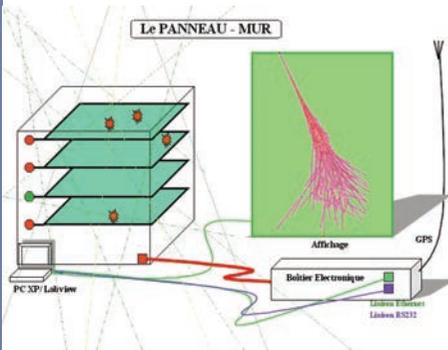


# Les particules de l'invisible

Jacques PAUL

(CEA / APC)

Les particules sont des protons, vraies briques constitutives de la matière. La nature réserve à quelques-uns de ces protons une destinée particulière : un sur un milliard deviendra un " rayon cosmique ". Le trajet de ces particules élues, de leur création, voici près de treize milliards d'années, s'achève parfois après de multiples péripéties dans les hautes couches de l'atmosphère terrestre. Là, elles se désintègreront en une gerbe de particules qui peuvent être aisément détectées, par exemple par le détecteur RELYC.



Mis en réseau ces détecteurs, utilisables en milieu scolaire, doivent permettre non seulement de visualiser mais aussi de déterminer des directions et connaître ainsi la provenance de la particule qui a donné naissance à une gerbe.

## Vers la découverte des rayons cosmiques.

Les rayons cosmiques sont donc pour l'essentiel des protons accélérés à des vitesses proches de celle de la lumière. Ils possèdent de ce fait un fort pouvoir ionisant, propriété qui précipita leur découverte. Peu avant la première guerre mondiale, détecter les particules ionisantes passait par la mise en œuvre d'électroscopes. En examinant avec soin leur fonctionnement, des physiciens postulèrent qu'il devait émaner du sol une forme de rayonnement. Pour le vérifier, Hess effectua, de 1911 à 1912, plusieurs ascensions en ballon avec ses propres électroscopes.

Contrairement aux prédictions, le taux d'ionisation à haute altitude s'avéra très largement supérieur à la référence sol, ce qui le poussa à conclure : *la seule manière d'interpréter mes résultats expérimentaux est d'admettre l'existence d'un rayonnement très pénétrant, d'une nature encore inconnue, venant principalement d'en haut, et étant très probablement d'origine extraterrestre.*

Après le premier conflit mondial, le rayonnement ionisant qui descendait du ciel refit l'attention des meilleurs physiciens. Il leur faudra quand même de longues années pour en cerner la véritable nature. Jusqu'à la fin des années 1940, ces rayons cosmiques furent les grands pourvoyeurs de découvertes en physique des particules.

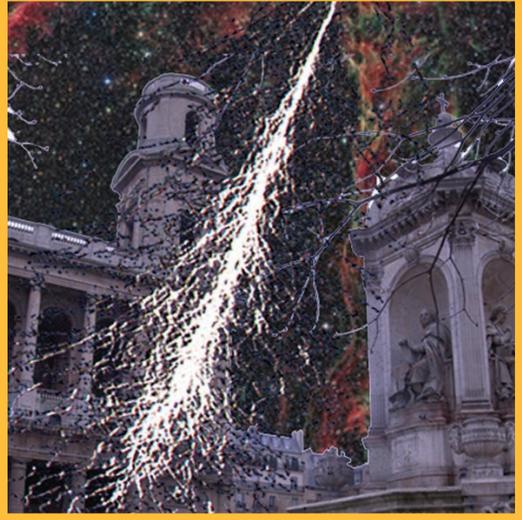
C'est ainsi qu'en 1932, en étudiant les rayons cosmiques, Anderson découvrit le positon,

## *Les particules de l'invisible*

confirmant ainsi la théorie proposée en 1928 par Dirac qui postulait l'existence d'une particule identique à l'électron mais de charge opposée. Au milieu des années 1950, les astrophysiciens commencèrent à se préoccuper des sites célestes où ces particules cosmiques pouvaient acquérir leur fabuleuse énergie. Pour y parvenir, ils recherchèrent les pincées de lumière gamma que les rayons cosmiques produisent tout au long de leur parcours dans les espaces interstellaires. Mais cette lumière gamma est bloquée dans la haute atmosphère. A l'exception des spécimens les plus énergétiques, qui laissent quelques traces visibles depuis le sol, les rayons gamma doivent donc impérativement être étudiés dans l'espace.

### **Comment étudier les rayons cosmiques ?**

La course à l'espace, enfantée par la rivalité entre les États-Unis et l'ancienne Union Soviétique, fut décisive pour renouveler l'étude du rayonnement cosmique. À la suite du satellite européen Cos-B, qui le premier démontra que les rayons cosmiques peuplent bien toute la Galaxie avec une surabondance dans les régions centrales, ce fut au tour du satellite américain Compton d'étudier par le truchement du rayonnement gamma les conditions d'accélération et de propagation des rayons cosmiques. Les moyens spatiaux avaient été aussi consacrés à l'étude directe des particules cosmiques avec les satellites soviétiques Proton qui, au milieu des années



1960, mesurèrent leur intensité en énergie sur une vaste gamme.

Les expériences spatiales ont fourni une vision de plus en plus affinée des rayons cosmiques. L'étude des grandes gerbes a permis de compléter l'étude des spécimens les plus énergétiques, en nombre insuffisant pour être détectés par satellite. Mais bien des zones d'ombre subsistent, à commencer par la nature des sources des rayons cosmiques, même si, il est couramment admis que les explosions d'étoiles - les explosions de supernova - jouent un rôle important. Les astrophysiciens prétendent en effet que les chocs violents produits par les supernovas seraient aptes à accélérer des particules. Ce mécanisme n'est toutefois pas en mesure d'expliquer l'accélération des rayons cosmiques ultra énergétiques.

### **Quelle en est donc l'origine ?**

Des astrophysiciens ont fait l'hypothèse qu'ils proviennent des sursauts gamma, les explosions cosmiques les plus violentes de l'univers après le big bang. Des physiciens

## Les particules de l'invisible

envisagent, par contre, qu'ils seraient issus de la désintégration d'un de ces nouveaux types de particule dont certaines théories prédisent l'existence. C'est, peut-être, l'étude du rayonnement cosmique qui déclanchera la prochaine révolution de la physique.

Bonne raison pour collecter les rayons cosmiques d'ultra haute énergie avec l'observatoire Pierre Auger dans la Pampa Argentine.



Bonne raison pour traquer les sources des rayons cosmiques avec le télescope à rayons gamma Hess installé sur les hauts plateaux Namubiens.



Bonne raison pour étudier les sursauts gamma, avec l'observatoire spatial Integral et le Very Large Telescope juché dans les Andes Chiliennes.

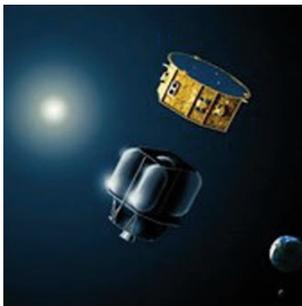


Bonne raison enfin pour détecter d'autres messagers que doivent produire les sources des rayons cosmiques, comme les neutrinos de haute énergie que l'expérience Antares recueillera bientôt dans les fonds sous-marins au large de Toulon,



et comme les ondes gravitationnelles que la mission spatiale Lisa propose d'étudier au cours de la prochaine décennie.

JP



Pour en savoir plus

APC

<http://www.apc.univ-paris7.fr/>