



Lycée Pierre Lagourgue



Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture



Ecoles
associées
de l'UNESCO



RÉGION ACADÉMIQUE
LA RÉUNION

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Lycée Pierre Lagourgue au **Tampon**

*Les particules,
de l'infiniment petit à l'infiniment grand*



Elaboration d'une nouvelle règle pour le jeu de « quark poker » - 2016/2017



« Quark UNO »

Dans le cadre d'un projet au sein du réseau des écoles associées de l'UNESCO (réSEAU), nous avons été contactés par une enseignante du Lycée Pierre Lagourgue (Le Tampon, ile de la Réunion).



De Novembre 2016 à Mai 2017 un groupe d'élèves de TS a consacré, une à deux fois par semaine, les 40' de la pause méridienne à une initiation à la physique des particules, à l'élaboration d'une nouvelle règle de jeu en utilisant le [paquet de cartes « Quark Poker »](#) et à la préparation d'un atelier pour la journée du « réSEAU », journée qui permet aux élèves d'apprendre autrement.



Si vous désirez tester le jeu, les règles conçues par les élèves sont disponibles sur [la page « Quark UNO »](#).

Partenariat :
Patrick ROUDEAU,
chercheur à l'IN2P3



Réalisation d'une gerbe cosmique en 3D - 2017/2018 (projet toujours en cours)

Objectifs :

- Travailler sur des projets interdisciplinaires en lien avec La physique des particules
- Travailler en étroite collaboration avec les enseignants de SI et le club robotique
- Décloisonner les matières scientifiques

LES RAYONS COSMIQUES

Élèves de seconde: SIJA Nirine | CEPEDE Paul | MEHAULE Amaury | HAGEN Kimvy

Élèves de terminale : HAGEN Marc | BERRICHON Adrien | DUCROS Roland

Qui sommes nous ?

Nous sommes des élèves de seconde et de terminale.

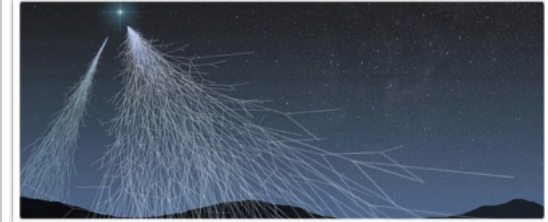
Environnement

Fréquence : deux fois par semaine pendant des séances d'une heure environ

Encadrement : Deux professeurs de physique et deux professeurs de SI.

Pourquoi le faire ?

Outre notre but explicatif, ce projet interdisciplinaire et inter-niveaux a d'autres intérêts. En effet, les élèves de secondes du groupes peuvent bénéficier de l'expertise de élèves de terminales de Science de l'Ingénieur et ainsi acquérir une certaine expérience pour leurs futurs travaux personnels encadrés. Quand aux terminales ils peuvent s'exercer à transmettre leurs connaissances et leurs expériences.



Notre but :

