

La Terre l'homme et l'espace

Brigitte Godard

Médecin MEDES au
Centre Européen des Astronautes



Elle est belle notre Terre, il y fait bon vivre et elle est accueillante avec ses merveilleuses couleurs.

Qui pourtant n'a rêvé de la voir de l'espace ?

Qui pourtant n'a rêvé de s'envoler de ses propres ailes pour l'admirer ?

Qui n'a rêvé, parfois, d'aller habiter dans un autre monde ?



La planète Terre

© nasa

Eclipse de soleil en Chine

© B.Godard

Il suffit de s'éloigner de notre Terre, pour se rendre compte combien l'homme est parfaitement adapté à la vie sur cette planète et combien il est important de la préserver.

Les réflexions des astronautes, leurs réactions et les modifications de leur corps au sens physique et physiologique notées par leurs médecins, nous montrent que l'homme est en symbiose avec notre planète qui nous est si familière et que, pourtant, l'on respecte si peu.

Seule une poignée d'aventuriers, astronautes et cosmonautes, ont pu quitter notre Terre et assurent depuis 50 ans une présence humaine dans l'espace. Ces explorateurs d'un monde nouveau ont de grandes difficultés à revenir sur Terre et à se réadapter à cet environnement pourtant amical.



A gauche la pointe du Hoc, à droite la nature avec sa flore © B.Godard

La Terre nous façonne et nous protège

L'homme et la pesanteur

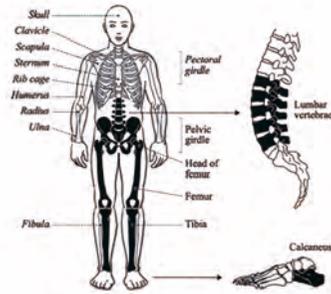
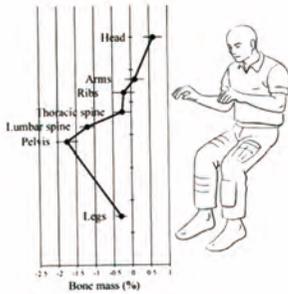
Sur Terre nous sommes soumis à la *pesanteur*, notion bien difficile à décrire. Nous la subissons tous depuis notre naissance mais les astronautes doivent réapprendre à vivre avec, à leur retour d'un séjour à bord de la Station Spatiale Internationale. La pesanteur, force qui nous attire et nous maintient sur la Terre, structure complètement le corps humain. Sur le plan physiologique le plus bel exemple et le plus facile à comprendre est celui des muscles et des os. Ils se sont développés pour nous éviter de nous effondrer sur le sol. Grâce à eux, nous pouvons marcher, courir, sauter, faire tout ce que nous voulons, sauf voler, car cela nous demanderait une énergie beaucoup trop importante.

Le cœur, muscle à part entière, travaille très dur pour permettre l'acheminement du sang vers tous les tissus et apporter aux cellules des aliments indispensables sous forme d'oxygène et de glucose essentiellement.

Retirez la pesanteur et vous n'avez plus besoin de toute cette puissance musculaire et osseuse pour vous maintenir debout. Si vous vous contentez d'un bref séjour en impesanteur, ou apesanteur, tels ceux générés par les vols paraboliques, le corps peut réagir par un mal des transports mais la brièveté de ce séjour n'a pas d'incidence sur vos muscles et vos os. En revanche, si votre corps se retrouve dans une pesanteur moindre ou nulle pendant un certain temps, il va s'adapter à son nouvel environnement. C'est ce qui se passe à bord de l'ISS pour nos astronautes. Le corps est libéré de cette forte pesanteur et peut se mouvoir aisément. Il n'a plus besoin d'utiliser tous ses muscles car l'astronaute se déplace non plus en station verticale mais horizontale et il utilise plus ses bras, avant-bras et mains que ses jambes. C'est pourquoi au retour celles-ci sont devenues si faibles, avec une grosse perte musculaire et osseuse.

