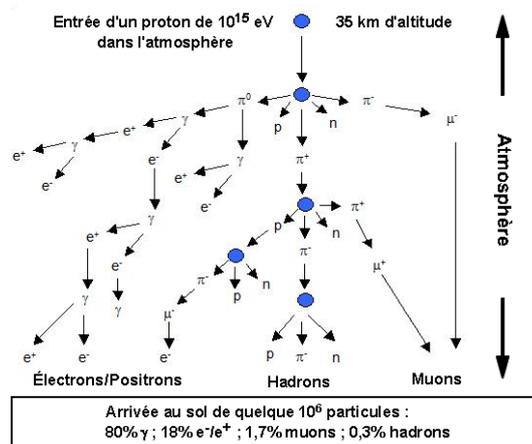


Projet « COSMOS à l'École »

Opération d'équipement d'établissements scolaires en détecteurs de particules cosmiques



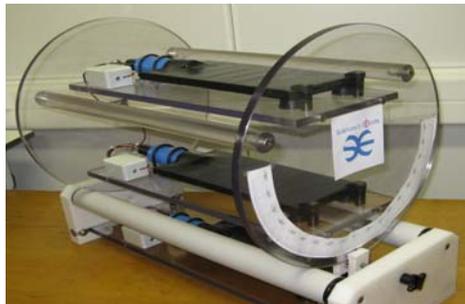
Exemple de gerbe cosmique, Crédit Wikipédia

Avec le partenariat de :

« COSMOS à l'École » opération d'équipement d'établissements scolaires en détecteur de particules cosmiques

Cette opération est organisée par « Sciences à l'École » en partenariat avec l'IN2P3 et le CERN. A l'occasion de l'Année Mondiale de l'Astronomie en 2009, une première vague d'équipement a eu lieu. S détecteurs, réalisés par le CPPM (Centre de Physique des Particules de Marseille, IN2P3) à la demande de « Sciences à l'École » vont circuler dans une trentaine d'établissements scolaires de la métropole. Chaque détecteur sera parrainé par un chercheur de l'IN2P3.

Le Cosmodétecteur :



Partie détection du cosmodétecteur réalisée par le CPPM (Centre de Physique des Particules de Marseille, laboratoire IN2P3) à partir de la Roue Cosmique, détecteur pédagogique développé par José BUSTO au CPPM

Crédit photo : Eric Lesquoy, Gérard Tristram

Le Cosmodétecteur comporte 3 éléments : une partie détection composée de trois photomultiplicateurs (PM) (photo ci-dessus), un contrôleur : électronique d'acquisition des données, un PC.

Accompagnement pédagogique pour l'utilisation du matériel :

- **cahier pédagogique d'activités** : Comme pour les autres opérations d'équipement, le matériel est fourni avec des documents pédagogiques d'accompagnement. Les membres du comité de pilotage de l'opération qui enseignent dans des établissements du second degré, ont élaboré un cahier pédagogique d'accompagnement du détecteur, contenant notamment des fiches pédagogiques d'utilisation du matériel. Ce document est disponible à la rubrique COSMOS du site de « Sciences à l'École ».
- **stage de formation en physique des particules au CERN** : Les enseignants dont l'établissement est susceptible d'être doté d'un « Cosmodétecteur » ont suivi un stage de formation d'une semaine en physique des particules au CERN à Genève les semaines du 14 et du 21 avril 2008
- **stage de formation à l'utilisation du Cosmodétecteur au CPPM** : Les 16 et 17 avril 2009, les enseignants ayant suivi le stage de formation au CERN ont été invités à participer à un stage de formation à l'utilisation du cosmodétecteur au laboratoire CPPM.



