



Sciences à l'École

Sciences à l'École



« COSMOS à l'École »

Plan académique de formation
2017

Sciences à l'École



COSMOS à l'École

En partenariat avec l'IN2P3, le CPPM et le CERN

Président du comité : Antoine Letessier-Selvon (IN2P3)





Sciences à l'École

En Bref

COSMOS à l'École

COSMOS à l'École

- 46 établissements partageant 30 cosmodétecteurs
- 18 académies
- 1700 élèves impliqués





Sciences à l'École

La physique des rayons cosmiques



Sciences à l'École

La physique de Cosmos à l'École

Etude de particules venant du cosmos : les rayons cosmiques

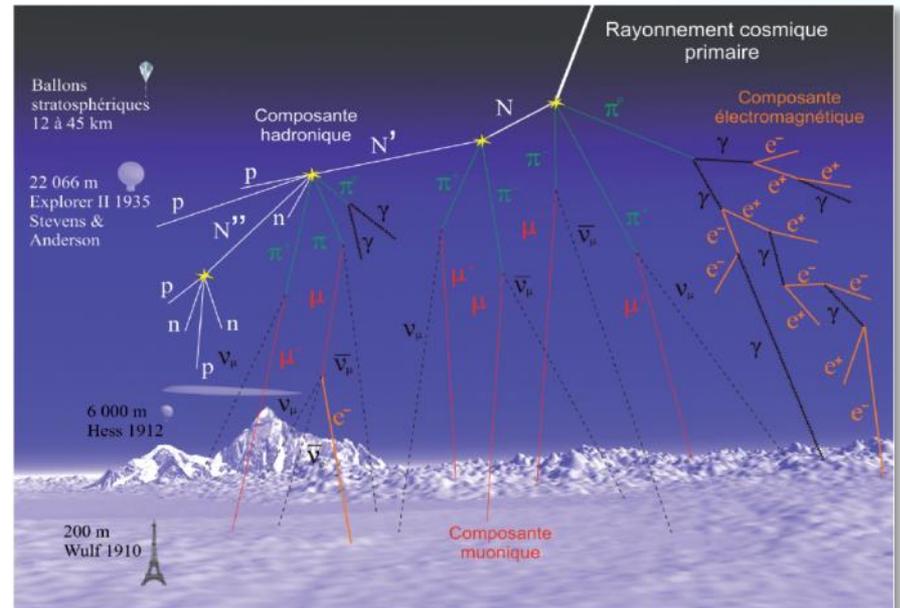


Figure 1 : Gerbe cosmique.



Sciences à l'École

La physique de Cosmos à l'École

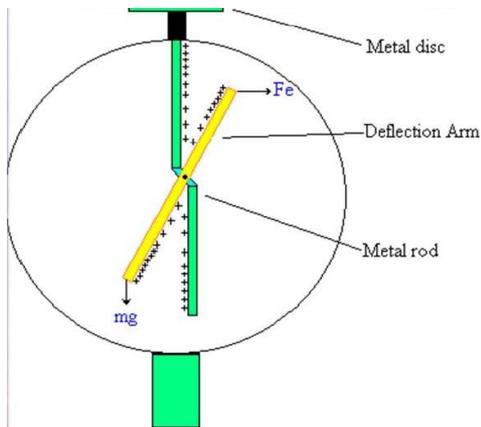
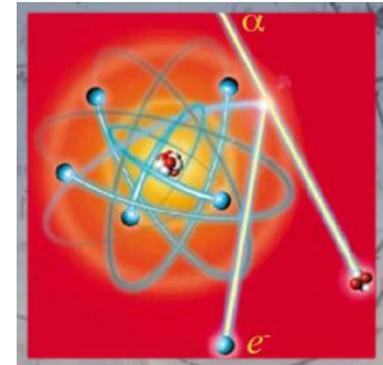


Figure 1: Electroscopie



- Décharge d'un électroscope isolé
- Radioactivité naturelle de la terre ?
- Rayonnement d'origine extra terrestre ?



