

RETOUR D'EXPÉRIENCE

French Teacher Programme 2016





Lycée Pierre Lagourgue



*Liberté
Égalité
Fraternité*

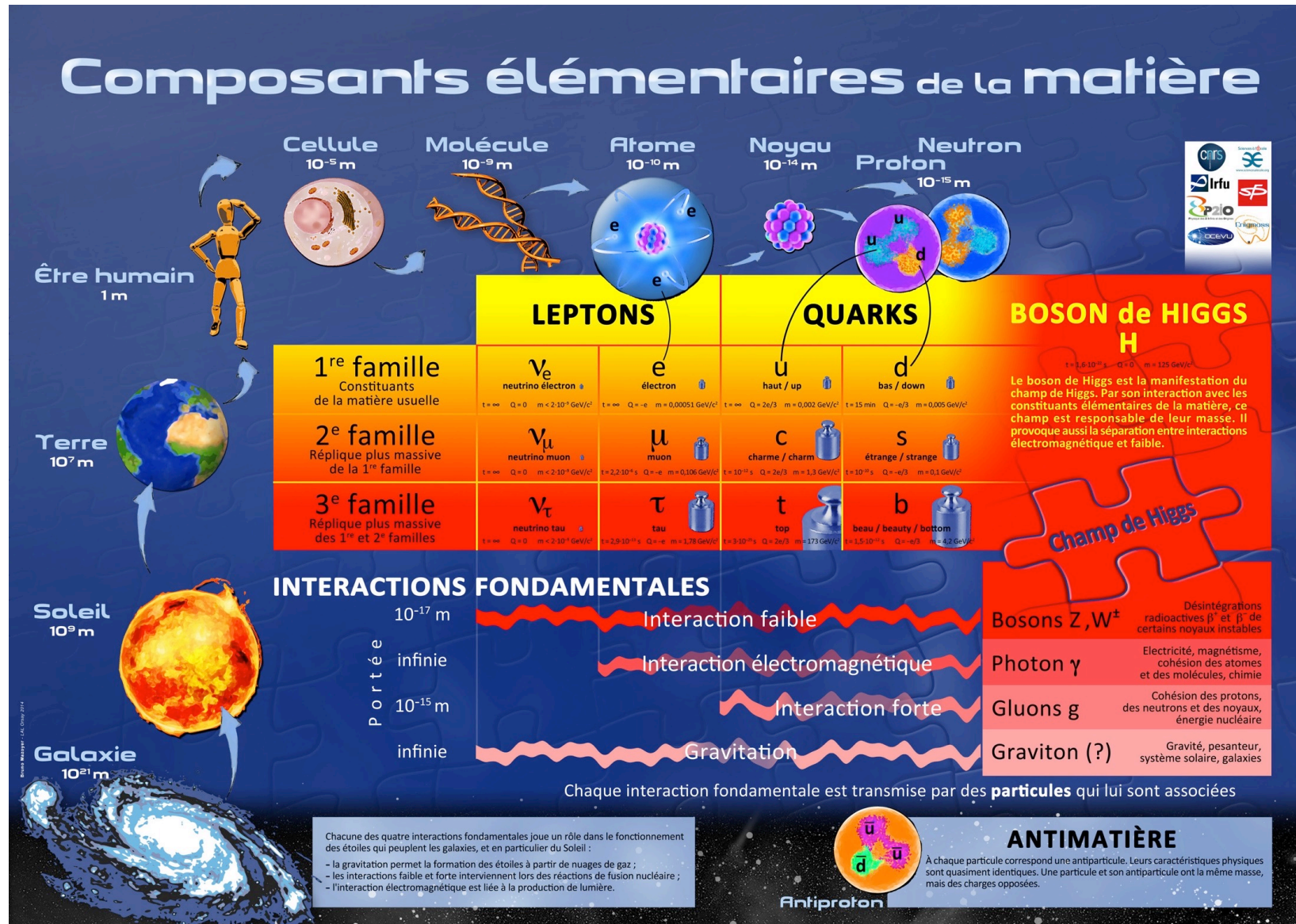


*Les particules,
de l'infiniment petit à l'infiniment grand*

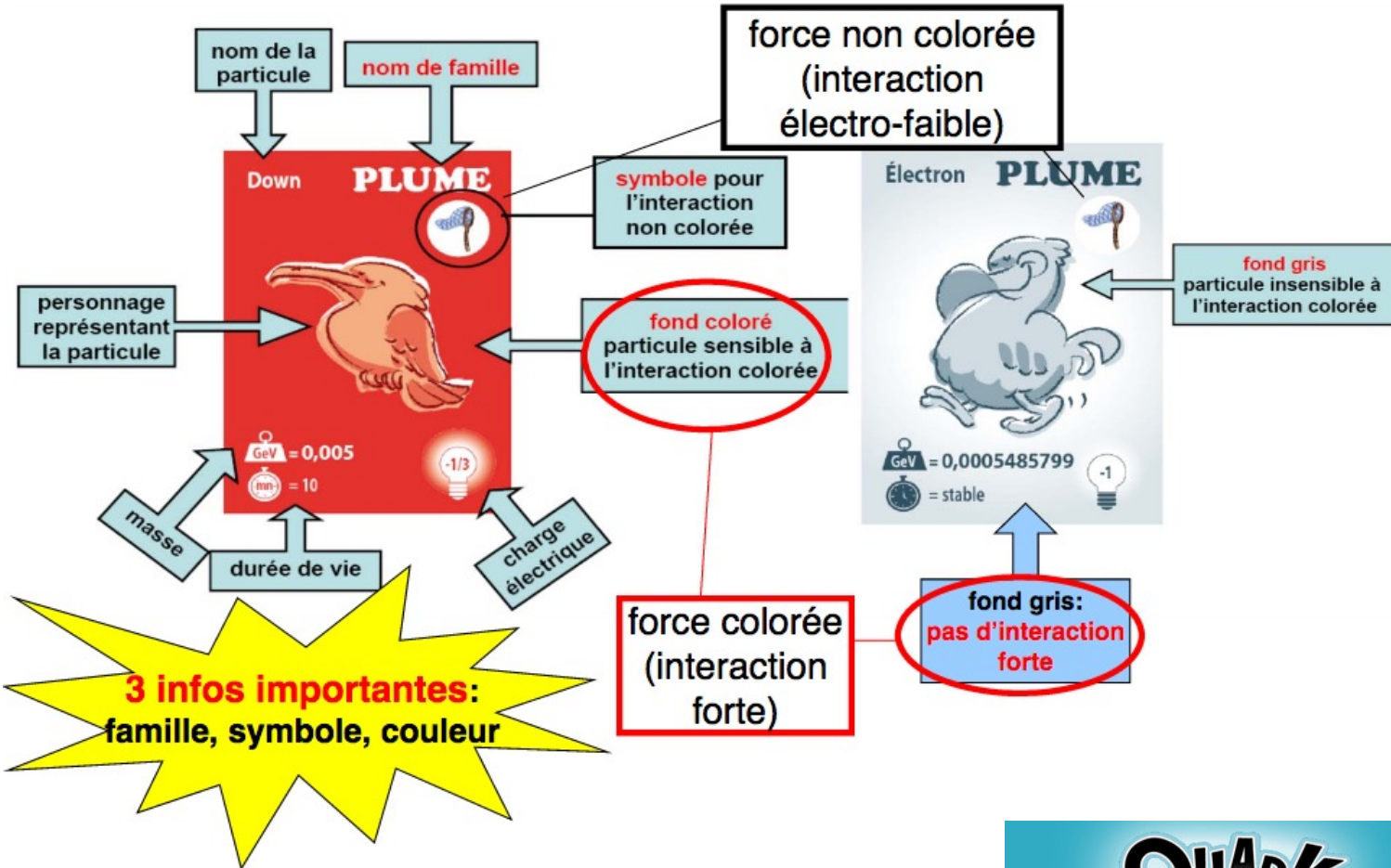
Mise en place de l'atelier dès le retour du FTP



Objectif : Travailler de façon amusante sur la physique des particules.



Un outil pour aider les élèves à retenir le nom des particules



[Cartes en pdf](#)



<https://elementaire.ijclab.in2p3.fr/quark-poker/>



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

É
ÉLÉMENTAIRE
De l'infiniment petit à l'infiniment grand

« 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 Kimy

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

Qui sommes nous ?

Nous sommes des élèves de seconde et de terminale.

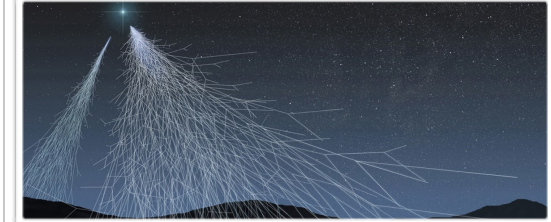
Environnement

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

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

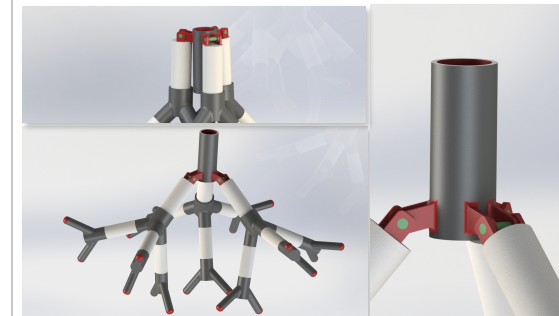
Pourquoi le faire ?

