Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: 25 (2013)
Heft: 98

Artikel: Le mystère de la matière noire bientôt éclairci?
Autor: Vos, Anton
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-554040

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

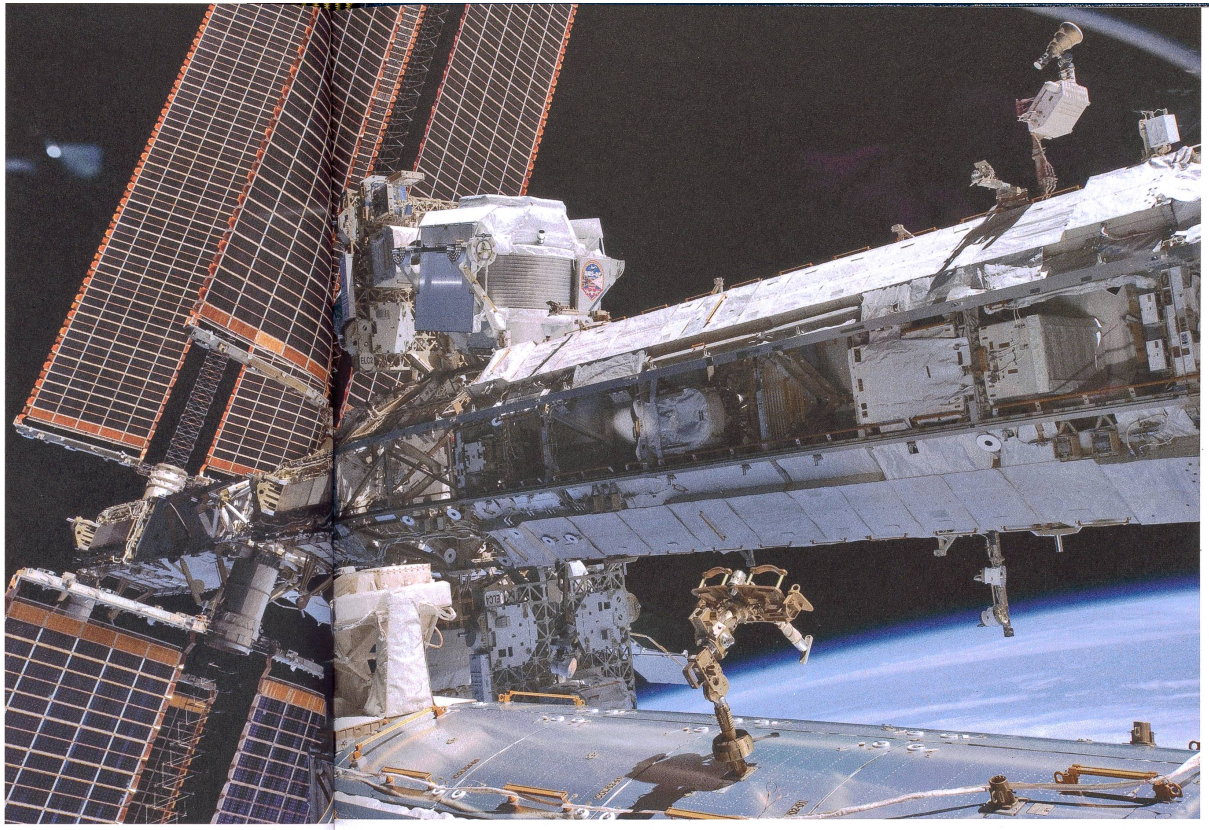
Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 25.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Le mystère de la matière noire bientôt éclairci?

Une expérience menée dans la Station spatiale internationale a permis de mesurer un excès de positrons dans les rayons cosmiques venus de l'espace. Un signal inattendu dont la source pourrait être la matière noire qui enveloppe les galaxies et dont on ignore presque tout. *Par Anton Vos*



A la recherche de la matière noire. La Station spatiale internationale en orbite autour de la Terre (mai 2013). La caisse blanche, à gauche, en haut, devant les panneaux solaires, est le détecteur AMS. Photo: NASA

Il s'agit peut-être de la toute première détection de matière noire, cette substance mystérieuse qui hante l'Univers en quantités gigantesques mais que personne n'a jamais pu apercevoir. Le détecteur AMS (Alpha Magnetic Spectrometer), installé depuis mai 2011 sur la Station spatiale internationale dans le but d'étudier les rayons cosmiques, a en effet mesuré un excès de positrons (les antiparticules associées aux électrons) par rapport aux prévisions des astrophysiciens. Ce résultat est une confirmation, très attendue et d'une précision inédite, de ce que les scientifiques soupçonnaient déjà depuis quelques années: il existe quelque part dans la galaxie une ou plusieurs sources d'antimatière. Différentes hypothèses s'affrontent sur la question de la nature de ces sources. Mais celle de la matière noire est, de loin, la plus attrayante.

