



L'OPERA COSMIQUE

*1909-2009 :
LES ASTROPARTICULES S'INVITENT A LA TOUR EIFFEL*

Semaine Européenne de l'Astroparticule



Contact : Jean-Luc ROBERT
CNRS / IN2P3
jlrobert@in2p3.fr 33 1 + 6 79 54 98 86



*« Je me figure toujours
que la nature est un grand spectacle
qui ressemble à celui de l'opéra... »*

B. de Fontenelle (Entretiens sur la pluralité des mondes)



Construite pour l'exposition universelle de 1889, la Tour Eiffel avait été concédée à Gustave Eiffel pour 20 ans. Une fréquentation déclinante la vouait au même destin que tous ces palais qui ne devaient pas survivre à l'exposition... Mais c'était faire fi de la persévérance de Eiffel et d'une arme redoutable : la science !!! Eiffel eut alors l'idée de proposer aux scientifiques d'utiliser sa tour comme laboratoire, ses 300 mètres en faisant un lieu incomparable pour les expériences.

L'une de ces expériences, dont c'est le centenaire cette année, marque le début de l'histoire des rayons cosmiques. En 1909, Théodore Wulf allait monter au sommet de la Tour en espérant élucider le mystère de ce rayonnement inconnu qui déchargeait les instruments scientifiques... Il s'agissait sans doute de la première expérience s'attachant à explorer l'univers invisible !

Grâce à Wulf et à quelques autres, en cette même année 1909, Gustave Eiffel obtint donc une nouvelle concession de 70 ans pour sa tour, qui fut alors définitivement sauvée ! Quant à Wulf, ses successeurs traquent aujourd'hui ces messagers d'un univers invisible et violent, rayons cosmiques, neutrinos, rayons gamma, ou ondes gravitationnelles et cherchent des réponses aux énigmes de la matière ou de l'énergie noire, grâce à de nombreuses expériences, au sol, souterraines, sous-marines ou spatiales.

LES ASTROPARTICULES S'INVITENT A LA TOUR...

2009 a été décrétée l'Année Mondiale de l'astronomie (AMA 09) par l'UNESCO. Pour associer à nouveau la Tour Eiffel et la science, fêter les 120 ans de «la plus vieille dame de France» et le centenaire de l'expérience de Wulf, nous proposons un événement exceptionnel et à forte portée symbolique...

Transformer la Tour Eiffel en détecteur de rayons cosmiques, émettant un signal lumineux à chaque événement détecté. Concrètement, il conviendra, à partir de solutions techniques éprouvées, de mettre en évidence la détection des « gerbes atmosphériques », ces pluies de particules issues des rayons cosmiques entrant dans l'atmosphère, et d'en proposer une visualisation lumineuse pour les Parisiens et les visiteurs étrangers. Ce dispositif, de dimensions modestes, peu onéreux, sera mis en oeuvre rapidement, avec un résultat spectaculaire pour le public.



LES ANIMATIONS

Le kiosque situé au premier étage accueillera le détecteur (voir annexe sur le « télescope à muons ») permettant de visualiser la détection des particules « invisibles » dont le ciel nous bombarde en permanence. Une exposition et des panneaux explicatifs permettront aux visiteurs de comprendre aisément le phénomène du rayon cosmique. Cet espace, particulièrement convivial, sera le théâtre d'animations quotidiennes, certaines à destination des visiteurs et des touristes, les autres étant consacrées à des groupes lycéens et à leurs professeurs. Les démonstrations de détection permettront de visualiser en temps réel et façon spectaculaire le passage des gerbes atmosphériques issues des particules cosmiques.



Un plateau TV scientifique, avec la participation de deux prix Nobel, pour l'ouverture de l'opération, en liaison multiplex avec les sites historiques et/ou scientifiques, permettra une vulgarisation qualitative



de ces thèmes, abordant les sujets spectaculaires que sont l'origine de l'Univers, les trous noirs ou les explosions d'étoiles, par exemple. La mise en réseau des grands équipements ou instruments tels que Antares, Auger, Hess, le LSM, Chooz, le LHC (CERN), le Gran Sasso (Italie), etc. montrera la relation forte et complémentaire qui

relie l'astronomie et cette nouvelle observation qui s'attache à décrypter l'Univers invisible. Ce sera l'occasion pour toute l'Europe, à travers la structure ASPERA, de mettre en évidence la mutualisation en cours des moyens et des structures dans le domaine de la recherche en astroparticule. Ce sera aussi l'occasion de faire mieux connaître l'excellence de nos équipes de recherche et de leurs résultats.

- Un Bar des Sciences se tiendra dans ce même lieu sur le thème des rayons cosmiques et des nouveaux messagers de l'astronomie.

- Un rayon laser reliera le sommet de la Tour Eiffel, le sommet de la Tour Montparnasse et l'Observatoire de Port Royal, symbolisant la filiation entre l'astronomie et les nouveaux messagers que sont les rayons cosmiques.



- au 56^{ème} étage de la Tour Montparnasse sous l'égide d'ASPERA, une exposition présentera le domaine émergent de l'astroparticule.

- Toujours au 56^{ème} étage de la Tour Montparnasse, une « Conférence-Concert » (grand public) sur le thème de l'Histoire des Rayons Cosmiques : Jacques PAUL, astrophysicien du laboratoire APC, racontera l'histoire de la découverte des rayons cosmiques, des intermèdes musicaux venant retracer l'atmosphère musicale des époques traversées.

