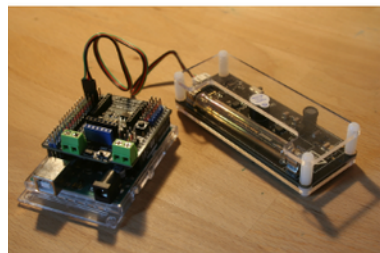


Profs au GANIL

Retour d'expérience et propositions d'activités

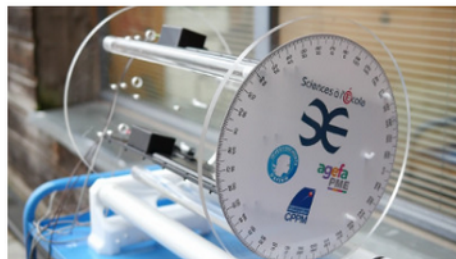
Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

GANIL



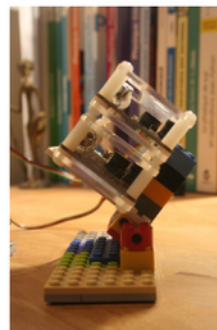
Micro(K)osmos

radioactivité, incertitudes

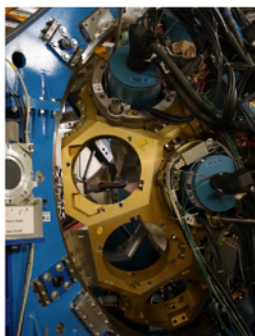
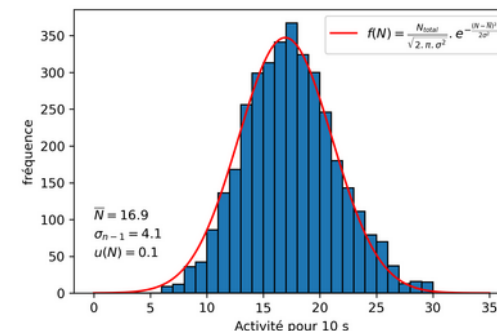


Le cosmodétecteur

rayons cosmiques, incertitudes



MicroCosmos



GANIL

visite, conférences



Millikan, Cloud chamber, Thomson

atome, mécanique



Masterclass

Orsay, W2D2



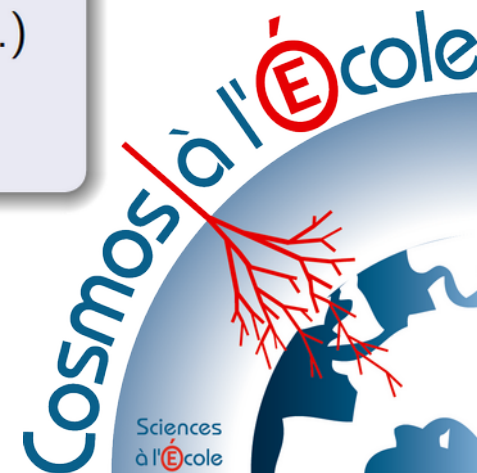


- ✎ 2010 : Stage « Profs au CERN » (LHC)
- ✎ Stages au CPPM (Marseille) , utilisation du Cosmodétecteur
- ✎ fréquentation du GANIL, de Quarknet, Masterclass à Orsay au LAL, etc. . .
- ✎ 2024 : Stage « Profs au GANIL »



Progressivement

- ✎ dès le début : en parler en classe
 - exemples dans les cours
 - mini-conférences lors des derniers cours par exemple
- ✎ ensuite des projets atelier/club
- ✎ enfin réussir à l'utiliser en classe
 - sous forme projet en classe, fil conducteur (projet numérique, etc..)
 - MasterClass
 - activité classique [cours/TP] en lien avec le programme



GANIL



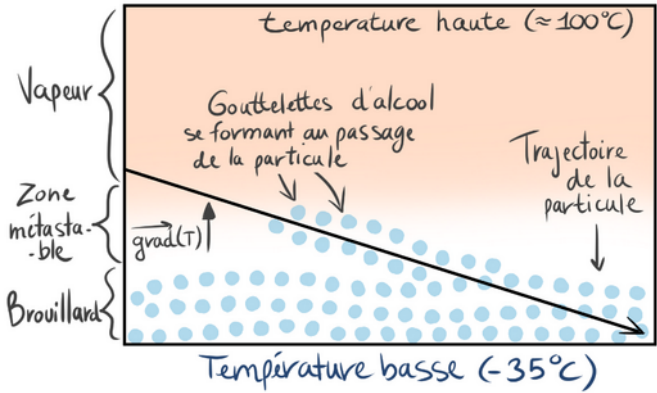
PHI (ϕ_1 and ϕ_2):



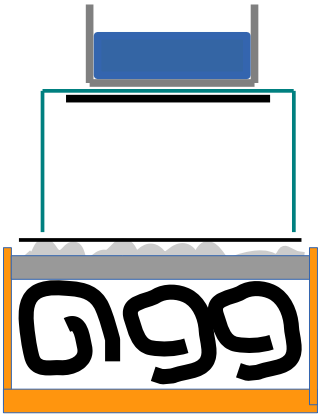
[interactions fondamentales 1ères Spés]



1. Le principe



2. Le plan



- ← cristalliser + hot water
- ← felt + propan-2-ol
- ← fish tank
- ← dripping pan
- ← dry ice
- ← plate
- ← rockwool
- ← wooden box

3. La construction



4. Identification des traces

MUONS ET ÉLECTRONS RAPIDES	PARTICULES ALPHA	ÉLECTRONS LENTS

5. Exemple : particule alpha



CLOUD.IS.(S)C(H)OOL

construction d'une chambre à brouillard

Nathan Rousseaux, Raphaël Quinchon, Guillaume Lecref, Anouk Haesler - Terminale S
Enseignants : Cédric Vanden Driessche, Antoine Manier
Collège Lycée Expérimental, Herouville St Clair - France

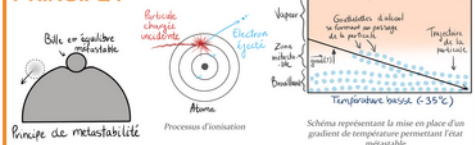
Résumé : Le projet que nous présentons est le résultat de près d'un an et demi de recherche et d'expériences. Notre objectif est de concevoir une chambre à brouillard en utilisant des cellules à effet peltier afin d'étudier les rayons cosmiques et la radioactivité.