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 :

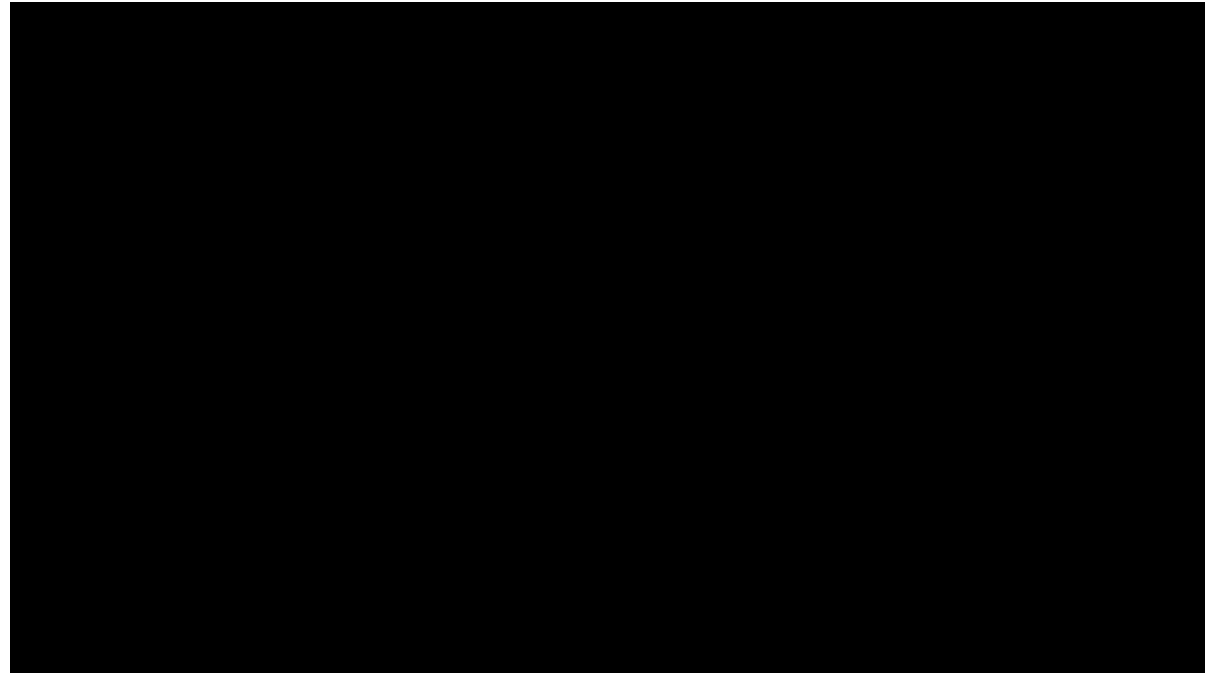
Notre projet consiste en la réalisation d'une maquette expliquant le cheminement des rayons cosmiques jusqu'au sol. Notre maquette en 3D et les explications qui l'accompagnent devraient permettre même aux non initiés d'appréhender le phénomène. Nous avons eu l'idée de représenter les particules à l'aide 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



ÉGYPTE

UNE CAVITÉ INCONNUE DÉCOUVERTE DANS LA PYRAMIDE DE KHÉOPS

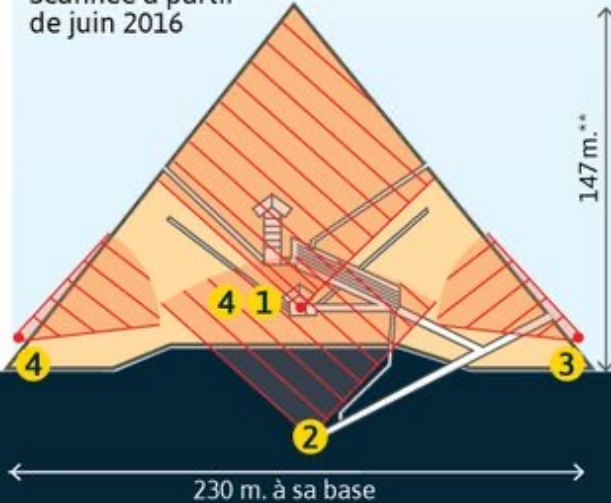
Comment la pyramide a-t-elle été scannée ?

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



Muographie (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 muographie 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.



SCANPYRAMIDS

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

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





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

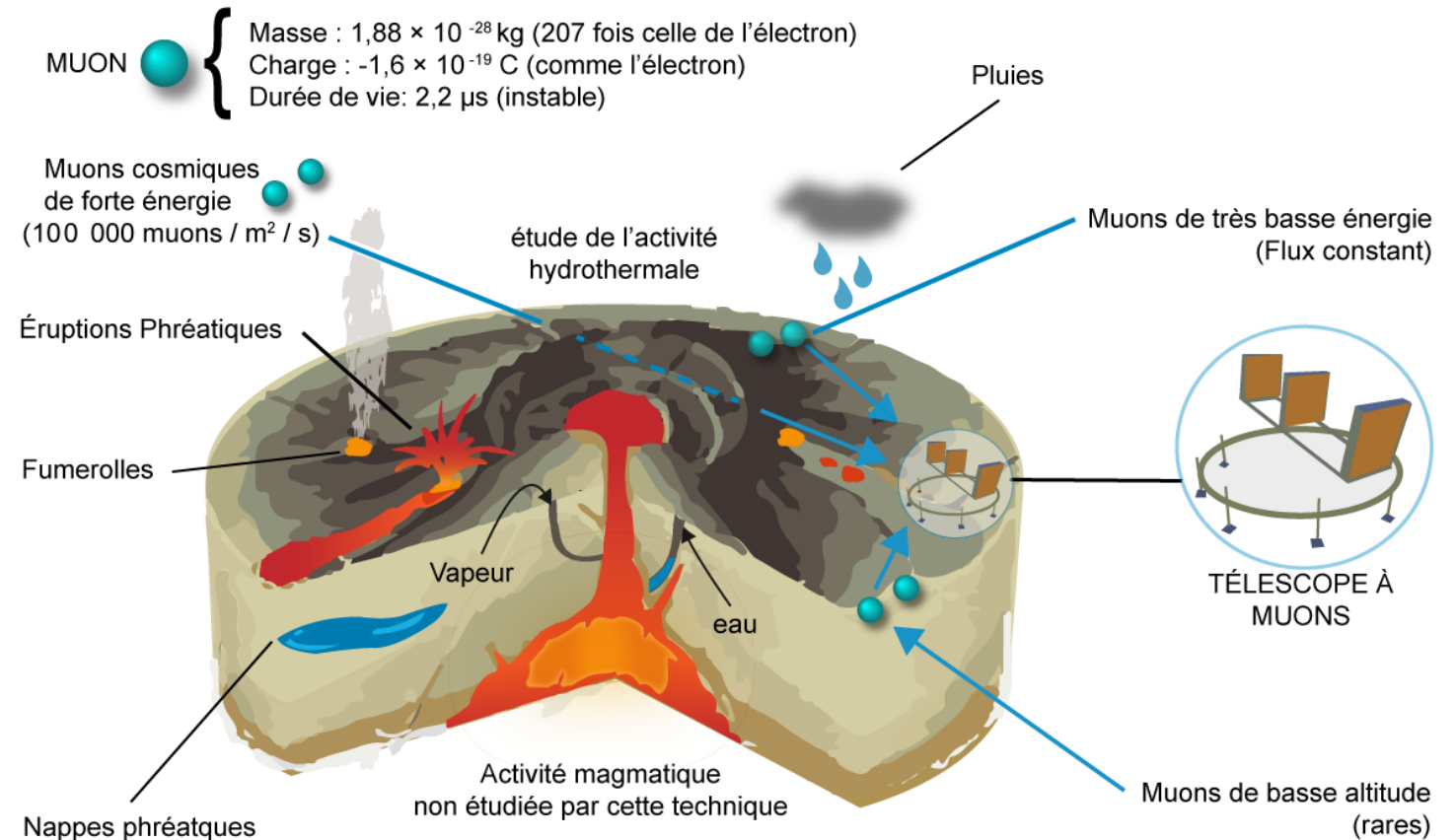
<https://www.ipgp.fr/>



Patrice HUET, directeur scientifique à la Cité du Volcan

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

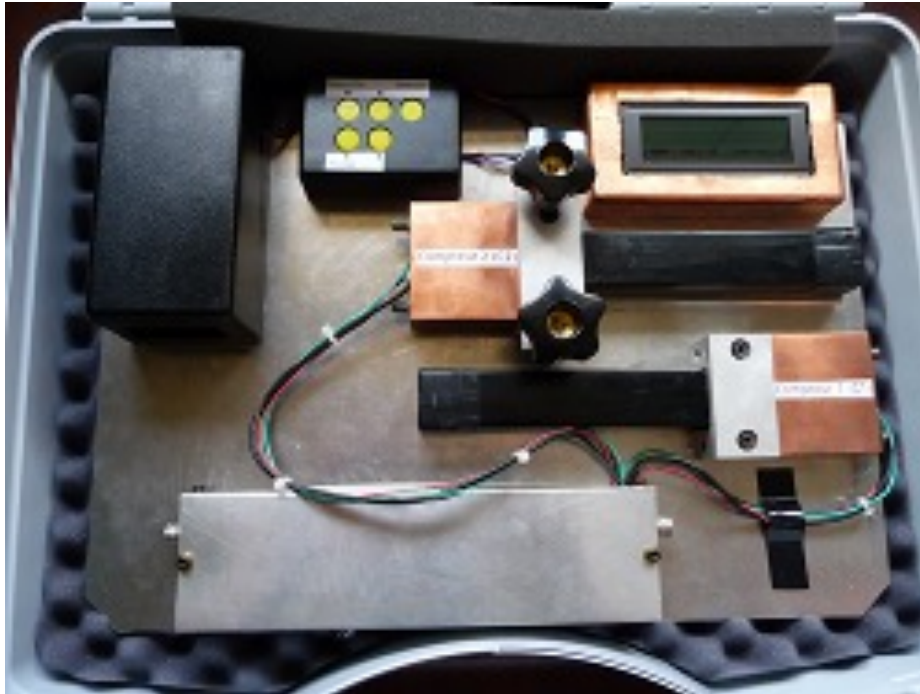
Les flux de muons dans la radiographie des volcans



