volatile, serait restée dans le cœur solide.

Les différences de composition entre Jupiter et la nébuleuse primitive permettent d'exclure un autre mécanisme de formation : un effondrement local de la nébuleuse, similaire à celui qui a donné naissance au Soleil. La sécheresse relative de l'atmosphère écarte aussi un scénario selon lequel l'excès d'éléments lourds proviendrait de la dissolution dans l'atmosphère de comètes ou de planétésimaux, capturés par le champ gravitationnel de la planète. Ces petits corps rocheux, qui contiennent beaucoup de glace, auraient toutefois enrichi l'atmosphère non seulement en méthane et en sulfure d'hydrogène, mais aussi en eau, ce qui est contraire aux observations.

N'oublions pas cependant que la sonde n'a pénétré l'atmosphère de Jupiter que sur 200 kilomètres d'épaisseur, en un point particulier. Selon les images prises de la Terre, elle a plongé dans une région extraordinairement claire et sèche, sans doute l'une des moins nuageuses de toute la planète. L'instrument de *Galileo* qui a mesuré la densité de particules n'a pas détecté le nuage massif de glace d'eau prédit par les modèles. Le nuage de cristaux d'ammoniac situé à des altitudes plus élevées et visible sur la plus grande partie de Jupiter était aussi absent. Dans cette région, un puissant courant descendant apporterait du gaz sec appauvri en éléments condensables, asséchant l'atmosphère jusque sous l'altitude attendue du nuage d'eau. Il y aurait alors un peu plus d'eau sur Jupiter que *Galileo* n'en a détectée.

Bruno BÉZARD
CNRS, Observatoire de Paris-Meudon