Les enseignants du projet COSMOS à l'École lors des semaines de stage au CERN

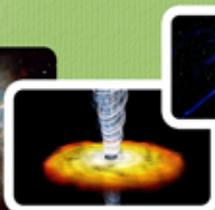
Le comité COSMOS à l'École : Comme toutes les opérations d'équipement menées par « Sciences à l'École », l'opération « COSMOS à l'École » est pilotée par un comité composé de chercheurs, d'inspecteurs d'académie (IA-IPR) et d'enseignants du second degré. La majorité de ces chercheurs appartiennent à des laboratoires de l'IN2P3 (Institut National de Physique Nucléaire et Physique des Particules) dépendant du CNRS (Centre National de Recherche Scientifique). Ils travaillent dans le domaine de la physique des particules et plus précisément des rayons cosmiques (expérience AUGER, ANTARES, ...) et contribuent à la réalisation de détecteurs pédagogiques de particules cosmiques pour les établissements scolaires. Les enseignants du comité travaillent à l'élaboration d'un cahier pédagogique d'activités à réaliser en classe avec le détecteur.

Rayons Cosmiques

Quelle est leur origine ?



Explosion d'une supernovae, la Nebuleuse du Crabe © ESA



Treu noir, vue d'artiste © NASA



Étoile à neutrons, vue d'artiste © NASA

Ce sont des **faisceaux d'atomes ionisés**, essentiellement des protons, pouvant atteindre des énergies macroscopiques (10^{20} eV).

Ils peuvent provenir de **différentes sources galactiques ou extra-galactiques** : éruptions solaires, explosions de supernovae, étoiles à neutrons ou trous noirs.

Chaque rayon cosmique dérive dans les **champs magnétiques aléatoires** de notre Galaxie et font parfois plusieurs dizaines de tours (correspondant à des millions d'années) avant de nous parvenir.



L'errance des rayons cosmiques dans notre Galaxie © LAL, IN2P3



Gerbes de particules cosmiques, vue d'artiste © NASA

En pénétrant dans l'atmosphère terrestre, les rayons cosmiques créent des **gerbes de particules cosmiques**.

À leur arrivée sur Terre ...



Les gerbes cosmiques © CERN

rayon cosmique

24 particules cosmiques par seconde

7 particules cosmiques par seconde

muon

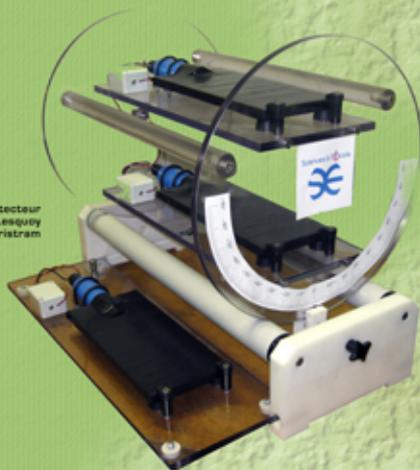
2 particules cosmiques par seconde

Les chocs des rayons cosmiques dans l'atmosphère créent des **avalanches de particules** dont les plus pénétrantes, les **muons**, atteignent le sol.

Plusieurs d'entre eux nous transpercent chaque seconde à notre insu !



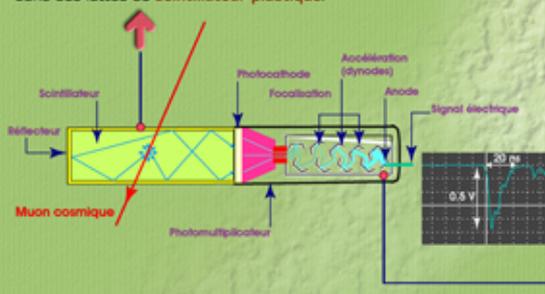
Le cosmodétecteur



Le cosmodétecteur
© Eric Lesquoy
& Gérard Tristram

Comment détecter un muon ?

Les muons sont détectés par la lumière qu'ils induisent dans des lattes de **scintillateur plastique**.



Le **photomultiplicateur** permet de transformer la lumière en signal électrique et de l'amplifier.

La **photocathode** réagit par effet photo-électrique à l'arrivée d'un photon et émet des électrons.

Ces électrons sont accélérés et collectés grâce à une haute tension électrique (~ 2 kV) appliquée à la cathode, **aux dynodes** et à l'anode.

Les électrons se multiplient à chaque dynode.

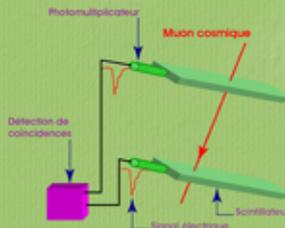
Les électrons sont ensuite collectés sur l'**anode** et créent un **signal électrique**.