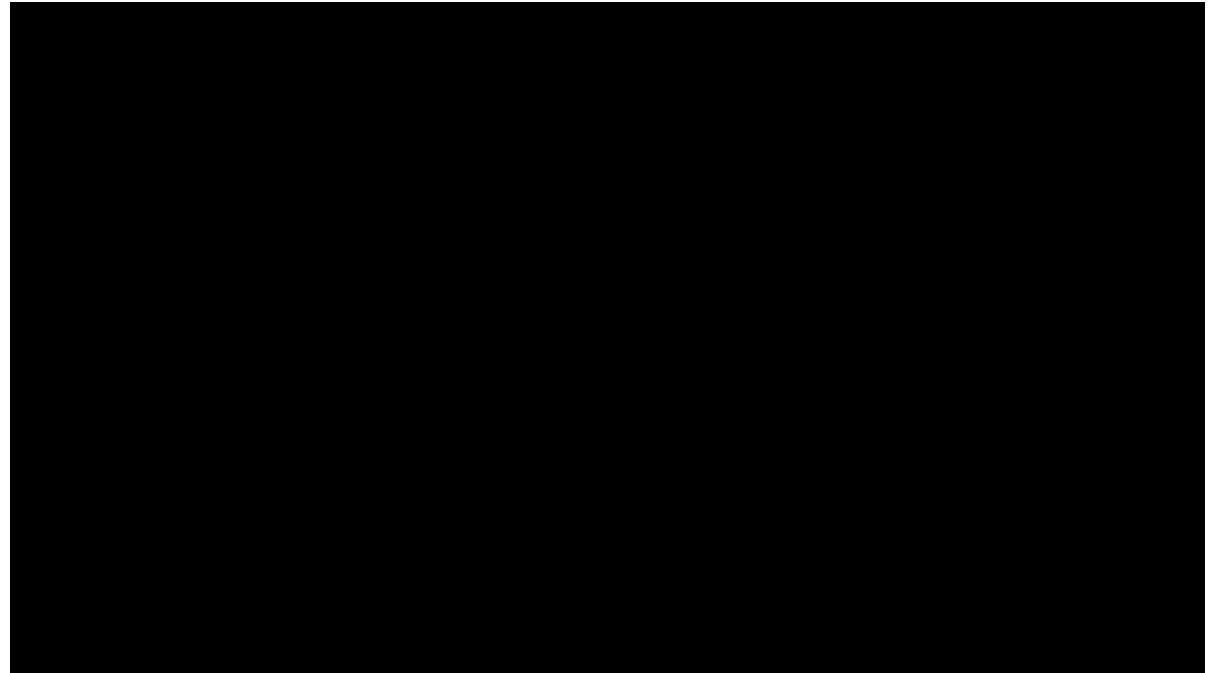
Notre projet consiste en la réalisation d'une maquette expliquant le cheminement des rayons cosmiques jusqu'au sol. Notre maquette en 3D et les explications qui l'accompagnent devraient permettre même aux non initiés d'appréhender le phénomène. Nous avons eu l'idée de représenter les particules à l'aide de DEL permettant ainsi de symboliser chaque type de particule à l'aide d'une couleur spécifique. Pour y arriver, nous allons mettre en place une maquette articulée composée de plusieurs tubes et de jointures imprimées en 3D dans lesquels nous disposerons le système d'éclairage DEL. Le tout étant piloté à l'aide d'Arduino.



Réalisation d'une vidéo - 2018/2019



Objectif : Préparer une vidéo en lien avec l'infiniment grand dans le cadre de la journée du réSEAU



Réaliser une tomographie muonique du Piton de la Fournaise, est-ce possible ? Depuis la rentrée scolaire 2018



Objectifs :

- Travailler sur la tomographie muonique
- Rencontrer des scientifiques
- Associer la SVT afin de décroisonner les matières scientifiques
- Faire une sortie géologique, historique et scientifique



M. GERSCHWITZ Rafael, enseignant de SVT,
a rejoint l'atelier en 2017



Origine du projet :

09/2018

ÉGYPTE

UNE CAVITÉ INCONNUE DÉCOUVERTE DANS LA PYRAMIDE DE KHÉOPS

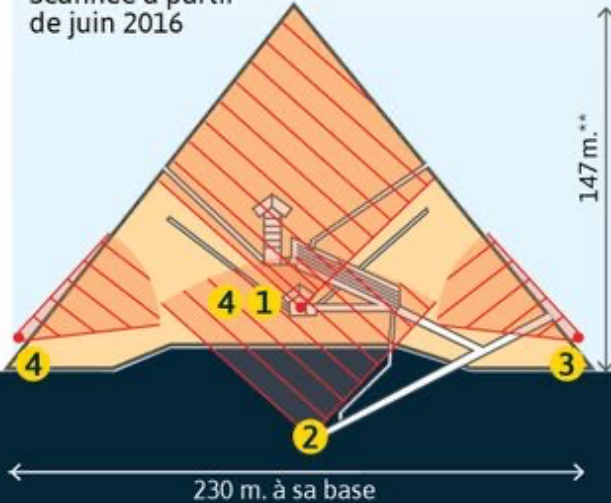
Comment la pyramide a-t-elle été scannée ?

Utilisation de plaques de 3,5 m² d'un double film sensible aux muons*. Le développement des films et la reconstitution de millions de trajets de muons permettent de découvrir des cavités inconnues.



La pyramide de Khéops

Scannée à partir de juin 2016



Muonographie (80 plaques à 3 endroits: chambre de la reine et niche de la chambre de la reine ①, chambre souterraine ②).

