

L'antimatière

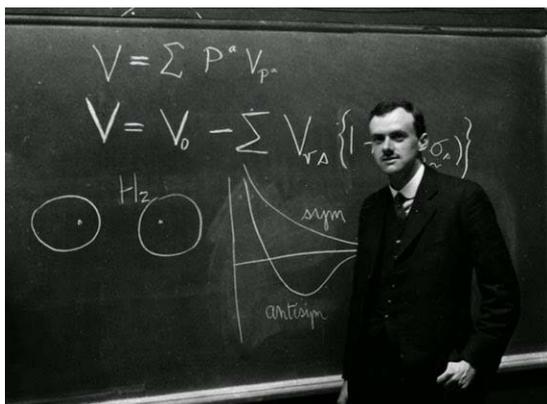


Mais, chers (ères) collègues, où diable est donc passée l'antimatière? Hum? Des expériences devraient permettre de résoudre l'énigme à l'horizon de 2018.

- Dis donc, Renzo, c'est un sujet compliqué ça! Hum?
- Bon, mon cher Ego, essayons de simplifier la chose.

En tout cas, ce n'est pas le début d'un roman de Dan Brown ou le synopsis d'un film de science-fiction. Il s'agit, bien au contraire, d'une question réelle, l'une des plus grandes énigmes scientifiques actuelle. « C'est un mystère, résume le physicien Gabriel Chardin, auteur de « L'antimatière : la matière qui remonte le temps », aux Editions Poche. Il est le président du Comité des grandes infrastructures de recherche (TGIR) au CNRS. Plusieurs expériences qui débutent actuellement au CERN, tentent de répondre à cette question. Et... peut-être que nous aurons (enfin) une solution en 2018. Ce serait une véritable révolution. »

Antimatière au CERN



Pour bien comprendre l'importance de ces travaux, chers (ères) collègues, il faut remonter le temps jusqu'au bouillonnant début du XX^e siècle. A l'époque, la toute jeune relativité d'Einstein et la naissance de la physique quantique font souffler un vent nouveau sur le petit monde des scientifiques s'intéressant aux particules.

Parmi eux, le Britannique Paul Dirac tente de décrire le comportement des électrons à une vitesse proche de celle de la lumière. Il élabore alors, en 1931, une élégante équation mathématique. Problème : celle-ci possède deux solutions.

Si la première décrit bien le comportement de l'électron, la seconde conduit à une particule inconnue qui se comporte en tout point comme l'électron, mais avec une charge opposée : un antiélectron, en somme ! « Paul Dirac a réalisé assez vite qu'il ne s'agissait pas d'un artefact mathématique et que cette particule existait bien » mentionne Michael Doser, porte-parole de l'expérience « AEGIS » au CERN : « Mais au départ, il faut l'avouer, il a été pris pour un fou », poursuit Gabriel Chardin. Heureusement pour Paul Dirac, la confirmation expérimentale de ses travaux a stoppé de longues discussions.

Dès 1932, le scientifique Californien Carl Anderson repère la trace de l'antiélectron – le positron – dans les rayons cosmiques qui arrosent la terre. Un nouveau monde vient de naître : l'anti-monde, constitué d'antimatière. « Celle-ci est en tout point identique à la matière, sauf que sa charge est opposée, explique Michael Doser. Et toute particule possède son antiparticule. Nous sommes, en quelque sorte, entourés d'antimatière. » Mais en quantité infime.

Des pièges à antiparticules

Dès lors, chers (ères) amis (es), une question se pose : pourquoi depuis la plus petite forme de vie terrestre jusqu'aux objets stellaires les plus lointains, notre univers est-il constitué presque intégralement de matière ?

« Pour des raisons que l'on ignore, la Nature a exclu l'antimatière. Pourtant, selon la théorie, le big bang devrait avoir créé autant de l'une que de l'autre, indique Gabriel Chardin. L'un des plus grands défis de la physique actuelle est de déterminer ce qui est arrivé à l'antimatière ou, en d'autres termes, d'expliquer l'asymétrie entre la matière et l'antimatière. Une minuscule différence a dû faire pencher la balance en faveur de la première. »

Pour percer ce mystère, il faut avoir de l'antimatière sous la main, or il y en a peu sur notre Terre. Alors les astronomes la traquent dans l'espace, avec notamment le spectromètre AMS, installé à bord de la Station spatiale internationale (ISS) – expérience à laquelle participe l'Université de Genève (UNIGE). Les physiciens, eux, la fabriquent au cœur de leurs énormes accélérateurs. En 1995, les scientifiques du CERN parviennent ainsi, pour la première fois, à fabriquer des antiatomes d'hydrogène en provoquant des collisions entre des antiprotons et des atomes de xénon.

