



Sciences à l'École

Sciences à l'École



« Sciences à l'École »

Stage PAF Académie de Versailles
Janvier 2018

Contact : Roseline Descout-Rénier
roseline.descout-renier@obspm.fr
www.sciencesalecole.org



Présentation « Sciences à l'École »
PAF Académie de Versailles

Sciences à l'École

- 1. Présentation générale**
- 2. Activités didactiques**
- 3. Concours nationaux et internationaux**
- 4. Plans d'équipement**
- 5. « COSMOS à l'École »**



Présentation « Sciences à l'École »
PAF Académie de Versailles

Sciences à l'École

- 1. Présentation générale**
- 2. Activités didactiques**
- 3. Concours nationaux et internationaux**
- 4. Plans d'équipement**
- 5. « COSMOS à l'École »**

Le dispositif « Sciences à l'École »

Sciences à l'École

- **Créé en 2004**

- **Objectifs :**

- soutenir et promouvoir des projets de culture scientifique et technique dans le secondaire
- favoriser l'innovation pédagogique, le travail en équipe, l'apprentissage par projet
- renforcer le partenariat avec le monde de la recherche et de l'entreprise

- **Trois axes :**

- plans d'équipement
- concours nationaux et internationaux
- interactions avec la recherche et l'entreprise

Structure du dispositif

Sciences à l'École

• Un directoire

- Président : Pierre Encrenaz (professeur UPMC, Académie des Sciences)
- Vice-présidents :
 - Anne Szymczak (inspectrice générale de l'Education Nationale)
 - Pierre Desbiolles (inspecteur général de l'Education Nationale)
- Président d'honneur : Jean-Yves Daniel (doyen honoraire de l'Inspection Générale)

Structure du dispositif

Sciences à l'École

- **Une cellule ressources**

- Une secrétaire générale, ingénieur d'études
- Un professeur agrégé de chimie
- Deux professeurs agrégés de physique
- Un professeur agrégé de sciences de la vie et de la terre

- **Un comité scientifique pour chaque action**

constitué de chercheurs, d'enseignants, d'inspecteurs académiques

- **Des correspondants académiques**

souvent IA-IPR, faisant le lien entre le dispositif et les enseignants dans les établissements



Présentation « Sciences à l'École » PAF Académie de Versailles

Sciences à l'École

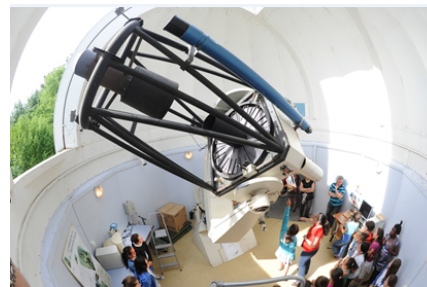
1. **Présentation générale**
2. **Activités didactiques**
3. **Concours nationaux et internationaux**
4. **Plans d'équipement**
5. **« COSMOS à l'École »**

LUNAP et « Chercheurs dans les classes »

Sciences à l'École

LUNAP : Financement de projets pédagogiques menés par des établissements de recherche à destination des élèves

Chercheurs dans les classes : interventions de chercheurs dans les classes ou visites de laboratoire



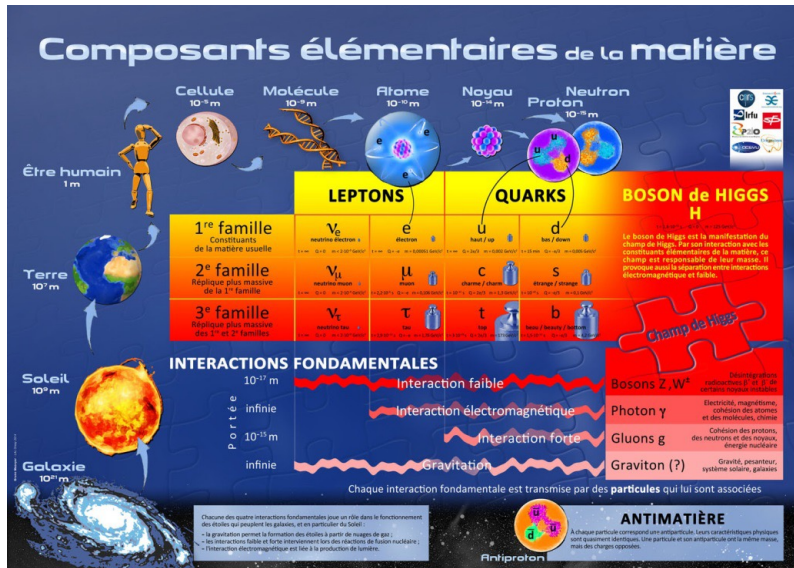
LUNAP et « Chercheurs dans les classes »

Sciences à l'École

Exemples de projets réalisés :

création d'une affiche

« *Les composants élémentaires de la matière* » (IN2P3)



achat d'un planétarium itinérant
(Université de Cergy-Pontoise)





Présentation « Sciences à l'École »
PAF Académie de Versailles

Sciences à l'École

- 1. Présentation générale**
- 2. Activités didactiques**
- 3. Concours nationaux et internationaux**
- 4. Plans d'équipement**
- 5. « COSMOS à l'École »**

Concours CGénial



Sciences à l'École

FONDATION
CGénial

- Projet par groupes de trois élèves
- collège, lycée général, technologique ou professionnel
- thématique scientifique ou technique
- projet innovant et pluridisciplinaire

