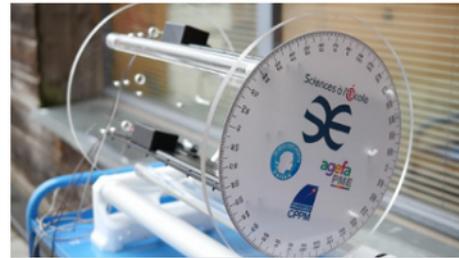


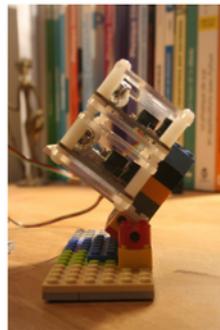
Micro(K)osmos

radioactivité, incertitudes

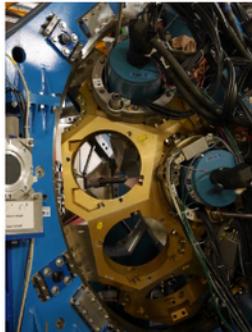
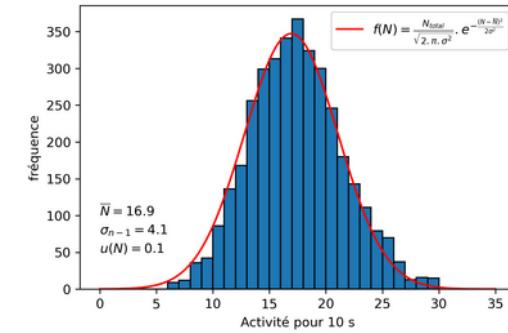


Le cosmodétecteur

rayons cosmiques, incertitudes



MicroCosmos



GANIL

visite, conférences



Millikan, Cloud chamber, Thomson

atome, mécanique



Masterclass

Orsay, W2D2



Sciences
à l'école



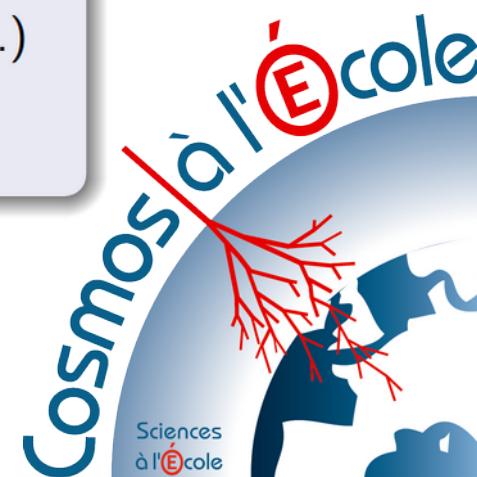
- ✎ 2010 : Stage « Profs au CERN » (LHC)
- ✎ Stages au CPPM (Marseille) , utilisation du Cosmodétecteur
- ✎ fréquentation du GANIL, de Quarknet, Masterclass à Orsay au LAL, etc. . .
- ✎ 2024 : Stage « Profs au GANIL »





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



World Wide Data Day – W2D2 – quarknet.org/

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

Sans matériel... juste un rapporteur



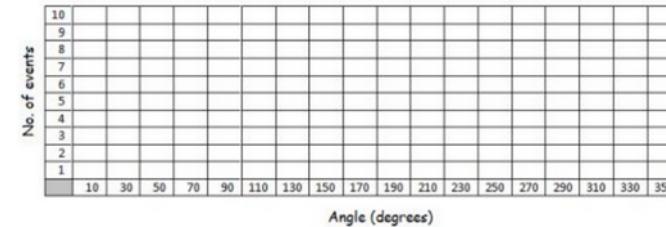
World Wide Data Day

Data Tally Sheet



Make histograms from your own data!

PHI (ϕ_1 and ϕ_2):



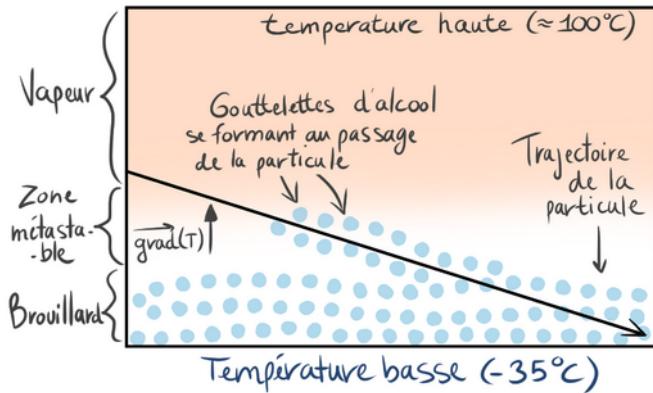
[interactions fondamentales 1ères Spés]

Construction d'une chambre à brouillard

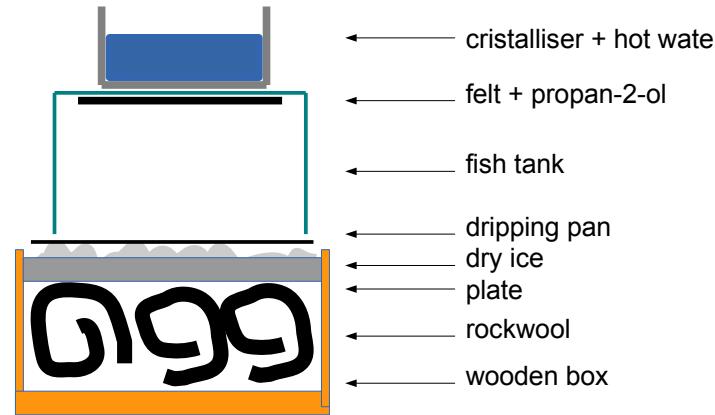
[Atome 2nde]

