

# COSMIX

## Détecter le rayonnement cosmique



### La mallette COSMIX

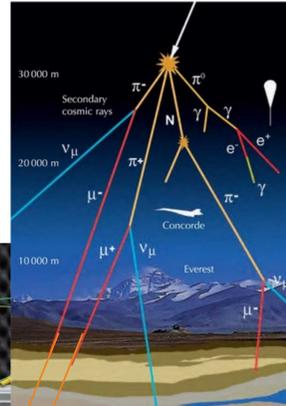
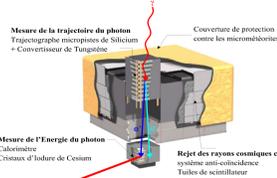
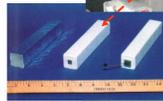
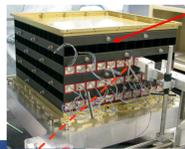
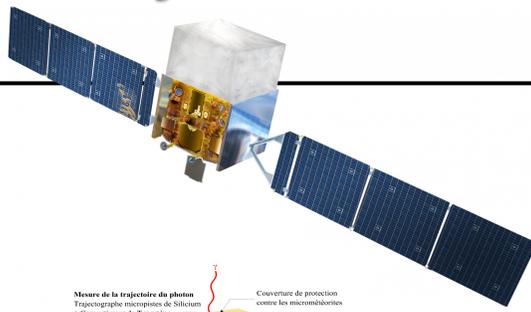
COSMIX est un détecteur de rayons cosmiques (muons) destiné au Lycée, développé au CENBG (Centre d'Etudes Nucléaires de Bordeaux-Gradignan).

Il a été conçu dans le but d'être très mobile et très rapide à prendre en main sans formation préalable afin de permettre aux enseignants d'illustrer la détection de particules en choisissant le degré de complexité de la démonstration.

C'est un détecteur à scintillation comme on peut en trouver couramment en physique des particules. Son originalité vient du fait que pour les premières séries produites, le détecteur utilisait comme élément central des cristaux d'Iodure de Césium (CsI(Tl)) utilisés lors des phases de caractérisation des éléments du calorimètre du détecteur de rayon gamma LAT à bord du satellite Fermi.

L'autre originalité réside dans le système d'acquisition basé sur une carte Arduino MEGA.

L'ensemble du détecteur est donc alimenté par un simple câble USB!



### Détecter les muons

Bien que le Fermi-LAT soit destiné à faire de l'astronomie des rayons gamma, son principe est basé comme pour la plupart des détecteurs sur la détection de particules chargées. Dans le LAT, le photon cosmique est converti en une paire électron-positon. Ce sont ces deux particules chargées qui vont faire scintiller les cristaux de CsI. Le rayonnement détecté par COSMIX est un peu différent. Les particules du rayonnement cosmique interagissent dans la haute atmosphère produisant une cascade de particules, beaucoup de ces particules secondaires sont absorbées dans leur parcours. Au final, seules des particules interagissant peu avec la matière arrivent facilement au sol, les **muons**.



Ce sont ces **muons** issus des cascades de particules atmosphériques que COSMIX détecte.

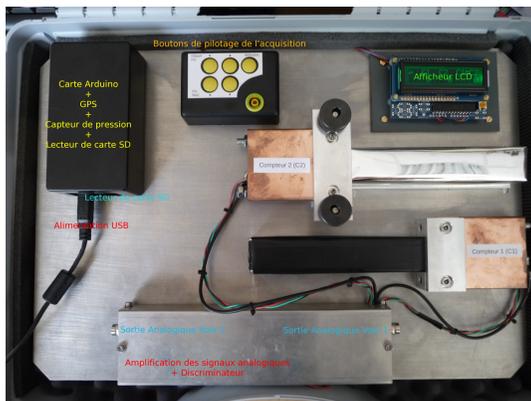
### Un Acquisition de données autour d'Arduino

Le cristal de CsI produit un signal lumineux lorsqu'il est traversé par une particule chargée (muon), celui-ci est lu par une photo-diode.

Pour chaque barreau le signal électrique est amplifié et mis en forme et attaque un comparateur qui génère un signal numérique lorsqu'un certain seuil est dépassé. Un troisième signal numérique est généré lorsque les deux cristaux détectent un signal en coïncidence.

Les signaux numériques générés déclenchent une interruption sur l'Arduino Mega qui incrémente un compteur pour chaque voie, ainsi que pour la coïncidence.

En parallèle, d'autres capteurs sont lus (GPS, température, pression), l'ensemble de l'acquisition est piloté par un panneau de commande gérant la prise de donnée, les sauvegardes ainsi qu'un affichage LCD.