Sciences à l'École

La physique de Cosmos à l'École

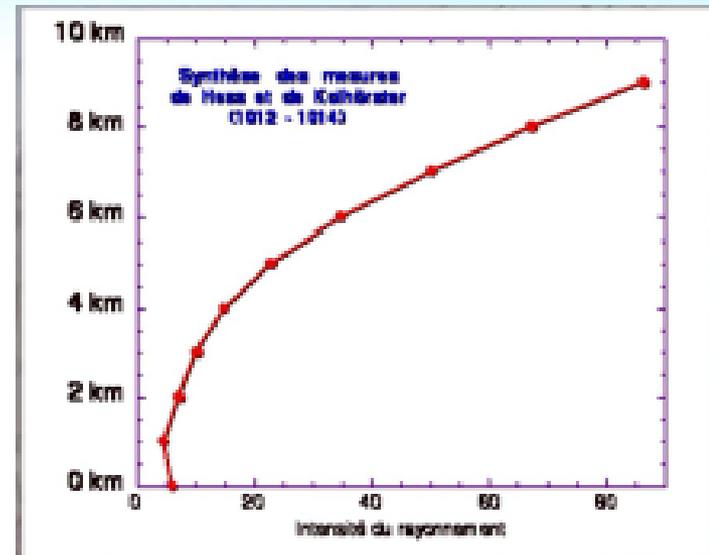


1910 : le père Wolf monte sur la tour Eiffel avec ses électroscopes



Sciences à l'École

La physique de Cosmos à l'École



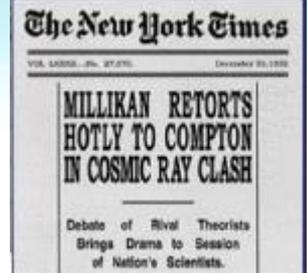
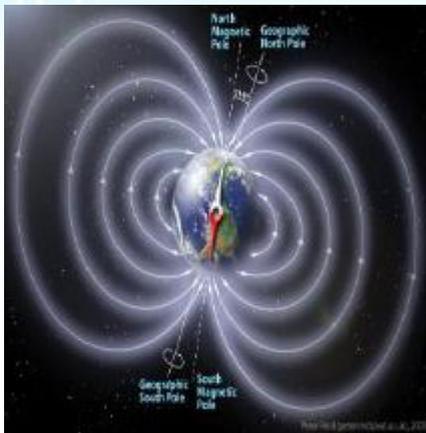
1912 : Victor Hess monte en ballon - Ionisation est deux fois plus importante à 5350 m

Donc origine très probablement extra terrestre



Sciences à l'École

La physique de Cosmos à l'École

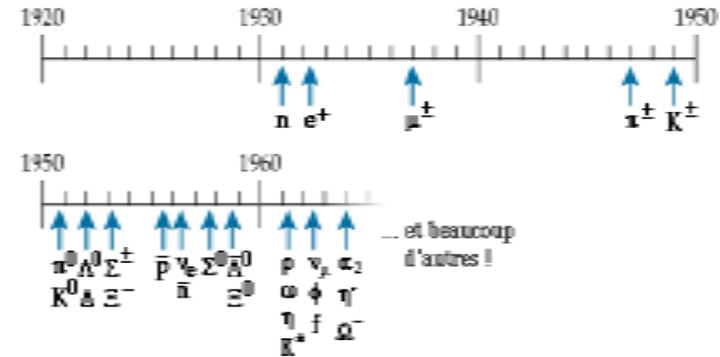
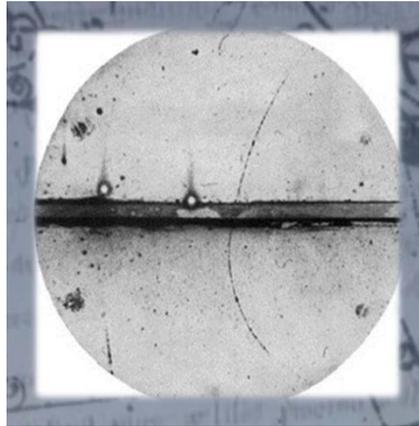
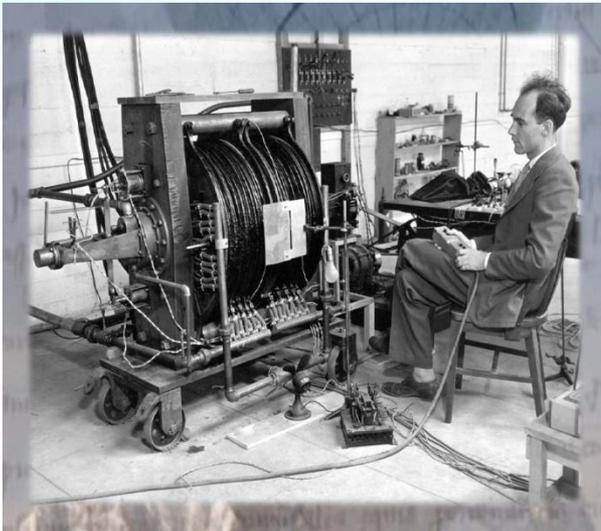


- **Débat entre Milikan et Compton**
- **Compton envoie une soixantaine de chercheurs dans le monde pour vérifier que ces particules sont bien chargées**



Sciences à l'École

La physique de Cosmos à l'École

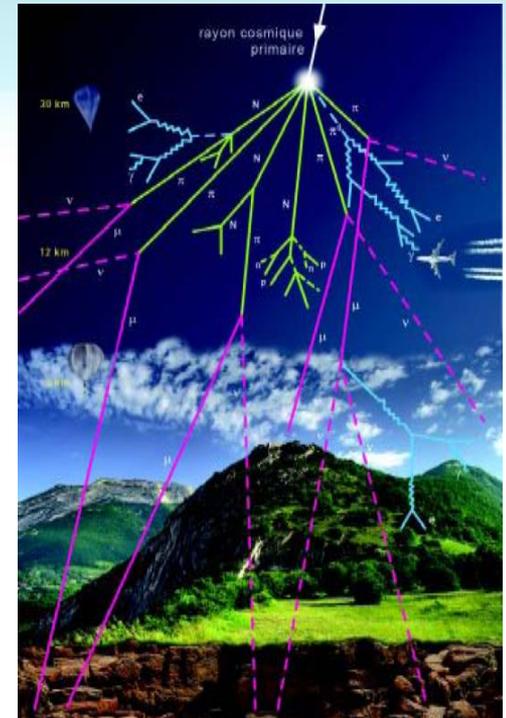


- 1932 : découverte du positron (anti électron) par Carl Anderson, prédit par Dirac en 1931 : découverte de l'anti matière
- Expériences installées en montagne : de nombreuses particules sont découvertes