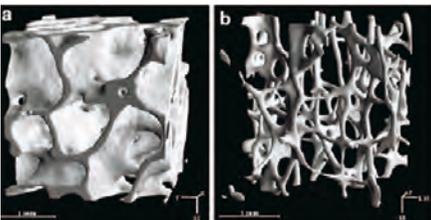


L'ingénieur de vol, Sunita Williams de la 32^{ème} mission ISS, © nasa



A gauche, pourcentage de masse osseuse perdue selon les régions du corps en moyenne après un mois de vol spatial. ©MEDES
 A droite, les régions épaissies sont celle qui sont le plus affectées. © G.Clément

Pour le cœur, c'est la même chose, il va fonctionner différemment, à minima, si on peut dire. Quand nous sommes debout en pesanteur, la pompe cardiaque telle un shaddock endiablé doit pomper, pomper, pomper pour faire circuler le sang vers les parties inférieures et surtout supérieures du corps. En apesanteur le muscle cardiaque fournira moins d'effort. Et tout comme un sportif qui diminue sa cadence, il s'atrophie. Tant que l'astronaute reste dans cet environnement, tout va bien, mais plus il y reste, plus il va perdre de muscles et plus le retour sera difficile. C'est donc dans un état post-traumatique que l'astronaute revient sur Terre et il devra subir un long processus quotidien de réhabilitation neuromusculaire.



a) Microarchitecture en 3D d'un os normal.
 b) Microarchitecture en 3D d'un os atteint d'ostéoporose. © SCANCO Medical

Que peut-on faire pour essayer de prévenir cette perte musculaire et osseuse du terrien qui quitte sa planète ? Simuler la pesanteur ou faire travailler les muscles ? Simuler l'environnement terrestre serait l'idéal, mais reste, pour l'instant du domaine de la science-fiction ! La solution retenue à l'heure actuelle est donc de faire travailler les muscles.

Un exercice quotidien de deux heures évite que notre astronaute ne se retrouve grabataire après six mois de mission. C'est le rythme adopté pour les missions longue durée dans l'espace et même si ce n'est pas aussi efficace que le travail constant que nous impose la gravité, cela aide à réduire le temps

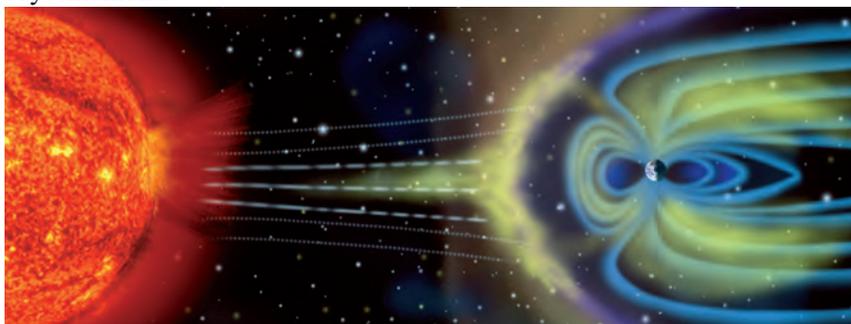
Luca Parmitano s'entraînant à la NASA avec le même équipement ARED que celui utilisé à bord de la station ARED : Advance Resistive Exercise Device
 © nasa



d'adaptation au retour et pour l'instant, suffit à prévenir des complications plus graves liées à l'insuffisance musculaire et osseuse, telle que fractures ou déchirures musculaires. Si vous pensez que la solution est d'envoyer des sportifs dans l'espace, vous faites erreur, car plus vous aurez un fort potentiel musculaire avant de partir, plus il sera difficile de le maintenir ... et plus la perte sera grande. N'oublions pas que l'astronaute va dans l'espace pour travailler sur de nombreuses expériences qui enrichissent nos connaissances dans toutes les sciences et ne peut faire plus de sport que ce qui est préconisé.

