

# Un roman fleuve

*Les sédiments charriés retracent le cours d'un fleuve ancien.*

**E**n recueillant les cristaux de zircon dans les collines de la région d'Amarillo au Texas, Nancy Riggs a retrouvé les traces d'un gigantesque fleuve. Ce fleuve, il y a 225 millions d'années, traversait l'ancien supercontinent, la Pangée qui allait se scinder en deux parties, le Gondwana et la Laurasia. Le fleuve de 1 500 kilomètres de long, baptisé Chinle, reliait ce qui est aujourd'hui le Texas au Nevada (Science, 5 juillet 1996).

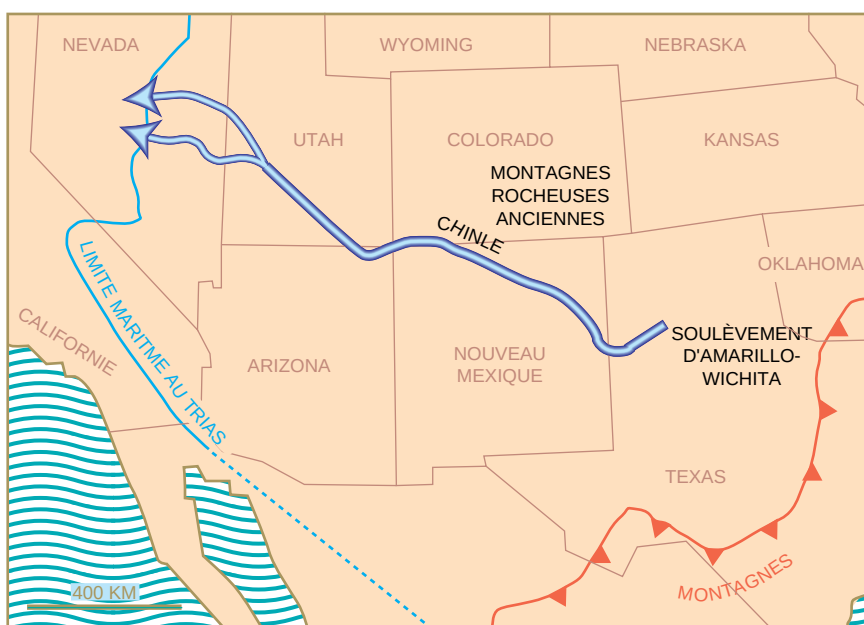
La curieuse découverte de cristaux de zircon datant de 520 millions d'années dans les sédiments plus jeunes du Nevada lança la recherche. Ces cristaux devaient provenir de roches ignées anciennes, mais il n'existait aucune roche de ce type au voisinage du lieu de leur découverte ; aussi les géologues de l'Université de l'Arizona recherchèrent-ils plus à l'Est la source du zircon.

On savait que cette zone avait été sillonnée d'un réseau fluvial à la fin du Trias, réseau dont les eaux avaient charrié des alluvions vers l'Ouest. En recueillant des zircons de même âge dans les sédiments d'autres États américains, les géologues ont suivi le lit de la

rivière ancienne. Les zircons, des cristaux d'une extrême robustesse, ne sont affectés ni par l'érosion ni par les transformations des roches. Aussi leur âge est-il mesuré par les quantités relatives d'uranium et de son descendant radioactif, le plomb. En identifiant les zircons de même âge, N. Riggs et ses collègues ont identifié de proche en proche les différentes zones alluviales du lit ancien.

La découverte de la source du fleuve précise notre reconstitution de la géographie de la Pangée pendant la période où les forces tectoniques la craquaient. Pendant la dernière période du Trias, les vieux et majestueux massifs montagneux de la région d'Amarillo-Wichita (datant de 300 millions d'années) n'étaient pas érodés comme on l'avait longtemps imaginé : au contraire, pensent les géologues américains, ils avaient été soulevés lors de l'ouverture du golfe du Mexique, épisode pendant laquelle les zircons ont fait surface.

Les géologues ne trouvent plus de métaux précieux dans cette zone. Les petits poucets amateurs de zircons trouvent mieux : les témoins sédimentaires d'un fleuve.



Il y a 225 millions d'années un gigantesque fleuve coulait du Texas au Nevada actuels. Les géologues ont retracé son parcours en suivant les zircons anciens charriés à partir des montagnes du soulèvement d'Amarillo-Wichita.

## Ô râles et cris

*Les hurlements des bébés dépassent les limites officielles autorisées.*

**M**ats Zarckrisson écrit dans *New Scientist* (6 juillet 1996) que les cris de son enfant d'un mois dépassent 96 décibels : il a mesuré cette intensité sonore au voisinage de son oreille alors qu'il portait son bébé dans les bras.

Or la législation suédoise du travail limite à 85 décibels le bruit autorisé sur les lieux de travail. Il semblerait ainsi qu'un son aussi puissant et aussi riche en fréquences aiguës que les hurlements des enfants en bas âge puissent entraîner avec le temps, et dans les familles nombreuses, des troubles rédhitoires de l'audition.

