

# Les futures missions vers Mars se préparent au lit

À l'Institut de médecine et de physiologie spatiales (MEDES), à Toulouse, des volontaires ont passé deux mois allongés pour aider à la préparation des missions spatiales de longue durée. Alités, la tête vers le bas, leur corps subit les mêmes effets qu'entraîne l'absence de gravité... et permettent ainsi de tester des moyens de prévention. Nous avons rencontré ces volontaires qui contribuent à la recherche spatiale.

texte et photographies Olivier Donnars

Harnaché sur son lit, Erwan pédale sur un vélo de fitness tout en parlant dans un casque-micro. De l'autre côté de la vitre, dans son poste de contrôle, un infirmier lui fait la conversation, parlant de ses anciens exploits d'escrimeur. « *Erwan fait partie de ceux qui ont besoin de parler durant les essais* », sourit Corentin Ore, infirmier. Erwan en oublie presque qu'il tourne sur une centrifugeuse à presque 25 tours par minute et endure des accélérations de plus de 1 g (unité d'accélération, 1 g correspondant à peu près à la pesanteur ressentie à la surface de la Terre quand on ne subit aucune force d'accélération ou de décélération, soit notre propre poids), voire 2,5 g, soit deux fois et demie son

poids. L'accélération augmente et le rythme cardiaque d'Erwan aussi, passant d'environ 70 à plus de 120 battements par minute. La centrifugeuse dite à bras court exerce une accélération différentielle entre sa tête au centre et ses pieds tournés vers l'extérieur. Sous l'effet de la force centrifuge, le sang d'Erwan est repoussé vers ses pieds. « *Cette force est plus importante au niveau des pieds, allant jusqu'à 2,5 g*, indique le Dr Louis Desvernay, qui veille aux constantes physiologiques du jeune garçon. *Plus le centre de gravité est bas, plus le volontaire peut encaisser des g.* » Son cœur doit redoubler d'efforts pour continuer d'irriguer le haut de son corps. Une activité physique qui n'a rien de naturel mais qui pourrait s'avérer essentielle pour compenser les effets délétères d'un séjour prolongé dans l'espace. Car durant deux mois, Erwan a éprouvé sur Terre les mêmes effets physiologiques qu'a vécus Thomas Pesquet en impesanteur dans la Station spatiale internationale (ISS).

✦ **Chris et Cyprien déjeunent sur leur lit toujours allongés. Ils partagent le même repas mais avec des rations différentes, selon leurs besoins nutritifs.**  
 † **Erwan, 21 ans, le plus jeune des volontaires, participe quotidiennement à une séance de 30 minutes de vélo sur centrifugeuse, sous le contrôle d'un médecin et d'un infirmier.**





**PÉDALER POUR SE PRÉSERVER**

À 21 ans, Erwan est le plus jeune des participants d'un essai clinique inédit réalisé au MEDES à Toulouse. D'avril à juin dernier, douze jeunes hommes ont vécu entièrement couchés, leur tête un peu plus basse que leurs pieds, sur un lit incliné à -6°. Et ce, jour et nuit, repas, douches et pauses toilettes inclus. Ce modèle d'alitement, mis au point dans les années 1970 pour étudier au sol les effets de la micropesanteur, est rapidement devenu le modèle de référence en recherche clinique spatiale. Dans cette position, communément appelée « *bedrest* », les volontaires subissent les mêmes effets physiologiques que s'ils se trouvaient en impesanteur dans l'espace : leurs muscles fondent du fait de l'inaction, leurs os perdent en densité, leur sang se répartit différemment dans le corps et leur cœur, moins sollicité, est plus sensible à l'effort. « *En absence de pesanteur, l'ensemble des fluides se retrouvent essentiellement vers la tête et moins dans les jambes*, précise Rebecca Billette de Villemeur, responsable médicale de la recherche clinique au MEDES. *De retour sur Terre, le sang redescend vers les pieds. Le cerveau et le cœur ne sont alors plus assez irrigués. Ce qui peut conduire à une baisse excessive de la pression artérielle.* »

