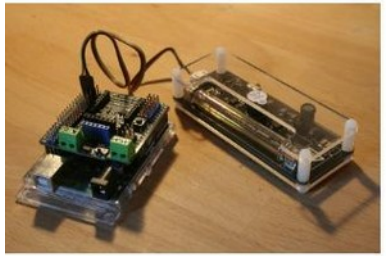
Profs au CERN 2025

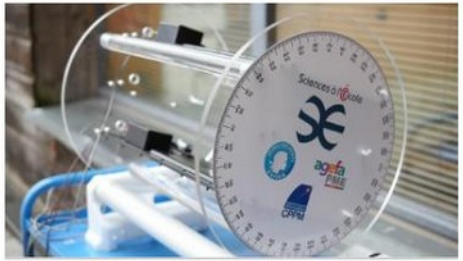
Retour d'expérience et propositions d'activités pédagogiques

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



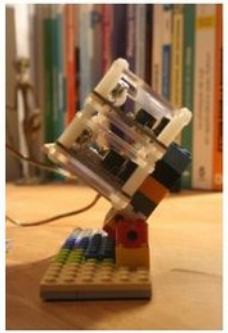
Micro(K)osmos [1]

radioactivité, incertitudes

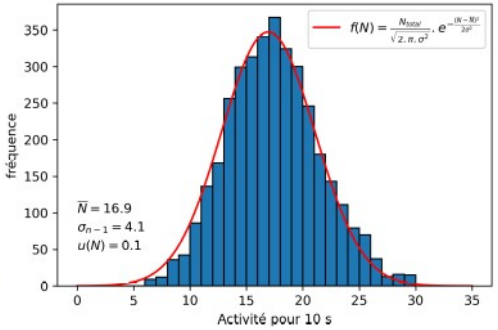


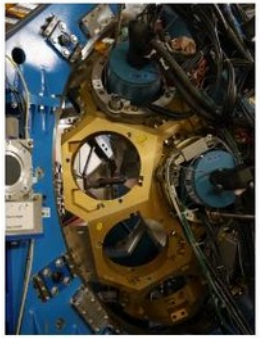
Le cosmodétecteur

rayons cosmiques, incertitudes



MicroCosmos





GANIL

visite, conférences

Millikan, Cloud chamber, Thomson

atome, mécanique

Masterclass

Orsay, W2D2

Profs au CERN 2025

Retour d'expérience et propositions d'activités pédagogiques

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

Suite au stage Profs au CERN/GANIL

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

✎ 1999 : DEA Physique de la matière condensée et des polymères
✎ 2001 - … : Professeur de Physique-Chimie
✎ 2004 : DEA Épistémologie, Histoire des sciences et des Techniques

✎ 2010 : Stage « Profs au CERN » (LHC)

✎ 2013 : Stage au CPPM (Marseille) , utilisation du Cosmodétecteur

✎ fréquentation du GANIL, de Quarknet, Masterclass à Orsay au LAL, etc. . .

✎ 2017 : Stage au CPPM (Marseille) bis

✎ 2018, 2019 & 2022 Stage INSPYRE, LNF/INFN (Frascati - Rome)

✎ 2024 : Stage « Profs au GANIL »