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

1. Le principe



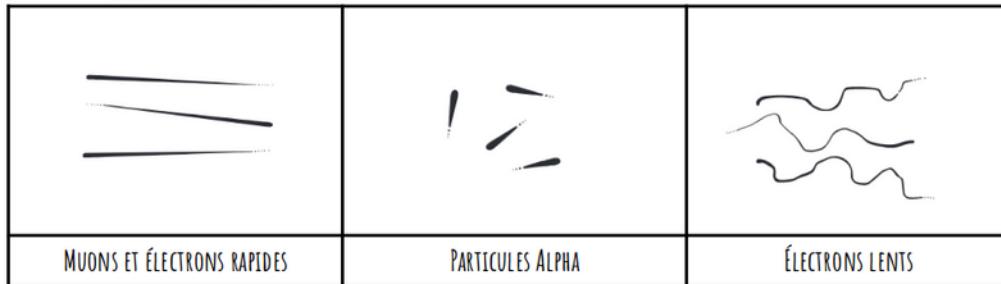
2. Le plan



3. La construction



4. Identification des traces



5. Exemple : particule alpha



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

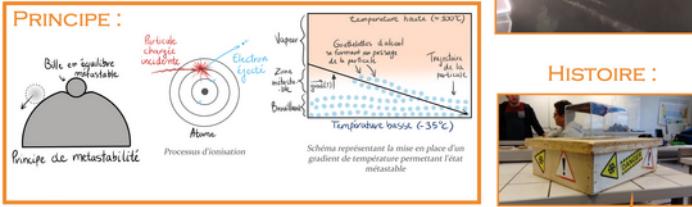
construction d'une chambre à brouillard

Nathan Rousseau, Raphaël Quinchon, Guillaume Lecré, Anouk Haesler - Terminale S
Enseignants : Cédric Vanden Driessche, Antoine Manier
Collège Lycée Experimental, Herouville St Clair - France

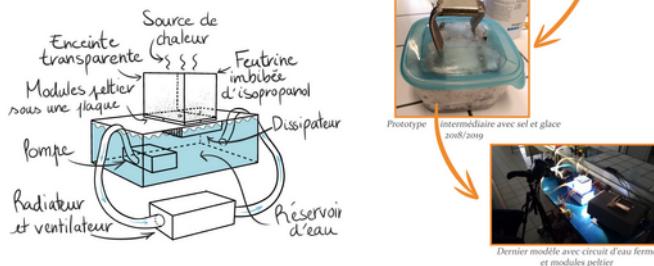
Résumé : Le projet que nous présentons est le résultat de près d'un an et demi de recherche et d'expériences. Notre objectif est de concevoir une chambre à brouillard en utilisant des cellules à effet peltier afin d'étudier les rayons cosmiques et la radioactivité.



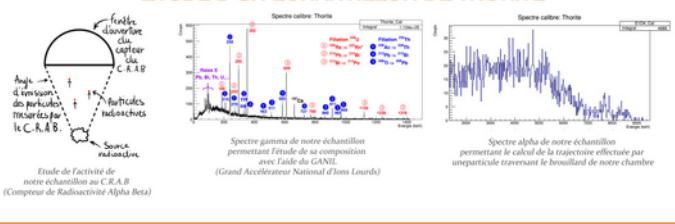
PRINCIPE :



LA CHAMBRE À BROUILLARD :



ETUDE D'UN ÉCHANTILLON DE THORITE



Réalisation d'une chambre à brouillard à effet Peltier

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

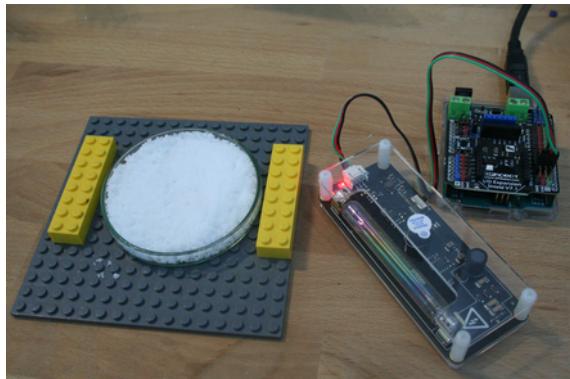


GANIL

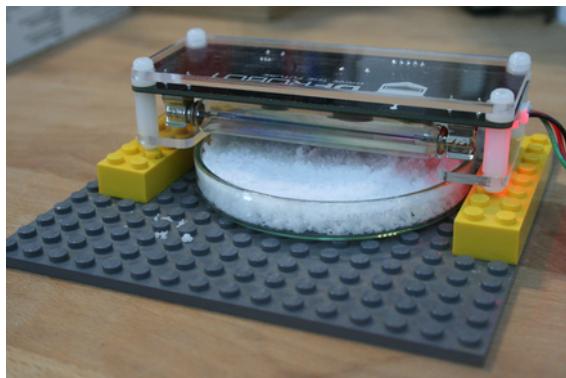
Étude de la radioactivité : Micro(K)osmos

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

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



```
nombre impulsion : 2 duree experience : 5 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
```



Nom prénom :
Classe : 1E

La Radioactivité du potassium 40
Mesures expérimentales

Problématique :

Votre professeur souhaite remplacer le thiocyanate de potassium (KSCN) par du chlorure de potassium (KCl) dans ses TP. Il vous demande de vérifier que la radioactivité de celui-ci est suffisante pour que l'on puisse la distinguer du bruit ambiant.