3 détecteurs de gaz électronique (un mois vers les cavités connues, puis vers zones sans cavité connue) ③

Scintillateur plastique électronique (dans la chambre de la reine) ④

Résultat

Une cavité d'au moins 30 mètres de long découverte



La muonographie a été réalisée à 3 reprises et par 3 instituts différents :

- l'université de Nagoya (Japon) ;
- le laboratoire japonais de recherches sur les particules, KEK ;
- et le CEA français.

Tous les 3 arrivent à la même conclusion sur l'existence d'une cavité de grande taille.

*particules (ou électrons lourds) « pleuvant » naturellement sur Terre et pénétrant toute matière.

**à l'origine, 139 m. aujourd'hui. Source: Scan Pyramids



<https://vimeo.com/143189512>

<http://www.scanpyramids.org/>





Philippe KOWALSKI, Directeur adjoint de l'observatoire volcanologique du Piton de la Fournaise

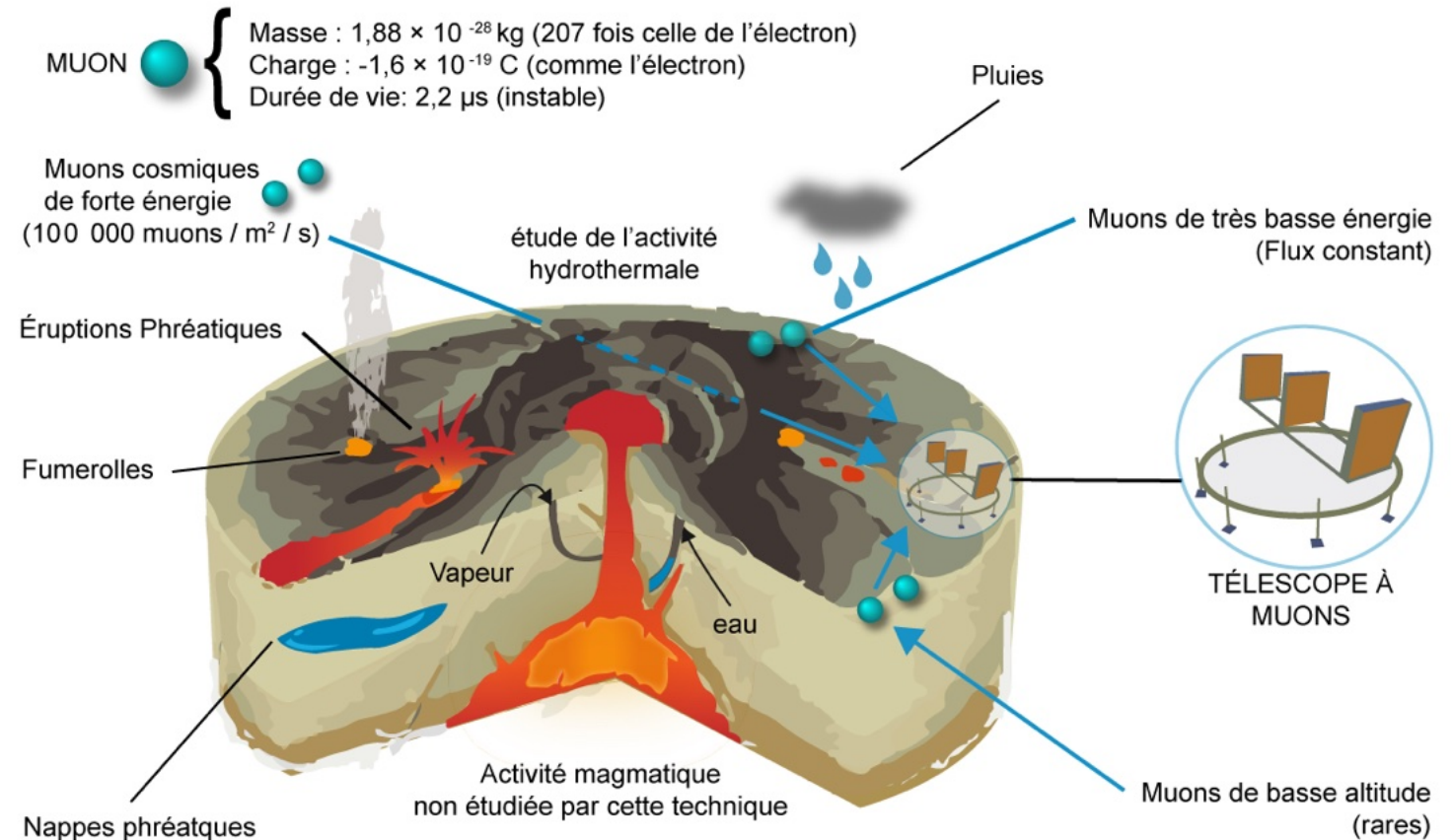
<https://www.ipgp.fr/>



Patrice HUET, directeur scientifique à la Cité du Volcan

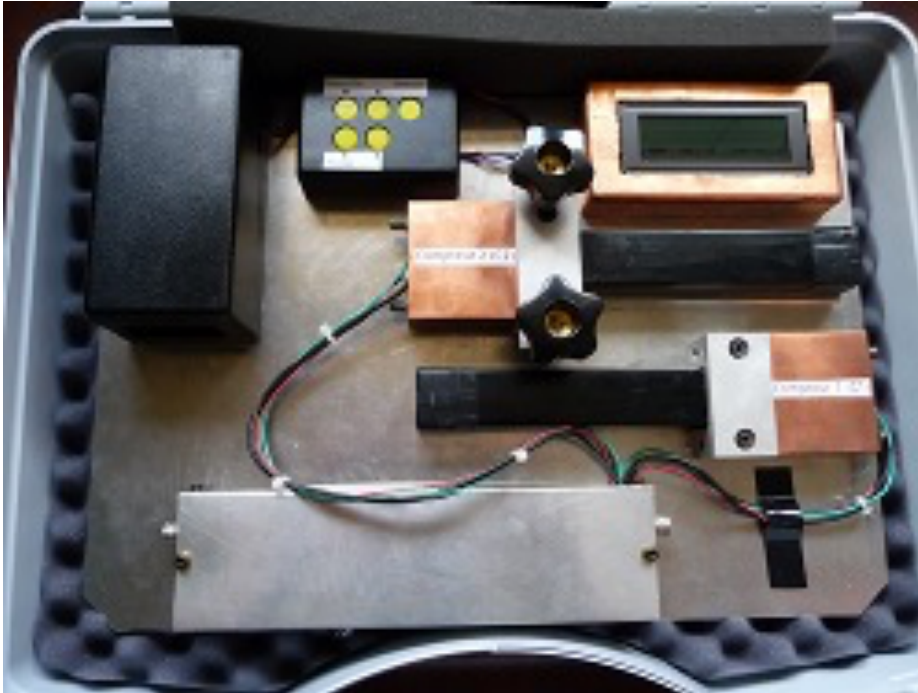
<https://globe-reporters.org/>

Les flux de muons dans la radiographie des volcans



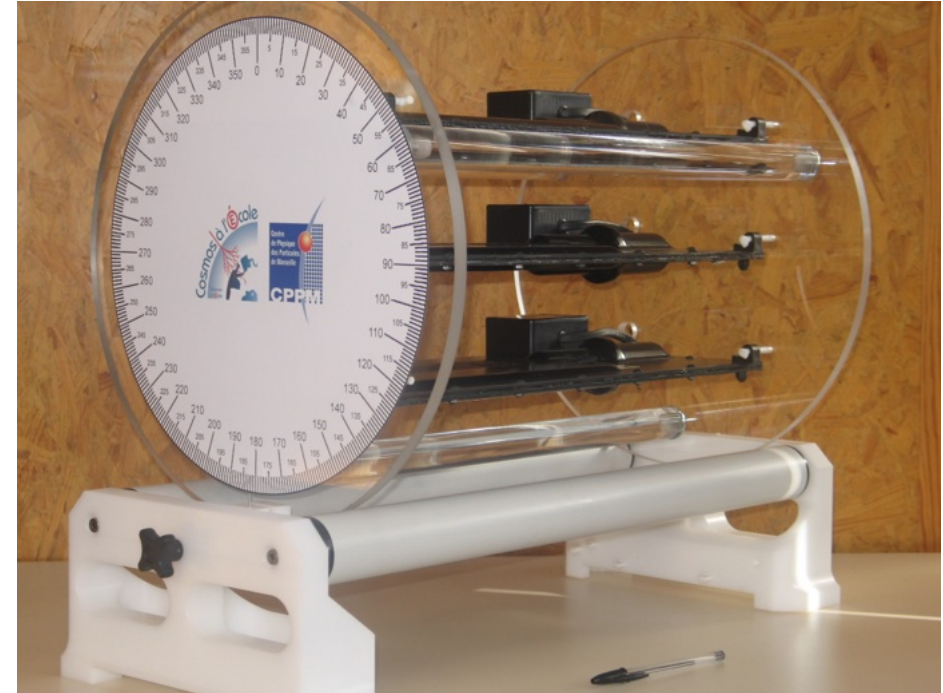
Travail sur la détection des muons cosmiques 2021/2022