Sciences à l'École

La physique de Cosmos à l'École

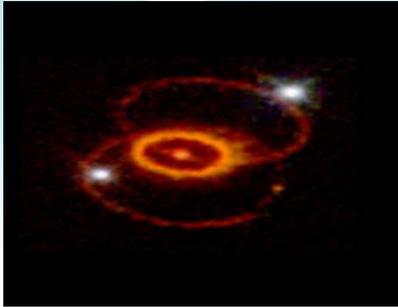


- 1938 : découverte d'une pluie céleste : un rayon énergétique pénètre dans l'atmosphère terrestre
- Réaction en chaîne = gerbes atmosphériques



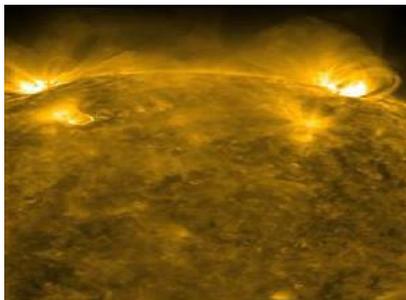
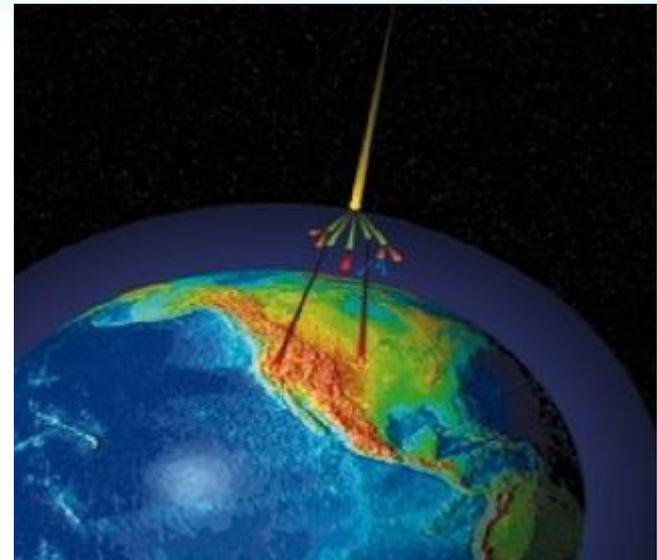
Sciences à l'École

La physique de Cosmos à l'École



- des e^\pm , μ^\pm , p , n , ν ... créés dans l'atmosphère
- Particule chargée la plus abondante au niveau de la mer : μ^\pm
- en moyenne $1 \mu/\text{cm}^2/\text{mn}$

Vous êtes traversés par des milliers de rayons cosmiques chaque heure!



La physique de Cosmos à l'École

Etude de particules venant du cosmos : les rayons cosmiques

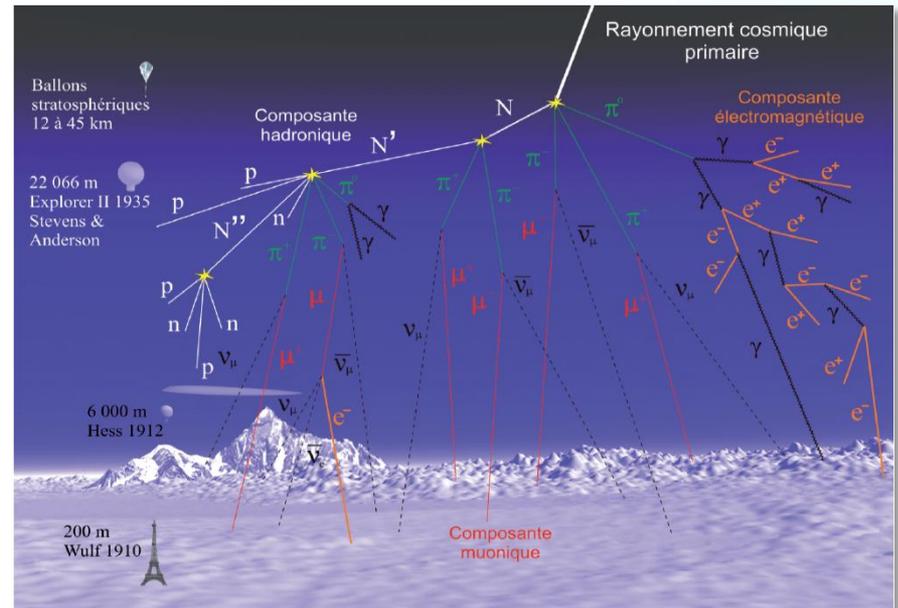


Figure 1 : Gerbe cosmique.

