



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 16 MARS 2016

Attention, sous embargo jusqu'au mercredi 16 mars, 19h (heure française)

Au centre de la Voie Lactée, une source accélère des rayons cosmiques galactiques à des énergies inégales

L'analyse détaillée des données recueillies par l'observatoire H.E.S.S, en Namibie, a permis de localiser une source de rayonnement cosmique à des énergies jamais encore observées dans notre Galaxie : le trou noir supermassif situé en son centre. H.E.S.S, auquel contribuent le CNRS et le CEA, détecte indirectement le rayonnement cosmique depuis plus de dix ans et a dressé une cartographie, en rayons gamma de très haute énergie, des régions centrales de notre Galaxie. L'identification de cette source hors du commun est publiée ce 16 mars 2016 dans *Nature*.

Des particules du rayonnement cosmique jusqu'à des énergies d'environ 100 téraélectronvolts (TeV)¹ sont produites dans notre Galaxie par des objets comme les vestiges de supernova et les nébuleuses à vent de pulsar. Divers arguments théoriques, couplés aux observations directes des rayons cosmiques atteignant la Terre, indiquent que les "usines" galactiques de rayons cosmiques devraient être capables de produire des particules jusqu'à des énergies d'au moins un pétaélectronvolt (PeV)², énergies 100 fois plus élevées que celles jamais atteintes par l'Homme. Alors que ces dernières années ont vu la découverte de nombreux accélérateurs au TeV et à quelques dizaines de TeV, les sources de plus haute énergie restaient inconnues.

L'analyse détaillée de la région du centre galactique observée pendant près de dix ans par le réseau de télescopes H.E.S.S. (High Energy Stereoscopic System), en Namibie, auquel contribuent le CNRS et le CEA., est publiée aujourd'hui dans la revue *Nature*. Lors de ses trois premières années d'observation, H.E.S.S a permis de découvrir une source ponctuelle et très puissante de rayons gamma au centre galactique, ainsi qu'une émission diffuse provenant des nuages moléculaires géants qui l'entourent dans une région d'environ 500 années-lumière de large. Ces nuages moléculaires, lorsqu'ils sont bombardés par des protons de très haute énergie, émettent des rayons gamma produits lors de l'interaction des protons avec la matière des nuages. La correspondance spatiale entre l'émission diffuse observée et la quantité de matière dans les nuages (déduite d'autres observations) indiquait la présence d'un ou plusieurs accélérateurs de rayons cosmiques (en particulier de protons) tapis quelque part dans cette région, mais cette source restait inconnue.

¹ un TeV = 10¹² eV, correspondant à des énergies de mille milliards plus élevée que la lumière visible
² un PeV = 1000 TeV = 10¹⁵ eV



Les observations plus approfondies, obtenues par H.E.S.S. entre 2004 et 2013, apportent un nouvel éclairage sur cette question. Le volume record de données récoltées ainsi que les progrès effectués dans les méthodes d'analyse permettent de mesurer la répartition spatiale des protons et leur énergie et de localiser l'origine de ces rayons cosmiques. Il s'agit d'une source cosmique située au centre exact de la Voie Lactée, capable d'accélérer des protons jusqu'à des énergies voisines du pétaélectronvolt. Les chercheurs pensent qu'elle émet sans interruption depuis au moins mille ans. Elle constituerait ainsi le premier "Pévatron"³ jamais observé.

Le centre de notre Galaxie abrite de nombreux objets susceptibles de produire des rayons cosmiques de très haute énergie, dont en particulier un reste de supernova, une nébuleuse à vent de pulsars mais aussi un amas compact d'étoiles massives. Cependant, le trou noir supermassif localisé au centre de la Galaxie, Sagittarius A*, est de loin le candidat le plus vraisemblable. Plusieurs régions d'accélération sont envisageables : soit le voisinage immédiat du trou noir soit une région plus éloignée, où une fraction de la matière tombant sur le trou noir est réinjectée dans l'environnement et peut initier de l'accélération de particules.

L'observation des rayons gamma permet de mesurer indirectement le spectre en énergie des protons accélérés par le trou noir central. Ce spectre indique que Sagittarius A* accélérerait encore maintenant des protons jusqu'au PeV. L'activité actuelle de la source ne permet pas d'expliquer à elle seule l'intensité du rayonnement cosmique observé sur Terre. Mais si le trou noir central avait été encore plus actif dans le passé, il a pu produire à lui seul la quasi-totalité du rayonnement cosmique galactique observé à ces énergies. Un argument décisif au débat centenaire sur l'origine des rayons cosmiques galactiques !

La détection des rayons cosmiques par H.E.S.S

La Terre est bombardée en permanence par des particules de haute énergie (protons, électrons et noyaux atomiques) en provenance du cosmos, particules qui constituent ce que l'on appelle le "rayonnement cosmique". Ces particules étant chargées électriquement, elles sont déviées par les champs magnétiques du milieu interstellaire de la Galaxie et il est impossible d'identifier directement les sources astrophysiques responsables de leur production. Ainsi, depuis plus d'un siècle, l'identification de l'origine du rayonnement cosmique reste l'un des plus grands défis de la science.

Heureusement, les particules cosmiques interagissent avec la lumière et le gaz au voisinage de leur source et produisent alors des rayons gamma qui, eux, se déplacent en ligne droite, permettant ainsi de remonter à leur origine. Ceux d'entre eux qui atteignent la Terre, au contact de la haute atmosphère, produisent une gerbe de particules secondaires émettant une lumière très brève et ténue⁴. De nombreuses sources du rayonnement cosmique ont donc pu être identifiées ces dernières décennies en détectant cette lumière à l'aide de grands télescopes munis de caméras à haute définition temporelle comme le réseau de télescopes H.E.S.S. .Ce réseau, le plus performant au monde dans son domaine, est géré par une collaboration de 12 pays regroupant des scientifiques de 42 organismes.

