

La vie sur Mars ?

Des chercheurs de la NASA pensent avoir trouvé des traces de vie dans une météorite martienne qui date de 3,6 milliards d'années.

La NASA aurait voulu attirer l'attention sur ses recherches qu'elle n'aurait pas agi autrement : 24 heures avant la publication de résultats obtenus par David McKay et ses collègues, l'organisme a tenu une conférence de presse pour annoncer «la possibilité d'une étonnante découverte : il y a plus de trois milliards d'années, une forme primitive de vie microscopique aurait existé sur Mars.» Cette découverte est-elle réelle ? La NASA avait-elle besoin de redorer son blason, pour obtenir les subsides qui lui permettraient d'envoyer la sonde *Mars Global Surveyor*, le 6 novembre 1996, puis la sonde *Mars Pathfinder*, le 2 décembre ? En tout cas, Bill Clinton a immédiatement souligné l'importance de la découverte et assuré l'organisme de son soutien.

Mars est aujourd'hui une planète inhospitalière : son atmosphère contient 95 pour cent de dioxyde de carbone, et cinq pour cent d'azote, de gaz rares, avec des traces de d'oxygène et de vapeur d'eau. La pression atmosphérique à sa surface est 100 fois inférieure à celle de la Terre, et les températures sont comprises entre -120 et +25 °C. Grâce aux missions spatiales des années 1960 à 1980, on sait que l'atmosphère et les climats martiens ressemblaient jadis à ceux de la Terre ; il y

avait même de l'eau en quantité considérable, comme le révèlent les canaux observables en surface. Toutefois, l'atmosphère évolua très différemment de celle de la Terre, perdant progressivement la plus grande partie de sa substance, se refroidissant et s'asséchant.

Y a-t-il de la vie sur Mars ? En juillet et en septembre 1976, les sondes *Viking 1* et *Viking 2*, qui se posèrent à la surface de Mars, cherchèrent des traces d'activité biologique. Elles ne trouvèrent pas d'activité photosynthétique, ni de métabolisme du carbone, qui aurait été révélé par le suivi de carbone radioactif. Tout espoir de trouver de la vie sur Mars devait-il être abandonné ? Les expériences n'ayant été effectuées qu'au voisinage de la sonde, il n'était pas exclu que de la vie florisse ailleurs. Comme on n'avait pas rapporté d'échantillons de sol martien, les planétologues s'intéressèrent aux météorites.

LES MÉTÉORITES SNC

Des milliers de tonnes de matériaux météoritiques tombent chaque année dans l'atmosphère terrestre ; la plupart ont été formés lorsque le Système solaire s'est constitué, il y a 4,5 milliards d'années, mais environ dix pour cent des

météorites sont des roches volcaniques, éjectées par des volcans de la Lune, de Mars, de Io ou de Triton, par exemple.

Douze de ces météorites volcaniques se distinguent par leur âge et par leur composition : ces météorites dénommées SNC doivent leur nom aux premiers sites où on les a trouvées : Shergotty (Inde), Nakhla (Égypte) et Chassigny (France). Les douze objets SNC sont gris ou noirs, comme les roches du sol martien (la couleur rouge de la surface provient de l'oxydation de ces roches et, notamment, de l'oxydation du fer). L'un d'entre eux, *AHL84001*, a été trouvé en 1984 en Antarctique ; sa masse est de 1,9 kilogramme.

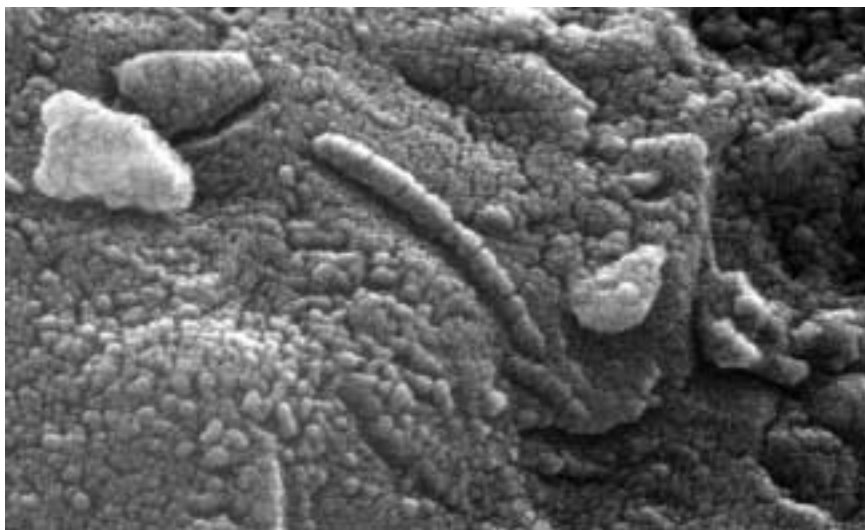
Il présente plusieurs caractéristiques remarquables. Tout d'abord, des fractures renferment des dépôts de carbonates, ainsi que des hydrocarbures polycycliques aromatiques, tel le naphthalène ou le phénanthrène. Les chercheurs américains supposent que ces composés organiques, ainsi que les dépôts de carbonates, proviennent de micro-organismes martiens, dont des fossiles, pensent-ils, sont présents dans la roche. De surcroît, toujours au voisinage des globules de carbonates et des fractures, les minéralogistes ont trouvé des composés inhabituels, des sulfures de fers et de la magnétite, qui sont communément produits par des bactéries anaérobies et par d'autres organismes terrestres.