Pour limiter ces effets physiologiques et retrouver leurs capacités à l'effort, les spationautes de l'ISS ont pour habitude de pédaler quotidiennement sur un vélo, ce qui

sollicite leur système cardiovasculaire. Un moyen de prévention – ou contre-mesure – qui vise à maintenir la santé des spationautes lors d'un vol spatial et à préparer leur retour sur Terre. « *L'exercice physique convient pour limiter certains effets lors de missions n'excédant pas six mois, comme dans l'ISS* », reconnaît Angélique Van Ombergen, responsable des sciences de la vie à l'Agence spatiale européenne (ESA). Mais cette contre-mesure seule ne suffira pas pour préserver la santé des spationautes lors de missions de longue durée. Car désormais, les agences spatiales visent des séjours longs à la surface de la Lune et surtout, des missions de deux à trois ans vers Mars. « *Les astronautes seront sollicités pour faire des tâches assez physiques lors de sorties extravéhiculaires*, poursuit-elle. *Nous ne savons pas ce que leur corps devra endurer, mais pour les maintenir en forme il nous faut trouver des contre-mesures complémentaires.* » C'est l'objectif de l'essai *Brace (Bed Rest with Artificial Gravity and Cycling Exercise)* ou Alitement avec gravité artificielle et exercice de cyclisme), mis au point par l'ESA et le Centre national d'études spatiales.

↑ L'un des volontaires fait quotidiennement du vélo, toujours allongé. Il fait partie du groupe activité physique sans centrifugeuse.  
→ Erwan sur la centrifugeuse.

**IMITER LA GRAVITÉ**

« *La centrifugeuse recrée une gravité*, explique Marie-Pierre Bareille, responsable de l'essai *Brace*. *Nous essayons de comprendre si cette gravité artificielle améliore les effets de l'exercice physique sur le vélo.* » Début avril, sur près de 3 000 candidats, douze volontaires ont été recrutés. Ils ont été répartis en trois groupes : un groupe contrôle de volontaires restant deux mois allongés sans faire aucun exercice physique ; un autre pratiquant quotidiennement une demi-heure d'exercice physique sur vélo ; un troisième pédalant quotidiennement une demi-heure sur la centrifugeuse. « *L'exercice sur vélo se déroule selon le même protocole que dans l'ISS*, précise Marie-Pierre Bareille. *C'est un exercice fractionné par paliers de deux minutes d'intensité basse puis élevée, allant de 40 à 80 % de la capacité maximale à l'effort de chacun, ce qu'on appelle la VO<sub>2</sub>max (le volume maximal d'oxygène que l'on peut consommer lors d'un effort intense, ndlr).* » Sur la centrifugeuse, les accélérations sont adaptées à chaque volontaire et synchronisées avec les augmentations et les baisses d'intensité de l'exercice de vélo. « *La gravité recrée par la force centrifuge est prometteuse car elle agit sur tous les systèmes physiologiques* », précise Rebecca Billette de Villemeur. Si les résultats sont concluants, cette gravité artificielle pourrait être recrée à bord des missions de longue durée dans l'espace. À condition de pouvoir embarquer un tel équipement. « *Une centrifugeuse mesure tout de même cinq à six mètres de diamètre et engendre des forces et des vibrations difficiles à gérer dans un vaisseau spatial*, fait remarquer Angélique Van Ombergen. *Un tel dispositif équipera plus probablement l'habitat des futures missions à la surface de la Lune ou de Mars.* »