- collège : une finale académique
- lycée : sélection à l'échelle nationale
- pour tous : une grande finale nationale (cette année : à Toulouse)
- parmi les prix :
 - participation à des concours internationaux (EUCYS)
 - visites de laboratoires



Olympiades Internationales

Sciences à l'École

Pilotage de la participation française aux Olympiades Internationales de Chimie, Géosciences et Physique

Résultats 2017 :

- Chimie : 4 médailles de bronze
- Géosciences : trois médailles d'argent et une médaille de bronze en individuel ; trois médailles d'or et deux médailles d'argent par équipes
- Physique : une médaille d'or, une médaille d'argent, deux médailles de bronze et une mention honorable



Présentation « Sciences à l'École » PAF Académie de Versailles

Sciences à l'École

1. Présentation générale
2. Activités didactiques
3. Concours nationaux et internationaux
4. Plans d'équipement
5. « COSMOS à l'École »

Des partenariats avec des établissements de pointe

Sciences à l'École



ASTRO
MÉTÉO
SISMOS COSMOS
EXPERTS
GÉNOME

Près de **300** établissements équipés en matériel scientifique de pointe, et encore plus d'enseignants formés



Toujours un temps d'avance



Un schéma identique pour les 6 thématiques

Sciences à l'École



Transit de Vénus, stage OHP,
6 juin 2012
Crédits : Jean Strajnic

- Partenariat avec des organismes de recherche ou des établissements publics à vocation scientifique
- Prêt de matériel scientifique didactique de pointe aux établissements scolaires
- Sélection des candidats par un comité scientifique (chercheurs, enseignants et inspecteurs de l'éducation nationale)
- Stages de formation puis de retour sur expérience des enseignants porteurs de projets

Des cadres institutionnels divers

Sciences à l'École

- Les ateliers scientifiques et techniques
- Les clubs au sein des établissements
- Dans l'emploi du temps des élèves :
 - programmes d'enseignement disciplinaire
 - enseignements d'exploration de seconde
 - Exemple : MPS, partie « *Science et vision du monde : voir l'infiniment grand, voir l'infiniment petit* »
 - accompagnement personnalisé de seconde ou 1^{re}
 - enseignements pratiques interdisciplinaires de collège
 - travaux personnels encadrés de 1^{re}
 - projets innovants ou expérimentaux, classes à projets

Un réseau à l'échelle nationale

Sciences à l'École

- Échanges d'informations : liste de discussion et forum
- Mise à disposition d'un fonds documentaire : site web
- Mutualisation d'expériences et de productions pédagogiques
- Échanges ou prêts de matériel sur bassin



Présentation « Sciences à l'École »
PAF Académie de Versailles

Sciences à l'École

- 1. Présentation générale**
- 2. Activités didactiques**
- 3. Concours nationaux et internationaux**
- 4. Plans d'équipement**
- 5. « COSMOS à l'École »**

Plan d'équipement « COSMOS à l'école »

Sciences à l'École

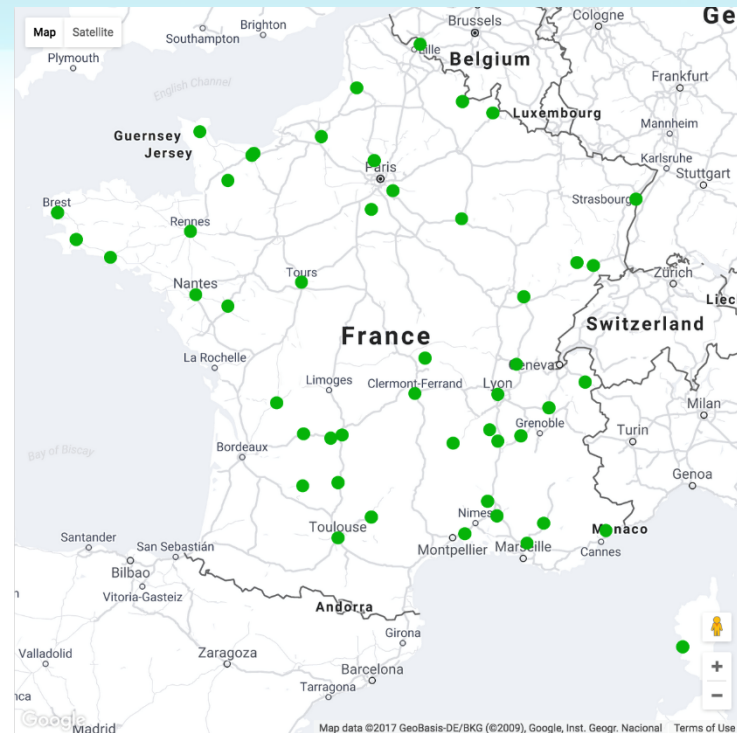
- Prêt aux établissements de **détecteurs de muons cosmiques** développés par Jose BUSTO (Centre de Physique des Particules de Marseille)
- Partenariat avec l'IN2P3, le CPPM et le CERN



Le réseau « COSMOS »

Sciences à l'École

- 45 équipements
- 23 académies
- 1900 élèves concernés
- Plan créé en 2009
- Dernière vague d'équipement en juin 2017
(15 lots supplémentaires)



REUNION

La physique de « COSMOS à l'école »

Sciences à l'École

Étude de particules venant du cosmos : les rayons cosmiques

Composition du rayonnement cosmique primaire :