Travail sur la détection des muons cosmiques

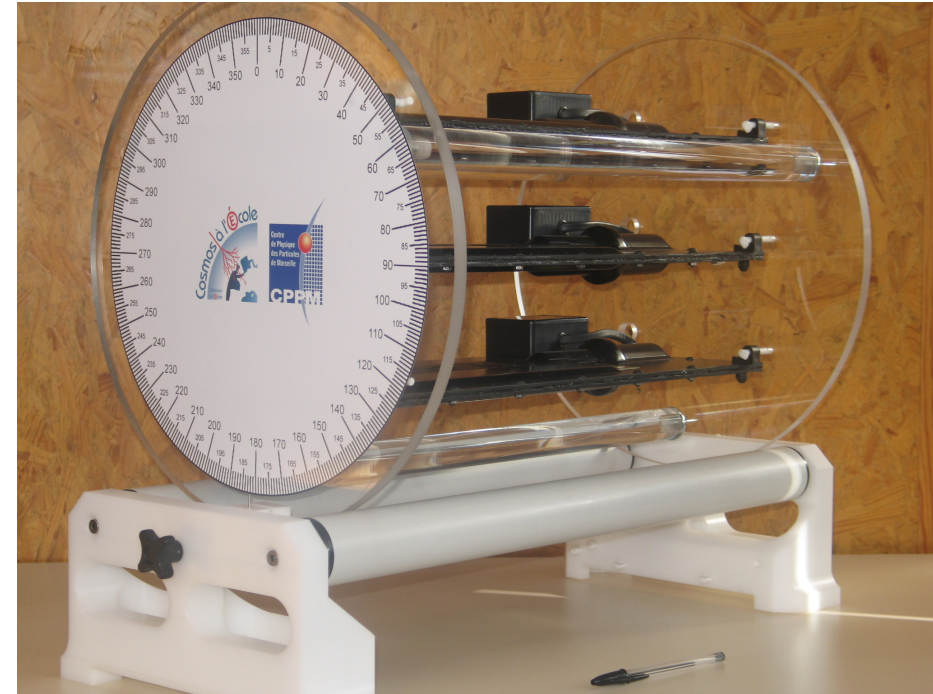
Utilisation de télescopes à particules

2021/2022



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



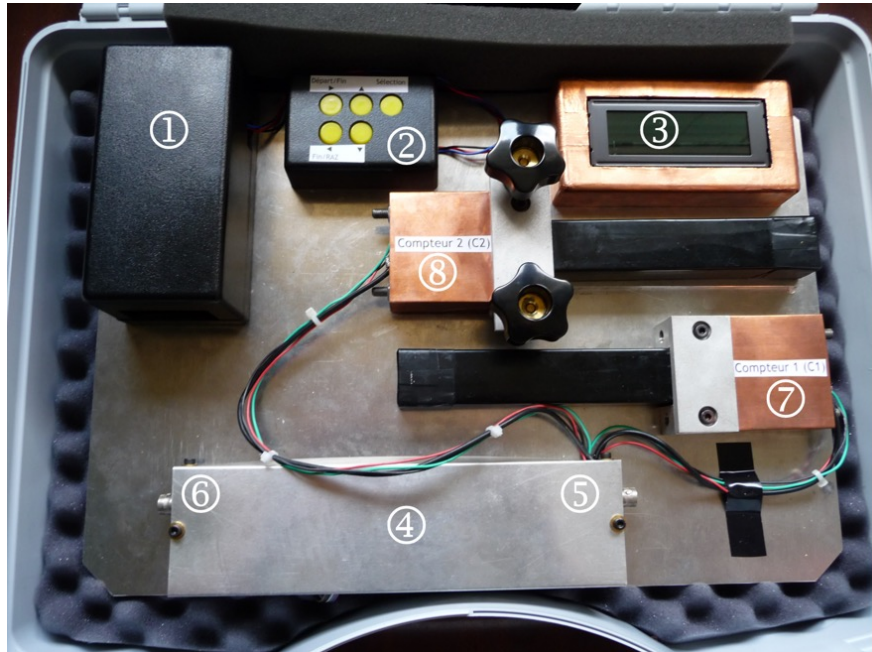
M. BARTHET historien du Ti train longtemps



Une sortie sportive, scientifique, historique et géologique



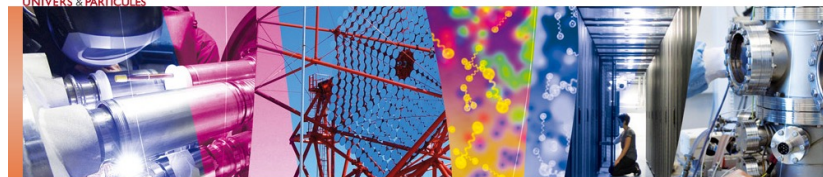
Objectif : Déterminer si la hauteur de roche a une influence sur la quantité des muons détectés



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



Laboratoire Univers et Particules de Montpellier



Flux de muons en fonction de l'épaisseur de roche

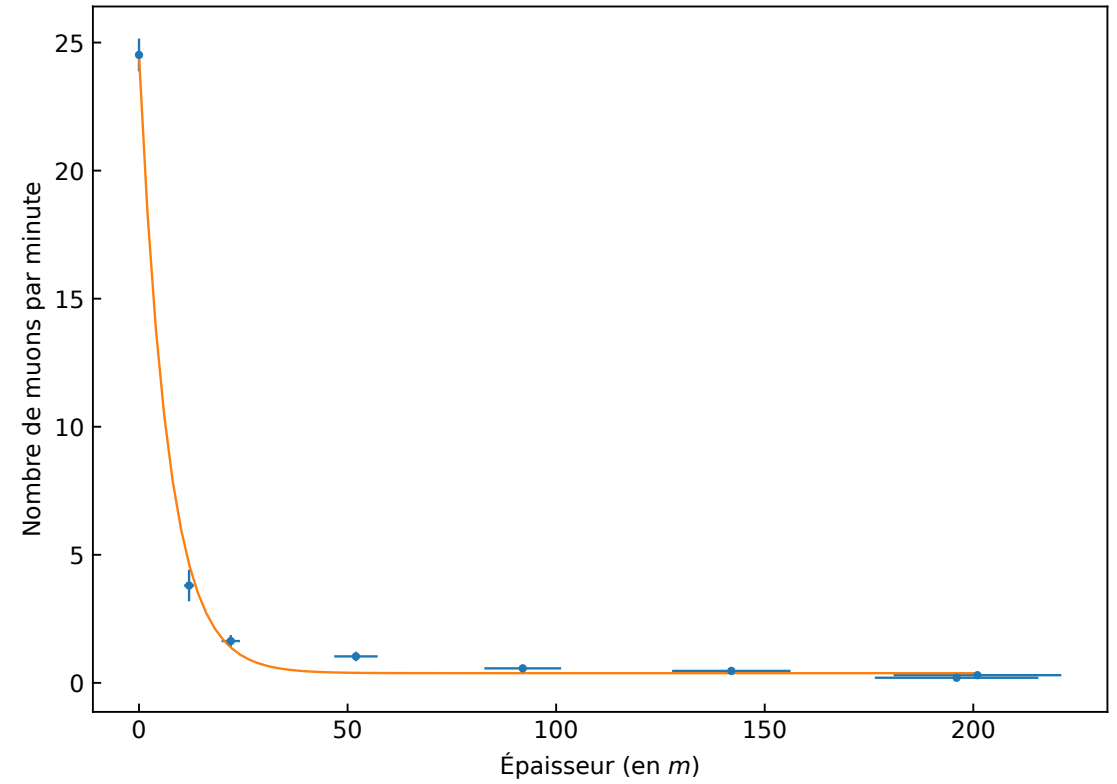


Tableau des épaisseurs estimées de la falaise le long de notre parcours

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 lointan » 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)

- Contour géologique
- - - Contour géologique supposé
- Coulée massive, épaisse, débitée en prisme
- Cordée de lave massive
- Empilement de coulées de lave d'ampleur métrique

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

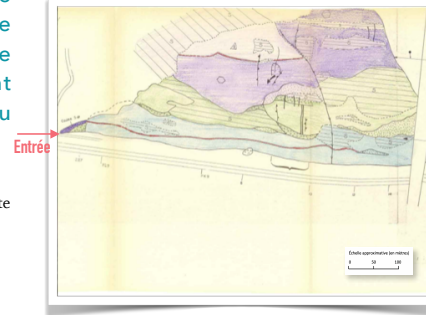


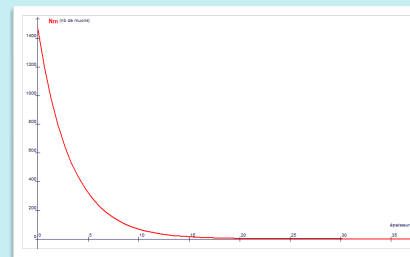
Tableau des épaisseurs estimées de la falaise le long de notre parcours

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



Participation ICD 2022

22/11/2022

Credit: DESY - Science Communication Lab



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?