→ Votre mission consiste à mesurer le bruit de fond ainsi que l'activité du KCl et de proposer une conclusion à votre professeur. (10 points)

1. Mesure du bruit de fond

1.1. Prise de mesure

6 4 6 5 6 5 3 6 8 7 7 7 5 6 6
4 5 3 1 4 6 6 6 9 2 7 7 9 3 ✓

1.2. Analyse

Histogramme :

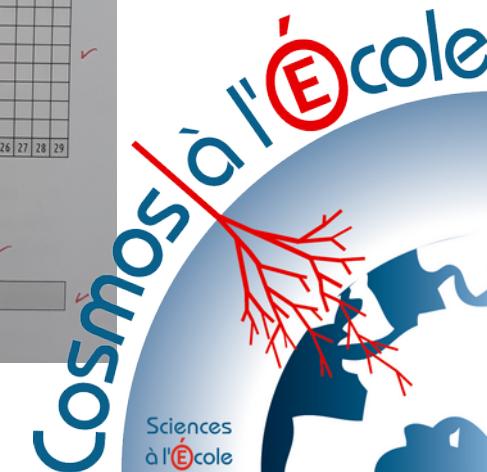
Calculs avec la calculatrice (voir fiche méthode) :

$N = 5,46$ ✓
 $\sigma_{n=1} = \sqrt{5,46} = 2,31$ ✓
 $u(N) = \frac{2,31}{\sqrt{50}} = 0,34$ ✓

Bruit de fond $N = 5,46 \pm 0,34$ événements/10s
 $= 5,8$

[Radioactivité 2nde & 1 EnSci]

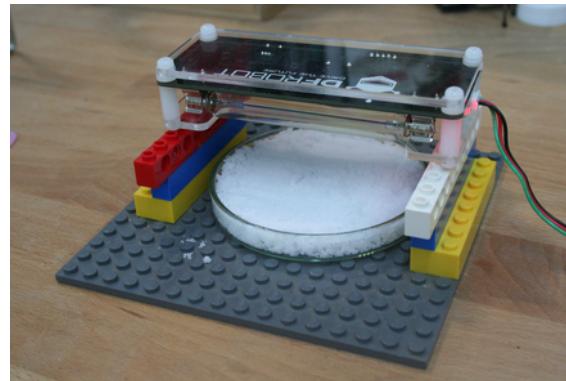
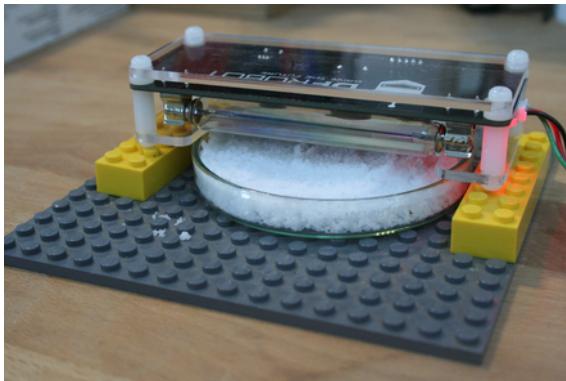
GANIL



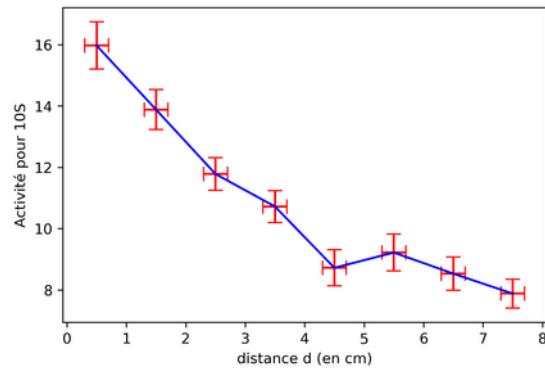
Sciences
à l'École

Étude de la radioactivité : Micro(K)osmos

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



[Radioactivité radioprotection 2nde & 1 EnSci]

