

# L'ANTIMATIÈRE

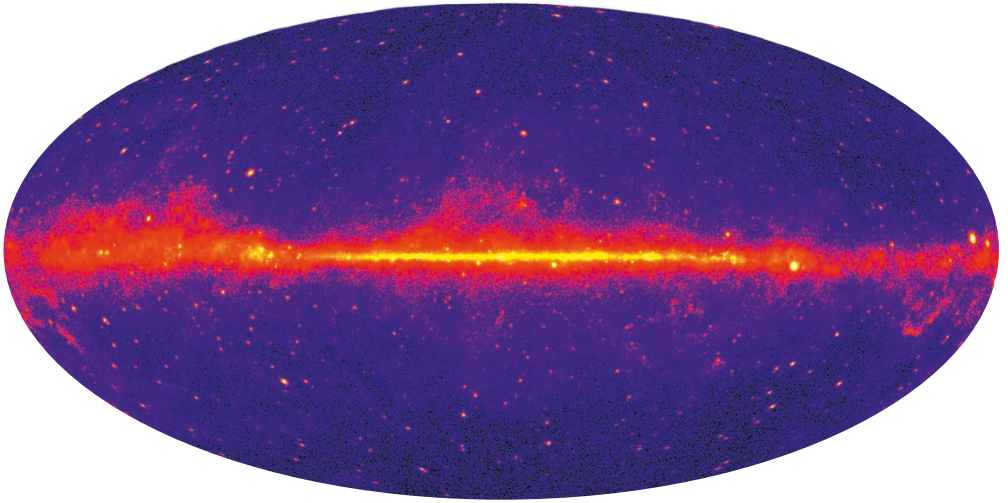
## DANS L'UNIVERS

Un Univers composé en quantités égales de matière et d'antimatière ne peut être que d'une extrême violence, ou pratiquement vide... Un seul gramme d'antimatière libéré dans un environnement de matière relâcherait une quantité d'énergie comparable à celle d'une petite bombe atomique.

Même si l'Univers n'est pas de tout repos, nous ne baignons pas dans une telle violence. Lorsqu'une particule et son antiparticule s'annihilent, il s'ensuit une émission de rayons gamma. En étudiant ce type d'émission produit au sein de la Voie lactée, on peut estimer la proportion maximale d'antimatière dans notre galaxie : moins d'un millionième de milliardième !

À plus grande échelle, on peut très bien imaginer que l'Univers se partage entre zones de matière et d'antimatière. Les régions où ces zones sont en contact devraient donc être sources de rayons gamma. L'étude du rayonnement gamma provenant de toute la voûte céleste implique que de telles zones d'antimatière, si elles existent, doivent se situer à des distances supérieures à quelques milliards d'années-lumière.

Cependant, malgré cette constatation rassurante, physiciens et astrophysiciens se trouvent face à un mystère. En effet, leurs équations comme leurs observations indiquent que l'Univers a été extrêmement chaud dans le passé. La théorie de la relativité générale impose même que l'Univers est né dans un état de température et de densité extrêmes. Or, à très haute température, un théorème en lequel les physiciens ont la plus grande confiance stipule que particules et antiparticules doivent exister en nombre d'autant plus rigoureusement égal que la température est élevée.



Mais dans ce cas, où est donc passée l'antimatière initiale et comment pouvons-nous expliquer qu'ait survécu un Univers qui semble seulement fait de matière ? Nous savons en effet, en comptant les photons d'annihilation présents aujourd'hui dans le rayonnement de fond cosmologique, qu'il ne reste plus qu'un milliardième environ de la matière (et de l'antimatière) initialement présentes. Et nous savons aussi que si rien n'avait été fait pour briser la symétrie entre matière et antimatière, seule une toute petite fraction, un milliardième de milliardième de la matière initiale, aurait pu survivre, nous laissant dans un Univers pratiquement vide, où étoiles et galaxies ne seraient jamais parvenues à se former.

Le satellite Fermi, qui cartographie depuis l'été 2008 les rayons gamma cosmiques, ou l'expérience AMS (*Alpha Magnetic Spectrometer*, spectromètre magnétique alpha), embarquée depuis mai 2011 à bord de la Station Spatiale Internationale pour mesurer avec précision la quantité d'antimatière dans les rayons cosmiques, fourniront peut-être quelques indices sur d'éventuels mondes faits d'antimatière, pour le moment largement hypothétiques.

Mais c'est plutôt de la physique des particules que pourrait venir la lumière. On a déjà mis en évidence de petites différences matière-antimatière chez certains types de particules. Il reste toutefois un long chemin à parcourir avant d'apporter une réponse à l'énigme de l'absence d'antimatière dans l'Univers.

#### Le ciel en rayons gamma de haute énergie

Image de toute la voûte céleste après cinq ans d'observations menées avec le satellite Fermi. L'échelle des couleurs du bleu au jaune traduit la quantité croissante de photons d'énergie  $E \geq 1$  GeV en provenance d'une direction donnée. L'essentiel de ce rayonnement provient de la Voie lactée où il est produit par l'interaction des rayons cosmiques avec la matière interstellaire. En dehors des quelques sources de rayons gamma corrélées avec des noyaux actifs de galaxie, le reste de la voûte céleste ne porte pas l'empreinte d'émissions abondantes de rayons gamma qui devraient provenir des zones de l'Univers où matière et antimatière seraient en contact.