Suite au stage Profs au CERN/GANIL

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

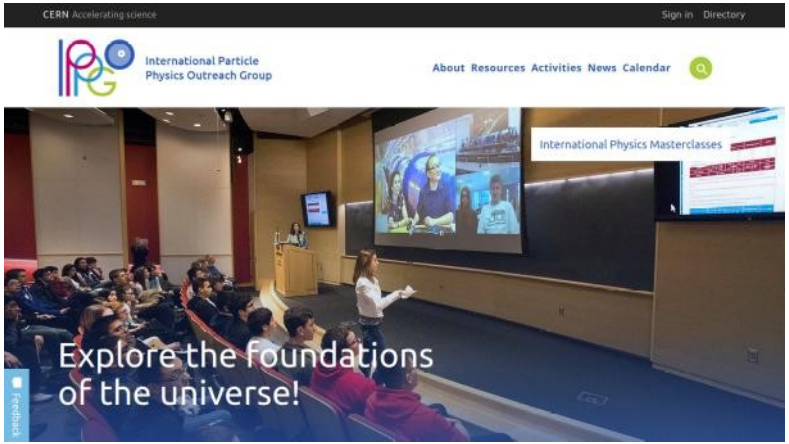
Progressivement

- ✎ 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

Suite au stage Profs au CERN/GANIL

Des ressources …

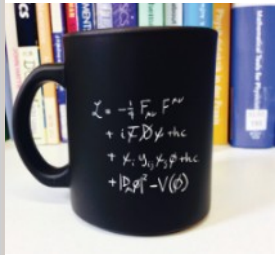
Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



https://ippog.org/

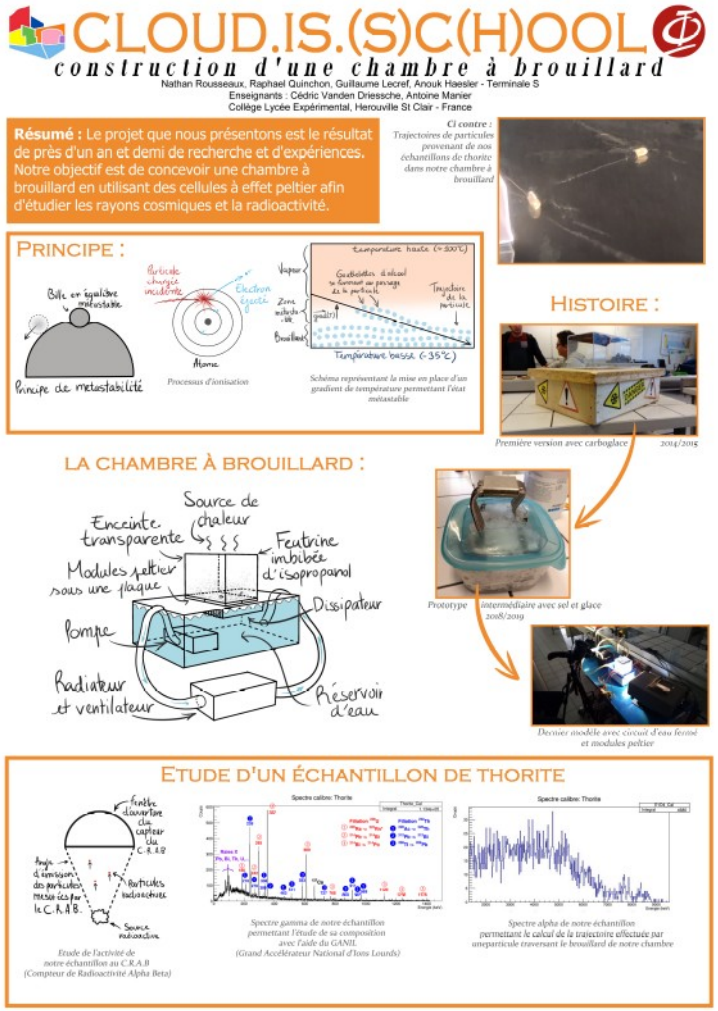
https://educational-resources.web.cern.ch/

https://quarknet.org/



- Ressources -

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



Réalisation d'une chambre à brouillard à effet Peltier

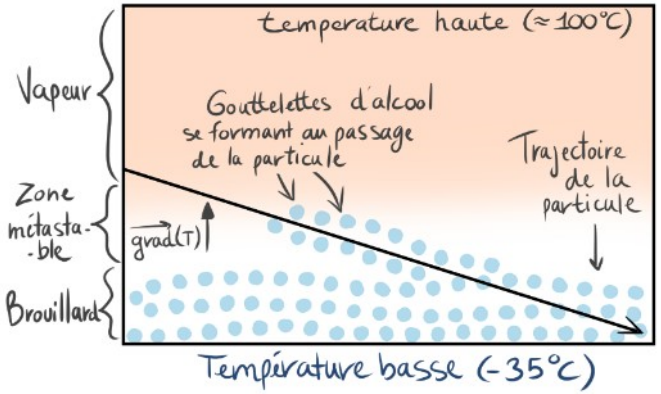
2 équipes, 2 générations [2014 → 2019]
Cloud Chamber → Cloud.is.(s)c(h)ool
Transmission d'un projet