- 87% protons
- 12% noyaux atomiques
 - rayonnement ionisant
 - essentiellement de l'hélium
- 1% électrons

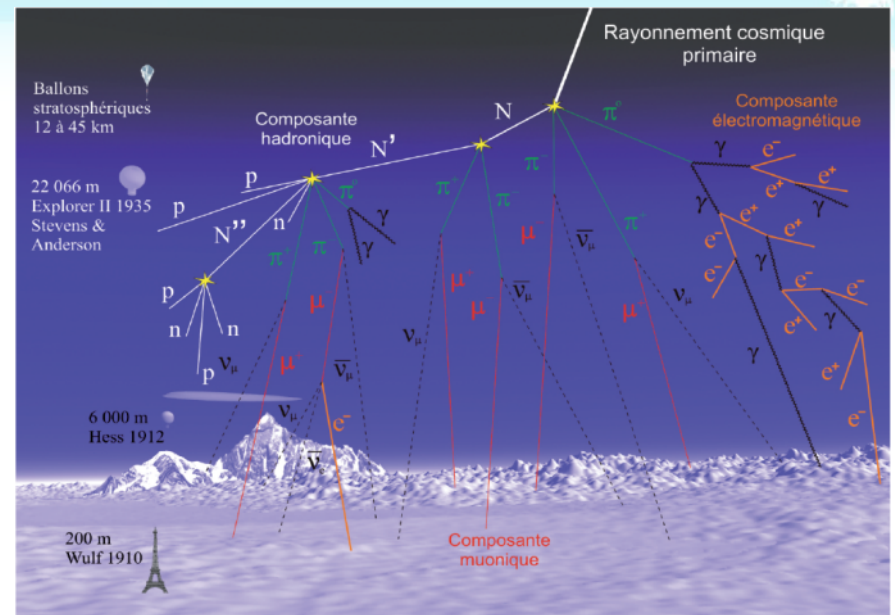


Figure 1 : Gerbe cosmique.

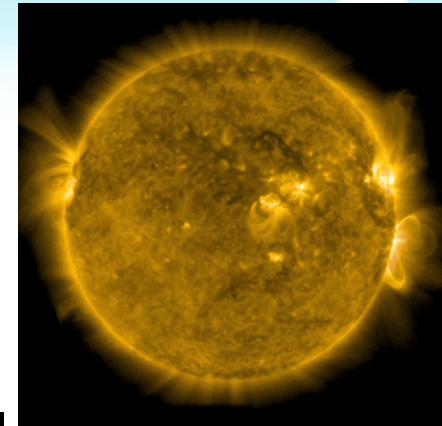
→ Uniquement des particules stables (issues d'un long parcours)

Origine du rayonnement cosmique primaire

Sciences à l'École

- Soleil : lié à l'activité magnétique solaire
 - Éruptions solaires
 - Protons et noyaux relativistes
 - Énergies entre 10 et 100 MeV
- Supernovae :
 - Accélération par les champs magnétiques de la supernova
 - Énergies jusqu'à 1 TeV

Eruption solaire observée
par la NASA (SDO)
le 10 septembre 2017



Supernova Monocerotis,
observée en février 2004
par le Hubble Space
Telescope

Au niveau du détecteur

Sciences à l'École

- Le rayonnement cosmique primaire interagit avec la haute atmosphère (stratosphère, entre 10 et 50 km d'altitude)
- Création d'une gerbe cosmique
- Détection au sol de **muons** issus de cette gerbe

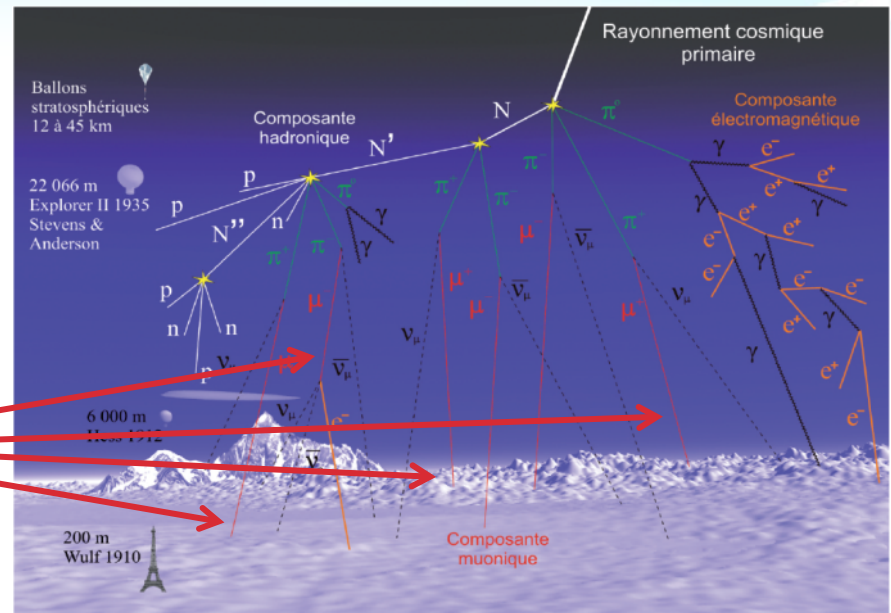


Figure 1 : Gerbe cosmique.