Le risque a été mesuré par le commentaire associé à la norme ISO numéro 1999, «Acoustique. Détermination des bruits et estimation des niveaux sonores entraînant des défauts d'audition» : des calculs serrés indiquent qu'un bruit de 96 décibels, huit heures par jour pendant 30 ans se traduit chez quatre personnes sur 10 par une très nette surdité.

Il serait ainsi souhaitable que les mères et le personnel des crèches où une vingtaine d'enfants peuvent hurler de concert, portent des casques de protection auditive. Cette protection est-elle compatible avec les normes de sécurité ? Les cris constituant un appel, les protections sont probablement interdites. D'aucuns le regrettent car ces protections éviteraient des surdités précoces, et rendraient le travail moins pénible.

### UN AVANTAGE ADAPTATIF ?

Selon Chris Handley de Nouvelle Zélande, le danger de surdité est réel. Toutefois la sensibilité de l'oreille correspond, d'après notre bon physiologue, à un avantage adaptatif. Les bébés hurleurs se transformeront en adolescents revendicatifs et pugnaces et les parents à l'audition handicapée seront sourds aux demandes d'argent de poche de leurs bambins quelque 15 ans plus tard... □

# La cellulose

*Des chimistes japonais synthétisent enfin cette molécule qui constitue l'armature des végétaux.*

La cellulose est si commune, dans tous les végétaux, que sa synthèse par la chimie semble inutile. Toutefois cette molécule est emblématique, en science des matériaux, parce qu'elle conduit à la définition des polymères (les «matières plastiques»), dont les très longues molécules sont composées par la répétition de sous-unités, du glucose dans le cas de la cellulose. Base des travaux qui ont finalement donné les polyéthylène, polyuréthane, polychlorure de vinyle, etc. à partir des années 1920, elle résistait à la synthèse chimique. Shiro Kabayashi, Shin-ichi Shoda et leurs collègues de l'Université de Sendai ont enfin mis fin à la frustration.

La chimie des sucres (la cellulose appartient à cette famille) est notoirement difficile, parce que ces molécules réagissent de très nombreuses façons ; l'obtention d'une liaison chimique d'un type précis, entre deux atomes particuliers de deux sucres, est un fait d'arme. Depuis un demi-siècle, les tentatives de synthèse de la cellulose échouaient, parce que l'on ne parvenait pas à enchaîner correctement les molécules de glucose en une molécule de cellulose analogue au polymère naturel.

Il y a deux ans, les chimistes de Sendai obtinrent des polymères du glucose, par une voie non biologique, en utilisant un fluorure de cellobiose, c'est-à-dire une molécule composée de deux glucose enchaînés ; un atome de

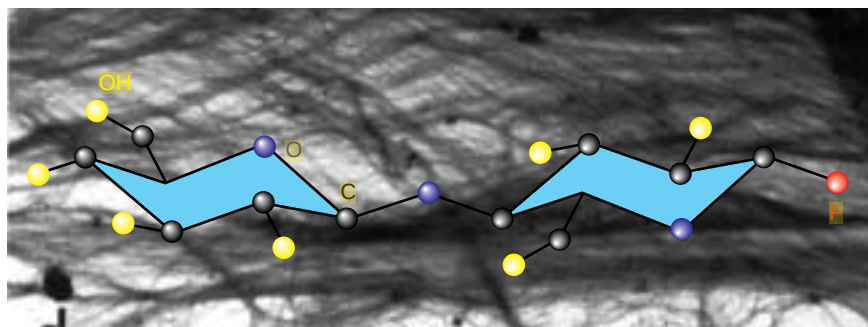
carbone était rendu plus réactif par sa liaison à un atome de fluor. Dans un solvant organique, une enzyme de micro-organisme (une «cellulase») qui coupe la cellulose éliminait du fluorure d'hydrogène HF tout en liant les molécules de cellobiose.

Toutefois les analyses avaient montré que le polymère ainsi formé était la cellulose II, la forme thermodynamiquement la plus stable, obtenue par arrangement tête-bêche des molécules de cellulose, et non la cellulose I, normalement présente dans les végétaux.

Identifiant les raisons de leur premier succès, les chimistes s'étaient alors payé le luxe de reproduire la réaction en changeant les réactifs, et d'obtenir d'autres liaisons sur mesure. Enfin la visualisation au microscope électronique des microfibrilles de cellulose synthétique leur avait permis de mieux comprendre la synthèse naturelle de la molécule. Restait toutefois le lancinant problème de la synthèse de la cellulose I. Ni les polymérisations ni les recristallisations de la cellulose II n'avaient engendré cette forme métastable de la molécule.