Utilisation de télescopes à particules



COSMIX

prêté par Sciences à l'école en 2014
Fabriqué au CENBG sous la direction de
Benoît Lott et Denis Dumora



COSMODÉTECTEUR

prêté par Sciences à l'école en 2017
Fabriqué par le CPPM sous la direction de
José Busto



Détection des muons - tunnel de la Grande Chaloupe

15/04/2022



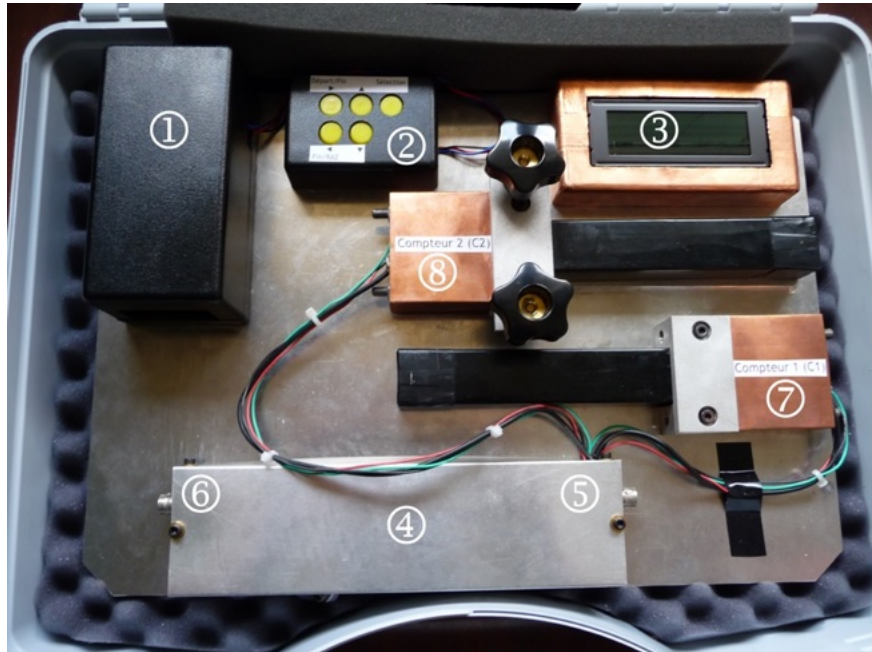
M. BARTHET historien du Ti train longtemps



Une sortie sportive, scientifique, historique et géologique



Objectif : Déterminer si la hauteur de roche
a une influence sur la quantité des muons détectés



Matthieu RENAUD, parrain de l'atelier,
astrophysicien, chercheur au
Laboratoire Univers et Particules de
Montpellier