Le cosmodétecteur – « roue cosmique »

Sciences à l'École

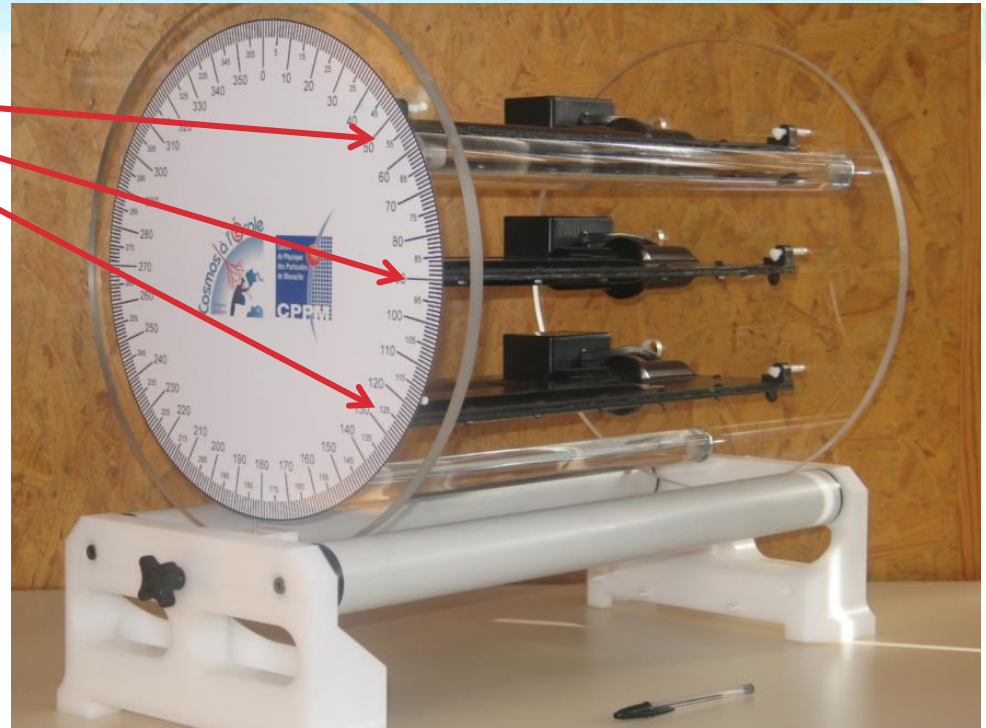
Il contient 3 plaques,



Le cosmodétecteur – « roue cosmique »

Sciences à l'École

Il contient 3 plaques,

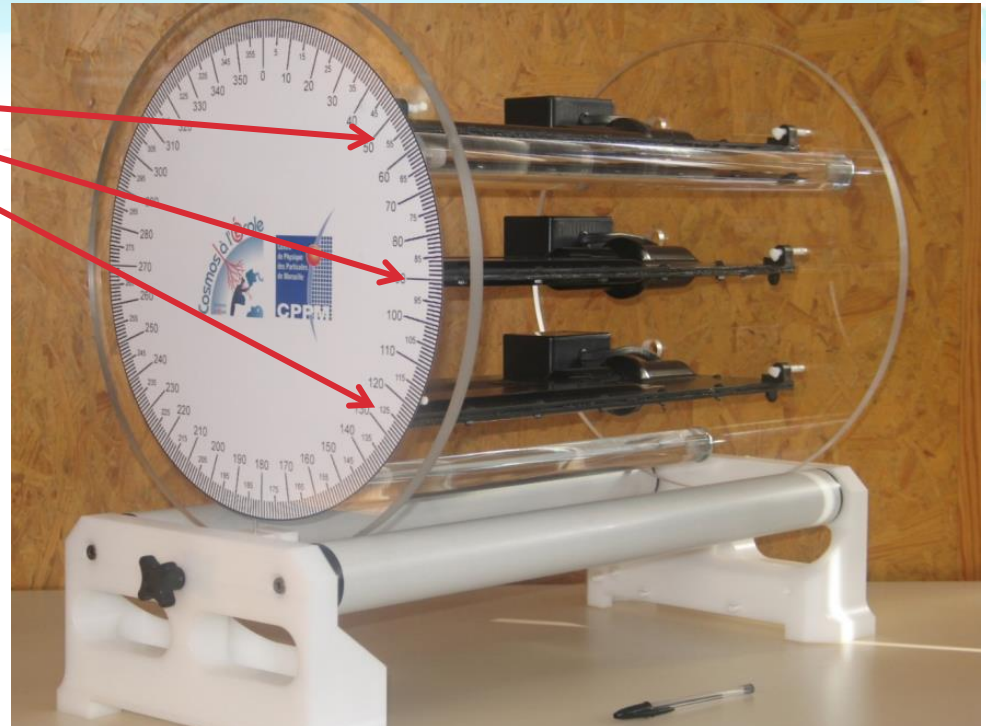


Le cosmodétecteur – « roue cosmique »

Sciences à l'École

Il contient 3 plaques, chacune constituée de :

- une raquette de scintillateur, détectant le passage de muons
- un photomultiplicateur (PM), amplifiant le signal détecté par le scintillateur