Alors qu'ils cherchaient à purifier l'enzyme utilisée pour leur synthèse, les chimistes japonais observèrent alors, sur les images au microscope électronique, que les produits initialement synthétisés contenaient parfois des fibrilles de plusieurs types ; certaines d'entre elles ressemblaient à celles de la cellulose I. Avaient-ils obtenu cette dernière sans le savoir ? Modifiant la composition du solvant organique où ils faisaient leur synthèse, ils trouvèrent un mélange qui optimisait la production de ces fibrilles. Les analyses confirmèrent alors que le but était atteint.

On comprend aujourd'hui mieux le rôle du solvant, et la méthode trouvée à Sendai permet même de produire des dérivés de la cellulose, en variant les réactifs. On obtient notamment le xylane, qui est un composé important de l'hémicellulose, dans les parois cellulaires des végétaux. □



Les fibrilles de cellulose I au microscope électronique, et la molécule de cellobiose fluorée utilisée pour la synthèse de la cellulose et de ses dérivés.

# Rides et cratères sur Ganymède

*La surface du plus gros satellite de Jupiter témoigne d'une activité interne.*

**À** la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, des astronomes ont observé des structures rectilignes à la surface de Mars. Ils crurent alors que des êtres intelligents qui peuplaient la planète avaient construit des ouvrages d'irrigation. Qu'auraient imaginé ces observateurs en découvrant la surface de Ganymède, le plus gros satellite de Jupiter, dont près de la moitié est couverte de cannelures, qui s'enchevêtrent sur des milliers de kilomètres ? La sonde *Galileo*, en orbite autour de Jupiter, a scruté cette surface au mois de juin 1996 : à défaut d'y trouver des extraterrestres, elle a confirmé une activité interne du satellite.

Galilée rapporte, dans *Le messager céleste*, que, le 7 janvier 1610, il a observé trois objets brillants autour de Jupiter. Le dix du même mois, un quatrième est apparu, le plus gros de ces satellites «galiléens». Quelques années plus tard, l'astronome allemand Simon Marius, rival de Galilée, qui prétendait avoir observé les satellites le premier, les nomma Europa, Callisto, Io et Ganymède, des noms de trois maîtresses et d'un amant de Jupiter, roi des dieux.

Avec son diamètre deux fois et demi plus petit que celui de Terre, Ganymède a la taille d'une planète : plus gros que Mercure et Pluton, il atteint les trois quarts de la taille de Mars. Les images transmises par les sondes *Voyager 1* et *Voyager 2*, à la fin des années 1970, avaient laissé entrevoir la profonde originalité de sa structure. Les informations que *Galileo* a transmises, après son passage à seulement 835 kilomètres du satellite, sont encore plus étonnantes.

La surface de Ganymède est constituée de deux types de terrains, différenciés par leur couleur, qui la recouvrent à peu près à parts égales. Des zones sombres, couvertes de cratères, alternent avec des zones claires, où courent des cannelures enchevêtrées. *Galileo* a photographié en particulier la plus grande des zones sombres, nommée Galileo Regio, et une zone claire adjacente, Uruk Sulcus.

Malgré ces différences morphologiques, la composition chimique de la croûte est identique sur tout le satellite :

il s'agit de glace, salée par des poussières. La densité de Ganymède est de 1,94. Sous l'épaisse couche de glace, des matériaux plus lourds, essentiellement des silicates, seraient agglomérés en un noyau dense.

Y a-t-il une tectonique des plaques sur Ganymède ? Les terrains sombres sont les plus anciens : les cratères qui les couvrent sont les traces d'un intense bombardement de météorites qui s'est probablement produit au début de l'histoire du Système solaire, il y a quatre milliards d'années. Les terrains clairs portent moins de cratères d'impact : ils se sont donc formés plus récemment. Les cannelures qui les recouvrent, dont certaines atteignent 700 mètres de profondeur et courent sur plusieurs milliers de kilomètres, ont été créées par des mouvements de la croûte de glace. Ces mouvements ont favorisé l'enfoncement de l'ancienne croûte et son remplacement par de la glace moins dense, située au-dessous.

Les variations du champ magnétique détectées par *Galileo* au voisinage de Ganymède confirment que cet astre n'est pas mort : il crée son propre champ magnétique, ce qui n'est possible que par la circulation d'un matériau conducteur sous la croûte. C'est la première fois que l'on observe ce phénomène pour un satellite. Le champ magnétique des planètes, y compris des plus petites, est produit par un noyau de fer. Ganymède se distinguerait-il par un autre mécanisme ? La circulation d'une couche d'eau salée sous la surface pourrait créer son champ magnétique.

Dans les 18 prochains mois, la sonde *Galileo*, qui tourne en orbite autour de Jupiter, visitera encore trois fois le satellite géant. Les données collectées s'ajouteront, telles des pièces de puzzle, à la reconstitution de l'histoire de Ganymède.

**La surface de Ganymède est constituée de deux types de terrains. La croûte ancienne, la plus sombre, est couverte de cratères (en haut, dans la région Galileo), témoins d'impacts météoritiques. Sur les terrains plus récents, s'étendent de longues cannelures, produites par des mouvements tectoniques internes (en bas, la région Uruk Sulcus).**