Ci contre :
Trajectoires de particules
provenant de nos
échantillons de thorite
dans notre chambre à
brouillard



Réalisation d'une chambre à brouillard à effet Peltier

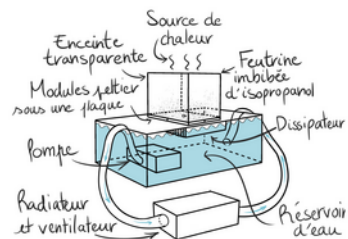
PRINCIPE :



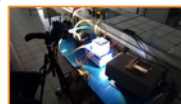
HISTOIRE :



LA CHAMBRE À BROUILLARD :

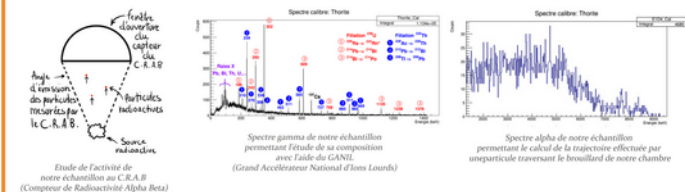


Prototype Intermédiaire avec sel et glace
2018/2019



Dernier modèle avec circuit d'eau fermé
et modules peltier

ETUDE D'UN ÉCHANTILLON DE THORITE



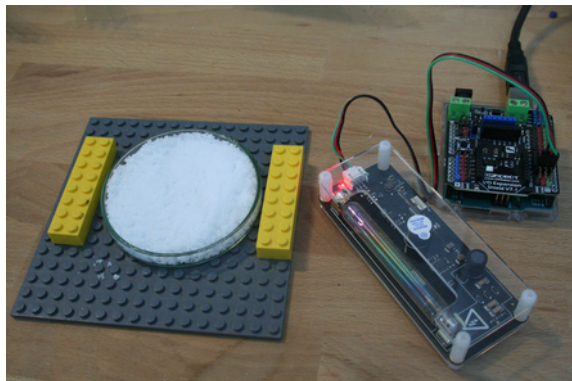
CANIL

2 équipes, 2 générations [2014 → 2019]
Cloud Chamber → Cloud.is.(s)c(h)ool
Transmission d'un projet

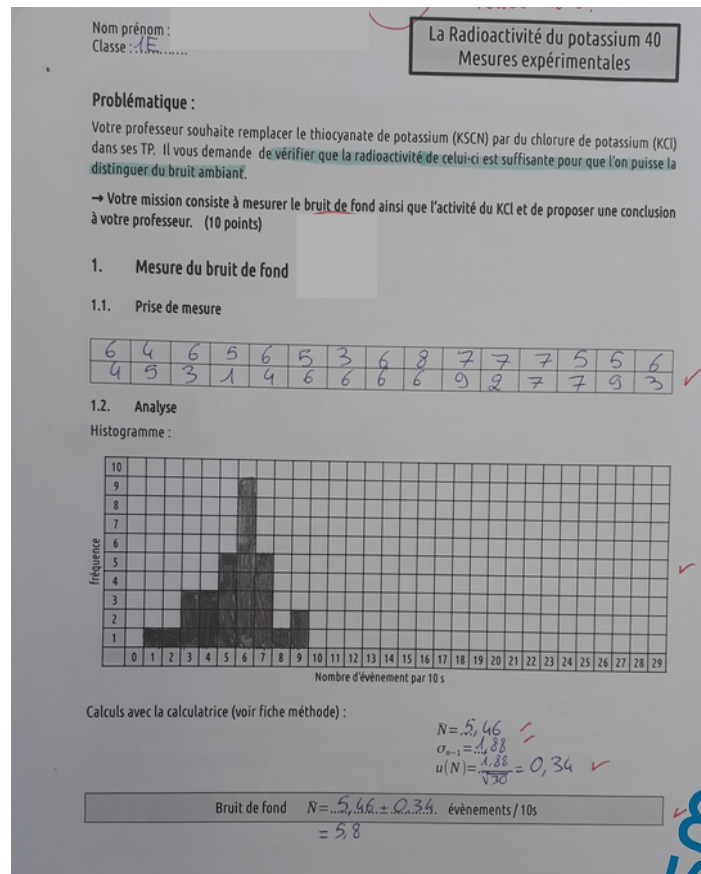
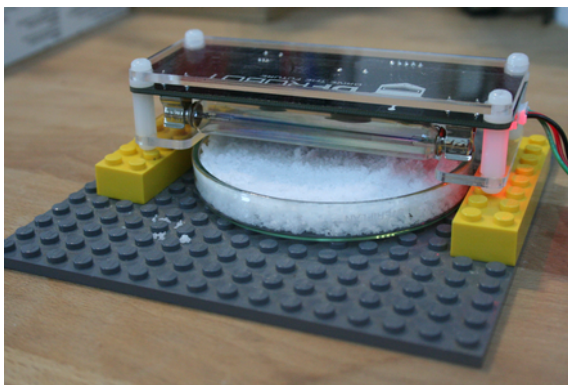
Étude de la radioactivité : Micro(K)osmos

<https://mucosmos.github.io/>

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



nombre impulsion :	9	duree experience :	9 s
nombre impulsion :	4	duree experience :	19 s
nombre impulsion :	5	duree experience :	30 s
nombre impulsion :	3	duree experience :	40 s
nombre impulsion :	5	duree experience :	50 s
nombre impulsion :	6	duree experience :	60 s
nombre impulsion :	6	duree experience :	70 s
nombre impulsion :	7	duree experience :	80 s