L'homme et les radiations

Sur Terre, nous sommes protégés des radiations par l'atmosphère et la magnétosphère. Le problème des radiations est bien différent de celui de la pesanteur ... car il ne se voit pas à court terme. Les radiations sont sans odeurs, sans couleurs visibles pour notre œil mais ont des conséquences insidieuses sur le système humain. Si nous savons déterminer quelles sont les limites d'exposition acceptables, il nous reste encore beaucoup à apprendre. Aucun modèle ne nous permet de les étudier. En effet les radiations utilisées par exemple en thérapie dans le cadre des cancers, ne font pas du tout appel aux mêmes sources, et n'ont pas la même force. Dans l'espace on va retrouver des radiations de beaucoup plus haute énergie avec un impact plus grand. Il peut s'y ajouter des événements solaires inattendus comme, par exemple, les éruptions solaires au cours desquelles il y a émission de particules, vent solaires, ions lourds qui ne nous parviennent pas sur Terre. Nous n'avons aucun modèle même approximatif pour tester ces rayonnements, contrairement à la microgravité que l'on peut simuler dans des vols paraboliques et des expériences d'alitement prolongé. La possibilité de trouver des marqueurs génétiques pour déterminer si une personne est plus sensible qu'une autre aux rayonnements est une voie de recherche. Mais, pour l'instant, seule la limitation de durée de séjour dans l'espace atténue l'impact de ces rayonnements.



Vue d'artiste de la magnétosphère terrestre

© Nasa

L'homme face aux débris interstellaires et autres contrariétés

Dans l'espace règne le vide, un froid proche du zéro absolu et de nombreux débris de toute nature, débris satellitaires, météorites ... Cet environnement agressif et délétère pour l'homme nécessite pour survivre toutes sortes de protection. La Station Spatiale est son cocon et les scaphandres autorisent de rares et courtes sorties extravéhiculaires.

Et, de fait, l'astronaute va se trouver dans un environnement clos, étroit, ... même si cela semble un grand laboratoire dans l'espace, la station est finalement bien petite pour accueillir six astronautes avec tous leurs équipements.

Quelles sont donc les conséquences de la vie dans un tel habitacle ?

- La promiscuité ; il faut apprendre à vivre en commun pendant six mois.
- La gestion de toutes les particules apportées dans la station ; que faire des poussières et autres débris de toute nature ?
- Le contrôle régulier de tous les paramètres environnementaux, chimiques, toxiques, microbiologiques.



En haut à gauche les échos radar des plus gros débris qui orbitent autour de la Terre

© CNES, en haut à droite vue générale de l'ISS © nasa.

En bas à gauche, sortie extravéhiculaire en scaphandre © nasa, en bas à droite l'équipage de la mission 32 dans son lieu de vie © nasa.



Comme l'enfant qui, après de longues vacances loin des contraintes habituelles, est heureux de revenir dans son environnement familial, l'astronaute retrouve avec plaisir, le sol de notre Terre.

Il en est, heureusement, toujours ainsi et Luca Parmitano, astronaute européen qui partira en mai 2013, pour un séjour de six mois à bord de l'ISS et effectuera deux sorties extra-véhiculaires, n'échappera pas à cette règle.

Une fois passé les premiers jours de lutte pour se réhabituer à la gravité, il fera bon retrouver sa famille, son lit, ses petits plats préférés, ses habitudes et même de s'exiler au bord de la mer...



Toutes ces belles choses que nous offre la Terre, si riche, si belle et si accueillante pour qui sait la regarder et l'apprécier.

B.G

MEDES (Institut de physiologie et de Médecine Spatiale, Toulouse, France) a pour missions de développer la médecine spatiale et ses applications.

L'alitement est un des modèles de simulation des effets de l'impesanteur utilisés au sol. Il permet d'obtenir d'importantes informations. Celles-ci concernent notamment les mécanismes régulant l'adaptation de notre corps au changement de répartition des liquides et les réactions liées à l'inactivité. Les sujets doivent rester couchés 24h/24h pendant toute la durée de l'expérience. Plusieurs facteurs de l'environnement existant dans l'espace sont reproduits par ce modèle. Simuler de la microgravité principalement sur le système cardio-vasculaire, la régulation hormonale et la balance énergétique, le système musculaire, osseux et l'équilibre phospho-calcique. Le comportement psychologique est aussi étudié.



Campagne alitement prolongé WISE 2005. Il faut s'assurer que 6 degrés d'inclinaison sont respectés pour simuler parfaitement la microgravité.

© CNES

L'auteur, B.Godard, Médecin MEDES, actuellement en poste au Centre Européen des Astronautes à Cologne est en charge de l'astronaute européen Luca Parmitano. *NDLR*