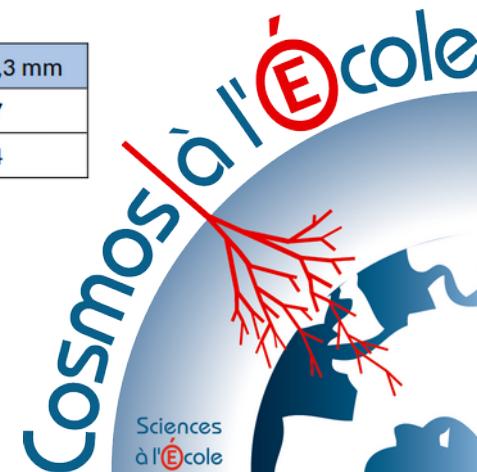


→ Distance

→ Différents types d'écrans

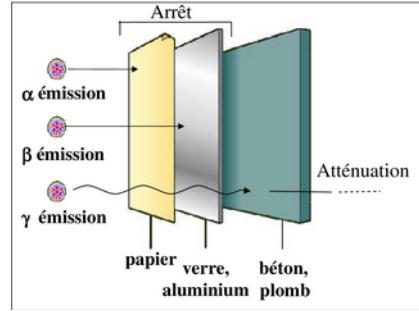
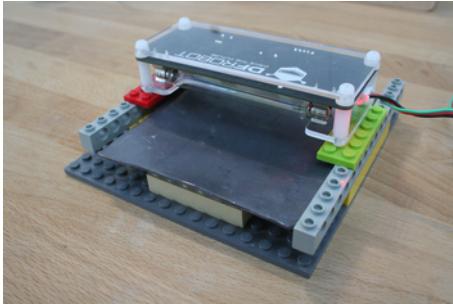
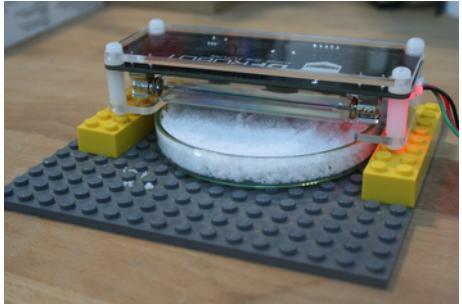
```
nombre impulsion : 6 duree experience : 6 s
nombre impulsion : 4 duree experience : 19 s
nombre impulsion : 5 duree experience : 30 s
nombre impulsion : 3 duree experience : 40 s
nombre impulsion : 5 duree experience : 50 s
nombre impulsion : 6 duree experience : 60 s
nombre impulsion : 6 duree experience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

	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

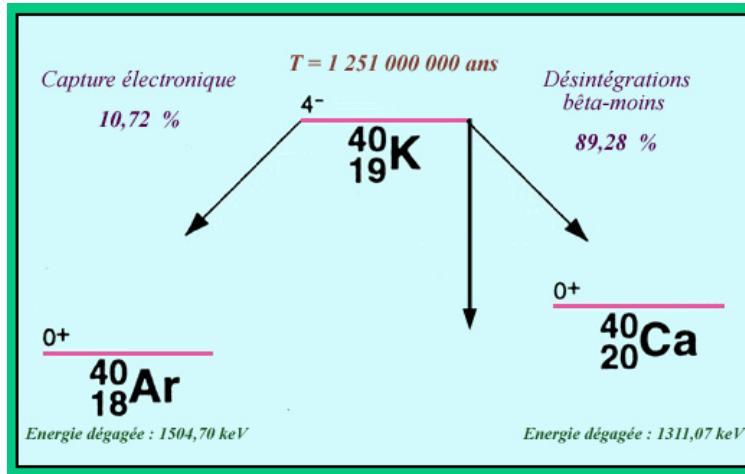


Étude de la radioactivité : Micro(K)osmos

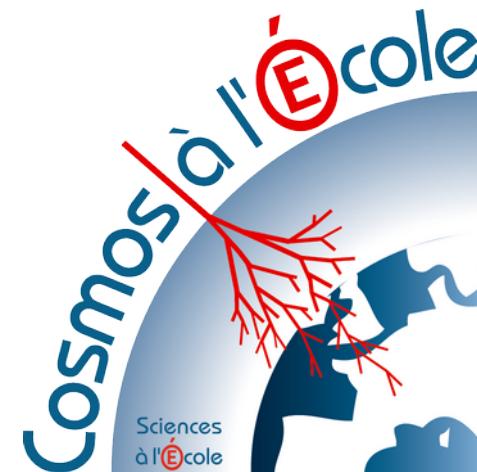
Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