GANIL

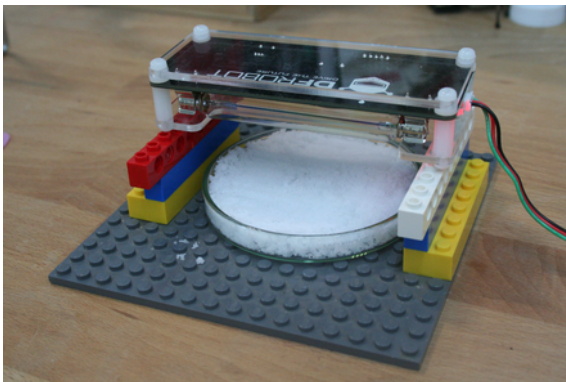
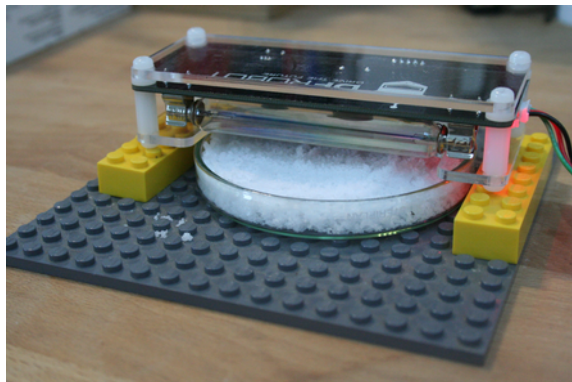
Cosmos à l'École

Sciences à l'École

[Radioactivité 2nde & 1 EnSci]

Étude de la radioactivité : Micro(K)osmos

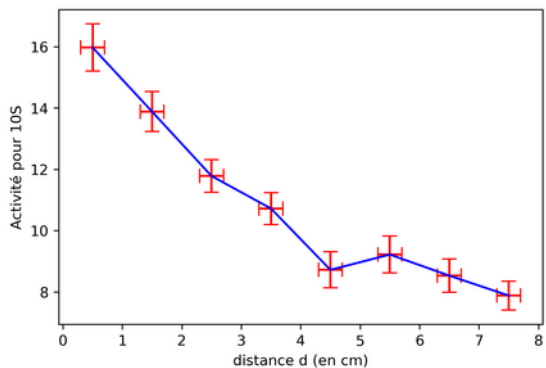
Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



GANIL

nombre impulsion :	9	duree experience :	9 s
nombre impulsion :	4	duree experience :	19 s
nombre impulsion :	5	duree experience :	30 s
nombre impulsion :	3	duree experience :	40 s
nombre impulsion :	5	duree experience :	50 s
nombre impulsion :	6	duree experience :	60 s
nombre impulsion :	6	duree experience :	70 s
nombre impulsion :	7	duree experience :	80 s

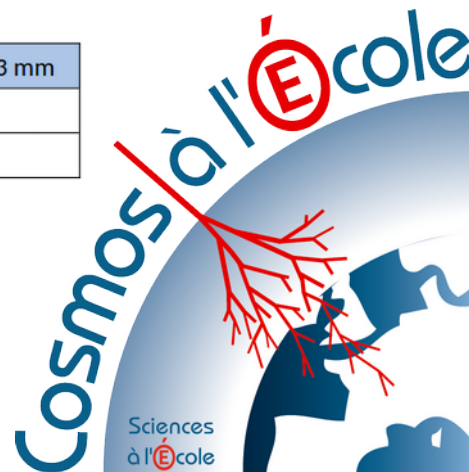
[Radioactivité radioprotection 2nde & 1 EnSci]



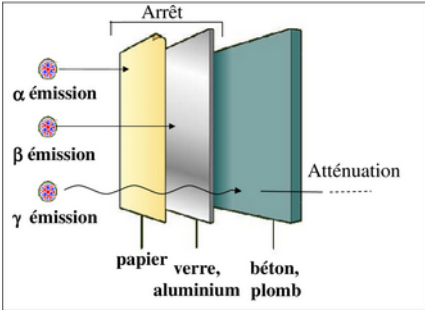
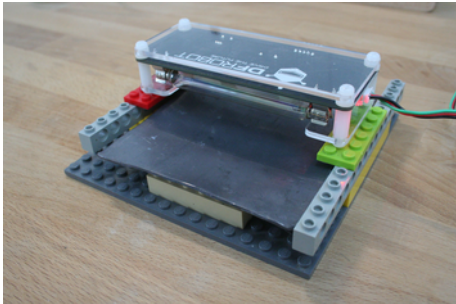
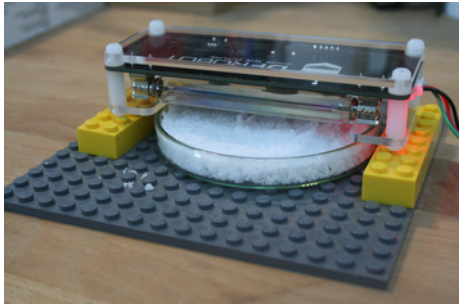
	Bruit	Pas d'écran	Papier	Aluminium 1 pli	Aluminium 8 plis	Plomb 1,3 mm
Activité (10s)	4,8	9,2	9,3	8,4	7,7	4,7
incertitude	0,4	0,7	0,6	0,4	0,5	0,4

→ Différents types d'écrans

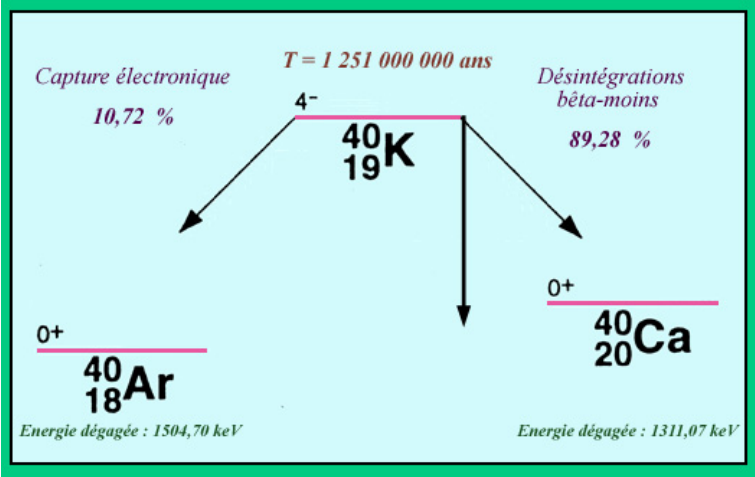
→ Distance



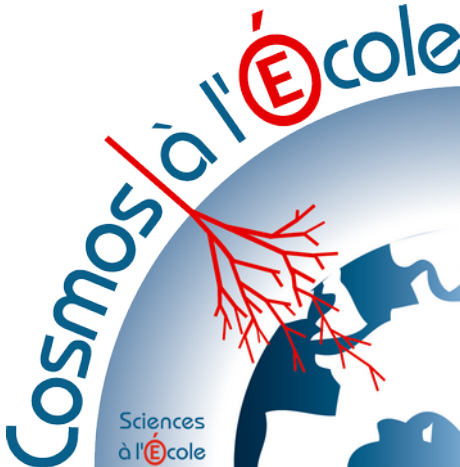
Étude de la radioactivité : Micro(K)osmos