Construction d'une chambre à brouillard

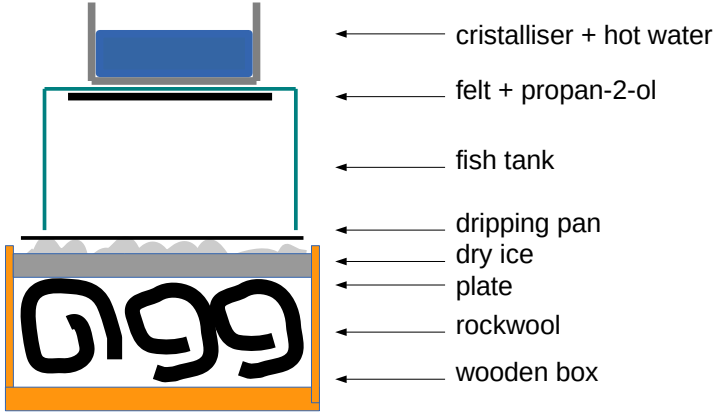
[Atome 2nde]

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

1.Le principe

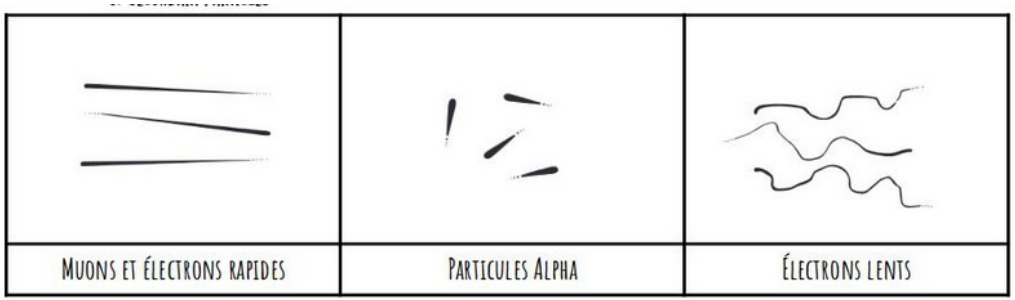


2.Le plan



3.La construction

4.Identification des traces

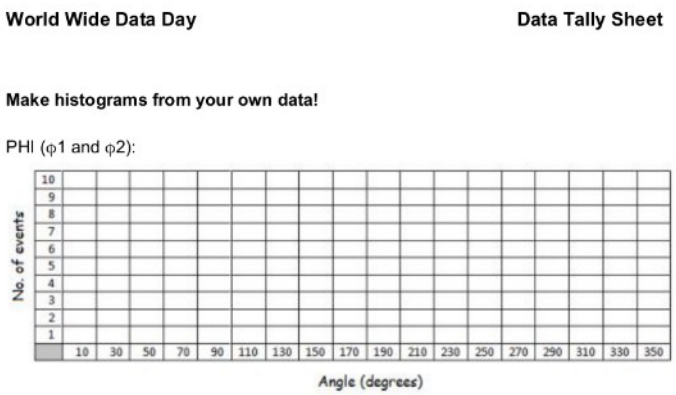


5.Exemple : particule alpha

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 (φ1 and φ2):

No. of events	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290	310	330	350
10																		
9																		
8																		
7																		
6																		
5																		
4																		
3																		
2																		
1																		

Angle (degrees)