Mais il y a un hic : dès qu'elles entrent en contact, matière et antimatière s'annihilent pour former de l'énergie. Cette caractéristique a immédiatement agité l'imagination ! Dans la série télévisée Star Trek, créée en 1966, le vaisseau spatial Enterprise se propulse en consommant de l'antimatière. Plus récemment, Dan Brown en a fait un élément central de son roman Anges et Démons. Mais pour les scientifiques, c'est un problème crucial. Car pour étudier ces mystérieuses particules miroirs, il leur faut du temps, que l'annihilation ne laisse pas !

Les chercheurs imaginent donc des pièges à antimatière. En 2010, la prestigieuse revue Nature rapporte en grande pompe que des ingénieurs du CERN sont

parvenus à capturer 38 atomes d'antihydrogène pendant un dixième de seconde en plus d'une année en 2016, de quoi, enfin, percer les mystères de l'anti-monde.

« A un moment donné, il doit exister une petite chose qui justifie la disparition de l'antimatière. Mais nous ne savons pas quoi, indique Michael Doser. Alors nous cherchons dans toutes les directions pour déceler la différence entre matière et antimatière ce qui explique l'asymétrie de l'univers. » Concrètement, cela consiste à analyser toutes les caractéristiques des antiparticules (masse, charge, temps de vie, moment magnétique, etc.), puis de les comparer à celles des particules.

Dans un article paru le 18 janvier 2017 dans la revue Nature sous .Communications, le CERN annonce avoir réalisé la mesure la plus précise jamais effectuée du moment magnétique de l'antiproton. Un pas de plus, mais le chemin est encore long !

Dans cette quête qui va dans toutes les directions, trois expériences en cours pourraient changer la donne. Baptisées « AEGIS », « Alpha » et GBAR », elles visent toutes à mesurer l'effet de la gravité sur les antiparticules. « C'est un vieux rêve de physicien de mesurer l'action de la gravitation sur l'antimatière, résume Gabriel Chardin. Nous devrions avoir les résultats à la fin de 2017. Si la gravité exerce une force différente sur la matière et l'antimatière, ce serait une véritable révolution pour la physique. » Lorsqu'un corps est soumis aux forces gravitationnelles, il est attiré vers le bas, à l'image de nos pieds sur le sol, chers (ères) collègues.

La question est de savoir si les antiparticules réagissent de même ou si elles sont, par exemple, propulsées vers le plafond. « Nous avons de bonnes raisons de croire qu'elles se comporteront toutes deux de manière identique ». révèle Michael Doser

Pour le profane, toutes ces expériences s'apparentent à de l'art pour l'art. Mais de nombreuses applications en découlent. « La tomographie par émissions de positrons (PET Scan), une technique d'imagerie utilisée couramment à l'hôpital, découle des travaux réalisés au CERN sur l'antimatière, rappelle Michael Doser. Et demain, le perfectionnement de nos détecteurs permettra d'améliorer les techniques de dépistage du cancer par imagerie. »

L'autre grande énigme, chers (ères) collègues, c'est la matière noire.

Au fait, ça va ? pas trop fatigué ? non ! bien. Alors je continue.

La matière visible, que nous observons chaque jour autour de nous, ne constituerait que 5 % de notre Univers. Les 95 % restants seraient formés d'énergie et de matière encore inconnues et invisibles, que l'on appelle noires. Mais comment sait-on au juste que cet univers sombre existe bel et bien ? Hum ? parce que les galaxies que les chercheurs observent dans le cosmos ne tournent pas comme elles le devraient. Elles tournent trop vite.

A cette vitesse, si elles n'étaient composées que de matière observable, elles se désintégreraient sous l'effet de la gravité Et pourtant elles tiennent ! Pour expliquer ce phénomène, les physiciens sont convaincus qu'interviennent des éléments invisibles. Les mystérieuses matière et énergie noires. « Mais il n'existe aucune chance que l'antimatière soit la matière sombre, précise Michael Doser, porte-parole de l'expérience « AEGIS » au CERN.

En effet, l'antimatière se comporte comme la matière vis-à-vis de la lumière. Si la matière sombre en était, nous devrions donc la voir. Ce qui n'est pas le cas. » Les expériences menées au Grand collisionneur de hadrons (LHC) permettront peut-être d'identifier l'une ou l'autre de ces particules noires. Encore faudrait-il que leurs masses les rendent décelables par la machine. Trop lourdes, elles ne pourraient être créées avec l'énergie de 13 téra électronvolts (TeV) du LHC. Si elles sont plus légères, en revanche, les collisions de protons réalisées dans l'anneau circulaire devraient permettre de les fabriquer. Elles traverseront alors les détecteurs sans être repérées, mais en emportant avec elles un peu d'énergie. Et les physiciens déduiront leur existence de cette énergie manquante.

Selon la théorie dominante, la matière noire pourrait être constituée de particules hypothétiques, suivant le modèle de la supersymétrie. Cette théorie, qui vise à combler les lacunes du modèle standard, prédit une particule partenaire pour chaque particule du monde « visible ». Mais, il existe d'autres hypothèses à vérifier...

- Renzo, pas facile du tout ce sujet.
- D'accord, mon cher Ego. Mais il est d'actualité !!!

Amitiés.Cardini Renzo