nombre impulsion : 9 duree experience : 9 s
nombre impulsion : 4 duree experience : 19 s
nombre impulsion : 5 duree experience : 30 s
nombre impulsion : 3 duree experience : 40 s
nombre impulsion : 5 duree experience : 50 s
nombre impulsion : 6 duree experience : 60 s
nombre impulsion : 6 duree experience : 70 s
nombre impulsion : 7 duree experience : 80 s



[Discrimination alpha et gamma Term Spé]



Étude de la radioactivité : Micro(K)osmos

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

GANIL

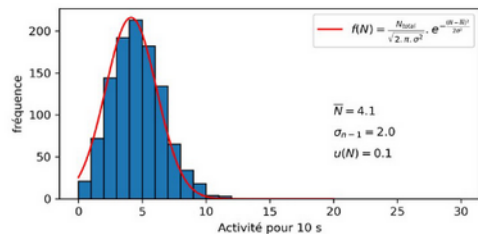


Figure 10: mesure du bruit

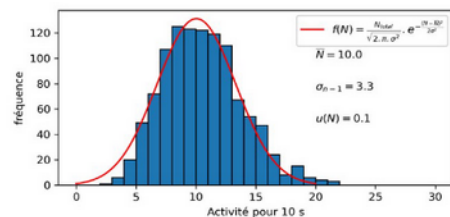


Figure 11: KSCN sans écran

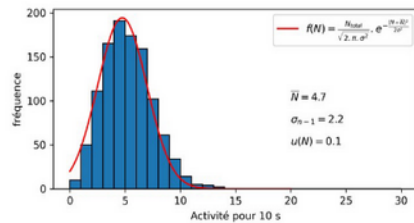
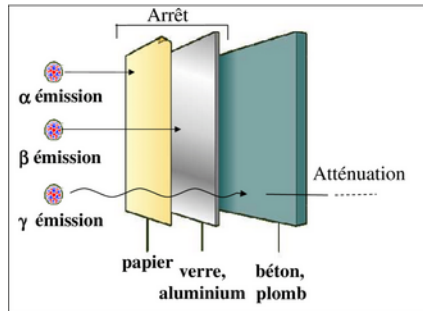


Figure 12: KSCN avec écran de plomb 1,3 mm

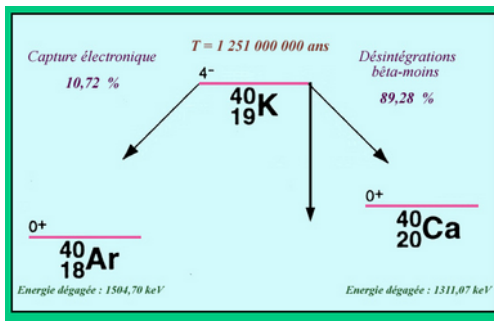
Radioactivité naturelle	KSCN sans écran $\beta + \gamma + \text{bruit}$	KSCN avec écran Pb $0,93 \cdot \gamma + \text{bruit}$
$4,1 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$4,7 \pm 0,1$



Résultats expérimentaux

$$\begin{aligned} \text{bruit} &= 4,1 \\ \beta + \gamma + \text{bruit} &= 10,0 \\ 0,93 * \gamma + \text{bruit} &= 4,7 \end{aligned} \Rightarrow \begin{cases} 0,93 \times \gamma = 0,6 \\ \beta = 10 - 4,1 - 0,65 \\ \beta = 5,25 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \gamma = 0,65 \\ \beta = 5,25 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{rayonnement } \gamma \Rightarrow 11\% \\ \text{rayonnement } \beta \Rightarrow 89\% \end{cases}$$

Théorie



$$\begin{cases} \text{rayonnement } \gamma \Rightarrow 10,72\% \\ \text{rayonnement } \beta \Rightarrow 89,28\% \end{cases}$$



Sciences
à l'École

Les incertitudes

2^{nde} type A: incertitudes statistiques

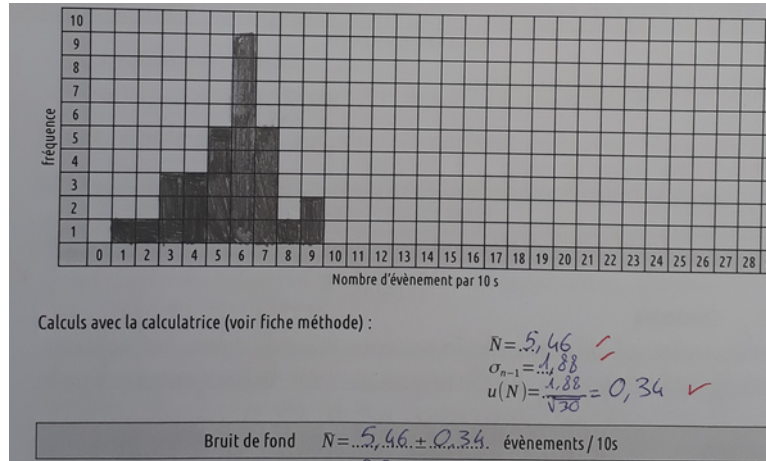
N mesures de la grandeur X

$$[X_1, X_2, X_3, \dots, X_N]$$

calcul de $\bar{X}$ et σ_{n-1}

$$X = \bar{X} \pm \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{N}}$$

$\Delta \sigma_{n-1}$ écart type expérimental
 $\neq$
 σ_n écart type mathématique