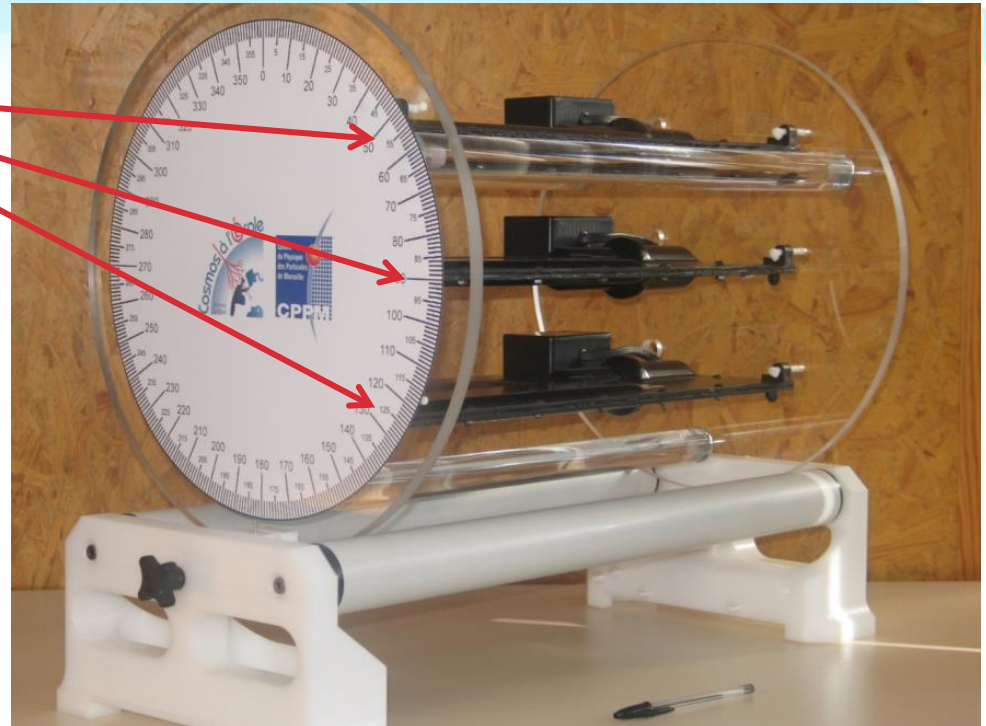


Le cosmodétecteur – « roue cosmique »

Sciences à l'École

Il contient 3 plaques, chacune constituée de :

- une raquette de scintillateur, détectant le passage de muons
- un photomultiplicateur (PM), amplifiant le signal détecté par le scintillateur



Le signal analogique en sortie de PM est ensuite numérisé et filtré (discrimination des signaux inférieurs à un seuil fixé par l'expérimentateur)

Le cosmodétecteur – « roue cosmique »

Sciences à l'École

- Un programme d'acquisition des données calibrées
- Deux scintillateurs supplémentaires pour la durée de vie du muon et l'effet Cerenkov