Les travaux d'un astronome suisse

L'existence de la matière noire a été révélée par l'étude de la dynamique des galaxies. Dès 1933 et les travaux de l'astronome suisse Fritz Zwicky, il est en effet apparu que les mouvements de ces astres lointains ainsi que la forme de leur bras spiraux – entre autres – ne peuvent être expliqués à l'aide de la force gravitationnelle exercée par la seule matière ordinaire et visible dont sont constitués les nuages de gaz, les étoiles et les planètes. En réalité, pour que les galaxies se comportent comme elles le font, il faudrait beaucoup plus de masse, environ quatre fois davantage que celle attribuée à la matière ordinaire. Pour combler ce vide, les physiciens ont donc postulé l'existence d'une matière noire qui, à l'exception de son influence gravitationnelle, est invisible et de nature totalement inconnue. Selon les calculs, elle entoure les galaxies, comme une sorte de gigantesque halo.

«On connaît tout de même deux ou trois choses à propos de la matière noire, nuance Martin Pohl, directeur du Département de physique nucléaire et corpusculaire à l'Université de Genève et l'un des collaborateurs de l'expérience AMS. Nous savons, par exemple, que les particules dont elle est probablement formée sont lourdes, ne se déplacent pas à haute vitesse, interagissent faiblement avec la matière ordinaire, possèdent un spin de ½ et sont électriquement neutres. Ce n'est pas rien. Par ailleurs, si deux particules de matière noire s'annihilaient, elles produiraient, entre autres, une paire d'électron-positron, c'est-à-dire un électron et son antiparticule.»

Matière et antimatière

Les physiciens ont en effet découvert, il y a bientôt un siècle, qu'à chaque particule de matière correspond une particule d'antimatière. Particule et antiparticule sont en tous points identiques, à l'exception de leur charge électrique qui est inversée. C'est pourquoi le positron est chargé positivement, contrairement à l'électron qui est négatif. Autre particularité, matière et antimatière ne peuvent cohabiter. Si elles se rencontrent, elles s'annihilent presque immédiatement, libérant de l'énergie sous forme de photons.

Il se trouve que le détecteur AMS est justement conçu pour mesurer des antiparticules. Cet appareil, imaginé par Samuel Ting, physicien américain et lauréat du prix Nobel de physique en 1976, a demandé dix-huit ans de travail avant de voir le jour. Il est le fruit d'une collaboration d'une soixantaine d'équipes issues de seize pays d'Europe, d'Amérique du Nord et d'Asie. Deux d'entre elles viennent de Suisse, l'une de l'Université de Genève et l'autre de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich.

Opérationnel depuis deux ans, le détecteur AMS a déjà enregistré plus de 30 milliards de rayons cosmiques (qui ne sont en réalité pas des rayons mais des particules) de très haute énergie. Et il continuera à en mesurer 16 milliards par année. L'écrasante majorité parmi eux sont des protons et des noyaux d'hélium, issus de supernovas, de galaxies actives, de sursauts gamma, etc. Seule une petite fraction d'entre eux est composée d'électrons (4%). Quant aux positrons, il n'y en a qu'un pour 10 000 protons.

«La plupart des positrons que nous mesurons avec AMS font partie de ce qu'on appelle des rayons cosmiques secondaires, explique Martin Pohl. Ces antiparticules sont issues de la collision de rayons primaires (des protons, par exemple) avec de la matière interstellaire. Et comme nous savons que le taux de rayons primaires diminue en fonction de leur énergie, nous nous attendions à voir le taux relatif de positrons (soit le nombre de positrons par rapport à la somme totale des électrons et des positrons) suivre la même tendance.»

Tel n'est toutefois pas le cas. A partir d'une certaine énergie (environ 10 gigaélectronvolts ou GeV), au lieu de continuer à descendre, la courbe commence en effet à remonter. Le plus surprenant, c'est qu'à une énergie 20 fois supérieure (200 GeV), on voit apparaître sur cette même courbe une inflexion inverse qui présage une chute, pour l'instant hors de portée d'AMS. Il existe donc un excès de positrons (environ 400 000 à l'heure actuelle) sur une gamme d'énergie précise.

Pas la seule explication

La présence de matière noire est une façon d'expliquer ce phénomène. Mais ce n'est pas la seule. Il se pourrait que ces positrons en excès proviennent de pulsars. Ces étoiles à neutrons, très denses, tournent très vite sur elles-mêmes et génèrent un champ magnétique particulièrement intense. Ce genre d'objet céleste est théoriquement capable de générer des positrons et de les accélérer à la vitesse souhaitée. Il existe quelques pulsars dans notre galaxie, la Voie Lactée, qui ne sont pas trop lointains du système solaire et potentiellement susceptibles de jouer le rôle de source de positrons et expliquer ainsi les observations réalisées par AMS.

«Nous pourrons éliminer l'une des deux hypothèses lorsque nous serons à même de tracer le prolongement de la courbe, souligne Martin Pohl. La matière noire prévoit en effet une chute simple et raide de la courbe tandis que les pulsars prédisent une descente avec plusieurs soubresauts. Le problème, c'est qu'à ces niveaux d'énergie, au-delà de 350 GeV, le taux de positrons devient vraiment très faible. Cela signifie que le détecteur AMS devra accumuler des données pendant encore un ou deux ans avant que l'on puisse enfin avoir la réponse.»

Source

MS Collaboration, *First Result from the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station: Precision Measurement of the Positron Fraction in Primary Cosmic Rays of 0.5–350 GeV*, dans: *Physical Review Letters* (2013) PRL 110, 141102
http://physics.aps.org/featured-article-pdf/10.1103/PhysRevLett.110.141102