World Wide Data Day

INTERNATIONAL MASTERCLASSES hands on particle physics

W2D2 World Wide Data Day

World Wide Data Day 2025: 20 November, 00:00-23:59 UTC

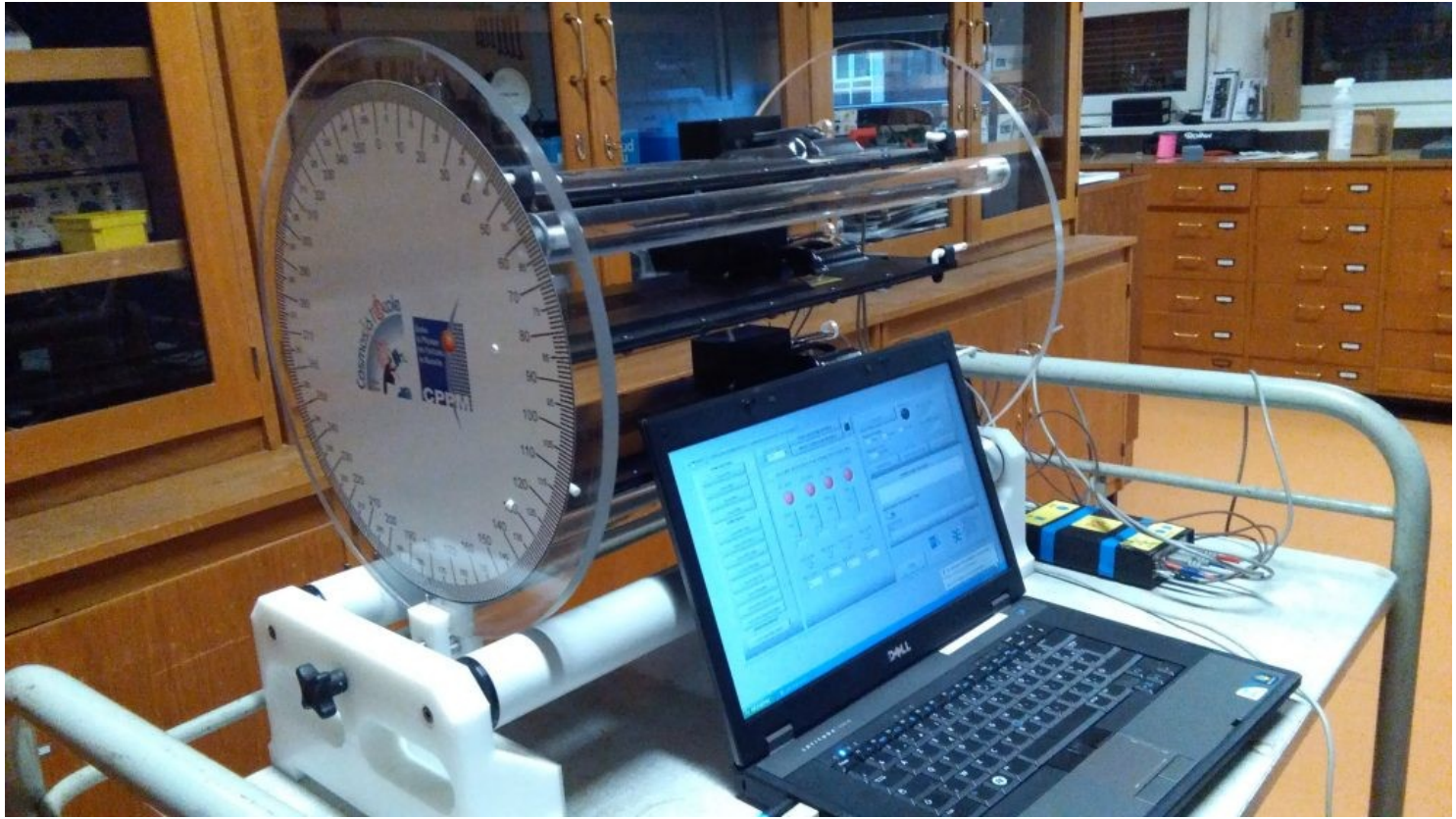
[interactions fondamentales 1ères Spés]