Fonctionnement du scintillateur

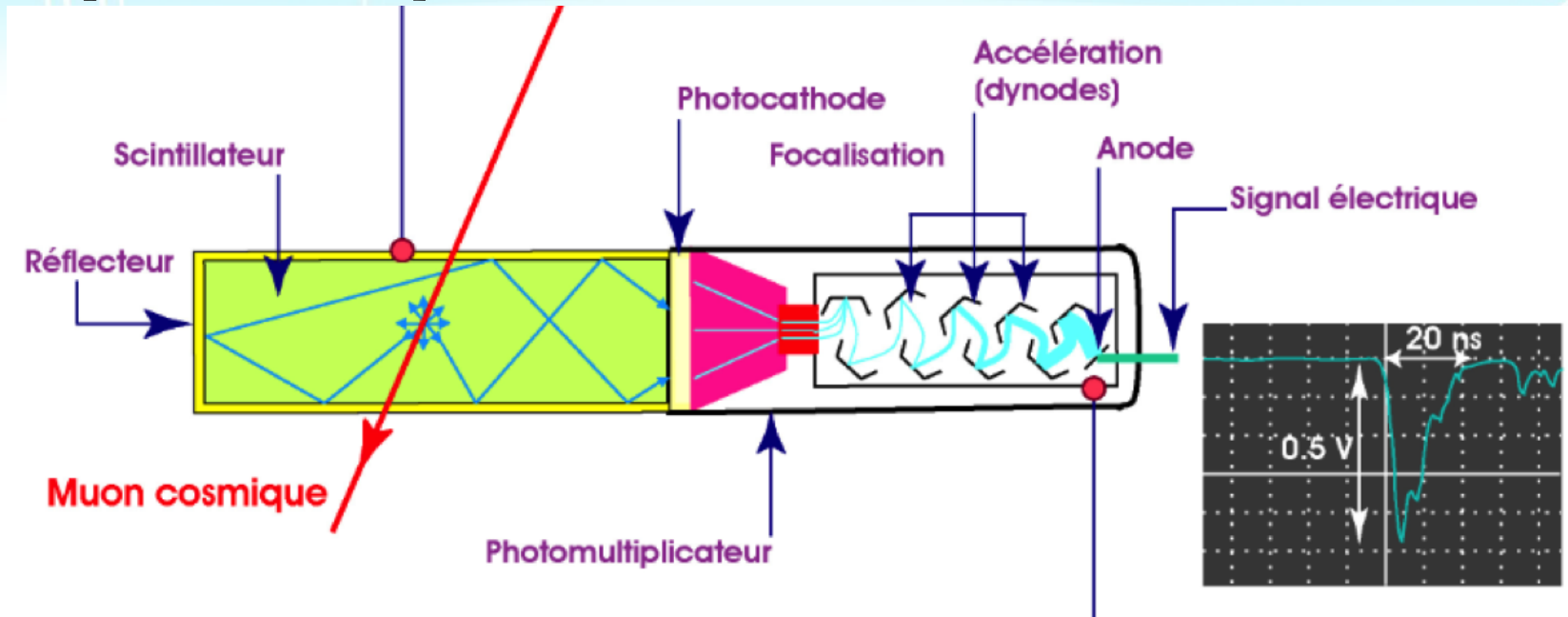
Sciences à l'École

- En général, milieu solide transparent
 - organique (plastiques, comme ici)
 - inorganique (cristaux de NaI(Tl))
- Susceptible d'émettre des rayonnements de fluorescence et de phosphorescence (selon le type de matériau), après excitation par une particule chargée
 - Ici, un muon $\mu \pm$
 - Plus généralement, un électron ou n'importe quelle autre particule chargée
- Cas de la roue cosmique : principalement fluorescence
 - Molécules excitées par passage d'un muon (électrons π des liaisons carbone-carbone)
 - Désexcitation rapide de ces molécules par émission d'un photon \rightarrow généralement spectre large dans l'U.V.

Amplification du signal lumineux

Sciences à l'École

- photons issus de la désexcitation des molécules → réfléchis vers photocathode qui les convertit en électrons



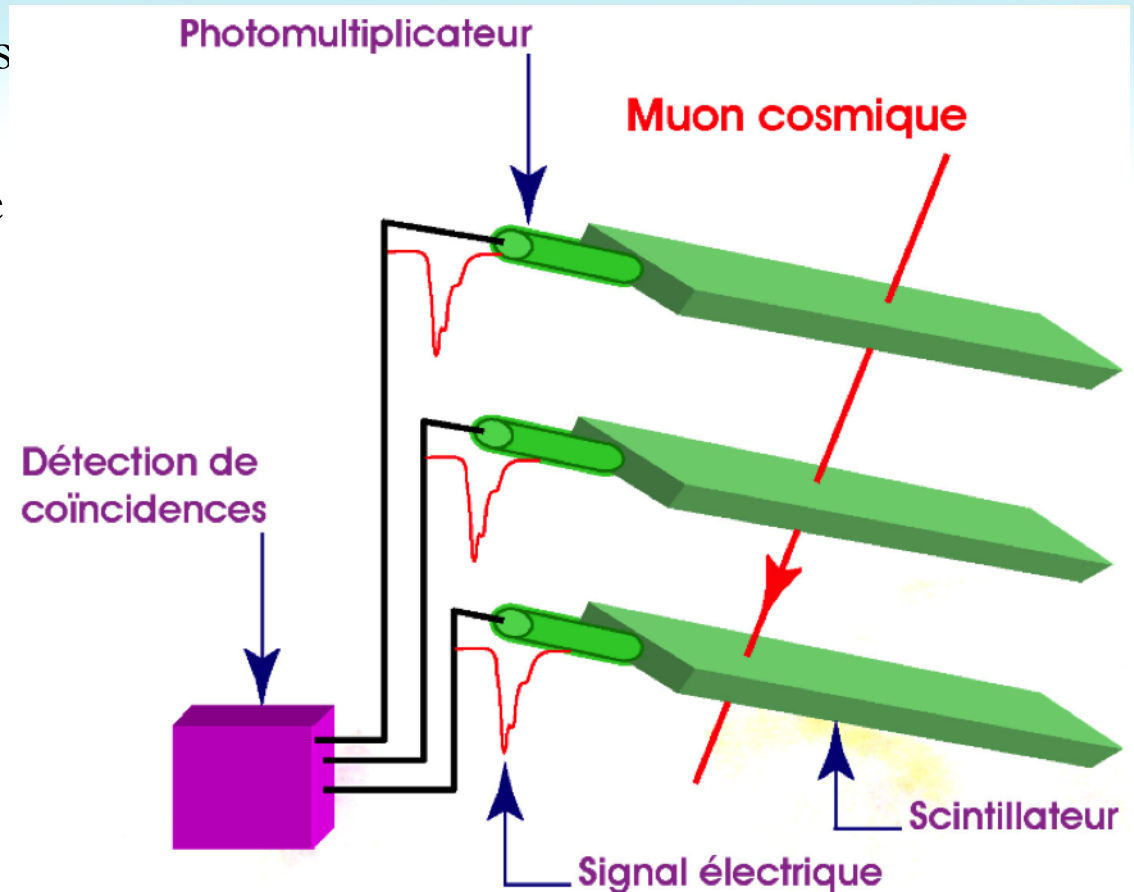
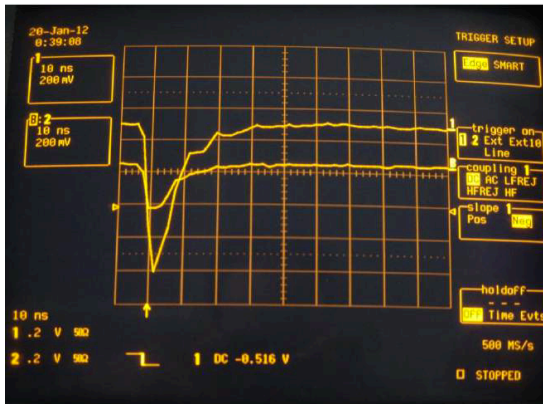
- Intensité du courant : environ 10^{-14} A
- Electrons accélérés (tension 2 kV) et multipliés à chaque dynode

Détection en coïncidence

Sciences à l'École

Un muon traverse les trois scintillateurs

→ détection synchronisée sur les 3 PM, critère de discrimination des vrais événements



Chaîne de détection



Sciences à l'École

- un scintillateur qui réagit au passage d'une particule en émettant un signal lumineux,
- un photomultiplicateur, qui transforme ce signal lumineux en impulsion électrique,
- un module « discriminateur » qui sélectionne et transforme ces impulsions en signaux calibrés standardisés,
- un module de coïncidence qui sélectionne les signaux calibrés arrivant en même temps de plusieurs sources.

