

# LES RAYONS COSMIQUES

La Terre subit une pluie incessante de particules chargées très énergétiques, les rayons cosmiques, jaillissant de toute une panoplie d'accélérateurs cosmiques associés aux phénomènes violents de l'Univers.

Viktor Hess  
dans sa nacelle

Vue de la nacelle du ballon Böhmen, après l'atterrissage à Pieskow en Allemagne.

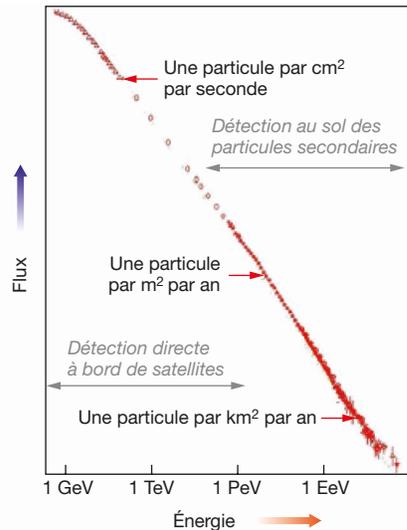


Les premières études portant sur les rayons cosmiques remontent au début du XX<sup>e</sup> siècle, peu après la découverte de la radioactivité. Pour détecter les rayonnements ionisants produits par les substances radioactives, on utilisait alors des électromètres. Curieusement, même en l'absence de source radioactive, ces appareils détectaient toujours un rayonnement. Quelle en était l'origine ? Émanait-il de la croûte terrestre ? Pour en avoir le cœur net, l'autrichien Viktor Hess effectue de 1911 à 1913 une série d'ascension en ballon, dont l'une l'emporte à plus

de 5 000 m d'altitude. Il constate ainsi qu'au-dessus de 2 000 m, les deux électromètres qu'il avait embarqués détectent un flux croissant de ce mystérieux rayonnement, attestant qu'il provient en grande partie de l'espace.

Dans les années 1920, on a établi que le flux de ces rayons cosmiques variait d'un point à l'autre de la planète, en fonction de la latitude géomagnétique du lieu. En abordant la Terre, les rayons cosmiques interagissent donc avec le champ magnétique terrestre, preuve qu'il s'agit de particules chargées électriquement. On sait aujourd'hui qu'il s'agit surtout de protons. À la fin des années 1930, Pierre Auger démontra que les particules que l'on détecte sur Terre sont les sous

produits d'une réaction en chaîne : en percutant les atomes de la haute atmosphère, les plus énergétiques des rayons cosmiques venant de l'espace développent en effet une véritable gerbe de particules secondaires pouvant arriver jusqu'au sol. Auger en déduisit que certains rayons cosmiques emportaient des énergies de l'ordre de  $10^{12}$  eV (1 TeV), une valeur incroyable pour l'époque !



En étudiant ces gerbes, les physiciens ont découvert de nombreuses particules subatomiques, comme les positrons, les muons et les pions. Depuis les années 1950, la structure fine de la matière est plutôt étudiée auprès des accélérateurs de particules. Reste à identifier les astres et les mécanismes qui créent les rayons cosmiques primaires. Pour y parvenir, on s'attache à reconstruire les propriétés des particules cosmiques avant leur entrée dans l'atmosphère, comme leur direction d'incidence, leur nature (proton ou noyau plus complexe). Mises en commun, ces données permettent d'établir le spectre du rayonnement cosmique, c'est-à-dire l'évolution du nombre et de la nature des particules collectées en fonction de leur énergie. L'étude de ce spectre fournit des informations sur les mécanismes astrophysiques qui produisent les rayons cosmiques.

#### Spectre des rayons cosmiques

Flux de rayons cosmiques en fonction de leur énergie. Les échelles des deux axes sont logarithmiques.

Seul échantillon de matière provenant d'au-delà du système solaire, les rayons cosmiques tissent un véritable lien entre notre planète et l'espace profond. Acteurs de l'évolution des espèces en pénétrant au sein des organismes vivants dont ils perturbent les processus biologiques (pendant une nuit de sommeil, votre corps est traversé par plus de trois millions de particules ionisantes), les rayons cosmiques sont aussi à l'origine des éléments les plus légers (lithium, béryllium et bore) qu'ils forgent patiemment dans l'espace en brisant des noyaux plus massifs.