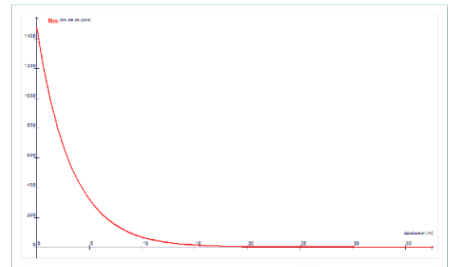
We are a group of students and passionate teachers from two neighboring high schools in the city of Le Tampon (the Club des particules of the Pierre Lagourgue high school, and the Atelier des deux infinis of the Roland Garros high school). From this collaboration was born a common state of mind : scientific 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 :

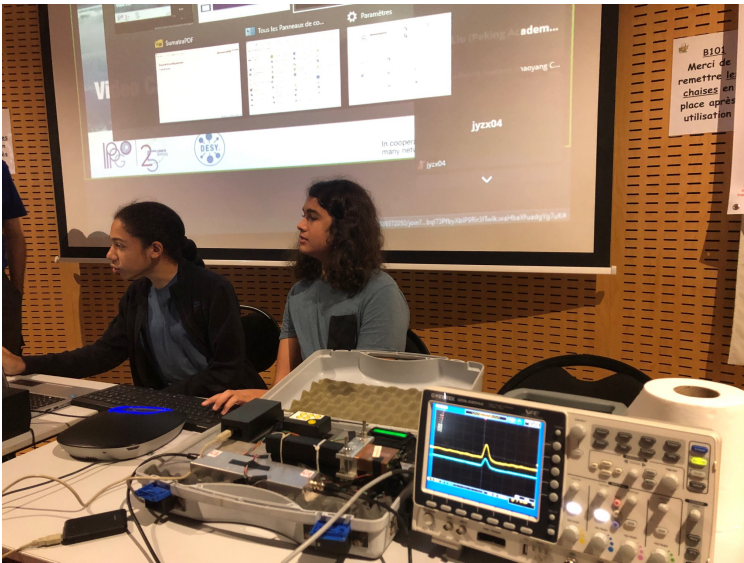


On the abscissa we have the rock height, to say the amount of rocks muons had to get through and on the ordinate we have the amount of muons we measured. We see that the curves takes the form of an exponential decay, which means that the more rocks muons have to get through the less muons there is at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

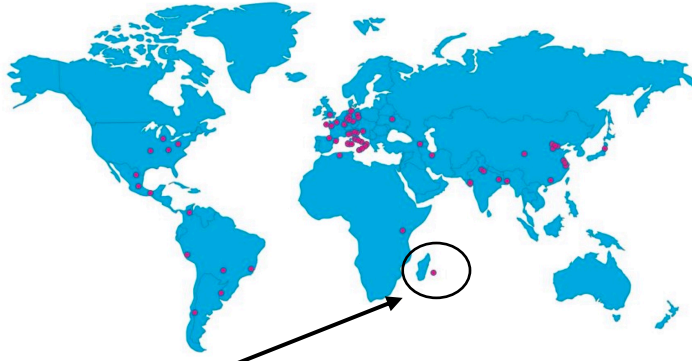
What's your take-home message?

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.

Objectif : Communiquer en anglais



23 pays participants



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

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

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.

Premier entretien : 23/02/2023



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



08/11/2022

Rencontre d'un prix Nobel de physique « Congrès des Deux Infinis » 11/2022



Michel Mayor – prix Nobel de physique 2019



[Congrès des Deux Infinis](https://congres.2infinis.re/)

<https://congres.2infinis.re/>



Venue de deux scientifiques dans le lycée

« Congrès des Deux Infinis »

10/11/2022



Thierry Lasserre, spécialiste des neutrinos à IRFU / CEA Saclay
(médaille de bronze du CNRS 2010)



Venue de deux scientifiques dans le lycée « Congrès des Deux Infinis »



Gilles Gerbier, spécialiste de la recherche de matière noire à l'Université Queen's (Canada)



Atelier « Les Deux Infinis » au lycée Roland GARROS

Partenariat dès 2018

Lycée Roland Garros (Le Tampon)

- Gérard Cavalli (SPC) FTP 2013
- Philippe Carret (SPC) FTP 2014
- Ariel Freckhaus (SI) FTP 2015
- Bruno Pagani (SPC) FTP 2023
- Julie Fauquembergue (Technicienne de laboratoire) FTP 2023



Lycée Pierre Lagourgue (Le Tampon)

- Karine Moniez-Buttafoghi (SPC) FTP 2016
- Rafael Gerschwitz (SVT) candidature 2024



Lycée Antoine Roussin (Saint Louis)

- François Ploteau (SPC) FTP 2016

L'atelier des « Deux Infinis » regroupe actuellement des élèves et des enseignants de 5 établissements du Sud de l'île chaque mercredi après-midi.

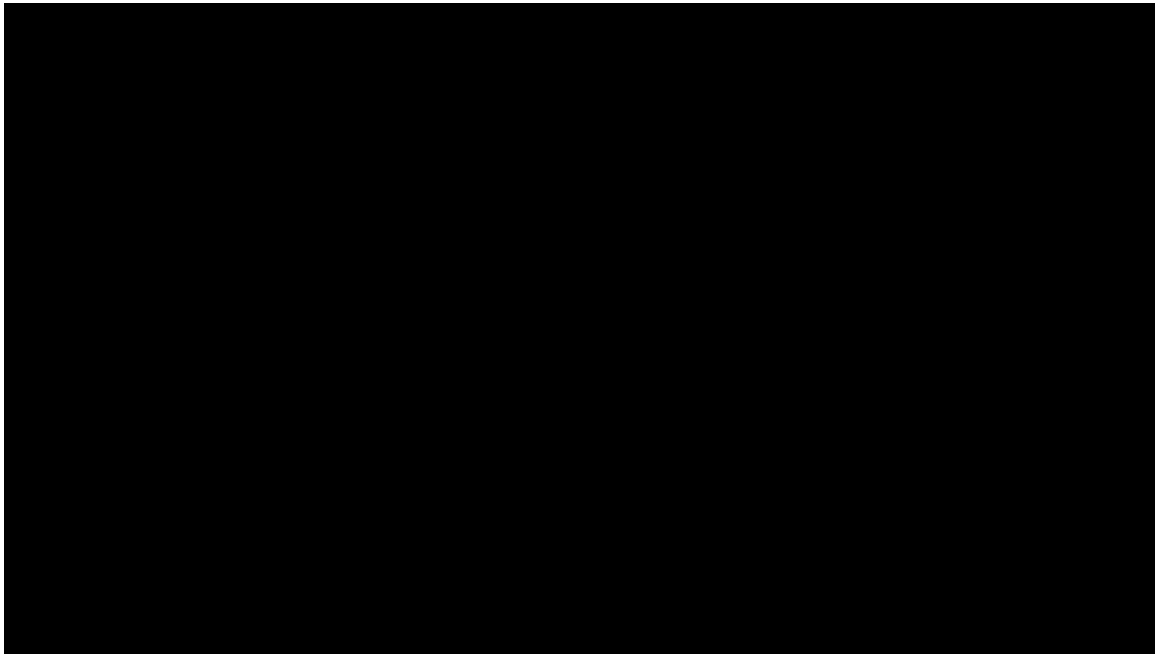
Élèves des lycées St Charles (Saint Pierre) et Boisjoly Potier (Le Tampon)



Participation au concours organisé dans le cadre du « Congrès des deux infinis »

« Explorer, découvrir, comprendre l'Univers »