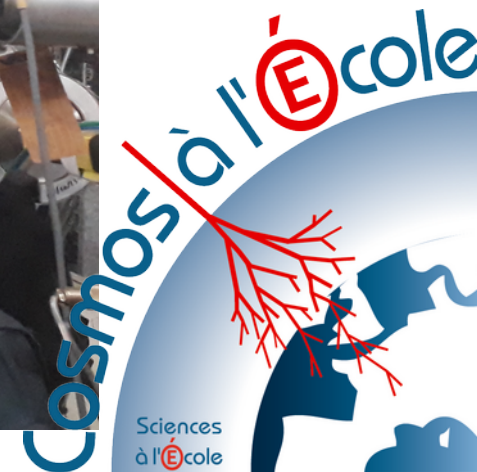
CANIL

Les visites de laboratoire (GANIL, LPC, ENSICAEN, ORSAY, ...)

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

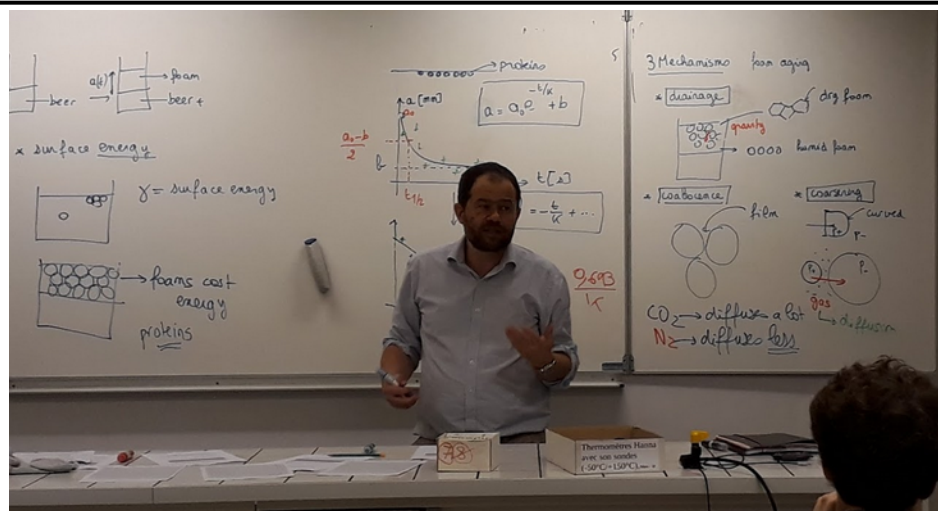
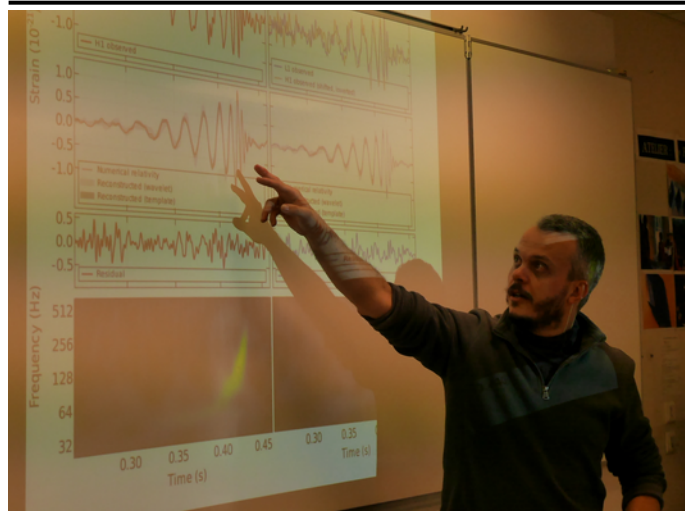


GANIL



Les conférences

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



CANIL



- Nicolas Arnaud : ondes gravitationnelles
- Frédéric Restagno : frictions & mousses
- Gregory Lehaut : radioastronomie

parfois des visios (plus simple)



