

réduction du volume vasculaire qui s'ensuit provoquent une surabondance de globules rouges. Le corps, en réaction, arrête la production de globules rouges et détruit ceux qui sont en excès.

Les muscles et les os sont parfois gravement perturbés par les effets de l'apesanteur : quelle que soit la durée du séjour dans l'espace, les spationautes reviennent toujours avec une masse

musculaire et une masse osseuse réduites. Pourquoi cet effet ? Parce que les forces qui s'exercent sur les éléments structuraux de l'organisme diminuent considérablement. L'absence

Orientation spatiale en apesanteur

La gravité est omniprésente sur la Terre. Elle est une accélération dirigée vers le centre de la Terre qui détermine notre posture, notre équilibre et la plupart de nos mouvements. On estime qu'environ 60 pour cent des muscles de notre corps s'opposent à la gravité. Leur commande nécessite que le système nerveux connaisse à tout moment l'inclinaison du corps par rapport à la gravité.

L'appareil vestibulaire de l'oreille interne contient des récepteurs sensoriels, les otolithes, sensibles aux accélérations linéaires, telles que la gravité. Les otolithes sont de petits cristaux de carbonate de calcium qui reposent sur des cellules sensorielles reliées au cerveau. Quand la tête est inclinée par rapport à l'axe vertical, le glissement de ces cristaux stimule les cellules sensorielles, et le système nerveux central en déduit l'angle d'inclinaison de la tête.



Dans le Spacelab de la navette spatiale, un spationaute assis au bout du bras d'une centrifugeuse tourne à 42 tours par minute. La force centrifuge, équivalente à 1 g, qui le plaque sur le côté gauche, est perçue comme une gravité artificielle et lui donne l'illusion d'être couché sur le côté. Devant son visage, un écran d'ordinateur et des caméras vidéo enregistrent les mouvements de ses yeux.

Cependant, les otolithes se déplacent également sur les cellules sensorielles lorsque nous effectuons un mouvement de translation horizontal ou vertical. Dans ce cas, les otolithes glissent, en raison de leur inertie, dans la direction opposée à celle du mouvement. L'information délivrée au cerveau par les cellules sensorielles est donc ambiguë : le déplacement des otolithes est dû soit à une inclinaison, soit à une translation.

Comment, dans l'obscurité, sans références visuelles, le cerveau distingue-t-il une inclinaison de la tête d'un mouvement de translation ? En apesanteur, seules les translations de la tête mettent les otolithes en mouvement. Si l'on communique une accélération linéaire à la tête des spationautes, cette accélération sera-t-elle interprétée par le cerveau comme la conséquence d'une inclinaison ou d'une translation de la tête ?

Cette question était à l'origine des expériences effectuées à bord de la navette spatiale, lors de la mission NEUROLAB STS-90, en avril 1998. L'accélération linéaire était produite par une centrifugeuse. Ce système, mis au point par l'Agence spatiale européenne et par la Société *Aérospatiale*, comprend un siège situé au bout d'un bras de 50 centimètres, qui tourne à environ 42 tours par minute, engendrant une accélération centrifuge de 1 g équivalente à la gravité terrestre, mais cette fois-ci horizontale. Les sujets sont placés dans l'obscurité, de sorte que le cerveau dépende uniquement des informations de l'oreille interne pour détecter le mouvement.

Sur la Terre, à la mise en route de la centrifugeuse, les sujets ont généralement la sensation d'un mouvement de rotation pendant à peine une minute. Cette sensation est due à la stimulation d'un autre type de récepteurs situés dans l'oreille interne, les canaux semi-circulaires. Ces canaux ne sont plus stimulés lorsque la rotation atteint une vitesse constante. Au contraire, les otolithes sont stimulés en permanence lors de la centrifugation, à la fois par la force gravitationnelle, verticale, et par la force centrifuge, horizontale. La somme de ces forces est oblique ; le cerveau interprète faussement qu'il s'agit de la gravité. Comme la gravité est naturellement alignée avec la verticale, le cerveau déduit des signaux reçus de l'oreille interne que le corps est incliné de 45 degrés par rapport à la gravité (voir la figure de la page ci-contre, à gauche). Quand on mesure les mouvements oculaires pendant la centrifugation, on constate une rotation des globes oculaires dans la direction opposée à l'inclinaison perçue, comme si le cerveau tentait de compenser la rotation de l'image visuelle sur la rétine suite à une inclinaison.

La trajectoire orbitale de la navette est physiquement comparable à une chute libre. Par conséquent, la force gravitationnelle n'est pas détectée par les récepteurs