Pour en savoir plus : exposition le mystère des rayons cosmiques (IN2P3)



Sciences à l'École

Le cosmodétecteur

Le cosmodétecteur

Configuration du type «
roue cosmique» développée par J. Busto
(CPPM)

Il est composé de :

- 3 photomultiplicateurs,
- Un boîtier électronique
- Un programme d'acquisition des données calibrées
- Deux scintillateurs sont fournis : durée de vie du muon et effet Cerenkov





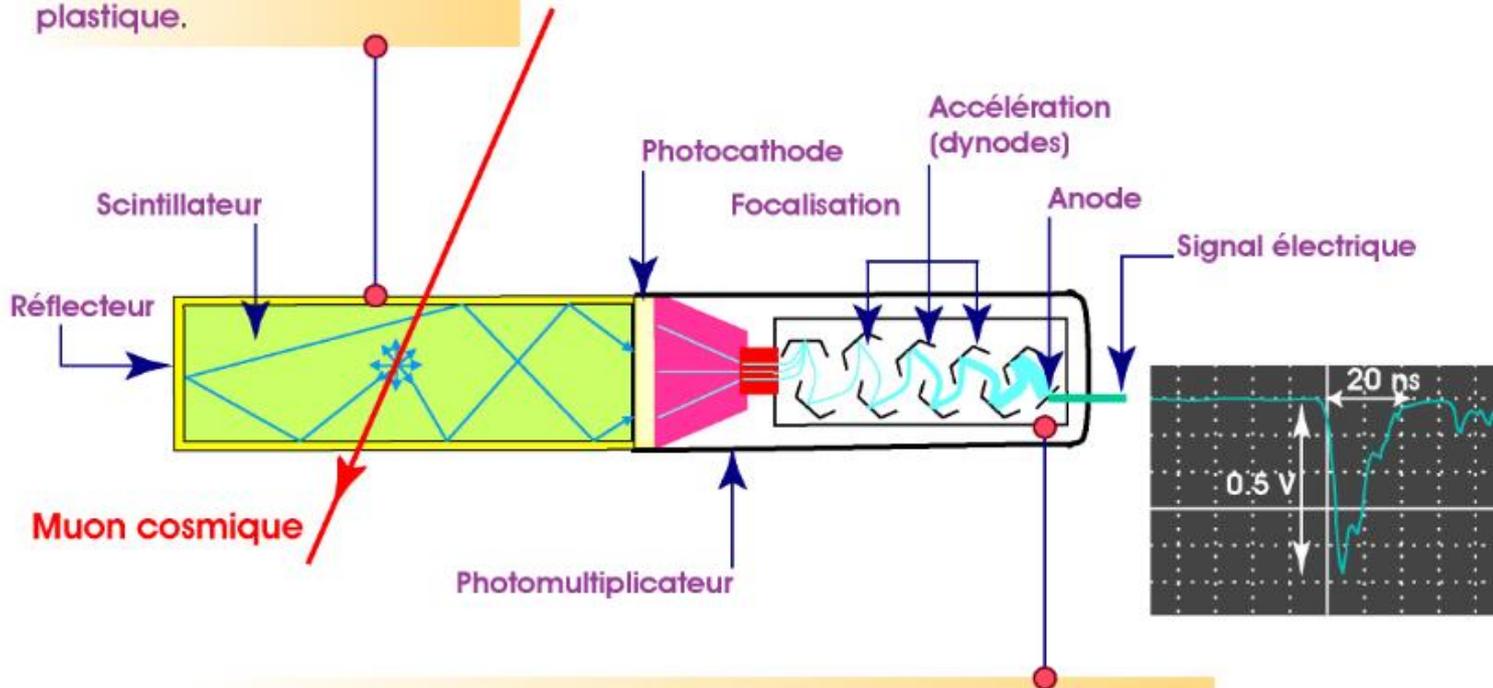
Sciences à l'École

Le cosmodétecteur



Comment détecter un muon ?