Les stages

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



INSPYRE : <https://edu.lnf.infn.it/inspyre/>

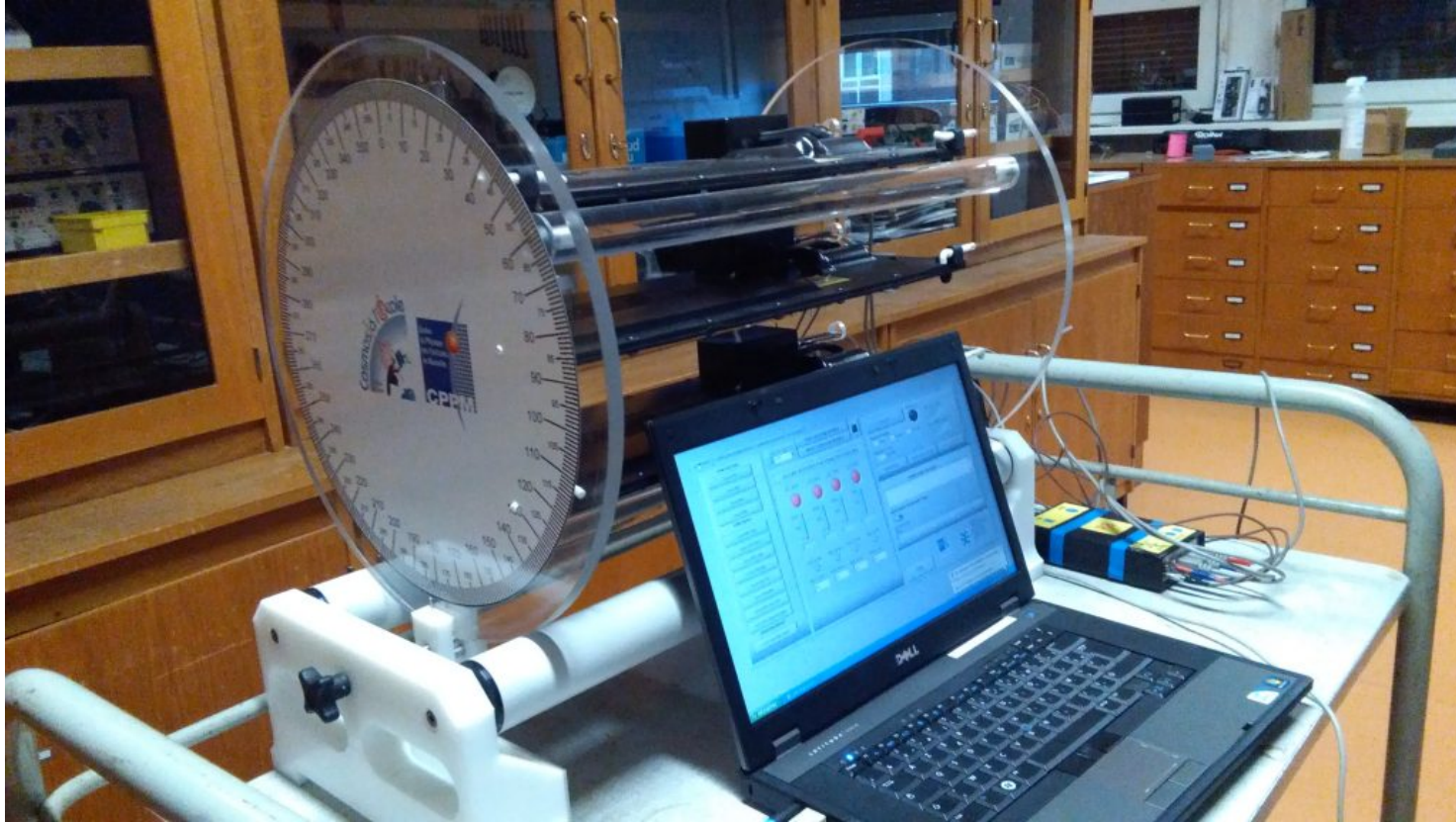


2nde du CLELab au GANIL



Les Muons : le cosmodétecteur

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



GANIL



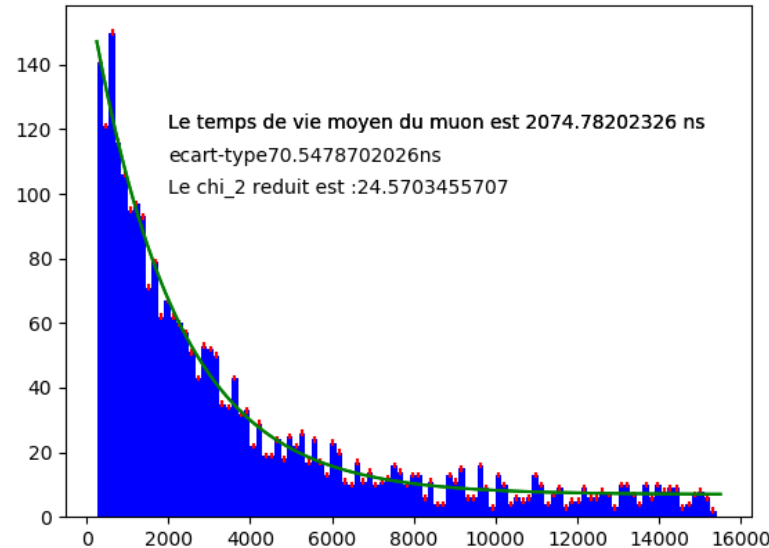
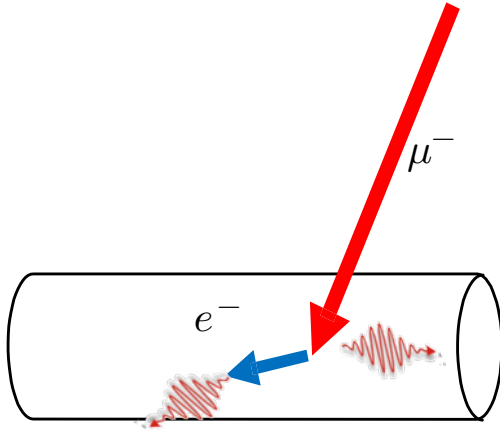
Cosmodétecteur – Mesure du temps de vie d'un muon

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

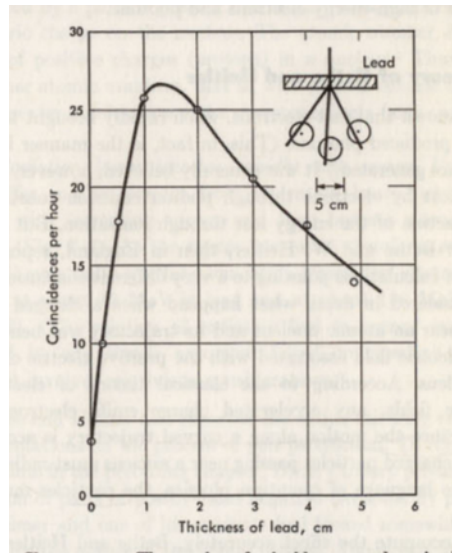
CANIL

- Les muons (ou anti-muons) sont stoppés dans le cylindre de scintillateur → émission d'un 1^{er} photon
- Le muon se désintègre en électron → émission d'un 2^{ème} photon