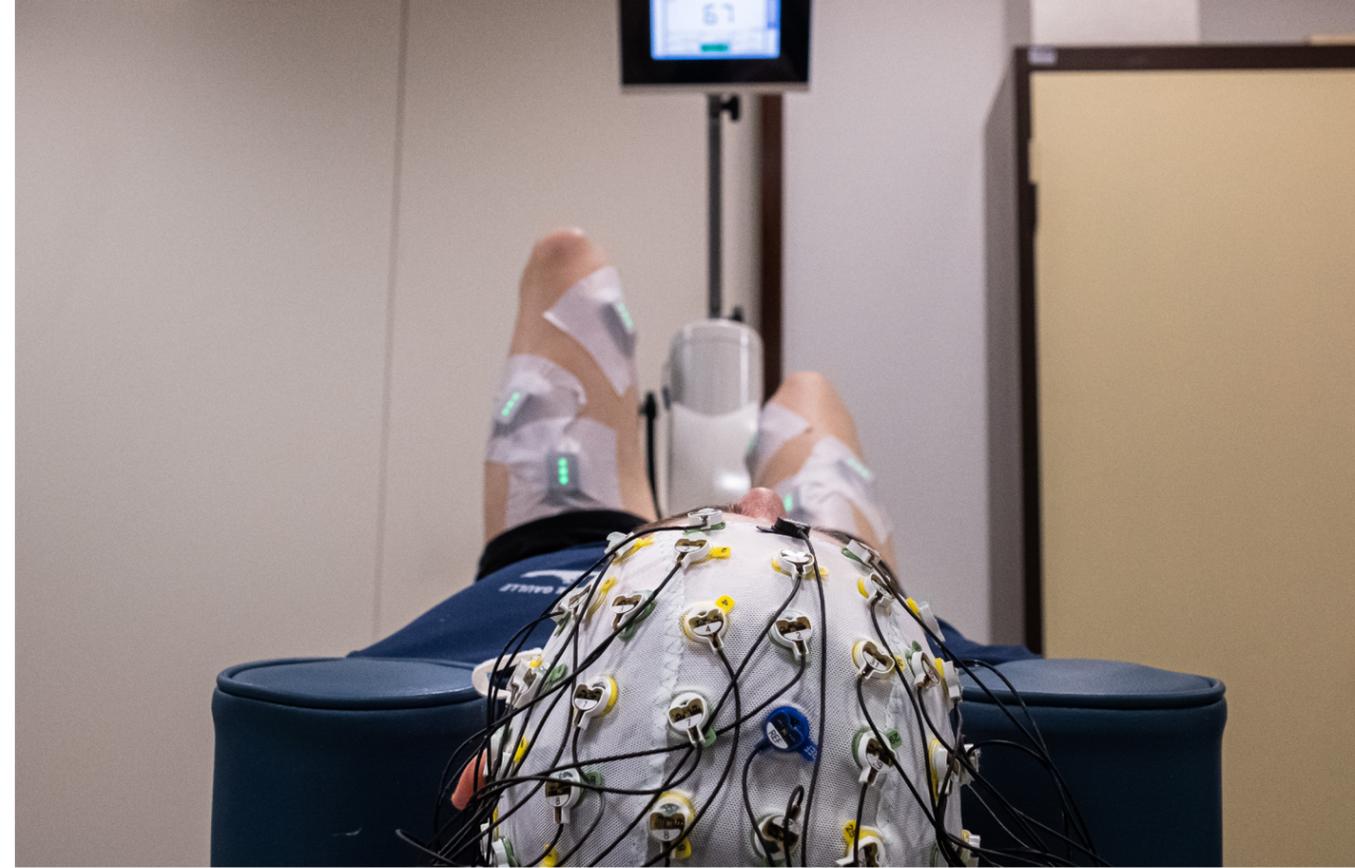
↑ Sur la centrifugeuse, les paramètres vitaux (électrocardiogramme, pression artérielle, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, saturation en oxygène, etc...) sont enregistrés et transmis sur un écran de la salle de contrôle et sont ainsi surveillés par le médecin en temps réel.

L'essai ne s'arrête pas au vélo et à la centrifugeuse. Les volontaires sont soumis à d'autres tests avant, pendant et après l'alitement. Leurs muscles, leurs os, leur cœur mais aussi leurs nerfs, leur vision, leur cerveau ou encore leur métabolisme sont régulièrement analysés sur près de 200 paramètres physiologiques. « *Le MEDES a l'expertise clinique pour recueillir toutes ces données physiologiques*, indique Rebecca Billette de Villemeur. *Elles seront ensuite étudiées par quatorze équipes scientifiques européennes sélectionnées par l'ESA.* » Avec l'idée de trouver le bon cocktail de facteurs physiologiques à surveiller et à associer avec des heures d'activité physique journalière.