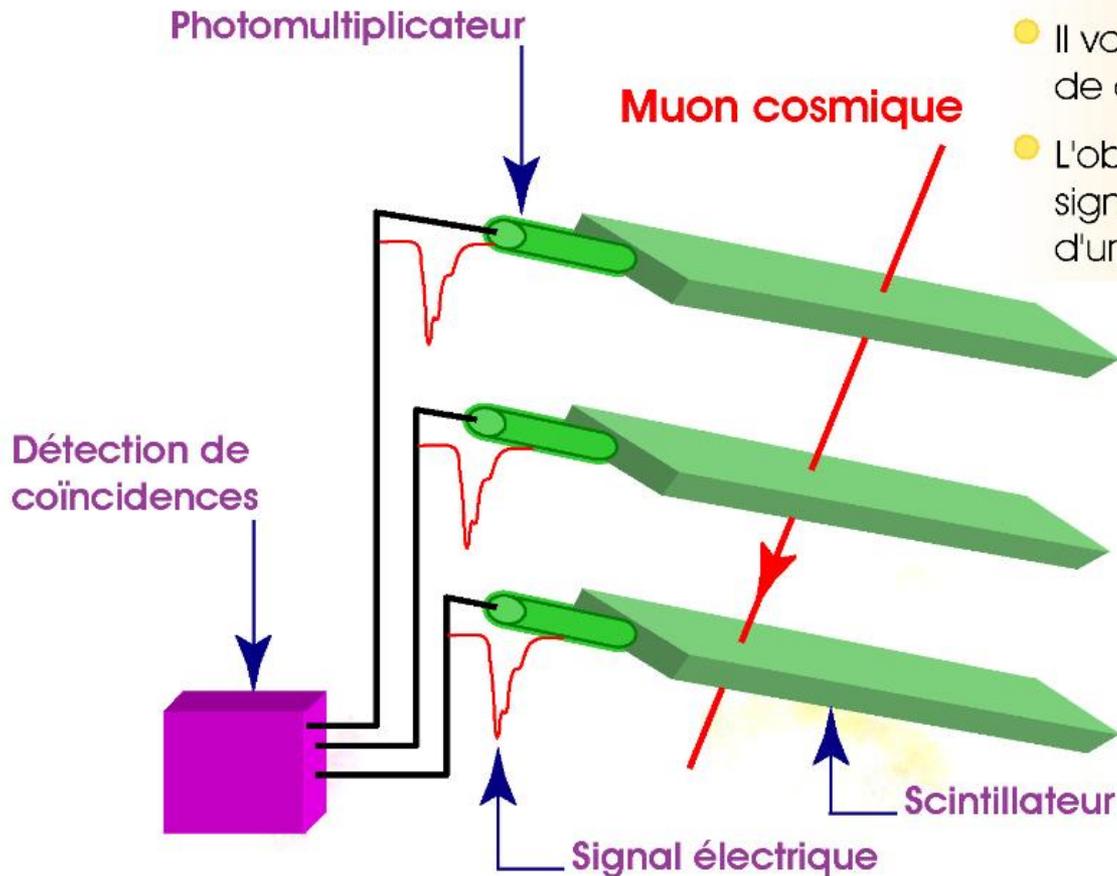
- Les muons sont détectés par la lumière qu'ils induisent dans des lattes de **scintillateur plastique**.



- 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 :

- Selon sa direction, un muon cosmique va traverser les trois scintillateurs.
- Il va créer un signal électrique à la sortie de chaque photomultiplicateur.
- L'observation simultanée de ces trois signaux permet de signer le passage d'un muon cosmique.





The background features a dark blue night sky with white constellations. Various scientific icons are scattered across the sky, including a telescope, a microscope, a DNA double helix, a dinosaur, a planet, a volcano, a tree, and a chemical structure. The chemical structure is a Fischer projection of an amino acid: $\begin{array}{c} R-CH-COOH \\ | \\ NH_2 \end{array}$. In the center, the logo 'SÆ' is displayed in white, with the 'Æ' being a stylized symbol. Below the logo, the text 'Sciences à l'École' is written in white, with the 'É' highlighted in red.

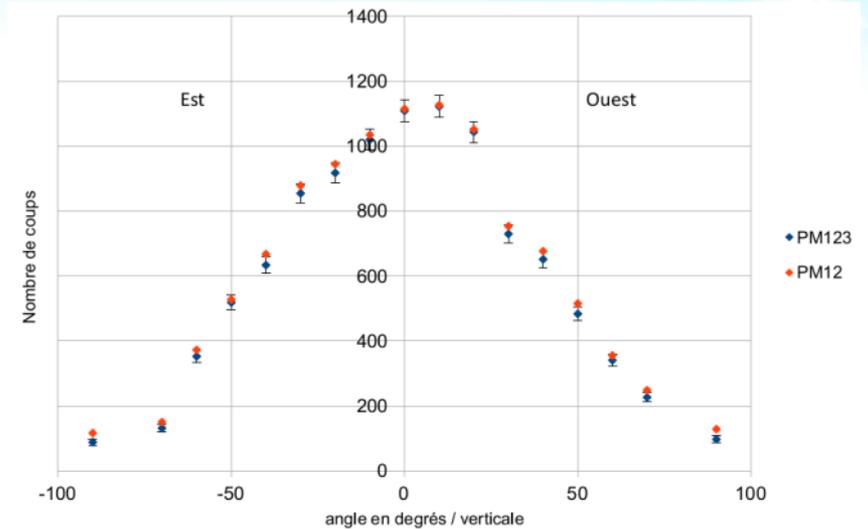
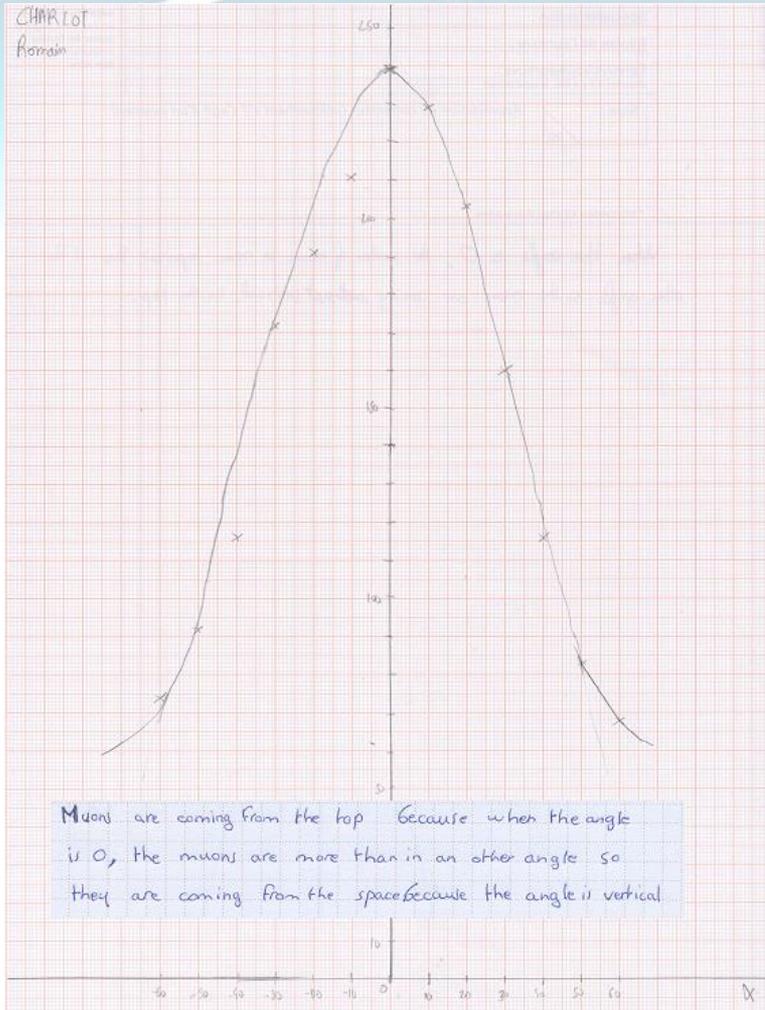
Sciences à l'École