```
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
```



[Discrimination alpha et gamma Term Spé]

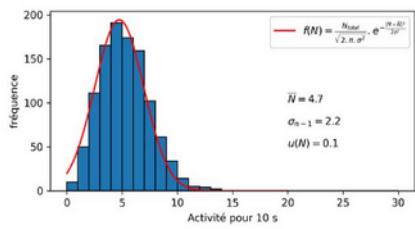
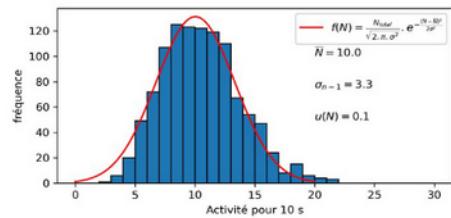
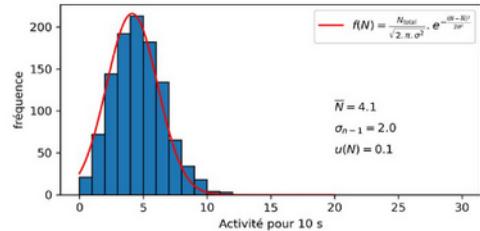


Sciences
à l'école

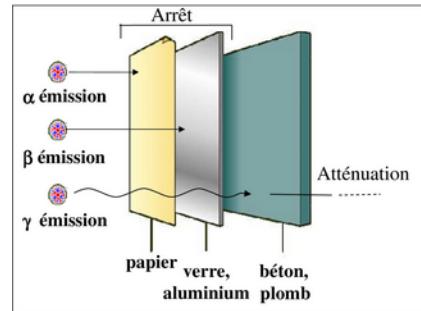
GANIL

Étude de la radioactivité : Micro(K)osmos

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



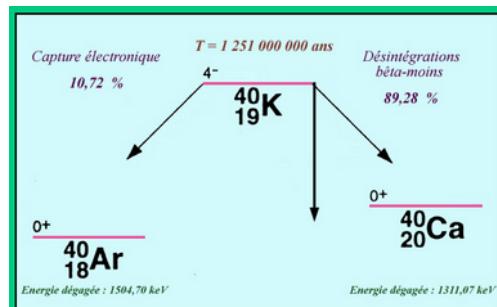
Radioactivité naturelle	KSCN sans écran β+γ+bruit	KSCN avec écran Pb 0,93*γ + bruit
$4,1 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$4,7 \pm 0,1$



Résultats expérimentaux

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

Théorie



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



Les incertitudes

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

2^{nde} type A: incertitudes statistiques

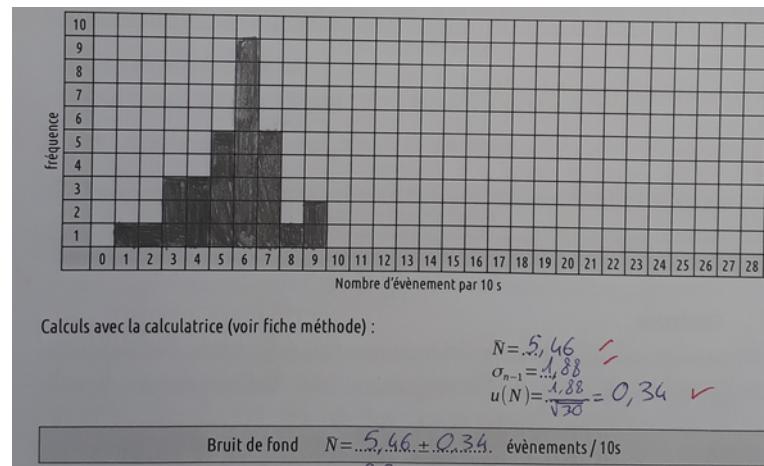
N mesures de la grandeur X

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

Calcul de \bar{X} et σ_{n-1}

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

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



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

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

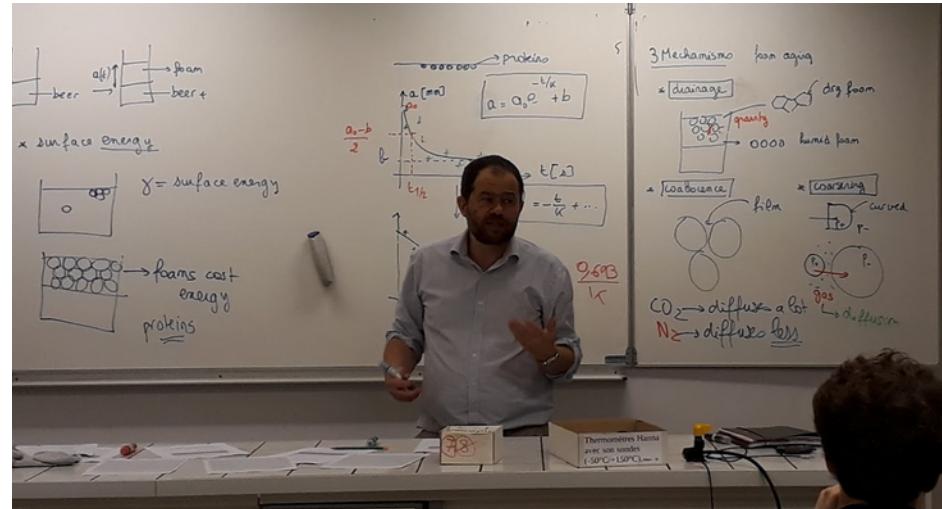
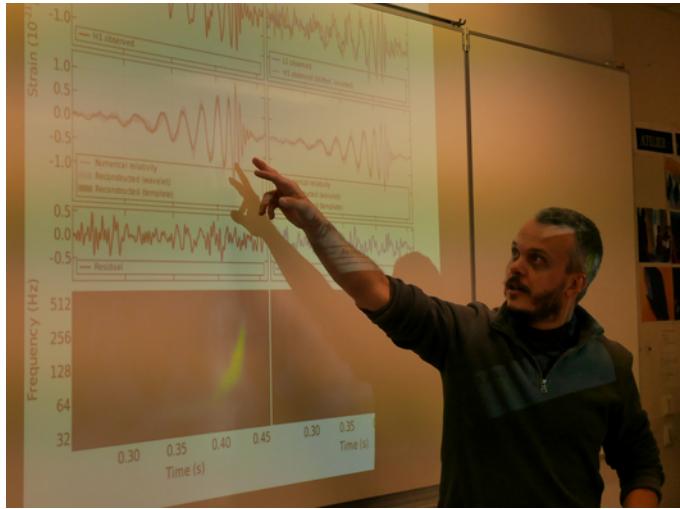


GANIL



Les conférences

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



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

parfois des visios (plus simple)



Sciences
à l'école

Les stages

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