Les scientifiques de la NASA ont récusé l'hypothèse d'une contamination par des matériaux terrestres, au cours du séjour de 13 000 ans dans l'Antarctique. Notamment les molécules organiques ont été détectées à l'intérieur des dépôts de carbonate, lesquels datent de 3,6 milliards d'années.

Pourtant leurs conclusions sont largement contestées, et les critiques sont variées : des traces de vie aussi anciennes sont très rares, sur la Terre ; la météorite a tant voyagé, depuis Mars, qu'elle aurait pu être contaminée de façons variées ; les hydrocarbures polycycliques aromatiques sont présents partout, dans l'espace et sur la Terre...

Alors que la controverse scientifique fait rage, Carl Sagan, l'un des principaux spécialistes de la vie extraterrestre, est peut-être celui qui a fait la remarque la plus définitive : une annonce aussi extraordinaire que la découverte de vie extraterrestre nécessite des preuves à la hauteur. Ce n'est pas le cas : même les chercheurs de la NASA admettent qu'ils n'ont qu'un faisceau de présomption.

Aussi continuent-ils l'exploration de la météorite *ALH4001* ; ils recherchent notamment des acides aminés et des traces de paroi cellulaire dans les objets qu'ils croient être des microfossiles. □



Cette image prise au microscope électronique montre une structure tubulaire trouvée dans la météorite *ALH84001*, d'origine probablement martienne. Cette structure de quelques micromètres de long pourrait être une trace d'un micro-organisme qui aurait vécu sur Mars il y a 3,6 milliards d'années.

Le velcro

MARTIN JACOBS



GEORGE DE MESTRAL

Cet ingénieur suisse eut l'idée des crochets et des boucles du velcro après avoir examiné au microscope les petits fruits de la bardane, que les enfants aiment cueillir dans les champs et s'envoyer, car ils restent accrochés aux vêtements.

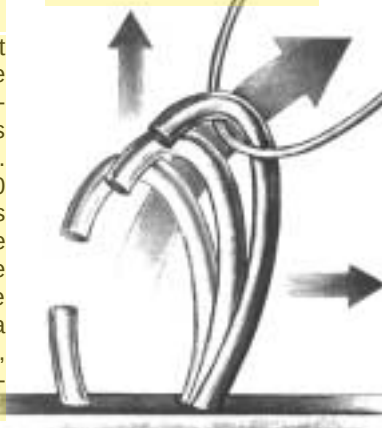


Le velcro tire son nom d'une contraction des mots *velours* et *crochet*. Comme le fil de fer barbelé imite les buissons de ronces, le velcro est un de ces produits que l'homme a conçu, inspiré par la nature. George de Mestral, un ingénieur suisse décédé en 1990, eut l'idée de ce qui allait devenir le velcro en retirant, au début des années 1940, des petits fruits de bardane collés sur son pantalon et accrochés au pelage de son chien. Il les observa au microscope et découvrit des myriades de minuscules crochets qui s'attachaient à tout ce qui avait une forme de boucle. Cette baie épineuse inspira la conception des crochets et des boucles en nylon qui sont utilisés depuis les années 1950 dans de nombreux dispositifs de fermeture, tels ceux des couches-culottes pour les nouveau-nés, des chaussures et de divers vêtements, ou encore pour diverses fixations industrielles.

La force d'attachement de rangées de crochets et de boucles qui mesurent moins de deux millimètres de hauteur est surprenante. Une pièce de velcro de six centimètres carrés peut renfermer 3000 boucles et crochets (même si un tiers seulement sont réellement appariés). Ce petit morceau de velcro résiste à une charge de 80 kilogrammes que l'on y suspendrait. Les boucles et les crochets se séparent plus facilement quand on tire de biais, car on sépare alors les rangées de crochets et de boucles les unes après les autres, et non toutes en même temps comme lorsque l'on tire perpendiculairement. La séparation de la première rangée, puis de la deuxième, et ainsi de suite, produit le bruit de déchirement caractéristique du velcro que l'on ouvre.

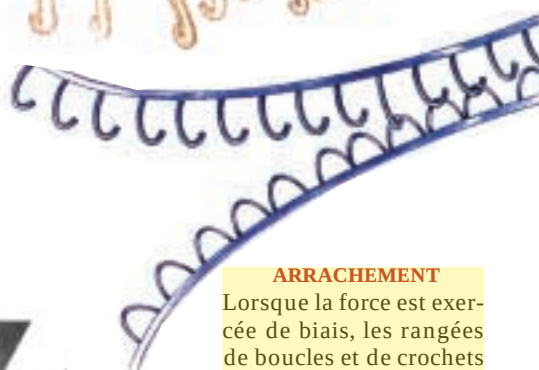
TRACTION

Lorsque la force visant à séparer les crochets et les boucles est exercée perpendiculairement au plan de base des crochets, la résistance à l'arrachement atteint 1,5 kilogramme par centimètre carré.