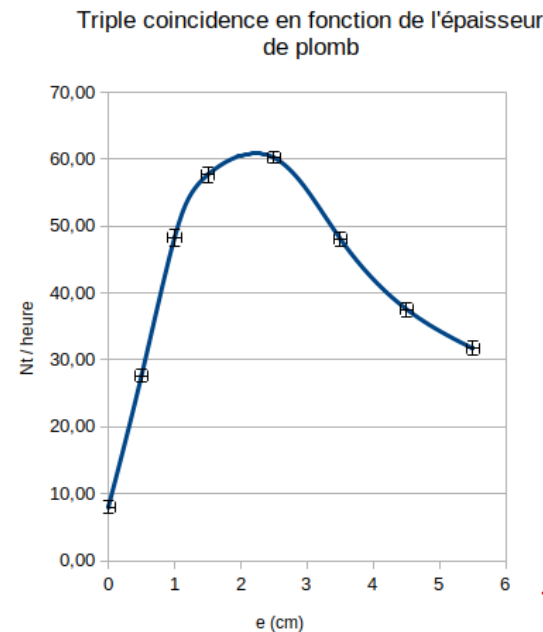
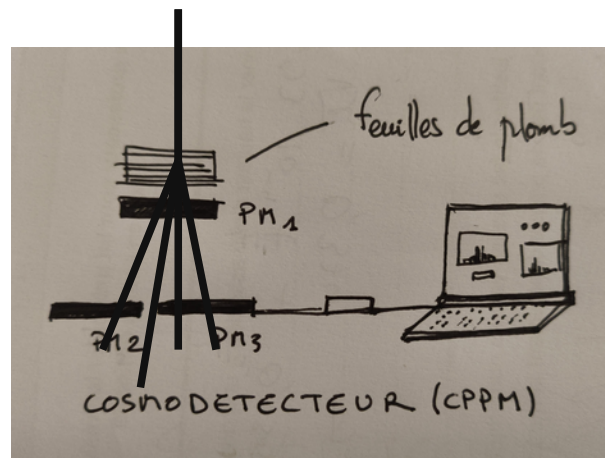
On mesure le temps de désintégration pour un grand nombre de muons durant 24 heures → calcul du temps de demie-vie du muon [Dans notre exemple 2,075 μ s]



Expérience de Rossi, 1933



Expérience au Lycée, 2020

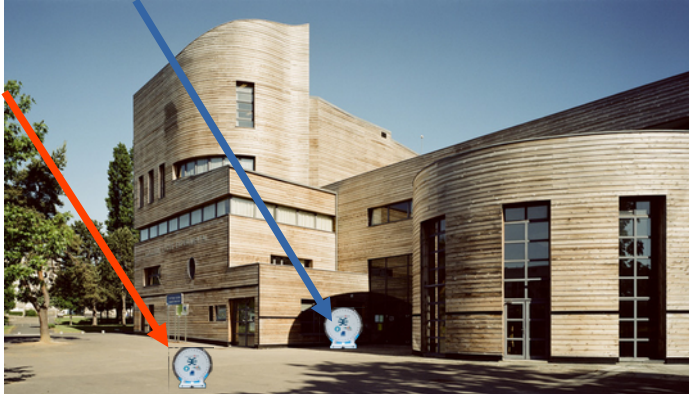


La courbe comporte 2 parties :

- 1 Les muons percutant le plomb génèrent des gerbes de particules augmentant le nombre de triples coïncidences N_{123}
- 2 N_{123} diminue lorsque les particules secondaires sont réabsorbées dans le plomb

Cosmodétecteur – Tomographie muonique

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



Deux mesures de la distribution angulaire du flux de muon



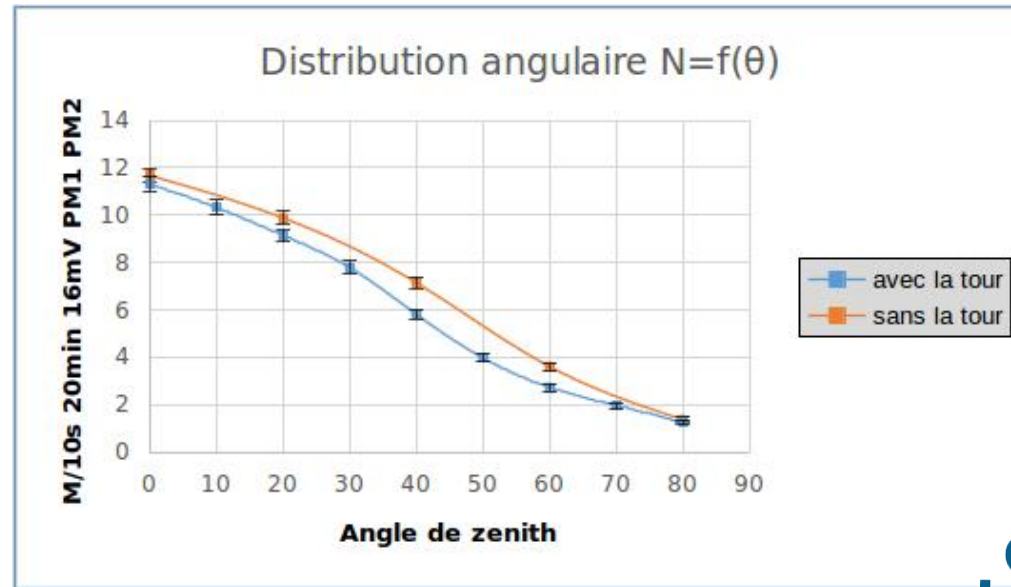
Détection de la tour de Lycée par une diminution du flux



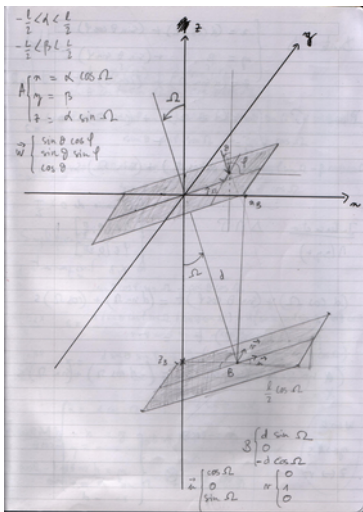
Illustration des mesures faites sur les volcans

GANIL

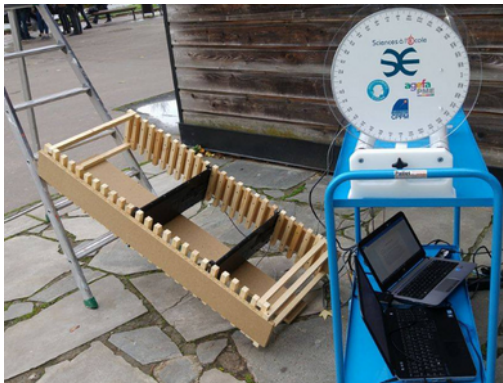
→ une différence faible mais la
détection fonctionne