10/11/2022



En partenariat avec l'atelier cinéma
du lycée Roland Garros

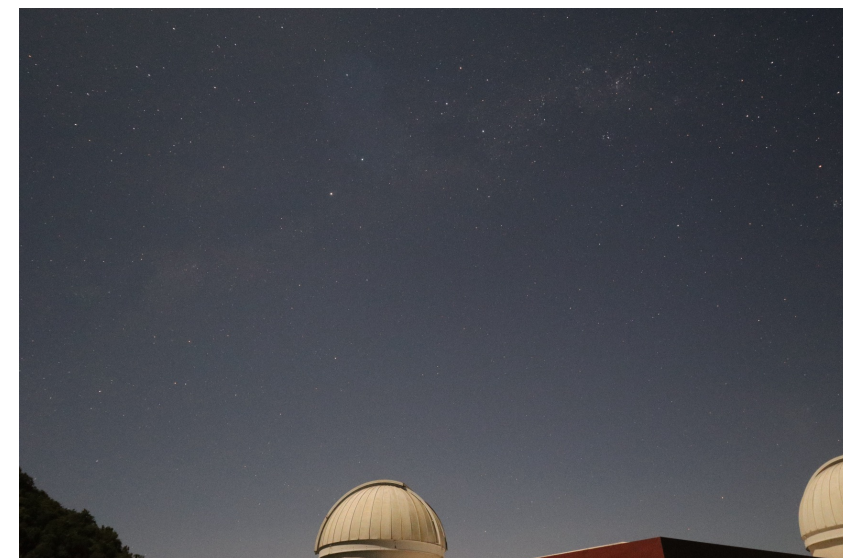


2^{ème} place dans la catégorie Lycée



Sortie annuelle à l'Observatoire des Makes

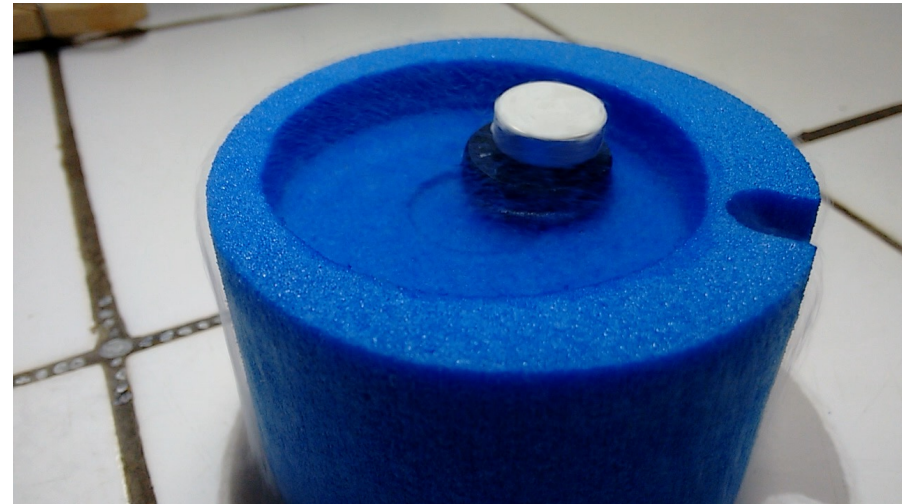
Objectif :
Observer l'infini



Participation annuelle à la Fête de la Science



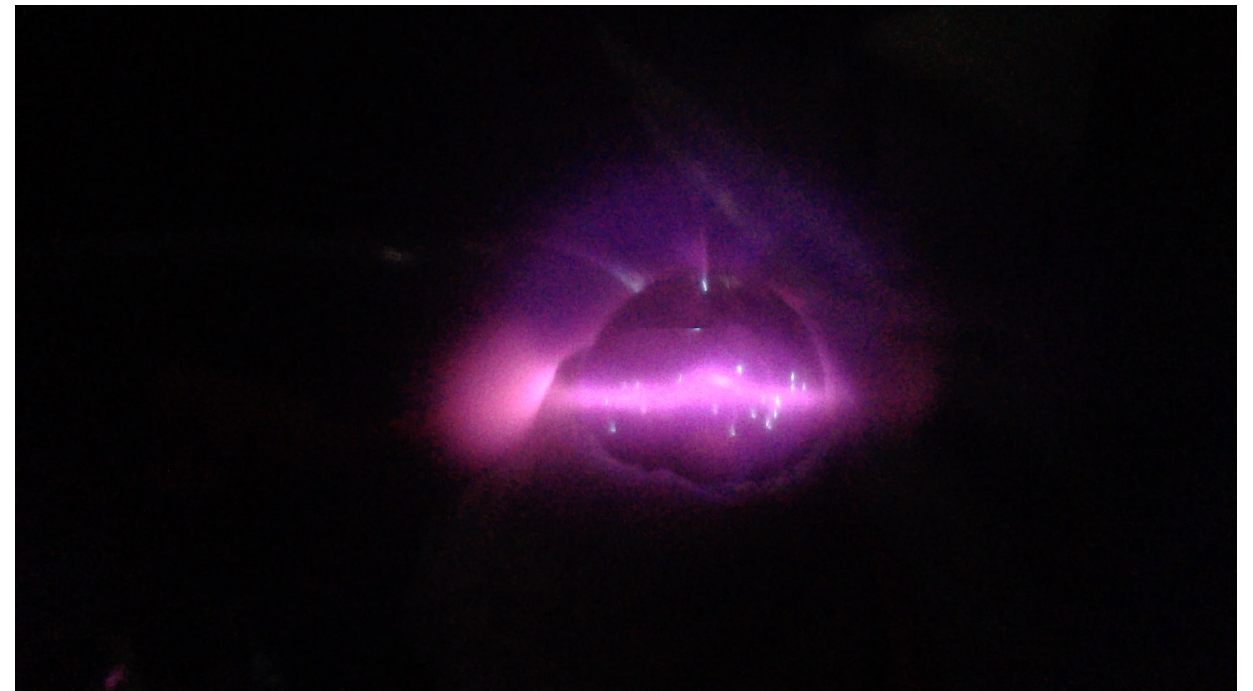
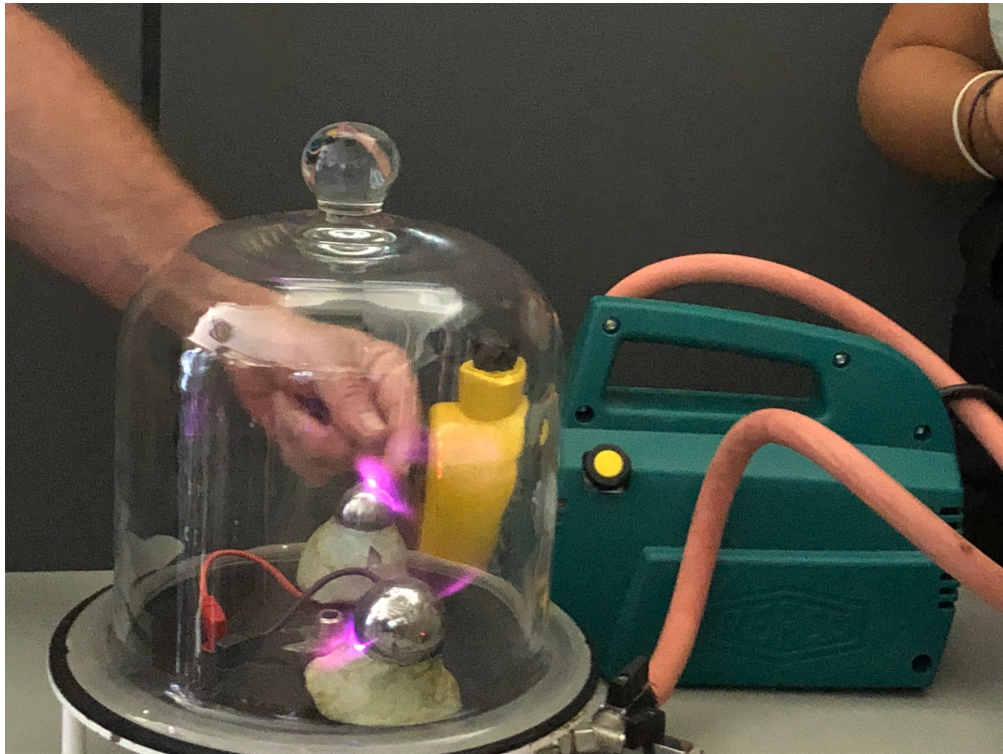
Objectif :
Présenter des
expériences aux
scolaires



Réalisation d'un véhicule supraconducteur



Réalisation d'un simulateur d'aurores polaires



Inspiré de la planeterrella de Jean Lilensten

<https://planeterrella.osug.fr>



Clôture de la fête de la science 2021

Présentation des projets à Mme la Ministre de l'Enseignement Supérieur,
de la Recherche et de l'Innovation – 20/11/2021



Mme Frédérique Vidal, Ministre de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation



Voyage scolaire scientifique « Sur les traces de Galilée »

Voyage des Deux Infinis

LYCEES ROLAND GARROS et PIERRE LAGOURGUE – LE TAMPON

« Sur les traces de Galilée »



du jeudi 2 mai 2019 au dimanche 12 mai 2019



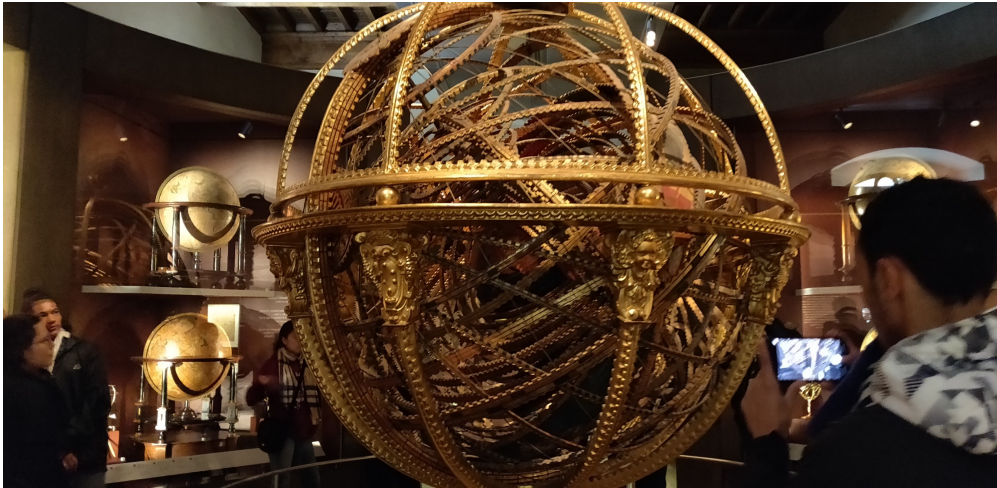
Musée d'Histoire des Sciences à Genève



Siège de l'ONU



Visite scientifique de Florence et Pise



Visite du Museo Galileo



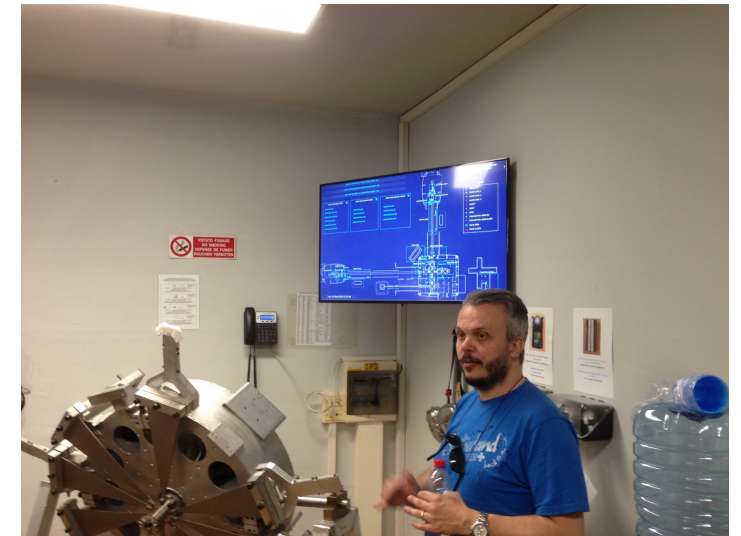
Le lustre à l'origine
« des lois du pendule simple » de Galilée



Conférence sur la « Dark Matter » suivie
d'une visite d'une chambre blanche à l'Instito
Nationale di Fisica Nucleare



Visite de l'Observatoire Gravitationnel Européen à Cascina (Italie)