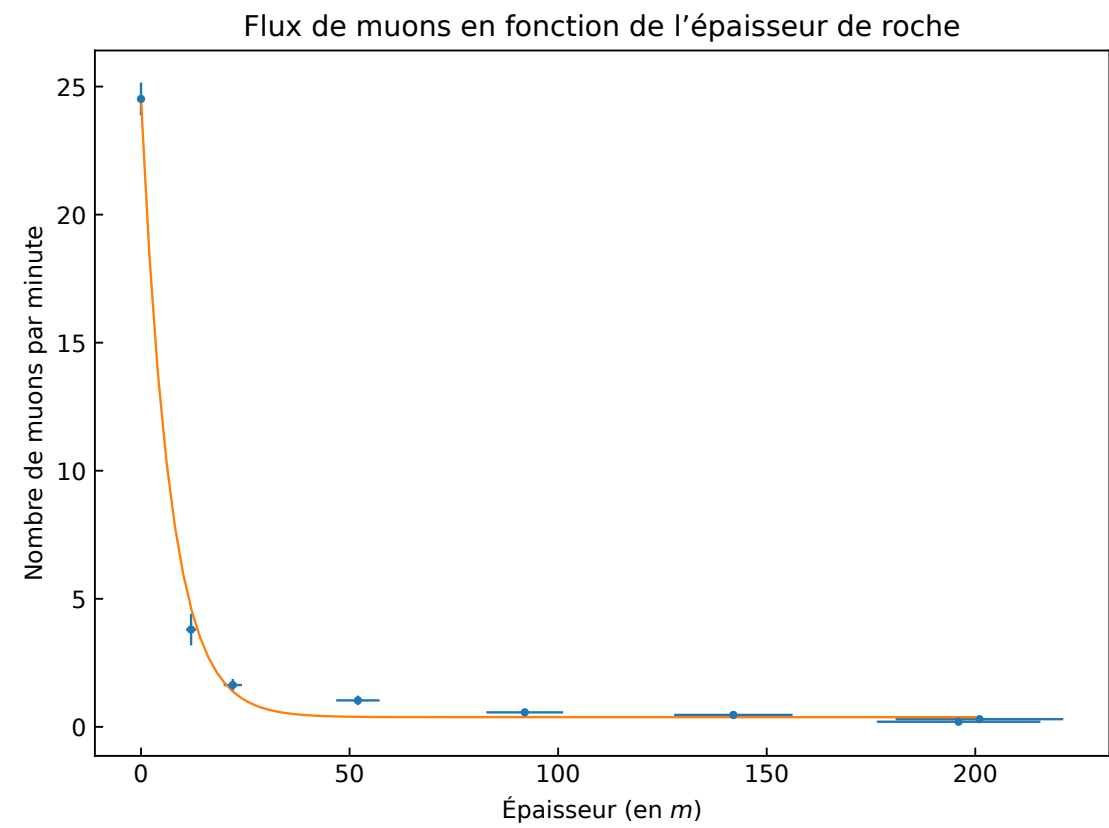


Tableau des épaisseurs estimées de la falaise le long de notre parcours

Distance par rapport à l'entrée (mètres)	Épaisseur (mètres) de falaise estimée au-dessus du tunnel (par rapport aux courbes de niveau de la carte IGN)	Durée de la mesure (minutes)	Nombre de muons détectés (N)
Extérieur (entrée du tunnel)	0	60	1471
20	12	10	38
40	22	30	49
100	52	30	31
160	92	30	17
240	142	30	14
360	196	30	6
460	201	30	9

} Bruit de fond

Les résultats ?

Traitement des données :
05/2022 à 11/2022



Réalisation d'une affiche

Éditée le 04/11/2022

ATELIER DES PARTICULES LYCÉE PIERRE LAGOURGUE

ATELIER DES DEUX INFINIS LYCÉE ROLAND GARROS

Cosmix sur les traces du « Ti train lontan » Au tunnel de la Grande Chaloupe



Présentation

Les mesures ont été réalisées le long des 500 premiers mètres du tunnel ferroviaire entre La Grande Chaloupe et La Possession, à partir de son entrée à La Grande Chaloupe.

Nous avons estimé notre position géographique à l'intérieur du tunnel à partir des données disponibles sur la carte IGN (courbes de niveau) ; des informations données par les courbes du tunnel, qui suivent celles de la falaise et de la boussole !

1

QU'EST-CE QU'UN MUON ?

C'est une particule élémentaire de charge électrique négative, instable

2

LE BUT ?

Mesurer l'absorption des muons par la roche

3

COMMENT LE DÉTECTE-ON ?

À l'aide d'un détecteur Cosmix de particules cosmiques



Bruno PAGANI
Astrophysicien
Professeur à Roland
Garros



M.Barthet



Localisation (D'après M.Barthet, association Ti Train Lontan)

(NB : Le tracé approximatif du tunnel est indiqué par les pointillés)



Une vue sur le Tunnel



Galeries de perçage

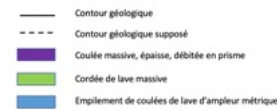
ATELIER DES PARTICULES

ATELIER DES DEUX INFINIS

Géologie du site

Sur ses 500 premiers mètres, le tunnel traverse une structure de falaise relativement « homogène » dominée par des superpositions de coulées de lave basaltiques à olivine, datant d'éruptions (-340 000 ans) du massif du Piton des Neiges.