Détection en coïncidence pour éliminer le bruit de fond

Selon sa direction, un muon cosmique va traverser les deux scintillateurs.

Il va créer un signal électrique à la sortie de chaque photomultiplicateur.

L'observation simultanée de ces deux signaux permet de signer le passage d'un muon cosmique.



Ressources pédagogiques pour l'AMA09

type	nom	organisme	responsable	localisation	description
cycles de conf.	Pulsar, étoiles à neutron	Obspm	Eric Gourgoulhon	http://pulsar.ama.obspm.fr/	conférences gratuites pour les lycées données par des astronomes de l'Observatoire de Paris
exp.téléchargeable	l'astronomie de A à Z	Centre de vulgarisation de la connaissance	Nicolas Graner	http://www.cvc.u-psud.fr/spip.php?rubrique26	exposition téléchargeable pour décrire l'astronomie en 26 panneaux
exp.téléchargeable	Exposition sur les planètes telluriques	IPSL	Catherine Senior	http://expoplanetes.ipsl.jussieu.fr/	exposition sur les planètes telluriques
exp.téléchargeable	des radiotélescopes pour écarter les ondes de l'univers	LERMA, Obspm	Anne-Laure Melchior	http://www.sciencesalecole.org	expo pour décrire la radioastronomie
exp. téléchargeable	Au-delà de la Terre, l'Europe découvre le système solaire	comm. Obspm	Sabrina Thiery	http://www.sciencesalecole.org	sur les 4 missions spatiales récentes
exp. téléchargeable	Le système solaire	comm. Obspm	Brigitte Bourdon	http://www.sciencesalecole.org	associé au parcours pédagogique de Meudon
exp. téléchargeable	Corot, les métiers d'une mission spatiale	comm., Obspm	Brigitte Bourdon	http://www.sciencesalecole.org	expo sur les métiers associés à une mission spatiale
fiche utilisation matériel astro	Fiches pédagogiques associées à l'opération ASTRO à l'Ecole	SaE		http://www.sciencesalecole.org dans ressources lien fiches	exemples d'utilisation de petit matériel astronomique
DVD	1,2,3,planète!	LESIA, Obspm	Alain Doressoundiram	http://ufe.obspm.fr/article424.html	explication classification des planètes du systèmes solaires
DVD	Pulsar et physique fondamentale	GEPI, Obspm, CRDP Orléans-	Gilles Theureau		explication de la physique de Nançay
CD-ROM	CD-Lune	SAF, IAP	Serge Koutchmi	http://www.obspm.fr/%7Elunap/SaE/LUNAP/CD-Lune/Intro0.html	encyclopédie des images et vidéos de la Lune
CD-ROM	Promenade dans le système solaire	IMCCE	Jean-Eudes Arlot	http://www.imcce.fr/page.php?nav=fr/ep_hemerides/astronomie/Promenade/de	découverte du système solaire
site internet	du Big Bang aux planètes	UFE, Obspm	Françoise Roques	http://media4.obspm.fr/public/AMC/bb/index.html	

site internet	Documents pédagogiques commentés	CLEA	Georges Paturel	http://www.ac-nice.fr/clea/lunap/	explication de phénomènes physiques
ensemble ressources		EU-HOU	Anne-Laure Melchior, UPMC	http://www.fr.euhou.net	exercices astro, utilisation de matériel à distance...
liste ressources	Ensembles ressources pédagogiques en astro	UFE, Obspm		http://ufe.obspm.fr/ressources-multimedia	cours, DVD, ...
liste ressources	Ressources pédagogiques de l'Obspm	Comm, Obspm		http://www.grandpublic.obspm.fr/Espace-pedagogique-	présentation ressources péda de l'Obspm, présentation les métiers...
instrument astro	L'astrolabe	académie de Créteil	Philippe Dutarte	http://dutarte.club.fr/Siteinstruments/index.htm	construction, utilisation
film, DVD	Dimensions une promenade mathématique	umpa, ENS Lyon	Etienne Ghys	http://www.dimensions-math.org/Dim_fr.htm	présentation de la notion de dimension