Les activités en classe

En classe

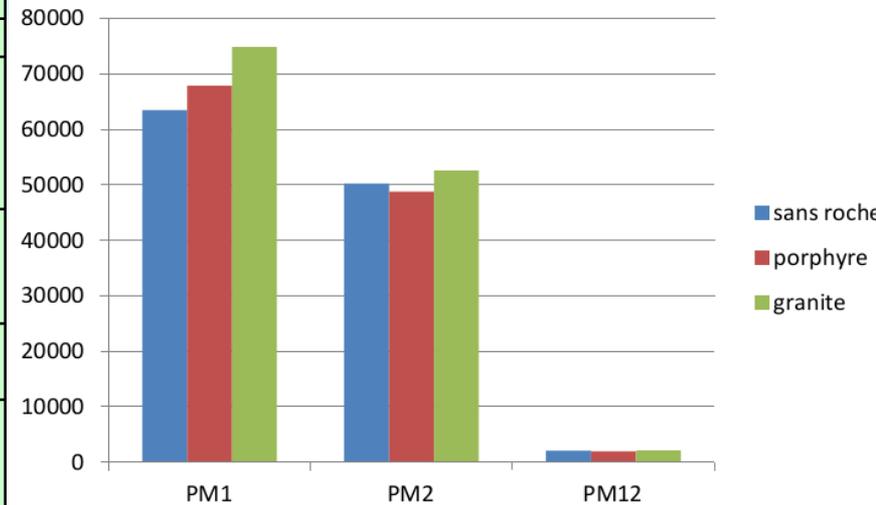
- Distribution angulaire de muons
- Temps de vie du muon
- Mise en évidence de la radioactivité
- Effet Cerenkov pour trouver la direction des muons
- Gerbes de particules
- Calibration
- Discrimination
- Coïncidences





Dissymétrie due à la présence d'un bâtiment

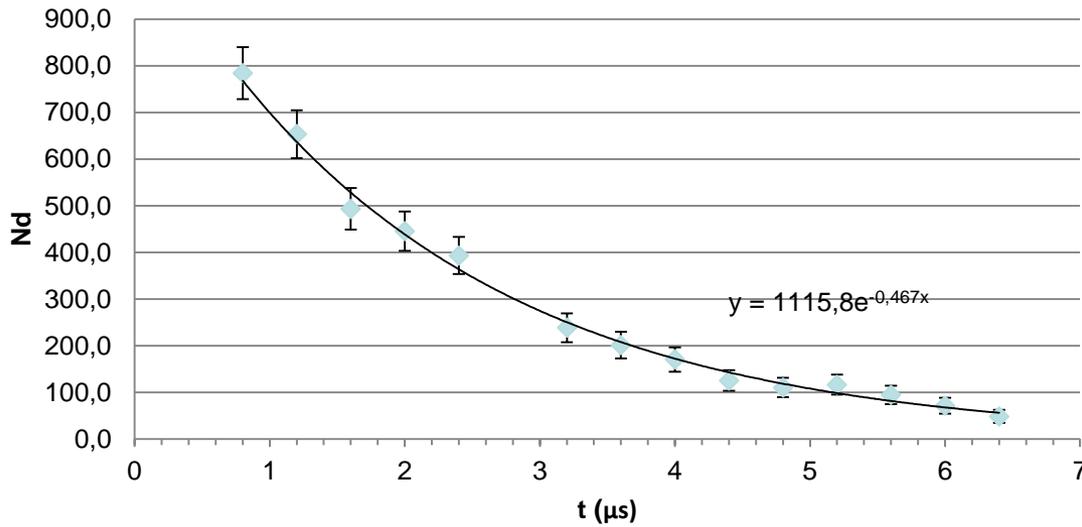
Matériau	Conditions	PM1 seul Nbre de détections	Détections PM1+PM2 en coïncidence
Rien		1898	657
Une roche du Limousin ramenée de Bessines (?)	Posée sur PM1 sans rien	14 989	716
Idem	Posée sur 5 écrans de plomb du CRAB	8619	702
Potasse solide	Dans un bécher posé sur PM1	1970	648
Echantillon de Césium 131 du CRAB	Posé sur PM1 sans rien	2078	707
2 Roches de granit, empruntées au labo de SVT, origine inconnue.	Posées sur PM1 sans rien, l'une après l'autre (pas en même temps)	1943	706
		1849	627



