



Tribune n°38 – 21 octobre 2019

## Pérégrinations de tardigrades dans l'espace : et ensuite ?

L'information aurait pu éclore dans l'esprit d'un auteur de science-fiction mais elle s'avère bien réelle : on a envoyé des tardigrades sur la Lune.

En en avril dernier, la sonde israélienne *Beresheet* n'a pu mener la mission à son terme et s'est écrasée sur la surface lunaire. Israël a donc manqué l'exploit de devenir la quatrième nation, après les Etats-Unis, la Russie et la Chine, à réussir à se poser sur la Lune<sup>1</sup>. Cependant, *Beresheet* présentait des particularités fort intéressantes : la sonde transportait, sous l'impulsion de l'association à but non-lucratif *Arch Mission Foundation*, la quasi-totalité de Wikipédia en anglais et, surtout, un millier de tardigrades.

Derrière ce nom farfelu se cache

**La sonde transportait la quasi-totalité de Wikipédia en anglais et, surtout, un millier de tardigrades**

l'une des espèces vivantes les plus fascinantes. D'une longueur d'un peu plus d'un millimètre, le tardigrade peut survivre dans un environnement d'une température allant de  $-272^{\circ}\text{C}$  jusqu'à  $+100^{\circ}\text{C}$ . Son anatomie est telle qu'il peut résister au vide spatial, tout comme aux rayons X ou ultraviolets. Mieux : sans eau et sans nourriture, il est capable d'entamer une cryptobiose, à savoir réduire considérablement l'activité de son métabolisme pendant plusieurs années afin de se protéger des conditions difficiles. Le tardigrade se vide alors de toute son eau pour la remplacer par un sucre ; ainsi, son métabolisme fonctionne à 0,01 % de sa normale ; il se réveille sous l'effet d'une réhydratation.

Dans le cas de la sonde israélienne, les tardigrades ont été placés en cryptobiose et plongés dans de l'ambre artificielle. Or, si *Beresheet* s'est bien écrasée, on ne connaît l'état de son

<sup>1</sup> Quelques mois plus tard, début septembre, l'Inde a échoué à son tour lors de la perte de

contact de la sonde *Chandrayaan-2* avec son atterrisseur *Vikram*.



*Un tardigrade en milieu aquatique, également appelé ourson d'eau. Le biologiste Lazzaro Spallanzani inventa cette désignation en 1776, à partir du latin « tardus gradus », à savoir « marcheur lent ». Crédits photo : eyeofscience.de*

contenu : impossible de vérifier si les tardigrades ont survécu. Cette expérience fait d'ailleurs écho à une autre impliquant la Chine : en janvier dernier, le pays avait réussi à poser sur la face cachée de la Lune Chang'e 4. A son bord, des pousses de coton avaient pu s'épanouir au sein d'une biosphère, avant d'être vaincues par le gel.

Derrière cette expérience possiblement ratée concernant les tardigrades, plusieurs questions se posent : envoyer des organismes vivants sur un astre céleste est-il raisonnable ? Le droit spatial permet-il ce type d'expérience ? Quel contrôle s'applique pour ce type de mission en cas de succès ?

## ***Le droit des expériences spatiales***

L'exploration de l'espace s'accompagne logiquement de son exploitation régulière, comme en

témoigne l'existence de la Station Spatiale Internationale qui incarne avant tout un centre de recherches scientifiques où la coopération internationale prime. Les expériences scientifiques servent majoritairement à étudier les réactions du corps humain au temps passé dans l'espace dans l'espoir d'optimiser la qualité de vie des humains aussi bien sur Terre que dans d'éventuelles longues missions futures.

Or, l'utilisation d'être vivants pour y connaître l'apesanteur, voire l'espace, a précédé l'envoi d'humains : le premier mammifère à vivre l'apesanteur fut, en 1948, un macaque rhésus du nom d'Albert 1<sup>er</sup> placé à bord d'une fusée américaine. En 1957, la chienne soviétique Laïka accomplit neuf fois le tour de la Terre, suivie trois ans plus tard par des chiens, lapins, rats, souris, fruits et plantes également envoyés par l'URSS. Si les expériences de l'époque étaient motivées par la volonté d'asseoir une puissance spatiale auprès des autres Etats, elles ont également servi à étudier la réaction à l'espace sur des organismes vivants.

Les textes internationaux encouragent d'ailleurs la recherche scientifique dans des termes assez larges, comme le souligne l'article premier du Traité de l'espace de 1967 : « *Les recherches scientifiques sont libres dans l'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes, et les Etats doivent faciliter et encourager la coopération internationale dans ces recherches* ».

