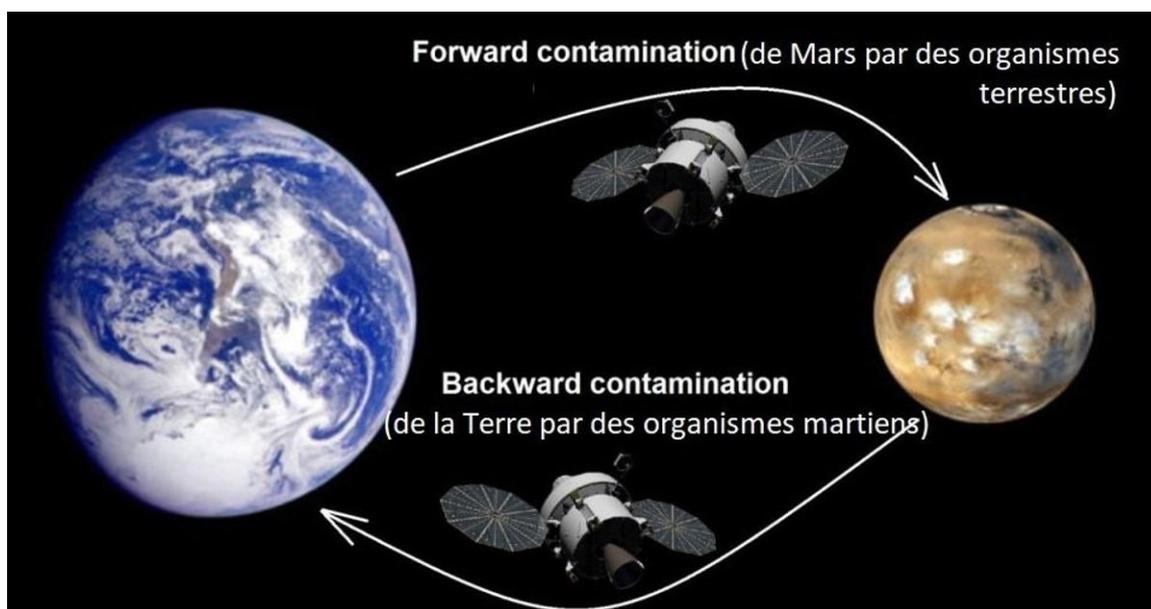




Pour une protection planétaire raisonnée

Par Pierre Brisson

Mars ayant pu, comme la Terre, faire fonction de « réacteur biogénique », la question des conséquences du séjour de l'Homme à sa surface peut légitimement se poser. Ces conséquences d'une possible vie martienne doivent être envisagées aussi bien concernant l'action de cette dernière sur la vie terrestre (« back contamination ») que concernant l'action des microbes terrestres sur cette vie autochtone (« forward contamination »), étant donné que l'on suppose par principe que les astronautes reviendront sur Terre. Que peut-on faire ? Va-t-on pour autant renoncer à envoyer des hommes sur Mars ? Je ne le pense pas.



Les deux sens de contamination à considérer. Si la « Forward » n'aurait que des conséquences scientifiques, la « Backward » pourrait mettre en danger la vie terrestre. (Doc. NASA)

Un risque théorique extrêmement faible

Tout d'abord il faut dire que la probabilité d'une vie active en surface de Mars aujourd'hui est extrêmement faible. Jusqu'à présent nous n'avons rien trouvé, aucun indice sauf celui d'une habitabilité passée (ce qui ne veut pas dire que la planète a été habitée) et de biomorphes ou éléments carbonés de type biologique dans certaines météorites martiennes. L'atmosphère ne contient aucun rejet métabolique évident, très peu d'oxygène, extrêmement peu de méthane (qui pourrait résulter d'un phénomène géologique). L'omniprésence des UV, des radiations ionisantes et des sels de perchlorates en surface est d'ailleurs extrêmement agressive pour les molécules organiques. Cela ne veut pas cependant dire qu'une vie martienne soit impossible. Elle pourrait être