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

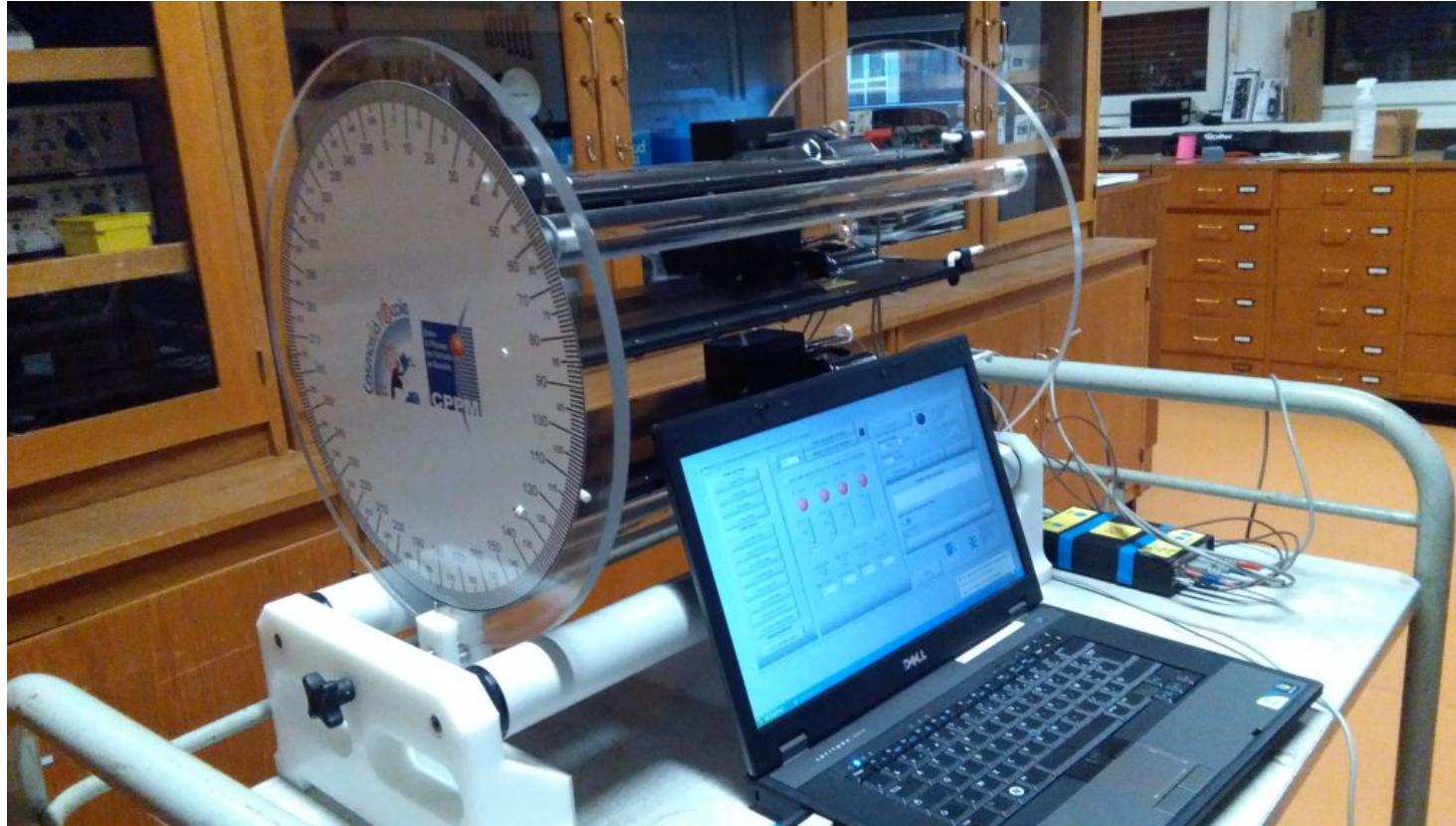


2nde du CLELab au GANIL



Les Muons : le cosmodéTECTeur

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



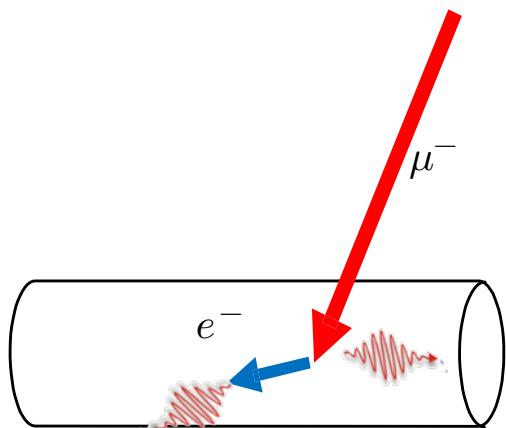
GANIL

Cosmos à l'École
Sciences à l'École

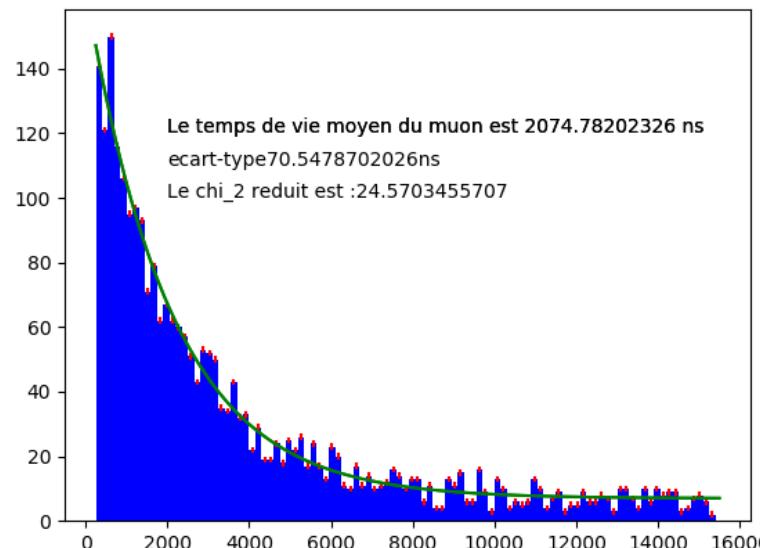
Cosmodétecteur – Mesure du temps de vie d'un muon

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

- 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 demi-vie du muon [Dans notre exemple 2,075 μ s]

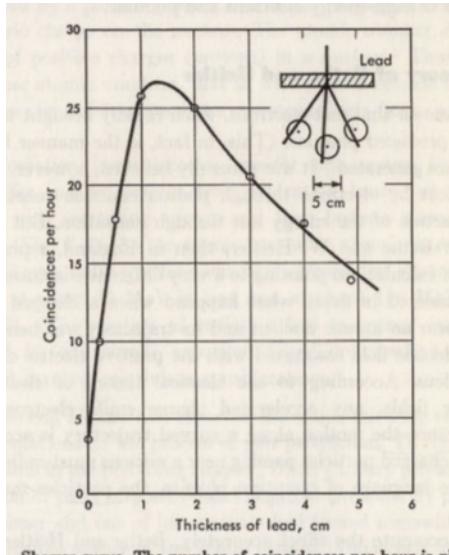


Sciences
à l'École

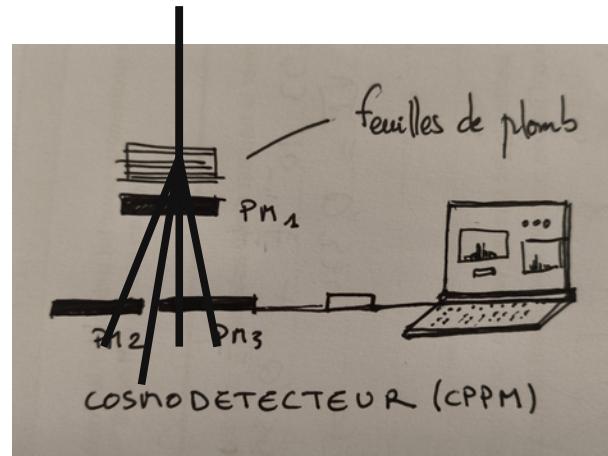
Cosmodétecteur – Expérience de Rossi

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

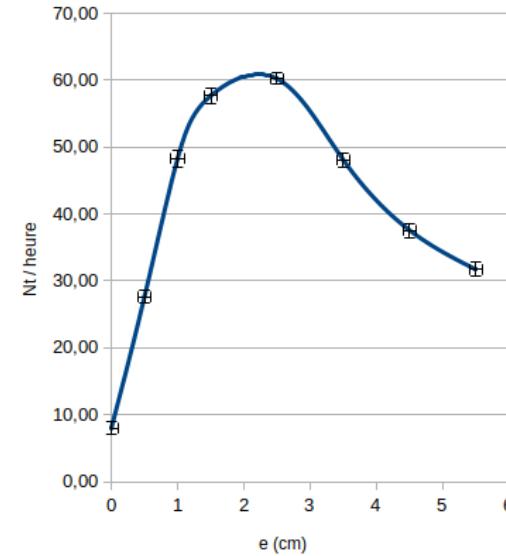
Expérience de Rossi, 1933



Expérience au Lycée, 2020



Triple coïncidence en fonction de l'épaisseur de plomb

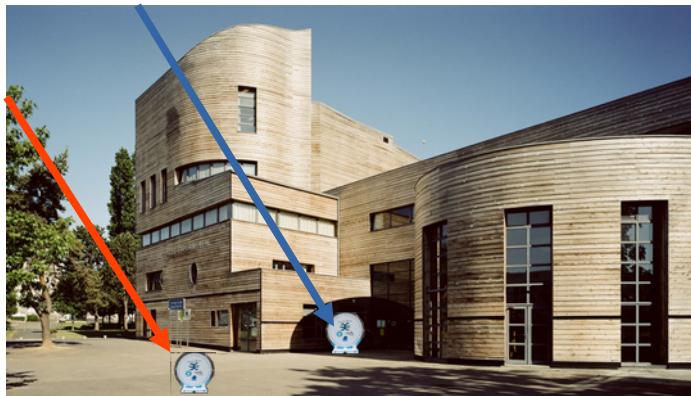


La courbe comporte 2 parties :

- 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



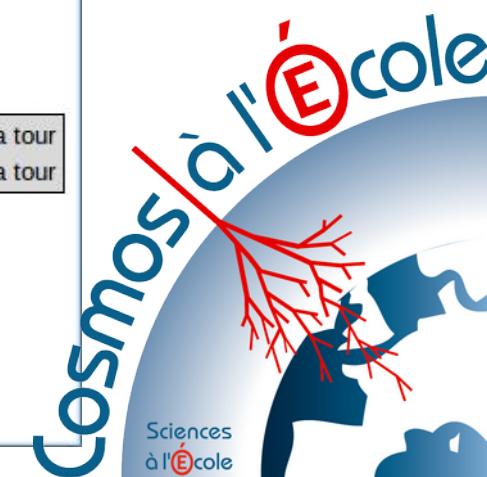
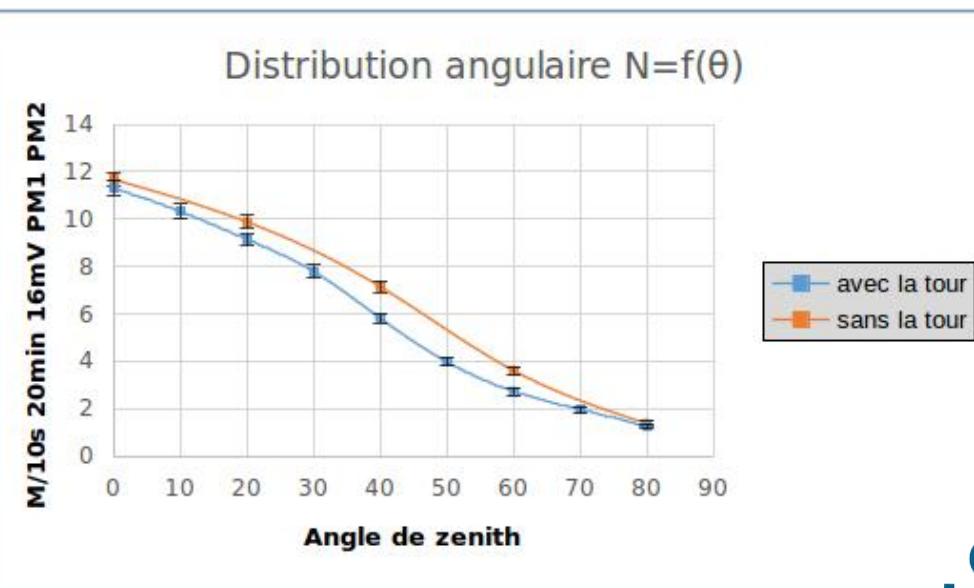
Détection de la tour de Lycée par une diminution du flux



Illustration des mesures faites sur les volcans

GANIL

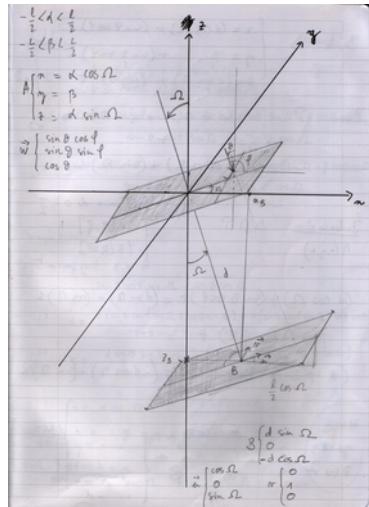
→ une différence faible mais la détection fonctionne



Cosmodétecteur – Efficacité géométrique d'un détecteur

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

1. Modélisation



2. Expérience



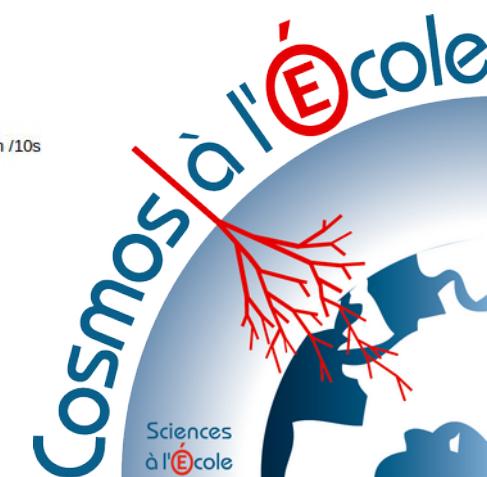
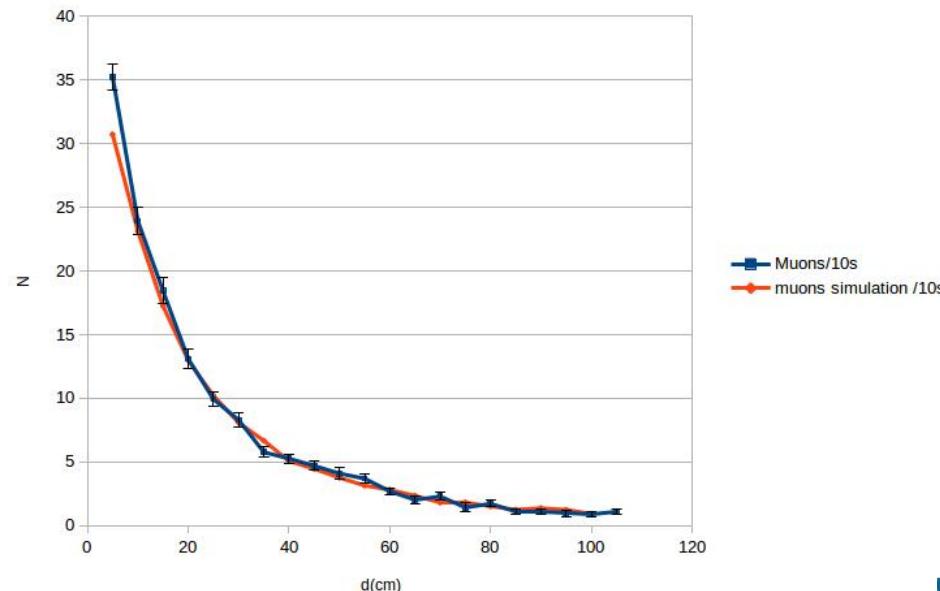
3. Codage d'une simulation