(source : Stieltjes L. et Werstercamp D., BRGM, août 1980 : Etude géologique générale de la falaise de la route du littoral Saint-Denis - La Possession, ref : 80 REU 10)



Portion de la falaise où nous avons fait les mesures
(environ 450 mètres)

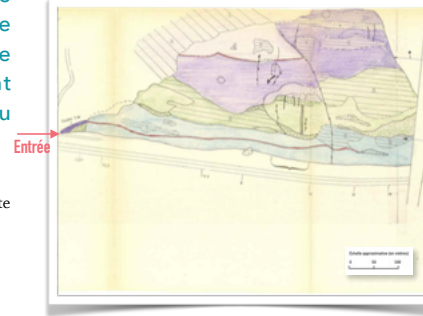


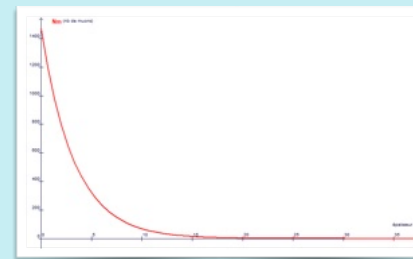
Tableau des épaisseurs estimées de la falaise le long de notre parcours

Distance par rapport à l'entrée (mètres)	Épaisseur (mètres) de falaise estimée au-dessus du tunnel (par rapport aux courbes de niveau de la carte IGN)	Durée de la mesure (minutes)	Nombre de muons détectés (N)
Extérieur (entrée du tunnel)	0	60	1471
20	12	10	38
40	22	30	49
100	52	30	31
160	92	30	17
240	142	30	14
360	196	30	6
460	201	30	9

} Bruit de fond

RÉSULTATS OBTENUS

Sur la courbe modélisée, on observe que plus la hauteur de roche est élevée, plus le nombre de muons détecté diminue. On en déduit donc que la roche absorbe les muons.



Objectif :
Réaliser un support de
communication
scientifique





Searching for muons in an old railway tunnel

Club des particules of Pierre Lagourgue high school and *Atelier des deux Infinis* of Roland Garros high school, Réunion Island

Who are you?

We are a group of students and passionate teachers from two neighboring high schools in the city of Le Tampon (the *Club des particules* of the Pierre Lagourgue high school, and the *Atelier des deux infinis* of the Roland Garros high school). From this collaboration was born a common state of mind : scientific mutual aid. This has allowed many people to meet around the same scientific interests and to learn even more. We carry out a wide variety of unusual scientific educational projects, mainly on cosmic rays and particles like muons.

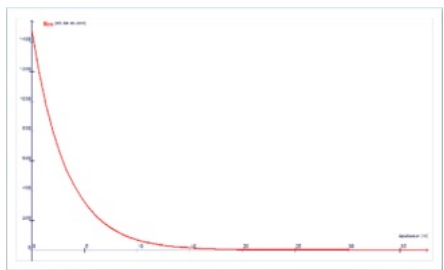
What have you done?

We used the Cosmix portable muon detector. In previous projects, Cosmix has made measurements as a function of altitude (carried on foot to the summit of the Piton des Neiges, the highest point on Reunion Island) and then as a function of latitude (carried on a ship from Reunion Island to a French Antarctic base). This time, we transported our muon detector to an old railway tunnel on the island, now disused. Our objective was to compare the detection of muons outside with that inside a rocky environment of increasing thickness.

The measurements were carried out along the first 500 m of the railway tunnel between La Grande Chaloupe and La Possession, starting from its entrance (at about 10 m above sea level) at La Grande Chaloupe. We estimated our geographical position inside the tunnel from the data available on a 1:5830 scale map (according to *Géoportail*, the national website for French territorial knowledge), and equipped with our compass! On this section, the tunnel crosses a cliff which thickens rapidly from sea level to reach 200 metres in altitude at its highest point. It has a fairly constant structure dominated by superimposed basaltic lava flows with olivine dating from eruptions of the Piton des Neiges massif 340,000 years ago. We made measurements in the tunnel at different distances from the entrance, each for a period of 30 minutes.

What did you find out?