### COSMIX au Lycée

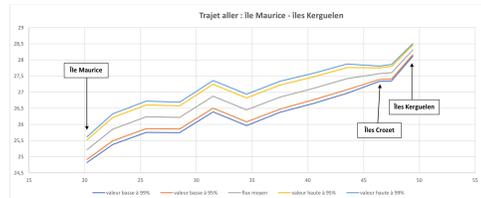
Si COSMIX est utilisé régulièrement dans les Lycées pour illustrer le rayonnement cosmique, certaines classes poussent les choses un peu plus loin...

### COSMIX dans les Terres australes

Cet hiver une mallette COSMIX a été embarqué sur le Marion Dufresne par un classe du Lycée Roland Garros au Tampon (Réunion). L'objectif était de mesurer la variation du flux de muons en fonction de la latitude



TRAJET ALLER : ILE MAURICE - ILES KERGUENEN  
Variation du flux de muons mesuré en coïncidence à travers les deux barreaux superposés de Cosmix :

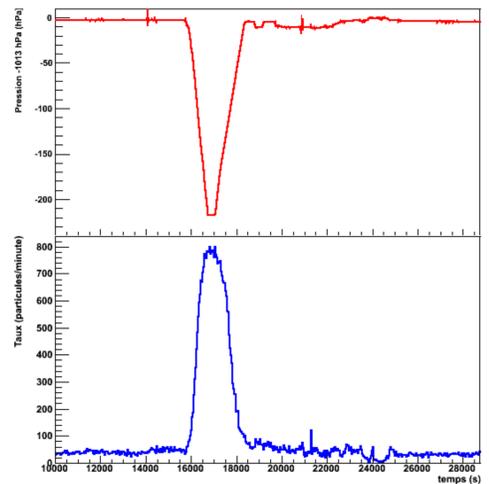
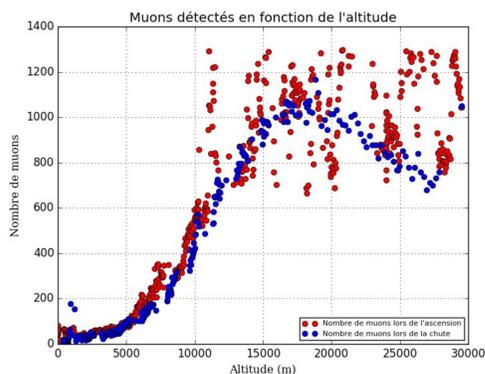


### COSMIX en avion

COSMIX a fait plusieurs vols en avion au cours desquels il a pu mesurer l'évolution du taux de muons cosmiques en fonction de l'altitude, jusqu'à 11000m.

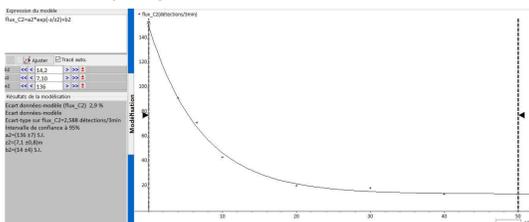
### COSMIX en ballon

Une version allégée de COSMIX est même allé encore plus haut puisque elle a été embarqué dans un ballon stratosphérique qui est monté jusqu'à une altitude de 30km



### COSMIX sous la mer

Fort de l'expérience précédente, les lycéens du Lycée Rolland Garros ont décidé de mesurer l'atténuation des muons dans l'eau en faisant plonger COSMIX à 50 m.



### COSMIX dans le Lycée et aux alentours

De nombreuses mesures de l'évolution du taux de muons en fonction de différents paramètres physiques ont été réalisées dans de nombreux Lycée. Pour tester la relativité restreinte comme au CEGEP de Trois Rivières au Québec, comme pour s'intéresser aux aspects statistiques de la mesure au Lycée Plaine de Neauphle à Trappes

### COSMIX pour former les professeurs

Le code COSMIX qui pilote plusieurs capteurs, des boutons, un affichage LCD et une sauvegarde des données sur carte SD a été utilisé comme point de départ à une formation PAF (2018) sur Arduino et python. L'objectif était de montrer les possibilités d'Arduino dans le cadre d'une acquisition de données relativement complexe pour ensuite explorer des situations élémentaires.

### Lycéens Chercheurs

1<sup>ère</sup> Conférence Scientifique au Lycée Plaine de Neauphle autour des Mathématiques, de la Physique et des SVT

15 / 03 / 2018 à 9 h 00 - salle Alain Lambert  
Lycée Plaine de Neauphle - Trappes

Programme

- 9h00 - Etude statistique du flux de muons cosmiques - les élèves de 1<sup>ère</sup> S.
- 9h45 - Coffee Break.
- 10h20 - Particules et Probabilités - Dr. Margherita Bulzsa Avanzini - LLR Ecole Polytechnique.
- 10h55 - Des nombres, des images et des étoiles - Dr. Maïca Clavel - IPAG Grenoble.
- 11h25 - Les Mathématiques au service de la Science - Dr. Bruny Baret - APC Paris 7.
- 11h55 Petite table ronde sur l'orientation post BAC visant le monde de la Recherche