

ALH84001, découverte en 1984 dans l'Antarctique. D'après leurs analyses chimiques, les spécialistes affirment depuis 1993 qu'elle provient de Mars où elle se serait formée, il y a 4 milliards d'années, puis une collision avec une météorite l'aurait éjectée il y a 15 millions d'années, avant qu'elle n'arrive sur Terre il y a 13 000 ans. L'examen au microscope électronique montre sur la météorite des structures tubulaires qui seraient, selon certains, des fossiles de formes bactériennes. Ces structures sont plus petites que les formes terrestres analogues, ce qui éliminerait l'idée d'une contamination.

## Des traces contestées

L'événement fut jugé si important que le président américain Bill Clinton en fit l'annonce à la télévision. En août 1996, un article de la revue *Science* signé par David McKay, de la Nasa, fournit des photos et l'analyse de la découverte. Aujourd'hui, il semble que ce sont les doutes qui l'emportent quant à la nature biologique des structures trouvées sur ALH84001. Des structures assez proches ont été obtenues en laboratoire par des processus physiques, sans impliquer une forme de vie. Par ailleurs, les critères qui démontreraient une origine biologique ne sont pas tous satisfaits. Les opposants argumentent que la nature chimique des parties structurées et les processus de fossilisation laisseraient des traces qui sont absentes.

La ressemblance morphologique est un argument délicat : si l'on exige que les traces trouvées et tout ce qui les entoure ressemblent à ce qu'on a déjà trouvé pour certains fossiles terrestres, ne risque-t-on pas de passer à côté d'une forme de vie différente de celle qu'on connaît ? Le paléobiologiste anglais Martin Brazier, qui ne croyait pas à la nature biologique des tubules de la météorite martienne, a exprimé une réserve sous une forme plus générale : « La complexité seule n'est pas un signal fiable de l'origine biologique. »

Pourtant, le seul moyen de ne pas passer à côté des formes de vie éloignées de la nôtre n'est-il pas au contraire de se fixer un critère

## Première trace de vie sur Terre ?

**D**écouverts par William Schopf en Australie en 1987 dans une roche dénommée Apex Chert, ces filaments de carbone sont datés d'il y a 3,5 milliards d'années. Pendant un moment, ils furent considérés comme les plus anciennes traces de vie sur Terre. Leur nature biologique est aujourd'hui contestée.



lié à la complexité ? Seule la vie et ses longs processus d'élaboration progressive produisent des structures finement organisées. La physique peut certes conduire à certaines formes ressemblant à des bacilles (cela a été réalisé en laboratoire), mais jamais elle n'est en mesure de donner rapidement des structures hiérarchisées comme celles d'un tissu vivant organisé en couches, chacune constituée de formes cellulaires elles-mêmes composées de sous-structures.

Les formes identifiées sur la météorite ALH84001 ne sont pas très complexes et un pur critère de complexité ne permet pas de conclure à une forme de vie. Même si, ici, les critères formulés par Brazier aboutissent à la même conclusion négative, il faut rester prudent et ne pas fixer des exigences que seules les formes de vie identiques à la nôtre pourraient satisfaire : la complexité reste le meilleur critère absolu qui ne nous ferme pas les yeux.

Est-il plus simple de repérer les premières formes de vie terrestres ? Ce n'est pas certain, comme en atteste une autre controverse sur des filaments de carbone découverts dans

une roche dénommée *Apex Chert*, en Australie. Ces structures repérées en 1987 par William Schopf, de l'université de Californie à Los Angeles, sont vieilles de 3,5 milliards d'années. Elles ont été un temps considérées comme les plus anciens fossiles terrestres.

Les cyanobactéries fixent le carbone en utilisant l'énergie de la photosynthèse. La preuve que les filaments retrouvés sont des fossiles de tels organismes – hypothèse proposée par William Schopf – aurait constitué une avancée déterminante dans notre compréhension de l'apparition de la vie sur Terre. Or les partisans d'une origine biologique de ces filaments semblent en mauvaise posture. Bien qu'un article de 2012 signé par William Schopf et Anatoliy Kudryavtsev proclame la résolution définitive de la controverse en faveur de l'hypothèse biologique, plusieurs articles publiés depuis défendent la thèse inverse ! En particulier, en 2015, David Wacey, de l'université de Bristol, et ses collègues se fondent sur l'examen à l'échelle nanométrique des roches concernées et concluent que les filaments ne présentent pas une « morphologie

## Premières œuvres d'art ?

**D**ans des endroits où l'étude des couches géologiques et les méthodes de datation ne laissent aucun doute, les paléontologues sont amenés à découvrir des objets ayant été entre les mains d'hominidés (ici des Néandertaliens) bien identifiés ou résultant de leurs activités.