Facteurs d'influence



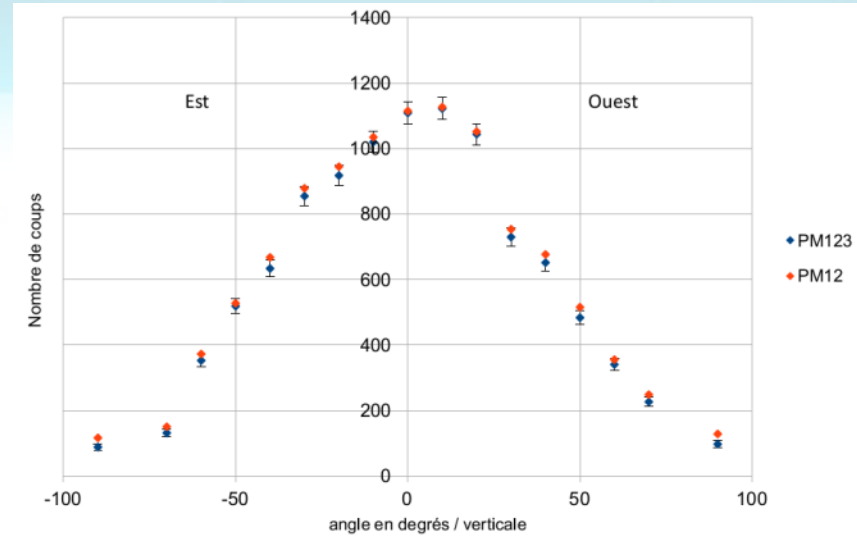
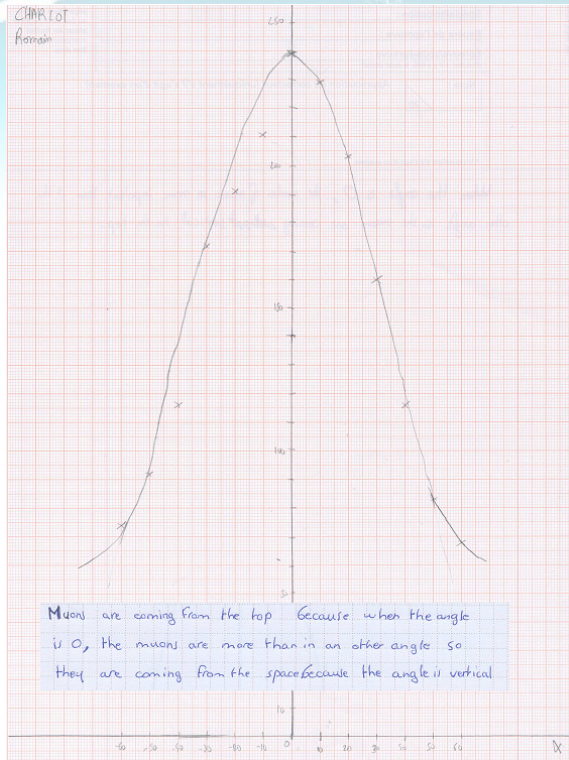
Sciences à l'École

Tout ce qui peut modifier le flux de particules :

- Couverture nuageuse
- Murs
- Orientation de la roue
- Altitude
- Radioactivité ambiante
- (latitude)

Exemple d'activités pédagogiques : direction d'observation

Sciences à l'école



Observation de la dissymétrie due à la présence d'un bâtiment

Mesure de la direction
incidente des muons

Lycée Follereau, Besançon

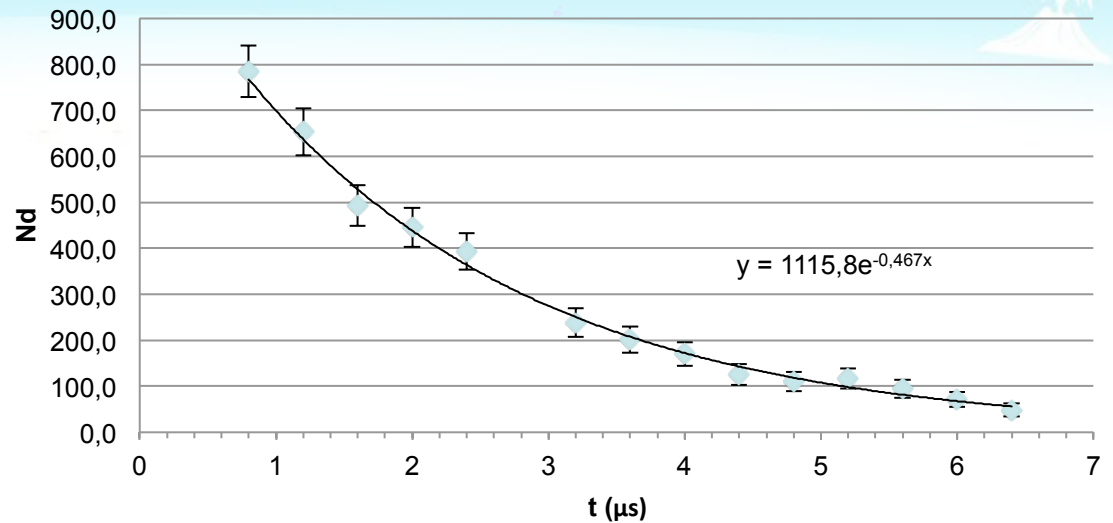
Exemple d'activités pédagogiques durée de vie du muon