Les Etats (et possiblement les acteurs privés) sont donc autorisés à



*L'astronaute Andrew Morgan, lors de l'expédition 60, manipulant le module d'expérimentation MVP (Multi-use Variable-g Platform) à bord de la Station Spatiale Internationale. Ce module permet de réaliser des expériences sur des petits organismes comme des cellules, des cristaux de protéines, des mouches et plantes. Crédits photo : NASA Images.*

mener des recherches scientifiques dans l'espace. Leur **marge de manœuvre ratione loci<sup>2</sup> semble donc infinie** puisque l'article précité pose le principe selon lequel l'espace extra-atmosphérique tout entier peut servir de théâtre aux recherches scientifiques. Ce postulat constitue une aubaine pour les acteurs spatiaux.

En second lieu, l'article laisse entendre qu'en termes de recherches scientifiques, **la coopération internationale constitue le mot d'ordre**. Fondamentalement, cette coopération n'est pas étonnante : l'exploration spatiale nécessite une coalition des différents Etats en capacité de s'y rendre, mais également la temporisation des éventuels projets trop ambitieux ou potentiellement dangereux pour les humains et les environnements (même si cette dernière hypothèse ne semble actuellement pas

réellement crédible et plutôt relever de la science-fiction).

## ***Vers un meilleur encadrement de ces expériences ?***

Si l'on part d'un postulat relativement pessimiste, en appliquant la loi de Murphy au pied de la lettre : tout ce qui est susceptible d'aller mal, ira mal. Toutefois, **l'on peine à envisager ce qui pourrait survenir de néfaste dans le cas d'espèce**. D'autant plus que l'état de ces tardigrades naufragés demeure inconnu : ils peuvent avoir succombé ou être en cryptobiose. Dans ce dernier cas, ils ne sortiront de leur état qu'une fois une réhydratation opérée, ce qui paraît ici improbable.

Mais **l'on ne peut nier que de telles expériences présentent un risque inconnu de modification des corps célestes**. A ce sujet, l'article IX du Traité de l'espace énonce le principe suivant : « *Les Etats parties au Traité effectueront l'étude de l'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes, et procéderont à leur exploration de manière à éviter les effets préjudiciables de leur contamination ainsi que les modifications nocives du milieu terrestre résultant de l'introduction de substances extraterrestres* ».

Certes, aux dernières nouvelles, la Lune ne comporte aucun organisme

---

<sup>2</sup> Formule latine juridique qui signifie « en raison du lieu ».

vivant susceptible d'être affecté par les tardigrades. Cependant, quel impact une prolifération de virus ou bactéries d'origine terrestre pourrait-elle avoir sur d'éventuelles futures colonies humaines lunaires ? Ce type d'expérience ne met-il pas à nouveau en exergue la propension de l'Homme à vouloir tout explorer et tout exploiter, au grand dam du principe de précaution ?

On le comprend, **une meilleure définition et un encadrement plus rigoureux des recherches scientifiques** par les conventions régissant les activités spatiales serait à préconiser. Mais là encore, le droit international public se heurte à sa nature même qui l'empêche d'exercer une vraie contrainte sur tous les acteurs spatiaux : il présente un caractère contraignant uniquement lorsque les Etats décident de se plier à ses normes, par le biais de signature et ratification de traités et conventions internationales.

Par ailleurs, déposer des organismes vivants sur un astre céleste peut également **être interprété comme une volonté étatique d'asseoir une légitimité dans l'espace, voire une certaine souveraineté**. Pourtant, l'article II du Traité de l'Espace de 1967 est formel : l'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes, ne peut faire l'objet d'appropriation nationale ni par proclamation de souveraineté, ni par voie d'utilisation ou d'occupation, ni par aucun autre moyen.

Israël ayant signé en 1967 puis ratifié en 1977 le traité de l'espace, se doit de respecter ces principes.

Si la Lune et les autres corps célestes ne peuvent faire l'objet d'appropriation nationale, pourquoi persister à vouloir y installer des bases spatiales et autres projets hormis le souhait de vouloir garantir la pérennité de l'espèce humaine dans un futur lointain ? Déposer des tardigrades sur la Lune s'assimilerait à la volonté de la terraformer, de transformer son environnement par l'Homme pour rendre cette planète habitable : en résulteront des modifications géologiques, induites par l'Homme, d'une surface qui en l'occurrence ne peut lui appartenir.

Indubitablement, ce type d'expérience connaîtra nombre de répliques dans l'histoire de l'exploration spatiale, notamment au regard de l'explosion des activités spatiales provenant d'agences nationales comme d'opérateurs privés. D'ailleurs, on se souviendra que le premier pas symbolique de ce mouvement fut tout simplement celui de Neil Armstrong sur la Lune, le 21 juillet 1969, à l'occasion de la mission Apollo 11 de la NASA.