With the help of the data we gathered in the tunnel we made the following graph :



On the abscissa we have the rock height, to say the amount of rocks muons had to get through and on the ordinate we have the amount of muons we measured. We see that the curve takes the form of an exponential decay, which means that the more rocks muons have to get through the less muons there is at the end.

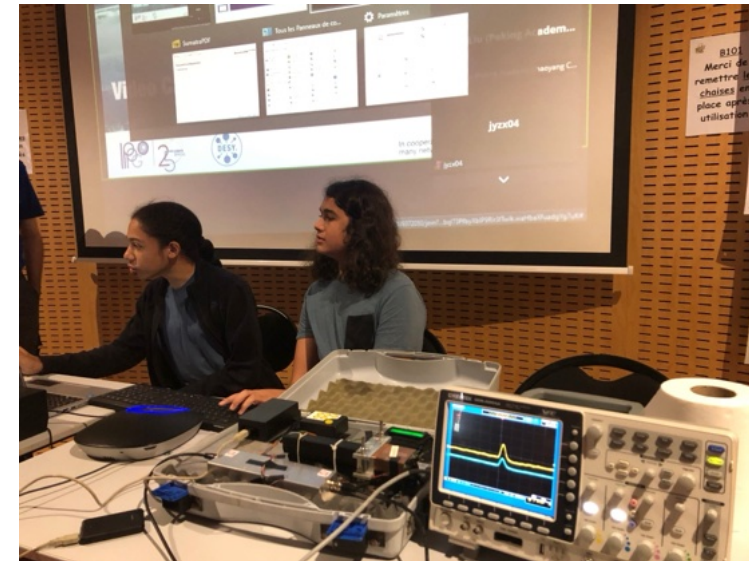
What's your take-home message?

We determined that the rock absorbs the muons, a phenomenon we expected. However, we observed a very sharp drop in detections within the first 20 metres of the tunnel (corresponding to only 16 metres of cliff thickness). In order to refine our data, we are planning a new campaign of tighter and more precise measurements on this very first section of the tunnel. Furthermore, we do not know how the type of rock affects muon absorption, as we have only measured one type of structure (superimposed olivine basalt flows of the same age). We therefore plan to carry out measurements in other rock environments.

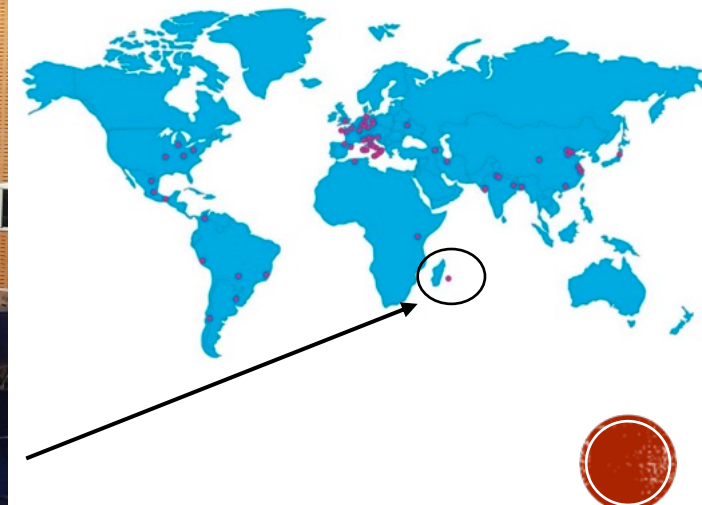
Participation ICD 2022

22/11/2022

Objectif : Communiquer en anglais



23 pays participants





<https://www.universite-paris-saclay.fr/>

Suite du projet sur la tomographie muonique

1- Entretiens mensuels programmés avec David ATTIE chercheur au CEA IRFU, Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers.

Conférence ScanPyramids

Premier entretien : 23/02/2023

2- Quelle application à la Réunion ?

Les muons vont permettre aux scientifiques du BRGM de mieux connaître le rempart du Maïdo.

Cette paroi de 1000 mètres de hauteur se fissure et menace de s'effondrer.

Le télescope à muons va capter les différences de densité à l'intérieur du rempart et ainsi caractériser la forme, le volume et la profondeur des fissures.



En attente de réponse du BRGM ...



Travail sur la médecine nucléaire 2022/...

Objectif : Travailler sur radioactivité dans le domaine médical et la TEP



Visite du CYROI – Cyclotron Réunion Océan Indien
03/10/2022