de type bactérien et endolithique (à l'intérieur des roches), sous protection de corniches naturelles, avec quelques excursions au dehors, en périodes favorables (épaississements de l'atmosphère lors d'épisodes volcaniques ou lors des périodes de fortes obliquités de l'axe de rotation de la planète - qui surviennent environ tous les 120000 ans). Elle pourrait se concentrer en quelques lieux plus humides dans les régions très basses où l'atmosphère est de ce fait plus dense (fond du bassin d'Hellas ?). Surtout elle pourrait s'être réfugiée en sous-sol lorsque les conditions de surface se sont détériorées, il y a quelques 3,5 milliards d'années, et y avoir persisté, en évoluant, jusqu'à aujourd'hui. Les indices trouvés dans les météorites martiennes (« SNC »), résultant d'extractions profondes dues aux chocs, pourraient être ceux de l'existence de ses lointains ancêtres. En tout état de cause, ce qu'on peut dire sans trop de risque de se tromper c'est que, n'ayant pas à ce jour identifié de rejets métaboliques, cette vie putative devrait être extrêmement pauvre et peu active. Mais toutefois, à supposer qu'une vie martienne ait existé et subsisté, il faut bien voir qu'elle serait presque certainement structurée sur d'autres éléments biochimiques que la vie terrestre. En effet, celle-ci est très probablement le résultat d'un processus aléatoire (le hasard et la nécessité !), en tout cas d'un processus historique particulier et, s'il est logique que la vie martienne ait utilisé les mêmes éléments chimiques, il n'est pas vraisemblable qu'elle ait utilisé exactement les mêmes molécules complexes. On devrait peut-être retrouver des bases comme l'adénine mais plus on évolue dans la complexification, plus les combinaisons possibles deviennent nombreuses et c'est alors que des possibilités de variation se présentent dans tous les domaines. Ce pourrait être l'utilisation d'acides aminés différents (autres que les 22 protéinogènes que notre vie utilise) ou de constituants différents pour les membranes cellulaires (rappelons que c'est déjà le cas sur Terre pour ce qui est des archées d'une part et des bactéries d'autre part, alors qu'elles sont cousines), des molécules de type ATP mais différentes pour stocker l'énergie, des molécules de type ARN ou ADN mais différentes pour stocker et transmettre l'information, des protéines constituées de chaînes polypeptidiques différentes, des enzymes différentes. Le résultat, c'est que la vie martienne pourrait se trouver face à la vie terrestre comme une bactérie face à une voiture automobile (pour ne pas dire « une poule face à un couteau » !). Un bémol cependant : quand on ne sait pas trop quoi faire d'un véhicule, on s'intéresse aux pièces détachées et éventuellement aux matières premières dont il est constitué... et c'est ce que pourrait faire une vie martienne. Elle pourrait, sans utiliser directement nos protéines, tirer parti de notre teneur en eau (relativement rare en surface) ou en éléments chimiques également rares sur Mars mais utiles pour elle, et donc nous agresser pour s'en emparer. Prudence !



Illustration quelque peu théâtrale du risque de contamination de Mars lié à l'exploration, qu'elle soit robotique ou humaine (doc. NASA)