Conférence sur
les ondes gravitationnelles par
Nicolas Arnaud



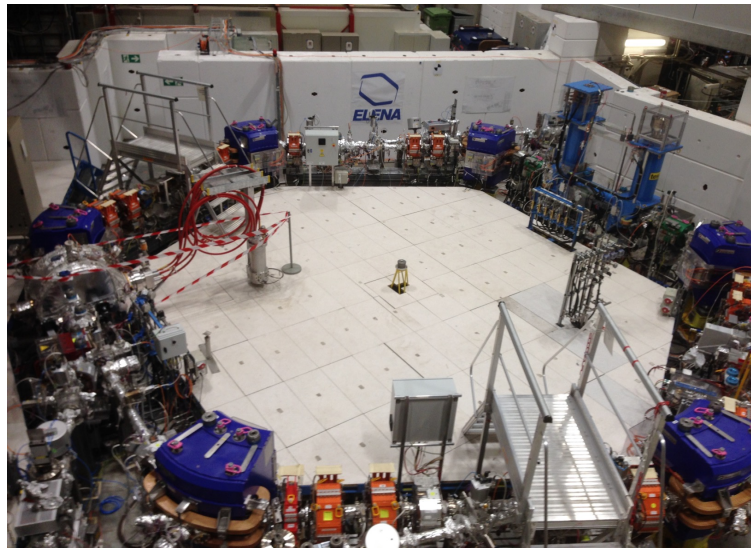
Interféromètre Advanced Virgo, détecteur d'ondes gravitationnelles



Fabrique Antimatière

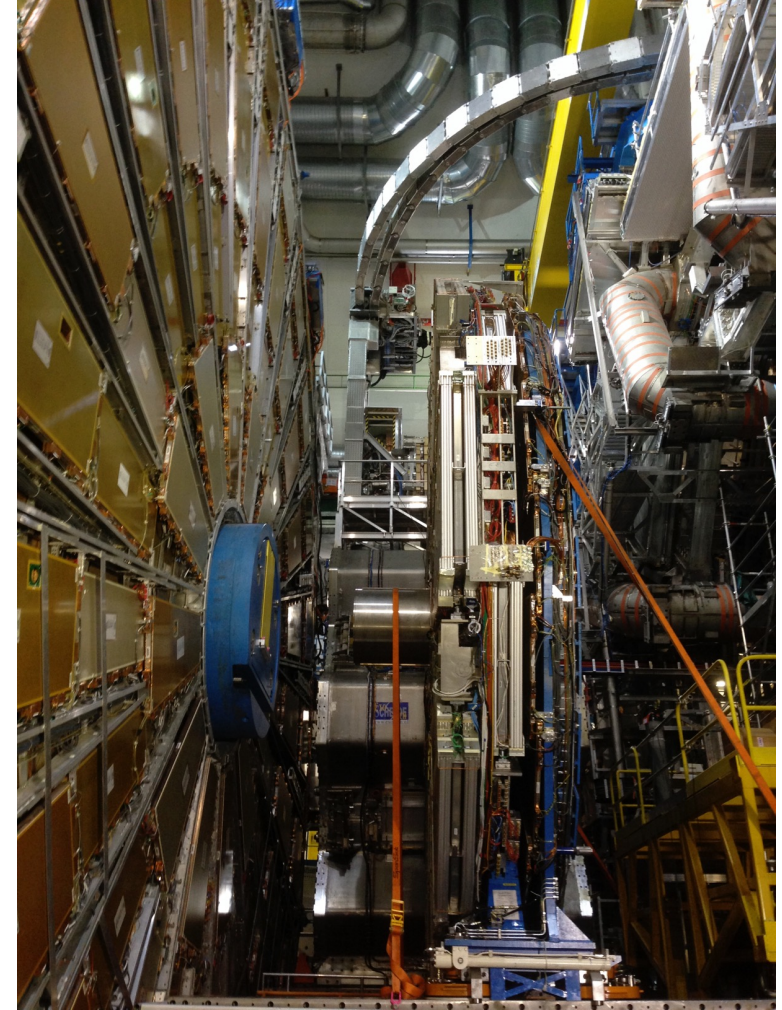


A l'intérieur d'AD



ELENA

Visite du CERN



A l'intérieur d'Atlas...
100 m sous Terre



Entretien privé avec Fabiola Gianotti, directrice générale du CERN



Voyage scolaire scientifique « Infiniment fascinant »

Paris – Saclay

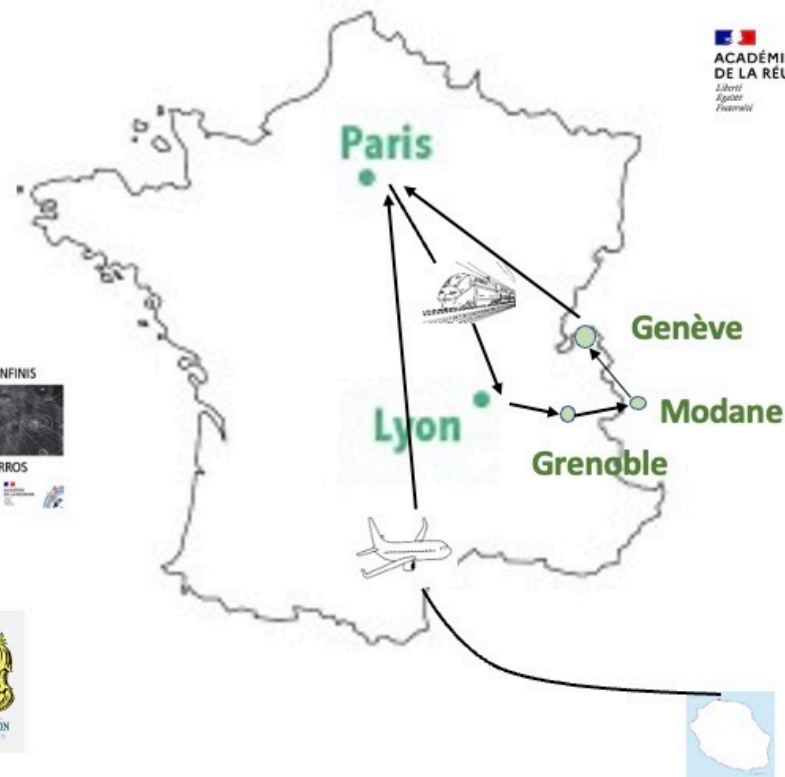
Lyon

Voyage des Deux Infinis

Lycée Roland GARROS – LE TAMPON

Lycée Pierre Lagourgue – Le TAMPON

« Infiniment fascinant »



Centre de Calcul de l'IN2P3



Participation aux Masterclasses Internationales

du samedi 11 mars au dimanche 19 mars 2023



Visite de l'ESRF, l'OSUG et le LNCMI à Grenoble



« Synchrotron@School » à European Synchrotron Radiation Facility



Rencontre avec Jean Lilensten,
Chercheur IPAG



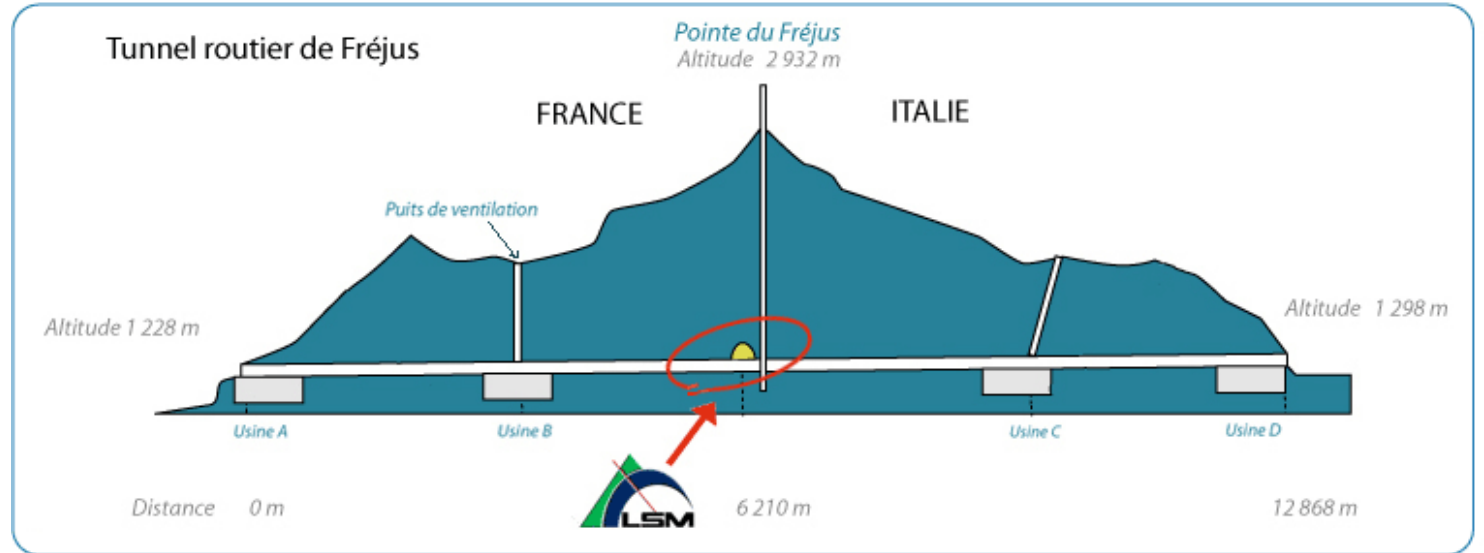
Observatoire des Sciences
de l'Univers de Grenoble