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

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

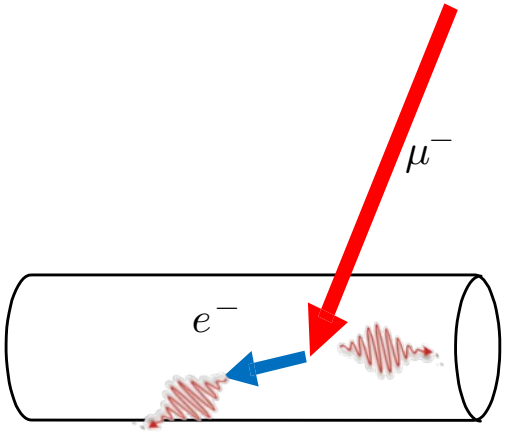
Les Muons : le cosmodétecteur

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



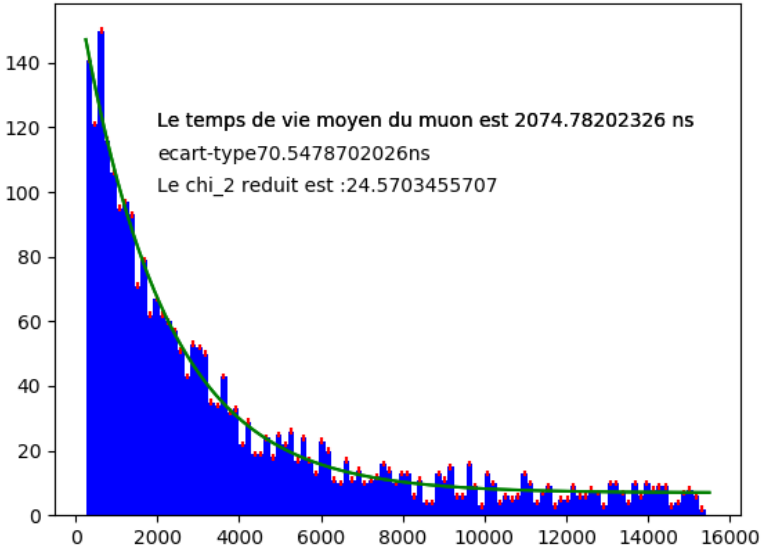
Cosmodétecteur – Mesure du temps de vie d'un muon

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



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

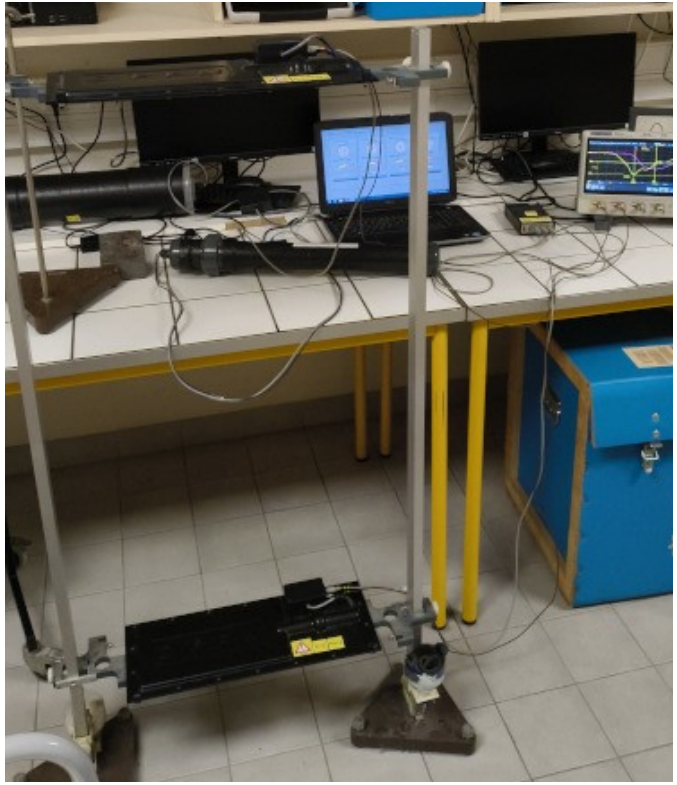
On mesure le temps de désintégration pour un grand nombre de muons durant 24 heures → calcul du temps de demie-vie du muon [Dans notre exemple 2,075 µs]