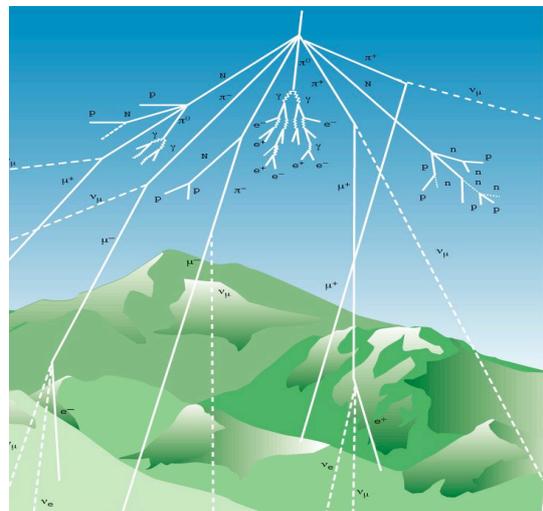


RAYONS COSMIQUES : DE QUOI S'AGIT-IL ?

Le rayonnement cosmique est une manifestation de la radioactivité naturelle qui provient de l'espace. Nous « baignons » dans un véritable océan de particules qui bombardent la Terre en permanence et sont arrêtées par l'atmosphère, qui joue à cet égard le rôle d'un filtre protecteur. Il est du reste bien connu que plus l'on monte en altitude, plus l'on est exposé au rayonnement cosmique et plus la protection « naturelle » due à l'atmosphère diminue. Les astronautes, par exemple, sont exposés à des rayonnements qui peuvent poser problème, surtout dans la durée. C'est, du reste, l'un des problèmes majeurs qui restent à résoudre pour des vols spatiaux au long cours.

Les sources de rayonnement cosmique sont « extra-terrestres », comme les premières expériences de Franz-Victor HESS l'ont montré, dès 1912.

Les rayons cosmiques sont des noyaux atomiques et des particules élémentaires qui voyagent dans l'espace à des vitesses voisines de celle de la lumière. Certains d'entre eux s'approchent suffisamment de la Terre pour être détectés par des instruments placés dans des satellites en orbite terrestre ou dans des sondes spatiales.



D'autres pénètrent dans l'atmosphère terrestre, entrent en collision avec des noyaux d'oxygène ou d'azote, et produisent des générations successives de particules secondaires : les « gerbes atmosphériques ».

Ces gerbes sont ainsi le résultat de l'interaction des rayons cosmiques (le plus souvent des protons), avec des particules de la haute atmosphère (par exemple un noyau d'hydrogène). Les particules « chargées » qui en sont issues et qui vont parvenir au niveau du sol (et seront donc détectables) sont essentiellement des muons.



LE FONCTIONNEMENT D'UN « TELESCOPE A MUONS »

Les particules sont bien trop petites pour être observées directement (elles ne peuvent être produites que dans des réactions nucléaires). On ne peut que les observer indirectement par l'interaction de leur charge électrique avec un champ électromagnétique ou les électrons de la matière. Leur instabilité les rend encore plus difficiles à détecter.

Un tel appareil de détection est un détecteurs passif, qui n'émet rien par lui-même et ne fait que détecter des particules atmosphériques issues de la désintégration des particules qui constituent les rayons cosmiques.

Il ne s'agit donc que l'observation, quantitative et statistique, d'un phénomène naturel.



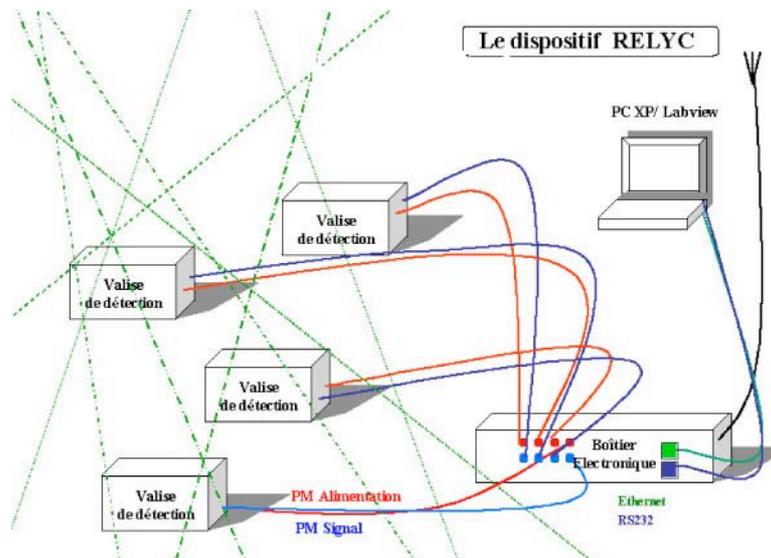


Le détecteur est constitué de 4 valises reliées à un contrôleur qui collecte les signaux émis par chaque élément pour les traiter et les comparer entre eux. Un ordinateur dialogue avec le contrôleur pour modifier les paramètres du détecteur et acquérir les mesures.

Chaque valise est composée :

- * D'une plaque de plastique scintillant, appelé « scintillateur », émettant une très faible quantité de lumière au passage d'une particule élémentaire.

- * D'un photomultiplicateur (PM) qui convertit les photons émis par le scintillateur en électrons et amplifie ce signal. Celui-ci est transmis au contrôleur.



Principe de fonctionnement du détecteur