Différentes réponses en fonction des roches

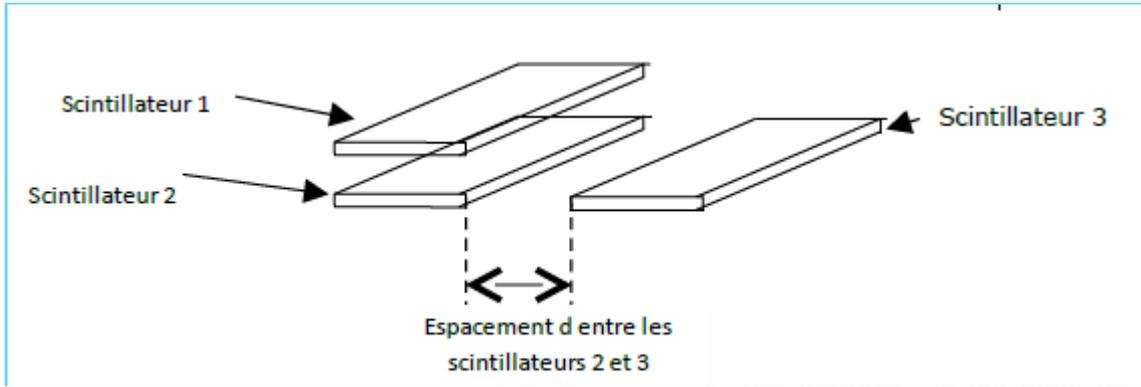
Étude non présentée aux élèves mais recherche d'étalonnage en Bq

Nbre de muons désintégrés par intervalle de temps de $0,4 \mu\text{s}$



Activité développée par l'enseignant pour les élèves expliquant :

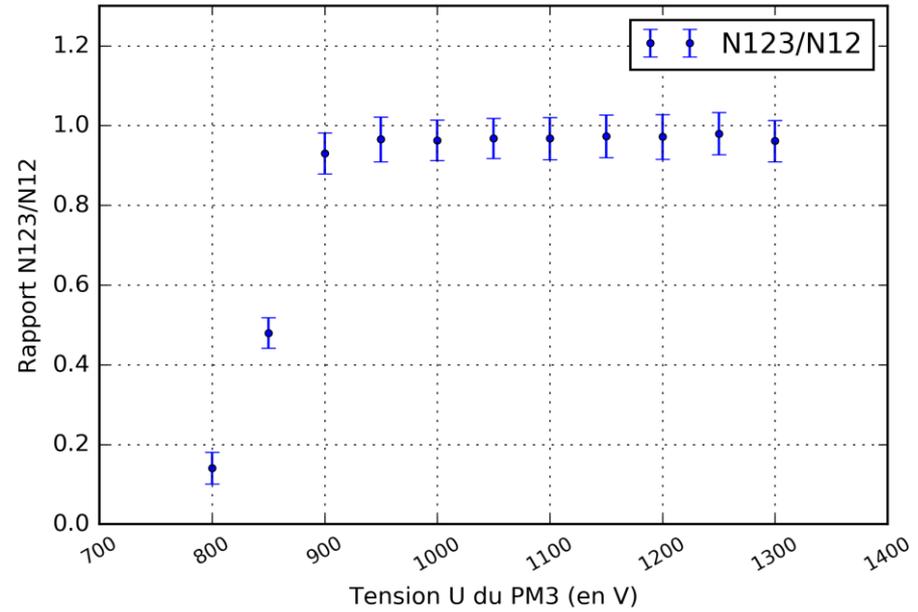
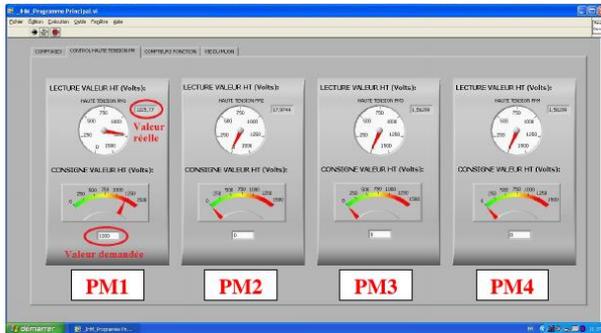
- L'appareillage
- La prise de données
- Les erreurs
- La modélisation
- La mesure du temps propre et son interprétation en relativité