1. Modélisation



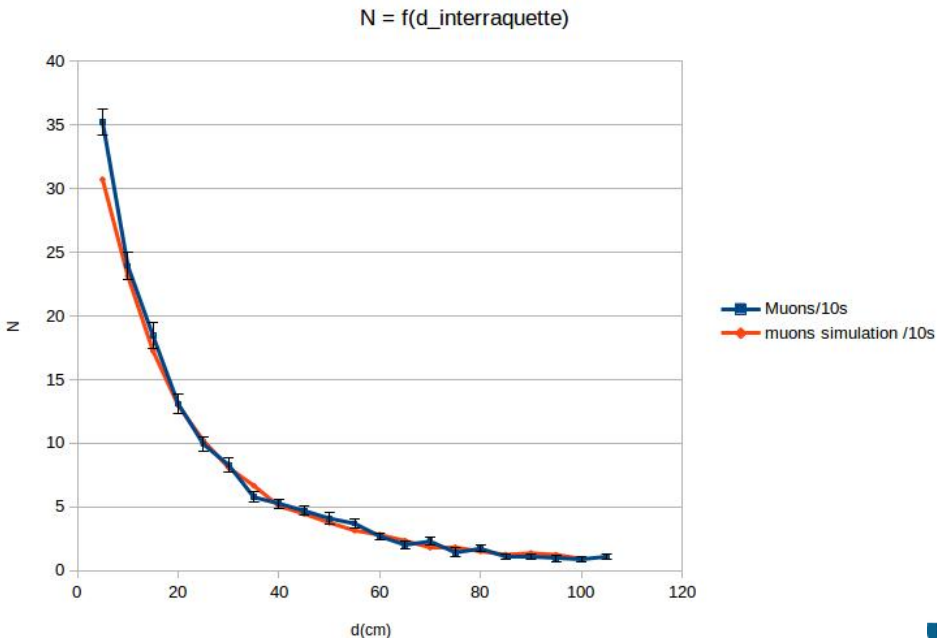
2. Expérience



3. Codage d'une simulation

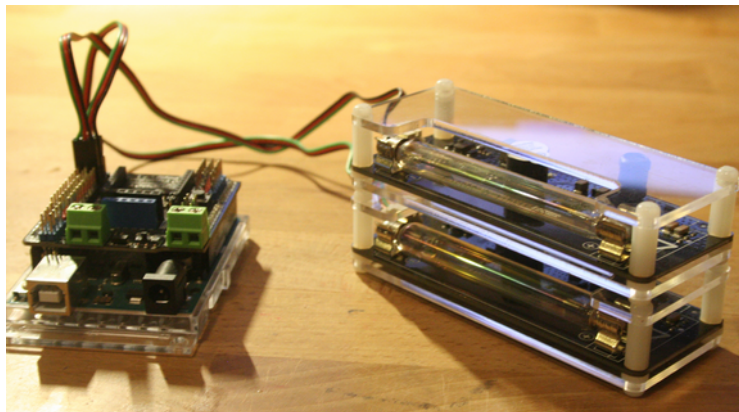
```
for i in range(1,N):  
    #les deux lignes suivantes simulent les coordonnées d'arrivées d'un muon sur le scintillateur du haut (tirage uniforme)  
    alpha=np.random.uniform(-L,L)  
    beta=np.random.uniform(-L,L)  
    x= alpha*np.cos(omega)  
    y= beta  
    z= alpha*np.sin(omega)  
  
    #loi de distribution de l angle zénithal en cos**2  
    u=np.random.uniform(0,1)  
    theta=np.arccos(u**(0.25))
```

4. Validation : comparaison expérience/simulation

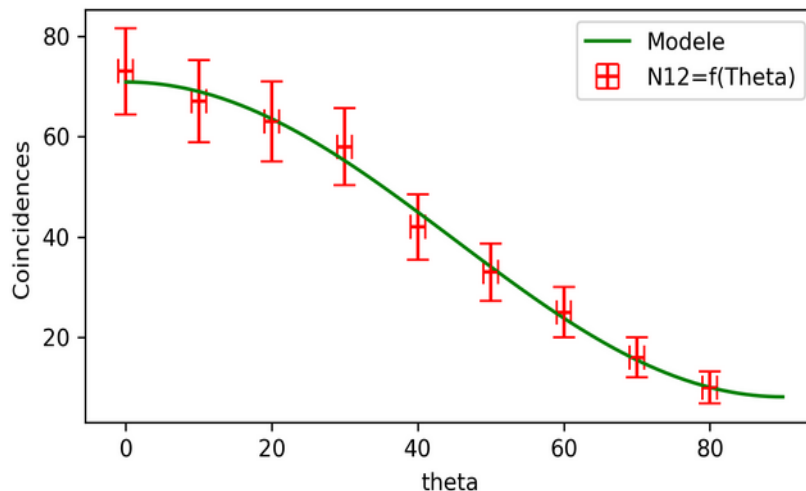
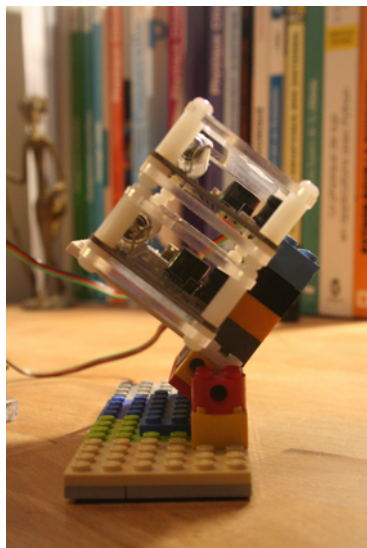


Microcosmos : un détecteur de muons basé sur Arduino

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



- × Détecteur à bas-coût
- × Tubes Geiger permettent l'étude de la radioactivité du potassium au lycée
- × Programmes librement modifiables par les élèves
- × Projet sous licence GPL : <https://mucosmos.github.io/>



GANIL





- ✎ Des documentaires : Particle Fever, Pêcheurs d'étoiles , ...
- ✎ Activités papier : particle tracks, Contextualized magnetism in secondary school : learning from the LHC
- ✎ des ressources :
 - ✎ Sciences à l'école
 - ✎ Science in school
 - ✎ La revue élémentaire
 - ✎ <https://www.radioactivite.com/>
 - ✎ <https://ippog.org/>