Laboratoire National des
Champs Magnétiques
Intenses



Visite du LSM, Laboratoire Souterrain de Modane



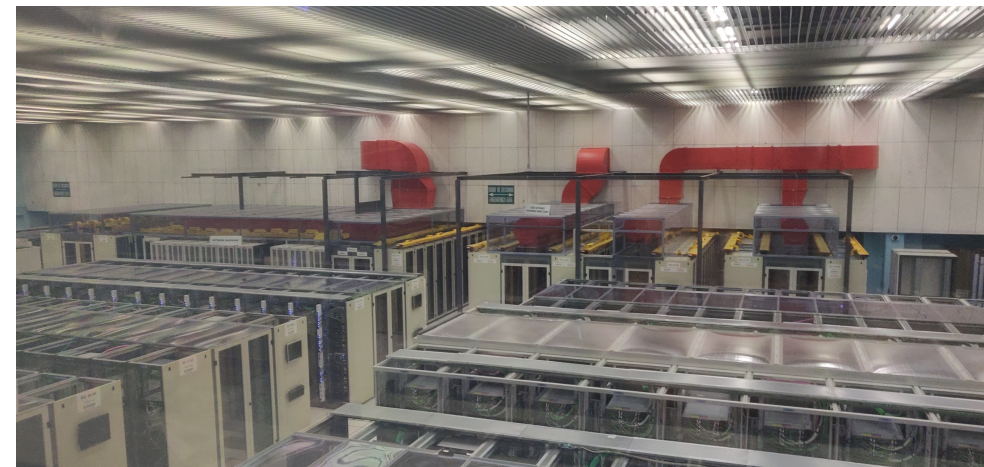
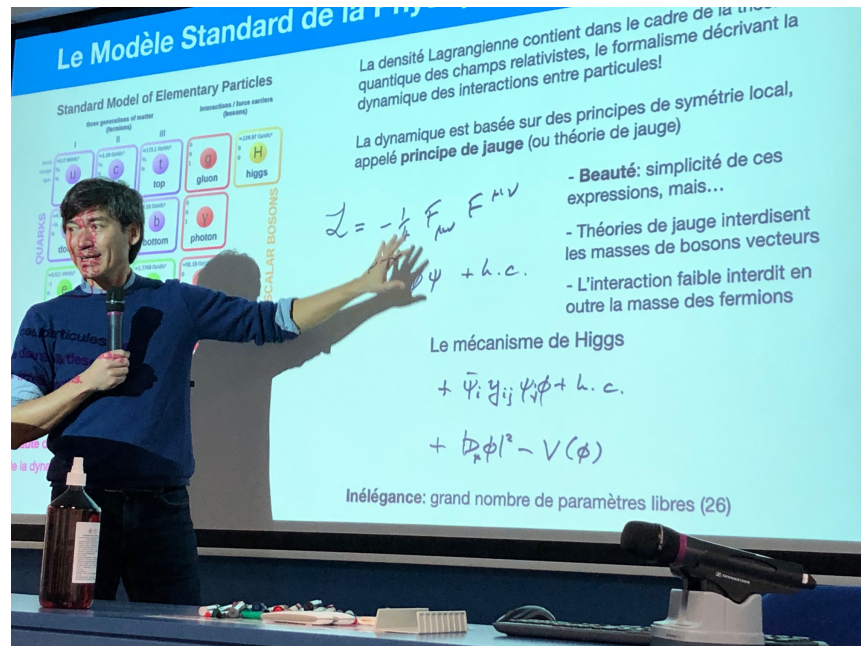
Ali Dastgheibi Fard, chercheur au Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie



Visite du CERN



Musées Atlas



Centre de Calcul

Conférence privée par Marumi Kado - Chercheur au CERN et porte parole de l'expérience ATLAS



En ensuite ? Continuer les projets et ...

Origines du projet de voyage scolaire :

- Travail d'un élève sur les aurores polaires terrestre et extraterrestres
- Conférence de Jean Lilensten au lycée Roland Garros suivie d'un entretien privé avec les élèves de l'atelier des deux infinis



Voyage scientifique scolaire Erasmus à Rovaniemi – Cercle Polaire Arctique



<https://fr.maps-finland.com/rovaniemi-en-finlande-carte>

Objectif :
Etudier le phénomène
des aurores polaires



<https://www.visitrovaniemi.fi/fr/on-ladore/les-aurores-boreales/>



Quelques conseils des stagiaires FTP Réunionnais

- Il ne faut pas être audacieux au départ : partir de la curiosité des élèves et leur proposer des projets simples.
- Essayer de ne pas rester isolé car quand nous sommes plusieurs, les projets prennent davantage d'ampleur
- Créer un atelier afin avoir des élèves volontaires et intéressés, qui vous motiveront toujours davantage
- Démarrer le plus tôt possible l'atelier car les projets se font sur un laps de temps relativement long
- Créer des liens et des partenariats avec les autres ateliers, les associations locales, d'autres établissements et institutions publiques (universités, IUT, laboratoires, etc..)
- Et surtout, s'ouvrir à toutes les opportunités, imaginer, créer..

Nos contacts :

-Karine-Daniele.Moniez@ac-reunion.fr

-Julie.Fauquembergue@ac-reunion.fr

- Bruno.Pagani@ac-reunion.fr



Paroles d'anciens élèves

« Ce que retiennent les élèves lorsqu'ils sortent du système scolaire, ce ne sont pas les notes qu'ils ont eues mais bien les projets qu'ils ont menés »

Sarah Gouraud, Lycée Roland GARROS

« L'atelier des 2 Infinis est constitué d'un ensemble de passionnés, élèves et professeurs confondus, qui associent leurs savoirs afin d'élaborer des projets, pour ensuite que ceux-ci permettent de sensibiliser le plus grand nombre à la beauté des sciences. Il règne, au sein de cet atelier, une ambiance propice à l'épanouissement tant intellectuel que relationnel. »

Lili Tronc, Lycée Pierre LAGOURGUE



Merci à nos partenaires, nos parrains et tous les autres scientifiques qui donnent de leur temps et partagent leur passion et leurs savoirs



Nicolas Arnaud,
chercheur IN2P3 -
CNRS



Matthieu Renaud,
chercheur en
astrophysique CNRS
parrain LPL



Laurent Serin, Membre
de la collaboration
ATLAS au CERN,
parrain LRG



Quelques autres projets menés par le lycée Roland Garros

Atelier ouvert depuis 2014



D'autres projets terminés ou encore en cours de réalisation ...

Depuis 2014

Réalisation d'un parcours
du système planétaire (encore en cours)



COSMIX en avion :

06/2018

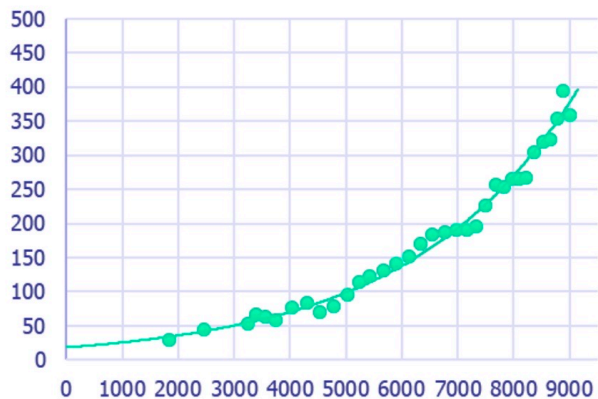
Mesures du rayonnement cosmique en fonction de l'altitude



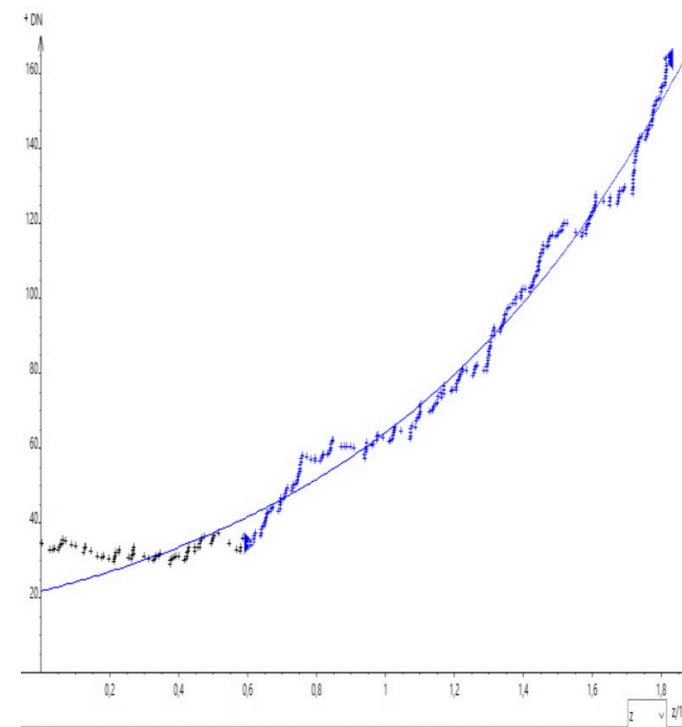
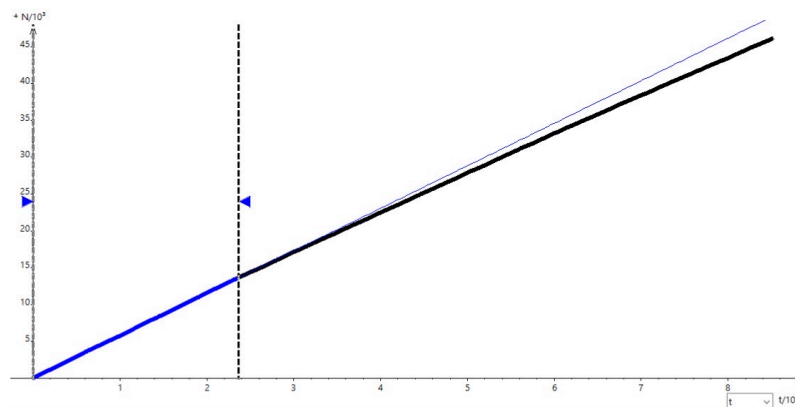
Dans un avion d'aéroclub
au dessus de St Pierre

