

Ainsi, la partie du rayonnement spatial ayant un TLE élevé est bien plus dangereuse que les types de rayonnements ionisants classiques que l'on rencontre sur Terre. Les implications pour les voyages dans l'espace profond sont considérables, comme nous allons le voir.

REPRODUIRE LE RAYONNEMENT COSMIQUE SUR TERRE?

Il est difficile de produire sur Terre un rayonnement aux caractéristiques similaires à celles des rayons cosmiques, afin d'en étudier les effets sur l'organisme. Un des seuls endroits où il est possible de réaliser des expériences dans des conditions proches est le Laboratoire du rayonnement spatial, dans l'État de New York, une installation inaugurée en 2003, financée par la Nasa et gérée par le laboratoire national de Brookhaven, dont l'un des accélérateurs sert de source en ions énergétiques.

Avec mes collègues, nous avons étudié l'effet de ce rayonnement ionisant sur des souris. Les tests montrent de quelle façon des types particuliers de rayonnement cosmique, à diverses doses, affectent les tissus vivants. Récemment, nous avons exposé des souris à de faibles doses (0,05 à 0,30 Gy) de flux d'ions (oxygène et titane, par exemple). Nous avons ensuite évalué comment les radiations affectaient le comportement, la mémoire et les facultés de raisonnement des rongeurs. Pour ce faire, les souris effectuaient des tâches de type reconnaissance d'objets nouveaux (RON) et d'objets déplacés (OD). Dans un premier

temps, les animaux exploraient une boîte vide d'environ un mètre carré. Nous introduisions ensuite divers jouets dans la boîte et laissons les souris se familiariser avec eux. Plus tard (dans certains cas après quelques minutes seulement, et dans d'autres après plusieurs heures ou une journée entière), nous remplaçons ces jouets par de nouveaux objets (RON) ou nous les déplaçons dans la boîte (OD).

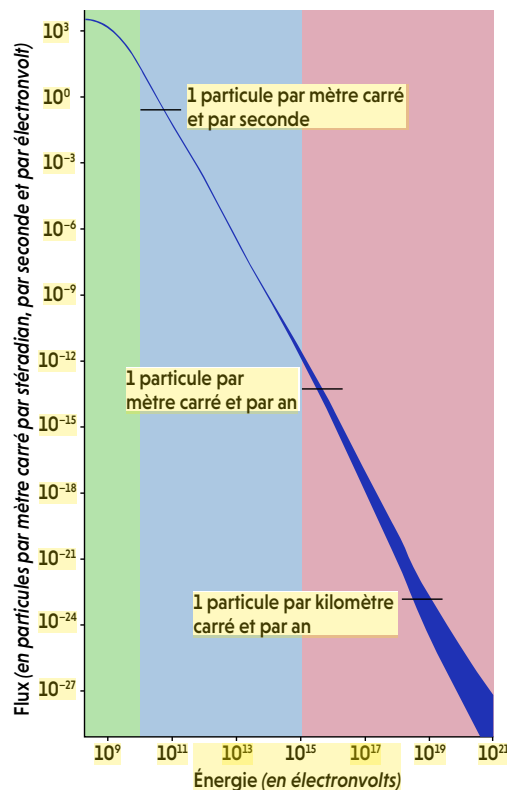
Un rongeur en bonne santé s'intéressera surtout à ce qui est nouveau dans son environnement. Il passera davantage de temps à explorer le nouveau jouet ou l'objet déplacé, plutôt que ceux qui n'ont pas changé. Une souris aux capacités diminuées passera moins de temps à fureter. Ces tests classiques sont des indicateurs fiables de différents types de fonctions de l'hippocampe (mémoire et apprentissage) et du cortex (raisonnement). Nous mesurons les performances d'un animal en comparant le temps passé sur le nouvel objet ou le nouvel emplacement et le temps total passé à explorer à la fois les situations nouvelles et les anciennes.

DES SOURIS MOINS CURIEUSES

Nos expériences avec les tâches RON et OD ont montré que l'irradiation diminue considérablement l'attrait d'une souris pour ce qui est nouveau. Six semaines après l'exposition au rayonnement, les performances des souris avaient chuté d'environ 90%, une variation qui était presque indépendante de la dose. De plus, des tests récents ont indiqué que ces effets perduraient encore 12, 24 et même 52 semaines après l'exposition. D'après ces résultats, l'exposition aux rayons cosmiques pourrait être problématique pour l'astronaute qui devra prendre des décisions ou résoudre des problèmes afin de mener à bien sa mission.

Mais que se passait-il dans le cerveau des souris irradiées? Mes collègues et moi avons étudié des coupes cérébrales de ces rongeurs et nous avons découvert que les ions énergétiques qui se propagent à travers le cerveau modifient le câblage neuronal. Pour voir spécifiquement le lien entre des dommages dans le cerveau et les modifications du comportement des souris, nous avons utilisé des souris qui avaient été génétiquement modifiées de telle sorte que leur cerveau présente des neurones fluorescents, visibles en microscopie à haute résolution. Nous avons recueilli une série d'images en fluorescence de diverses profondeurs dans des zones particulières du cerveau, que nous avons ensuite réunies et assemblées pour créer une représentation tridimensionnelle du cerveau.

Cette reconstruction a fait apparaître des modifications importantes dans les connexions des neurones. Le corps cellulaire d'un neurone comprend deux types d'extensions, l'axone qui transporte le signal du neurone jusqu'à une



Le flux de rayons cosmiques qui arrivent au voisinage de la Terre dépend de l'énergie de ses particules. Les moins énergétiques sont les plus nombreuses. Elles proviennent principalement du Soleil (zone verte) avec des flux supérieurs à une particule par mètre carré et par seconde. Les rayons cosmiques d'énergie intermédiaire (zone bleue) ont une origine galactique avec des flux supérieurs à une particule par mètre carré et par an. Les particules les plus énergétiques (zone rouge) sont extrêmement rares, de l'ordre d'une par kilomètre carré et par an. Elles sont d'origine extragalactique mais les mécanismes qui leur confèrent de telles énergies ne sont pas encore connus.