Sciences à l'École

Activité développée par
l'enseignant pour les élèves
abondant :

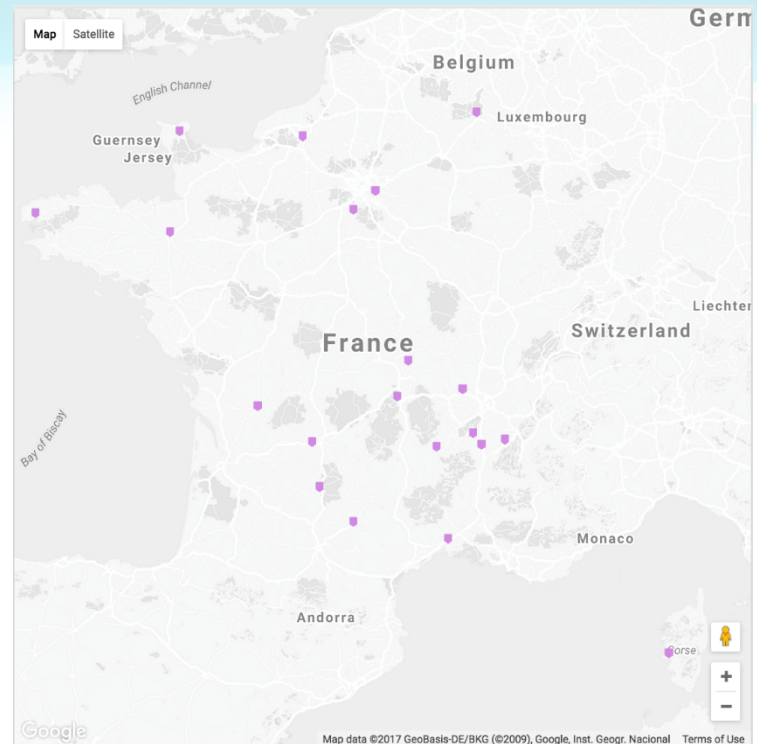
- L'appareillage
- La prise de données
- Les incertitudes de mesure
- La modélisation
- La mesure du temps propre et son interprétation en relativité (cf. programme de TS)

Nombre de muons désintégrés
par intervalle de temps de 0,4 μ s



Exemple d'activités pédagogiques mesure collaborative – Fête de la Science

- 21 cosmodétecteurs impliqués sur les 45 du réseau
 - protocole commun, même date
 - mise en commun des données
 - en cours d'exploitation commune
- Occasion d'échanger avec les collègues, de motiver les élèves
- Préparation pour une participation à l'International Cosmic Day



La Réunion

Autres activités du réseau « COSMOS »

Sciences à l'École

- Construction de chambre à brouillard
- Développement de ressources : fiches de TP, descriptif du matériel pour les élèves, les collègues
- Visite de laboratoire, du CERN, participation au Masterclasses
- Restitutions d'élèves sous forme de présentation à partir de vidéos et photos d'expériences (Antares, Auger...)
- Développement d'une animation avec les élèves
- Stages de formation (lors des vagues d'équipement) et de retour sur expérience

Une collaboration avec d'autres projets e-PERON

Sciences à l'École

- 12 détecteurs en place et en fonction au sommet du Pic du Midi de Bigorre
- Interface utilisable actuellement par les enseignants et étudiants du supérieur (exploitation de données brutes, TP de plusieurs heures)
- Pour le secondaire : nécessité de concevoir des protocoles accessibles en 1,5 ou 2h / prévoir les prétraitements

→ à venir dans les prochains mois

accessible même sans cosmodétecteur dans l'établissement



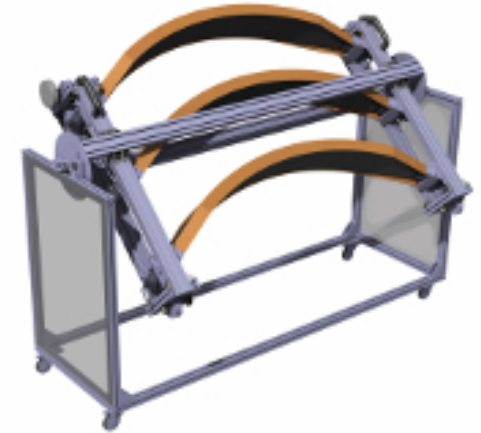
Crédit : Cyrille Baudouin
e-PERON / OCEVU

Une collaboration avec d'autres projets

Muoscope

Sciences à l'École

- Projet LPC Caen / GANIL
- Lauréat du concours Têtes chercheuses 2015
 - Deux cosmodétecteurs type « Cosmos à l'école »
 - Une grande roue cosmique
- Objectifs :
 - expliciter les techniques de détection des particules subatomiques
 - rendre l'ensemble des données acquises par les cosmodétecteurs du réseau accessibles en ligne
 - utiliser l'art pour mettre en relief la détection de muons



Crédit : Amélie Delaunay



Sciences à l'École

Merci de votre attention

Des questions ?

Sciences à l'École