³ Nom dont ont été affublés ces accélérateurs extrêmes, jusqu'alors hypothétiques, par analogie au Tévatron construit par l'homme.

⁴ Lumière Tcherenkov



www.cnrs.fr



H.E.S.S : dix laboratoires français impliqués

Centre d'études nucléaires de Bordeaux Gradignan (CENBG, CNRS/Université de Bordeaux)

Centre de physique des particules de Marseille (CPPM, CNRS/Aix Marseille Université)

Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble (IPAG, CNRS/Université Grenoble Alpes)

Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'univers (Irfu, CEA)

Laboratoire AstroParticule et cosmologie (APC, CNRS/CEA/Université Paris Diderot/Observatoire de Paris)

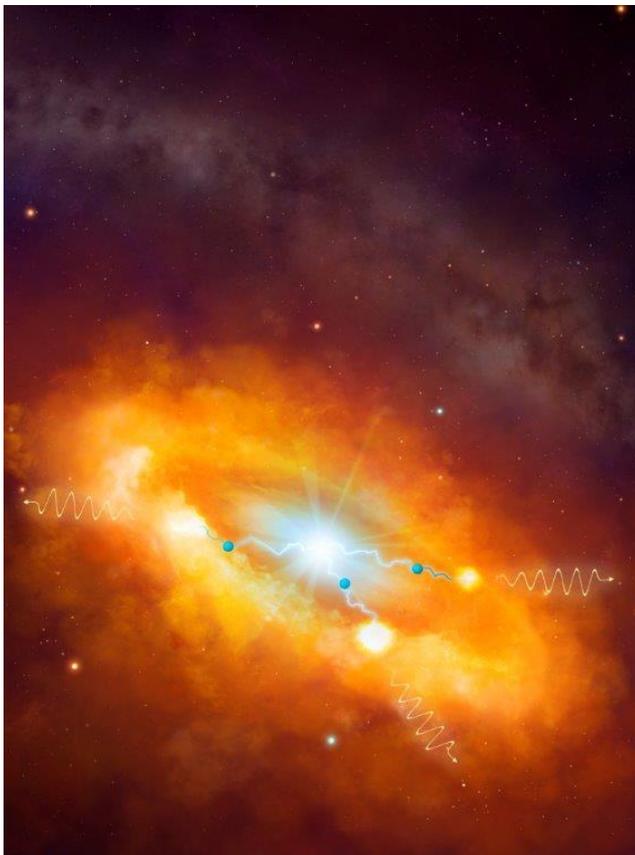
Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de physique des particules (Lapp, CNRS/Université Savoie Mont Blanc)

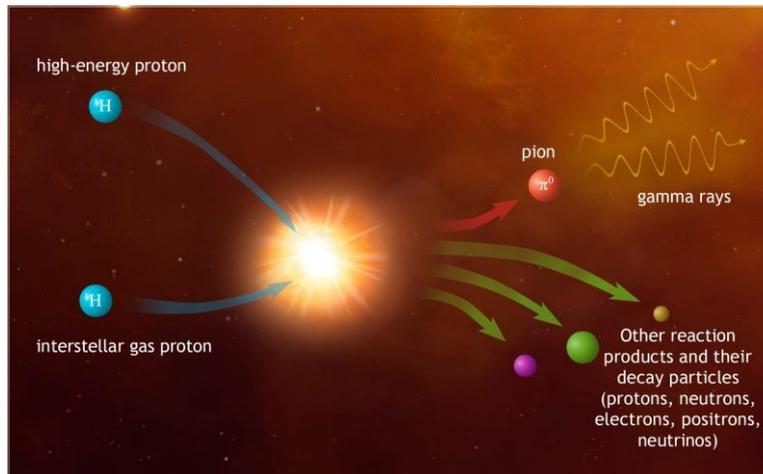
Laboratoire Leprince-Ringuet (LLR, CNRS/Ecole Polytechnique)

Laboratoire physique nucléaire et hautes énergies (LPNHE, CNRS/Université Pierre et Marie Curie/Université Paris Diderot)

Laboratoire Univers et particules de Montpellier (LUPM, CNRS/Université de Montpellier)

Laboratoire Univers et théories (Luth, CNRS/Observatoire de Paris/Université Paris Diderot)





Vue d'artiste des nuages moléculaires géants entourant le centre de la Galaxie, bombardés par des protons de très haute énergie accélérés au voisinage du trou noir central, et brillant de ce fait en rayons gamma. © Dr Mark A. Garlick/ HESS Collaboration

Web:

H.E.S.S. : <https://www.mpi-hd.mpg.de/hfm/HESS/>

H.E.S.S instrument: <https://www.mpi-hd.mpg.de/hfm/HESS/pages/about/>

Bibliographie

Acceleration of Petaelectronvolt protons in the Galactic Centre, H.E.S.S. collaboration, auteurs correspondants: F. Aharonian, S. Gabici, E. Moulin et A. Viana, *Nature* 16 March 2016

Contacts

Chercheurs :

Mathieu de Naurois (CNRS), directeur de la collaboration H.E.S.S.
T +33 1 69 33 55 97 | denauroi@in2p3.fr

Stefano Gabici (CNRS) | T +33 1 57 27 70 24 | gabici@apc.in2p3.fr

Emmanuel Moulin (CEA) | T +33 1 69 08 29 60 | emmanuel.moulin@cea.fr

Aion Viana (Institut Max Planck de Physique) | T +49 6221 516 371 | aion.viana@mpi-hd.mpg.de

Presse :

CNRS | Julien Guillaume | T + 33 1 44 96 46 35 | julien.guillaume@cnrs-dir.fr