Les durées cumulées du séjour (18 mois) et du voyage de retour (6 mois) devraient suffire comme période de quarantaine (disons au minimum 6 mois pour prendre en compte une « infection » survenant seulement la veille du début du voyage de retour sur Terre). Il serait donc bon qu'un médecin biologiste équipé des instruments d'analyse nécessaires fasse partie de la première expédition afin de déceler et d'étudier les éventuelles troubles sanitaires résultant de l'intrusion d'organismes martiens dans le corps des astronautes. Par ailleurs la plus grande prudence devra prévaloir lors des forages et de l'exploration des grottes ou des gouffres. La recherche exobiologique reposera sur les mêmes considérations. Dans ce domaine, on s'inquiète beaucoup aujourd'hui de « contaminer » Mars avec des microbes terriens qui pourraient brouiller les pistes. Mais il faut bien voir (1) que le milieu de surface martien est extrêmement hostile aux microbes terrestres et (2) que si on trouve des microbes martiens on devrait pouvoir les identifier sans peine puisque l'histoire de leur structure devrait être différente de la nôtre. Le premier point signifie que même si des microbes terrestres apportés par les astronautes pourraient survivre à l'état de spores, il est assez improbable qu'ils puissent avoir une vie active. Le deuxième point signifie que même si par extraordinaire la vie martienne et la vie terrestre partageaient une origine commune (par échange de météorites ?), leurs histoires auront été tellement différentes que non seulement leur ADN mais aussi leur structure même devraient en porter des traces originales rendant l'identification facile.



Les sondes automatiques envoyées sur Mars sont soigneusement stérilisées, mais on ne peut garantir « zéro germe ». Ici l'atterrisseur Schiaparelli de l'ESA en cours de préparation.

(Doc. ESA)

Une politique de protection planétaire proportionnée

Le risque est trop grave (destruction de la vie terrestre) pour être négligé. Mais sa probabilité est tellement faible que nous devrions pouvoir l'aborder sans prendre une position a priori et radicale contre l'installation de l'Homme sur Mars. Autrement dit, la protection planétaire est une nécessité dans les deux sens (« back contamination » et « forward contamination »), mais elle doit cependant

être raisonnée et adaptée aux exigences découlant de l'arrivée progressive des hommes sur Mars. Les spécialistes de cette discipline doivent en être conscients, car elle ne saurait constituer un obstacle durable à l'exploration. A défaut d'être réalistes, les règles seront tout simplement contournées. Il s'agit de construire et d'adapter en fonction des connaissances acquises les conditions d'une arrivée de l'Homme en toute sécurité planétaire, plutôt que d'imposer a priori des règlements radicaux inadaptés.

On constate que le sujet est largement absent de la description des projets tels que ceux d'Elon Musk (SpaceX), de Robert Zubrin (Mars Society) ou de Bas Lansdorp (Mars One). En fait les ingénieurs le dédaignent, alors que les exobiologistes « ne pensent qu'à ça ». Ce sont les ingénieurs qui vont rendre possibles les missions habitées et les exobiologistes ne pourront pas empêcher de les réaliser, sauf à instiller la peur chez le grand public, sur lequel s'appuient les politiques qui décident les programmes. Si l'exploration de Mars par vols habités était abandonnée pour ce seul motif, ce serait extrêmement regrettable pour l'avenir de l'Homme dans l'espace mais aussi pour le progrès de la connaissance (car l'étude de Mars sur le plan exobiologique, dans son présent et surtout dans son passé, ne pourra vraiment se poursuivre que si l'homme débarque sur Mars avec les moyens de recherche appropriés). Il faut donc trouver une solution de synthèse entre l'impatience des uns et les exigences des autres.