```
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(-1,1)
    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

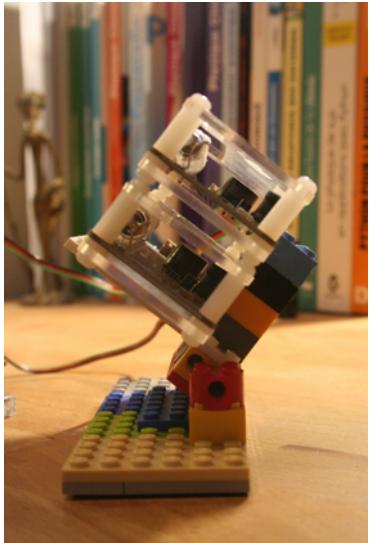
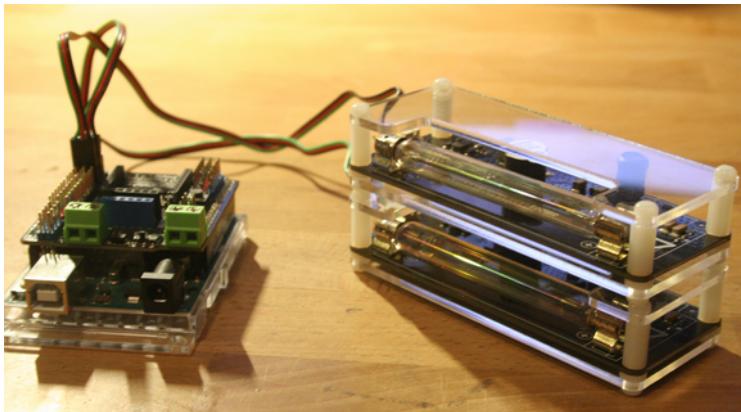
$$N = f(d_{\text{interraquette}})$$