Dans un avion de ligne : liaison Paris-Réunion

- Variation avec l'altitude



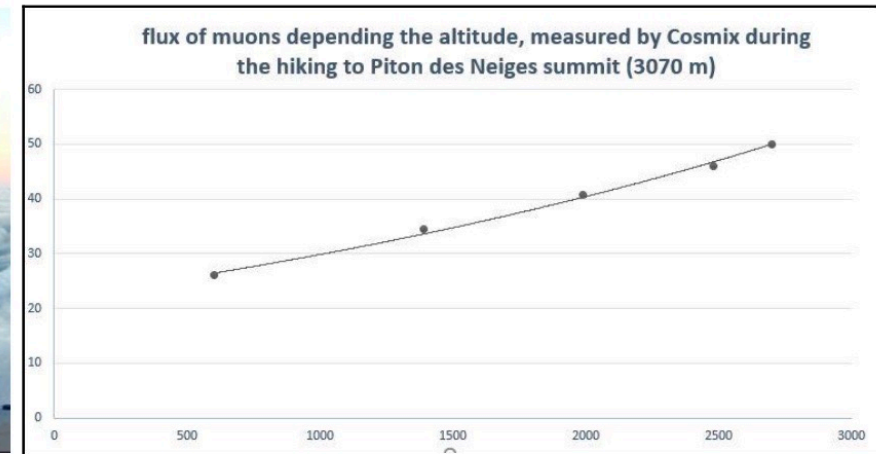
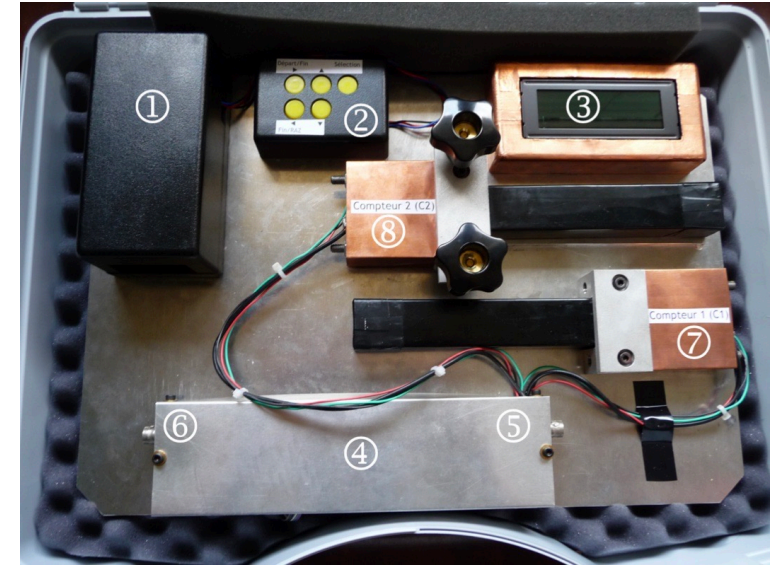
- Effet de latitude
(flux plus faible en se dirigeant
vers l'équateur)



COSMIX à la montagne :

07/2018

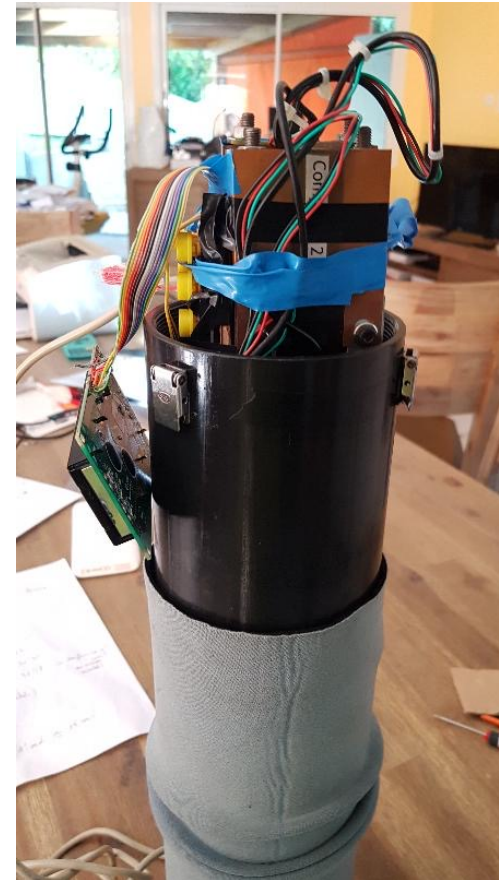
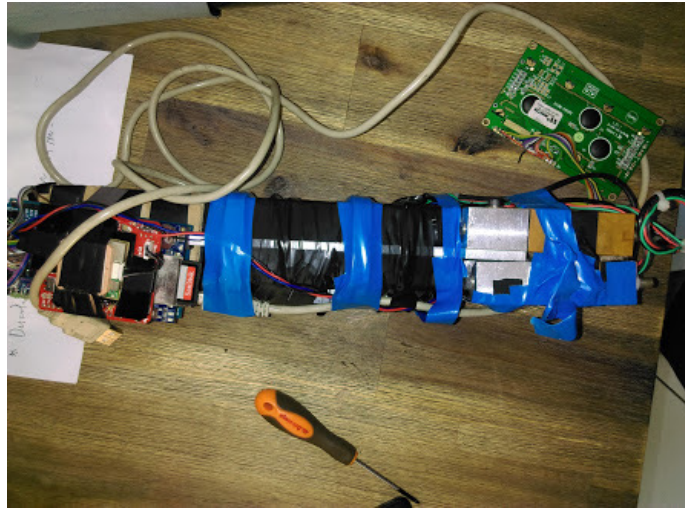
Mesures du flux de muons en fonction de l'altitude - Piton des Neiges



COSMIX sous la mer :

03/2019

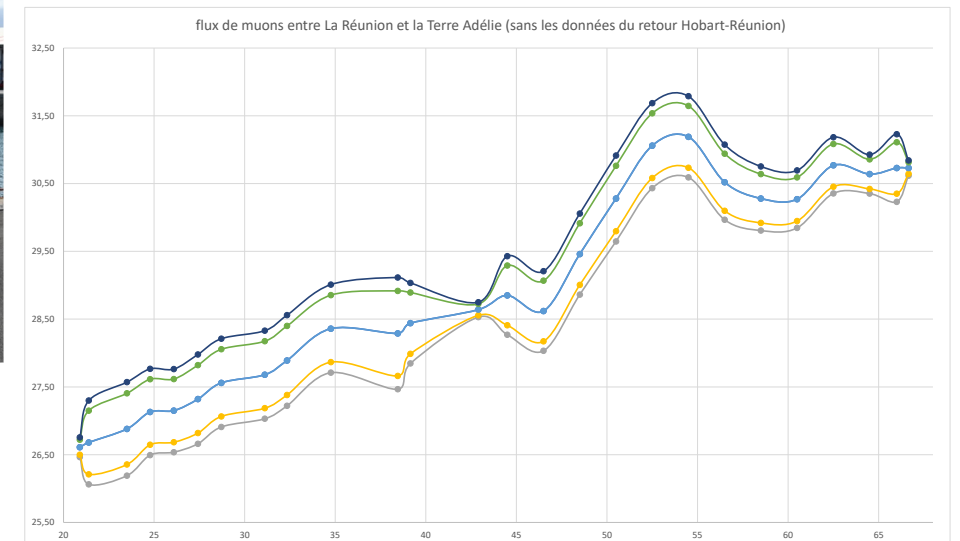
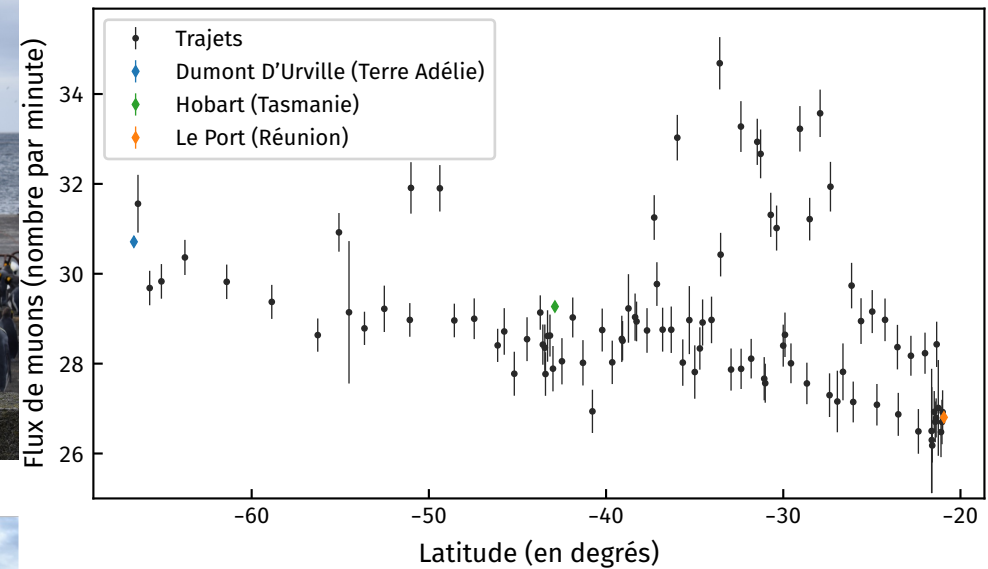
Mesures du flux de muons en fonction de la profondeur jusqu'à 50m



COSMIX au pôle Sud (partenariat avec la Marine Nationale et les TAAF): Mesures du flux de muons en fonction de la latitude



Campagne *Astrolabe* été austral 2020–2021
Flux de muons en fonction de la latitude (trajets + escales)



Marion Dufresne – 04 au 29/12/2018
Astrolabe – 15 au 27/11/2020