Le COSPAR (« Committee on Space Research », groupe scientifique international qui fait autorité en matière de protection planétaire) a proposé que soient déterminées à la surface de Mars des régions spéciales (« Martian Special Regions », « MSR ») qui comprendront tout territoire « within which terrestrial organisms are likely to replicate and those potentially harboring extant Martian Life » (où des organismes terrestres pourraient proliférer ou bien pouvant supporter une vie martienne active). Il veut en exclure toute présence humaine et recommande d'envoyer les missions habitées se poser sur les « Zones of Minimal Biologic Risks » (« ZMBR ») qui sont des zones « sans carbone organique » et sans eau liquide ! Ces propositions ont été retenues par la NASA et par l'ESA. C'est beaucoup trop demander car le carbone « organique » n'est pas automatiquement la vie (loin de là !) et encore moins la vie active. Cela est de plus totalement inacceptable pour les ingénieurs qui comptent sur l'eau martienne comme l'un des éléments essentiels à l'ISPP (la production de propergol à partir des ressources locales). En effet, la mise en œuvre de l'ISPP est essentielle à un transport de masses suffisantes pour établir une base sur Mars (production in situ des ergols pour le retour vers la Terre) et pour le fonctionnement de toute base (l'eau terrestre sera recyclable mais il y aura des pertes). C'est un peu plus acceptable pour les exobiologistes car l'étude à distance, par robots interposés commandés en direct, des « spots » de vie potentielle pourrait s'accommoder d'une présence d'opérateurs humains dans le domaine martien qui respecterait ces zones d'exclusion. Il faudrait, au contraire de ce qui est préconisé par le COSPAR, que le vol préparatoire à la première mission habitée (dans tous les projets, il en est prévu au moins un) choisisse de se poser sur la MSR prévue pour servir d'implantation à la future base et évalue le mieux possible la dangerosité biologique du lieu. Cela implique des prélèvements d'échantillons d'eau et de roches martiennes qui seront mis en culture en présence de réactifs significatifs. On pourrait aussi évidemment convenir que lors des missions habitées, les astronautes évitent de polluer la planète (à la différence par exemple de ce qui s'est passé sur la Lune...ou de ce qui se passe dans le film « Seul sur Mars »). Ce dernier principe ne devrait pas soulever d'objection pourvu qu'il n'implique pas des niveaux de stérilisation impossibles à atteindre pour les équipements en contact avec l'extérieur.

Les puristes de la protection planétaire pourraient considérer cette approche insuffisante, estimant : (1) que nous risquons de contaminer le milieu martien par des bactéries terriennes qui trouveront un milieu favorable à leur reproduction et qui ensuite pourront être transportées sur toute la surface du globe par les vents martiens ; (2) que le risque de contamination des astronautes par le milieu martien ne sera pas totalement levé (difficulté d'évaluer les effets d'un pathogène potentiel que l'on ignore totalement). Cependant, comme dit plus haut : (1) la totalité de la surface de Mars ne saurait être contaminée par des microbes terriens, compte tenu des conditions hostiles à la vie régnant en surface ; (2) les microbes martiens putatifs devant forcément présenter des caractéristiques génétiques et structurelles différentes des microbes terriens, l'on pourrait toujours les identifier, même après éventuelles interactions avec des êtres vivants terriens ; (3) le temps de retour des astronautes sur Terre constituera une période de quarantaine suffisamment longue pour qu'on puisse éventuellement déceler des infections et décider de différer leur retour sur Terre. On peut, si cette extrémité s'avérait nécessaire, imaginer de les laisser en observation en orbite terrestre où ils pourraient être soignés dans un vaisseau plus vaste que celui de retour de Mars. In fine, on pourrait même choisir de ne ramener sur Terre que les astronautes, en expédiant dans l'espace le vaisseau et les équipements ayant « touché » Mars. Les astronautes qui partiront devront être conscients de ce risque et l'accepter mais il n'y en aura que très peu qui, après avoir pesé le « pour » et le « contre », refuseront l'aventure. Au XVIème siècle les conquistadores n'avaient aucune idée (et aucun intérêt) pour l'approche scientifique que nous avons adoptée depuis longtemps, ni des technologies biochimiques que nous avons développées. Ce fut dramatique pour les populations américaines décimées par les maladies communes en Europe (variole, diphtérie, typhus, grippe, rougeole) et, dans une mesure beaucoup plus réduite, pour les populations européennes qui découvrirent ainsi la syphilis. Nous n'en sommes plus à ce niveau d'inconscience et d'incompétence, et une gestion prudente ne signifie pas que « faire quand même » veuille dire « faire n'importe quoi ».

Référence

https://planetaryprotection.nasa.gov/file_download/95/Rummel.PPHumansHistory2015.pdf