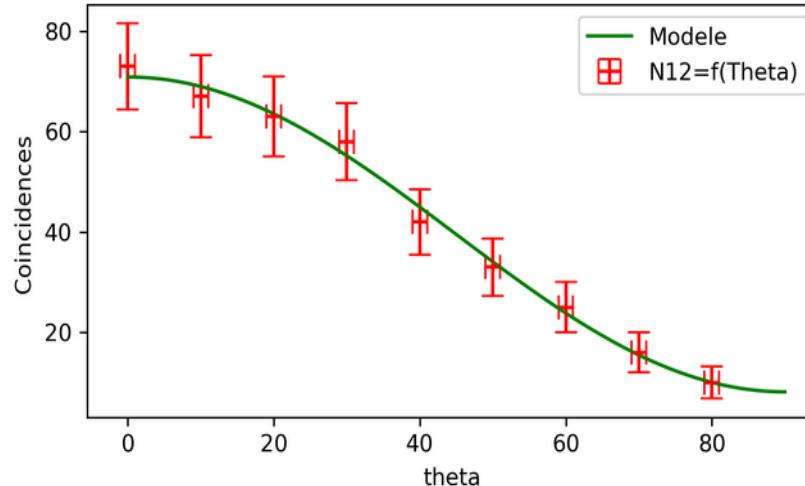
GANIL

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/>



- ✎ 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/>

GANIL