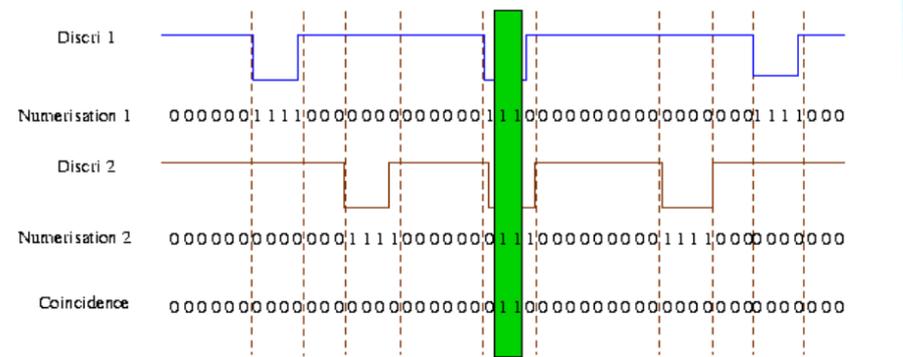
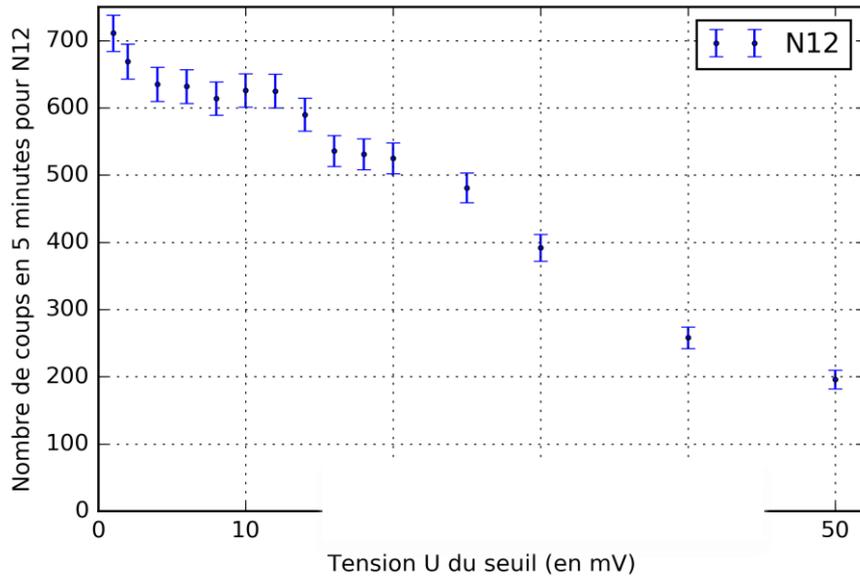
Calibration

Configuration

- PM1
- PM3
- PM2



Discrimination



Configuration

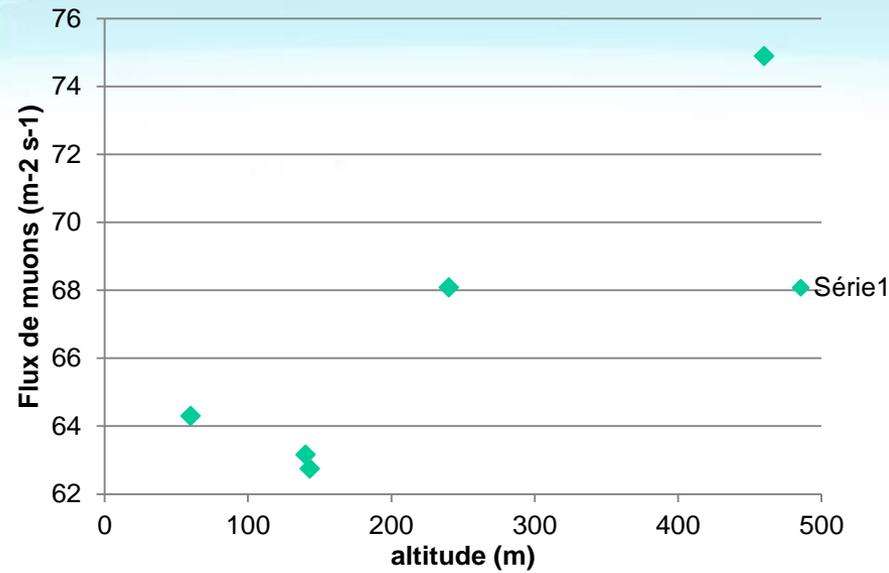
- PM1
- PM2





Une mesure en réseau





altitude (m)	Flux de muons (m-2s-1)	lycee
143	62,75	Rudloff, Strasbourg
240	68,09	Perrier, Tulle
60	64,3	Einstein, Bagnols
140	63,16	Déodat, Toulouse
460	74,9	Cassin, Tarare



COSMOS à l'École



Appel à candidatures en cours, jusqu'au 27 février!