

Mardi 7 juin 2022 à 14 h30

Communication de François Sibille

"Grands accélérateurs naturels et rayons cosmiques, une mine pour l'astrophysique"

Découverts pendant la première moitié du XX^e siècle, les rayons cosmiques proviennent d'un mélange hétérogène de particules porteuses de charges électriques (protons, noyaux d'atomes) et de photons gamma (rayonnement électromagnétique), tous de très haute énergie. Ils ont fourni aux physiciens pendant cette période un collisionneur naturel, d'une force de frappe encore inégalée par des machines, et qui a été fécond dans l'exploration des constituants élémentaires de la matière.

Leur participation à l'astrophysique, en tant que messagers de notre univers, a commencé dans les années 50, discrètement d'abord avec des instruments souvent rudimentaires. L'identification des sources de ces rayons est cruciale pour la compréhension des mécanismes à l'origine de leur formidable énergie. À ce stade apparaît la distinction entre particules et photons. Les champs magnétiques dispersés des étoiles de notre galaxie brouillent complètement la trajectoire des particules chargées, rendant impossible la détermination de leur source. Tandis que les photons gamma, par ailleurs beaucoup plus rares, ont une trajectoire insensible au magnétisme qui donne la direction de leur source.

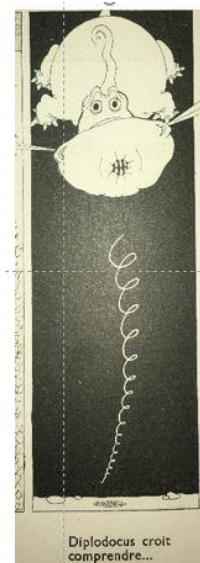
On a assez vite compris l'origine des particules de moyenne énergie dans les restes de supernova, ces bourrasques de matière projetées par l'explosion, qui balayent le milieu interstellaire. Celles de plus hautes énergies, nécessitent une autre explication.

La technique d'imagerie Tcherenkov atmosphérique est récemment parvenue à un haut degré de maturité. Elle a permis de découvrir de nombreuses sources de rayons gamma, et leur identification à des objets astronomiques connus, ceci à une échelle stellaire dans notre galaxie, comme à une échelle cosmique dans les jets des quasars. Ceux-ci ont en commun de présenter des phénomènes de reconnections magnétiques qui, localement dans un plasma, peuvent générer des émissions violentes de rayons gamma associés à des paires d'électron-positron.

On commence à comprendre la racine du phénomène de jet à partir du trou noir central des galaxies actives. Aidé en cela par des simulations numériques très lourdes, qui décrivent l'évolution du plasma à partir des équations de Maxwell dans le formalisme de la relativité générale, avec un découpage de l'espace dont il faut adapter la finesse dans les zones où se produisent des reconnections magnétiques.

Les situations de reconnections sont multiples et diverses. On en trouve dans des sites aussi différents que la magnétosphère de la Terre, la couronne solaire et l'environnement de pulsars (nébuleuses à vent de pulsar). Elles participeraient à la formation des jets, qui semblent être l'origine commune des rayons gamma et des particules des rayons cosmiques.

Je terminerai en montrant comment l'imagerie Tcherenkov atmosphérique a pris sa place parmi les grands instruments, en service ou en construction, à la disposition de l'astrophysique au début du XXI^e siècle.



Extrait de
"Parade diplodocus"
Samivel 1933