« C'est une fierté de se dire qu'on aura contribué à l'exploit d'avoir envoyé des spationautes sur la Lune, voire sur Mars »

Erwan, un volontaire



#### UNE ÉPREUVE POUR PASSIONNÉS

Toute cette batterie de tests ne semble pas éprouver les volontaires. « *Les meilleurs sportifs, c'est nous!* », plaisante Matthieu, manette de jeu en main, un téléviseur au-dessus de sa tête. Avec son voisin de chambre, Bastien, il fait partie du groupe contrôle. Un rôle qui leur a été attribué au hasard par les concepteurs de l'étude. Les deux volontaires avouent qu'ils auraient bien aimé tourner quotidiennement sur la centrifugeuse – qu'ils ont essayée avant le début de l'essai – mais ne regrettent rien. « *On ne s'ennuie pas, tout le monde est très sympa et entre chambres, on s'organise des tournois de jeux vidéo sur Mario Kart ou Fifa, s'amuse Bastien. Et puis, on est là pour faire avancer la recherche!* » Tous avouent que les débuts n'ont pas été évidents. « *Le plus dur était le mal de dos et les douleurs aux cervicales. Mais en une semaine, c'était terminé et depuis c'est devenu une routine, avoue Cyprien, ancien militaire au sol de l'Armée de l'air qui pédale quotidiennement sur la centrifugeuse. Je me suis toujours passionné pour la recherche spatiale et aéronautique. Qui sait si un jour je pourrai tenter ma chance comme spationaute?* » Son voisin de chambre, Chris, qui ne fait que pédaler, partage la même passion. Ingénieur en électronique, lui aussi passé par l'armée de l'air, il a toujours été passionné de sciences et de technologie. « *C'est une expérience extraordinaire, non seulement d'aider à la recherche spatiale, mais aussi de découvrir le monde hospitalier et de la recherche clinique, avoue-t-il. Et j'ai hâte de voir comment mon corps répond à tous ces changements physiologiques.* »

✦ Bastien, du groupe contrôle, ne participe à aucune activité physique. Sur une tablette adaptée, il joue à des jeux vidéo pour passer le temps. D'autres volontaires se sont fait installer un écran au plafond.

† Un volontaire pratique du vélo allongé, bardé de capteurs sur les jambes qui mesurent son activité musculaire et d'un casque captant l'activité électrique du cerveau (électroencéphalogramme).

L'expérience au lit n'a effectivement rien d'anodin : perte musculaire mais aussi osseuse, avec un risque de fracture en fin d'étude. Régulièrement, ils passent un scanner haute résolution de leurs avant-bras et de leurs tibias pour en vérifier la qualité osseuse. Pour un tel challenge, chacun d'eux recevra 18 000 euros d'indemnités répartis sur les quatre prochaines années. Une indemnité qui est loin d'être la principale motivation. « *C'est une fierté de se dire qu'on aura contribué à l'exploit d'avoir envoyé des spationautes sur la Lune, voire sur Mars* », s'enthousiasme Erwan.

Pour ces douze volontaires, l'expérience a pris fin début juillet avec un retour accompagné à la vie normale. Une nouvelle sélection a été lancée en septembre 2023 pour une seconde campagne qui se déroulera début 2024. Toujours douze hommes, « *afin de limiter les variables entre les volontaires et d'obtenir les résultats les plus homogènes possibles* », indique Rebecca Billette de Villemeur. Mais des essais spécifiques avec des femmes sont aussi prévus. Les conclusions de l'étude menée au MEDES ne s'appliqueront pas qu'au domaine spatial. « *Nous prenons des personnes en forme et nous les rendons sédentaires en les couchant deux mois dans un lit, c'est donc un excellent modèle pour étudier la sédentarité et l'inactivité physique* », souligne Marie-Pierre Bareille, faisant référence aux personnes âgées ou souffrant de pathologies comme l'ostéoporose. De la planète rouge à la sédentarité, rester couché a du bon pour faire avancer la science.●

Donnez  
votre  
avis sur  
Futura

[bit.ly/MagN4](https://bit.ly/MagN4)