ARRACHEMENT

Lorsque la force est exercée de biais, les rangées de boucles et de crochets se séparent assez facilement : une masse de 300 grammes suffit à libérer un centimètre d'une rangée de crochets.



CISAILLEMENT

Contre une force exercée parallèlement au plan de base des crochets, la résistance à l'ouverture peut atteindre trois kilogrammes par centimètre carré.

Les modèles en biologie et en médecine

DANIEL SCHWARTZ

La biologie et la médecine désignent par le nom de modèles des démarches tout à fait différentes : abstraites (mathématiques) ou concrètes (biologiques). Les unes comme les autres ont pour but l'acquisition de connaissances difficilement accessibles par une autre voie ou l'aide à la décision.

Qu'est-ce qu'un modèle? Sa définition est imprécise, parce que ce mot a des acceptions très différentes. Un des premiers modèles biologiques connus, établi par Fibonacci en 1228, décrivait en langage mathématique la dynamique d'une population de lapins. Mais ne dit-on pas aussi que, pour l'évaluation des médicaments, la souris est un modèle de l'homme? Faut-il en déduire que les divers modèles biologiques et médicaux n'ont en commun que le nom? On pressent que non, mais quel lien unit les différents types de modèles? Quelques exemples faciliteront la réponse.

Les modèles que nous examinerons seront pris aux étapes essentielles de la vie : la naissance, la croissance, la maladie, la mort. Après l'étude de ces situations particulières, nous aborderons le modèle probabiliste, omniprésent dans l'étude du vivant, et nous insisterons sur l'importante distinction entre connaissance et décision. Cet examen n'est pas un exercice de lexicologie : dans la lutte contre une maladie comme le SIDA, où l'on doit évaluer dans l'urgence l'efficacité des stratégies thérapeutiques, l'emploi de modèles est une des clefs du succès.

Naître ou ne pas naître

Une des difficultés de la recherche médicale est qu'on ne peut pas expérimenter sur l'homme. Le problème de la procréation est, à cet égard, parti-

culièrement sensible. Ce domaine est l'un de ceux où un modèle, de type probabiliste, s'est révélé utile.

On sait aujourd'hui que la majorité des œufs humains fécondés n'arrivent pas au terme de leur développement, mais l'importance de cette hécatombe a été longtemps sous-estimée. Il y a quelques dizaines d'années, on croyait que la fréquence des avortements spontanés était inférieure à moins de dix pour cent, mais on les distinguait mal des avortements provoqués. La première enquête sérieuse, due aux démographes F.E. French et J.E. Bierman, sembla montrer, en 1960, qu'environ 25 pour cent des femmes qui se savaient enceintes avortaient spontanément! En outre, des avortements pouvaient se produire plus tôt, alors que les femmes ne savaient pas qu'elles étaient enceintes, l'expulsion d'œufs microscopiques échappant à leur attention.

Comment dénombrer ces avortements «infracliniques»? Devait-on opérer des femmes, prélever et observer des œufs? Cette solution fut adoptée par le chirurgien américain A.T. Hertig, dans les années 1940 : des femmes opérées pour hystérectomie, de fertilité normale, acceptaient d'avoir un rapport sexuel au moment favorable de leur cycle, juste avant l'opération. Hertig pouvait ainsi voir s'il y avait des œufs et apprécier leur viabilité. Il mit plusieurs années à réunir une centaine de cas. En ne retenant que les cas bien évaluables, il conclut que, sur 100 ovules ayant eu un contact avec

le sperme, 84 étaient fécondés, dont 42 mouraient dans les deux semaines suivant l'ovulation, c'est-à-dire avant les premières règles manquantes. Le bilan de la mortalité cliniquement non décelable était de 50 pour cent.

À l'extrême opposé de cette méthode directe et invasive, une méthode indirecte et abstraite a été imaginée : l'utilisation d'un modèle mathématique. L'un des modèles possibles, que j'ai mis au point, est le suivant.

La probabilité qu'un cycle conduise à un œuf viable jusqu'à un temps t (ce que nous nommerons succès) est exprimée en fonction de probabilités élémentaires : la probabilité d'émission d'un ovule, les probabilités de fécondation de cet ovule, compte tenu des rapports sexuels qui ont eu lieu dans le cycle, et la probabilité de survie de l'œuf jusqu'au temps t . Ces probabilités élémentaires sont inconnues ; la probabilité de survie de l'œuf, en particulier, est précisément celle que l'on cherche à connaître. En revanche, les probabilités de succès pour divers moments des rapports sexuels dans le cycle peuvent être estimées, si l'on s'en donne le mal. C'est le but, et tout l'art de certains modèles mathématiques, d'induire des valeurs de paramètres inconnus : ce sont celles qui correspondent le mieux aux données observées.

Cette démarche demandait que l'on dispose d'une population de couples adéquate. Situation rare, mais qui a été réalisée par les chercheurs britanniques J.C. Barret et J. Marshall, qui avaient