C'est le cas de cette pierre trouvée dans une grotte à Gibraltar. Joaquín Rodríguez-

Vidal et ses collègues interprètent les traces qu'elle porte comme les premières

marques de dessins symboliques et artistiques. Même si l'étude microscopique révèle que les traces résultent de l'action répétée d'un objet pointu, doit-on vraiment considérer comme établi que ces croix très approximatives résultent d'une action intelligente intentionnelle ?



Stewart Finlayson, Gibraltar Museum

biologique ». Leur article propose aussi l'hypothèse que les filaments se sont formés dans les écoulements d'une source hydrothermale, et qu'il s'agit d'artefacts minéraux.

Là encore, les arguments échangés dans le débat sont délicats et oscillent entre des remarques liées à la complexité des structures en jeu, dont on prétend qu'elle est trop grande pour provenir d'un simple processus chimique ou minéral (affirmations des défenseurs d'une origine vivante), et des assertions que rien de ressemblant n'existe vraiment dans le monde vivant connu ou que la relativement faible complexité morphologique des structures ne permet pas d'exclure une origine abiotique, qu'on réussit d'ailleurs plus ou moins à reconstituer

en laboratoire (arguments des opposants à l'origine biologique).

Les raisonnements sont incertains, presque subjectifs. En se fondant sur ce qu'on sait de la vie terrestre, on peut certes fixer des critères drastiques qui rejettent l'hypothèse d'une origine biologique des formes étranges rencontrées, mais ce sera en prenant le risque d'éliminer des formes de vie que l'on n'imagine pas. Avant qu'on découvre de la vie autour des sources hydrothermales profondes en 1977, on jugeait impossible qu'une vie ne repose pas sur l'énergie solaire, et que des bactéries utilisent à la place le sulfure d'hydrogène.

On rencontre des affirmations controversées dans un autre domaine encore : la

paléontologie. Le problème est de reconnaître sur un caillou ou un coquillage qu'une trace a été faite par un humain avec l'intention d'y graver un signe ou un dessin.

Donnons un seul exemple. En juin 2014, PNAS, la revue de l'Académie des sciences des États-Unis, a publié un article de Joaquín Rodríguez-Vidal et d'autres préhistoriens, qui analysent des marques découvertes dans une grotte et affirment qu'il s'agit de la première trace d'une « pensée abstraite s'exprimant par l'usage de formes géométriques ».

La gravure, d'une vingtaine de centimètres, sur laquelle se fonde cette affirmation comporte plusieurs entailles. Elle a été trouvée dans la grotte de Gorham, à Gibraltar, qui a abrité des Néandertaliens. Sous une couche de sédiments permettant d'affirmer que les traces datent d'au moins 39 000 ans est apparue une sorte de croix en creux dans la roche (voir l'encadré ci-contre). L'analyse microscopique montre que ces tracés résultent d'un mouvement répété plusieurs dizaines de fois, vraisemblablement à l'aide d'une pierre.

## De l'art néandertalien ?

L'origine humaine n'est pas douteuse, mais l'affirmation qu'il s'agit d'un dessin délibéré de nature symbolique ou artistique est difficile à admettre. Est-ce qu'un instrument utilisé pour travailler du bois, de la peau ou une pierre ne pourrait pas avoir laissé, sur une sorte de plan de travail, des traces de ce type qui ne seraient donc ni intentionnelles ni symboliques ? D'autres causes ne pourraient-elles pas produire de telles marques en creux ?

À nouveau, il semble que ce soit la simplicité des motifs gravés qui pose problème. Quand on découvre la pierre de Rosette en Égypte, ou le disque de Phaistos en Crète, même si l'on n'arrive pas à en comprendre le sens (c'est toujours le cas pour le disque), la complexité et la richesse des structures qu'on y observe conduisent à la conclusion incontestable qu'il s'agit d'un objet ayant une origine intelligente et intentionnelle. Ici, on en est loin et y voir la naissance de l'art ou de la pensée symbolique apparaît précipité. L'analyse en