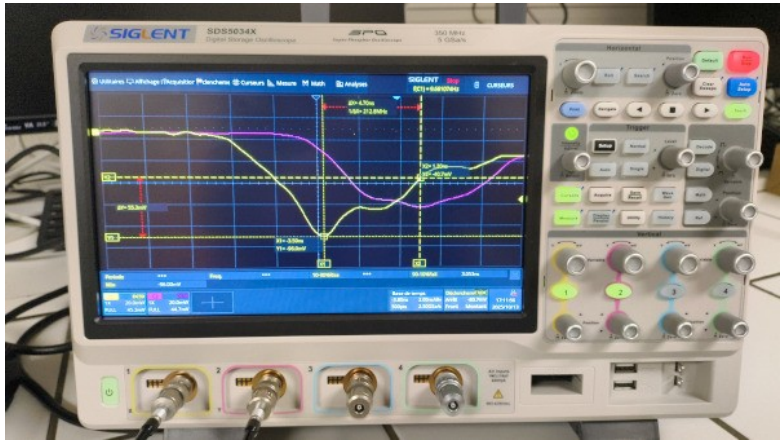


En ce moment : Cosmodétecteur & Microcosmos → tester la relativité

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

Vitesse du muon : tentative de mesure directe





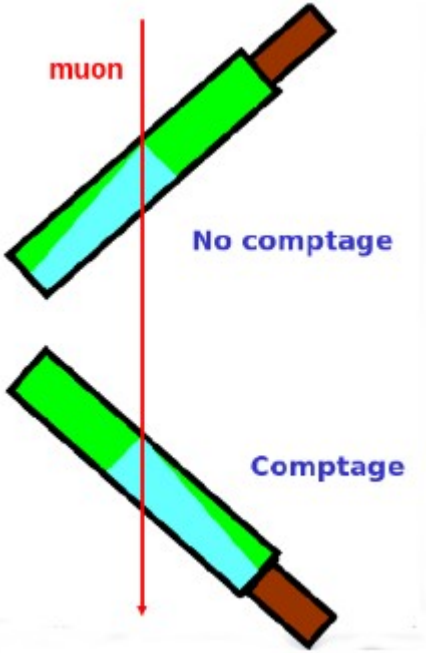
$$2{,}8.10^8 \text{ m/s} < v_{muon} < 2{,}87.10^8 \text{ m/s}$$

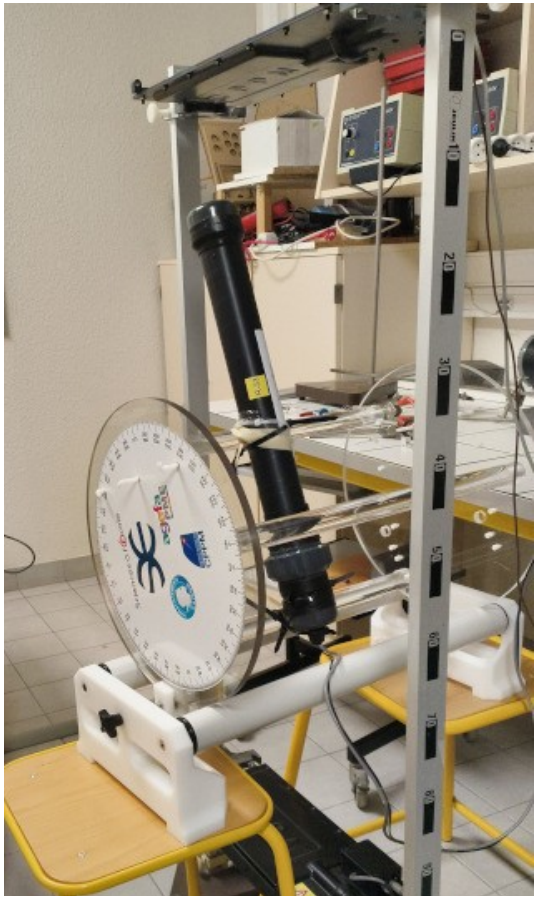
$$0{,}93\ c < v_{muon} < 0{,}96\ c$$

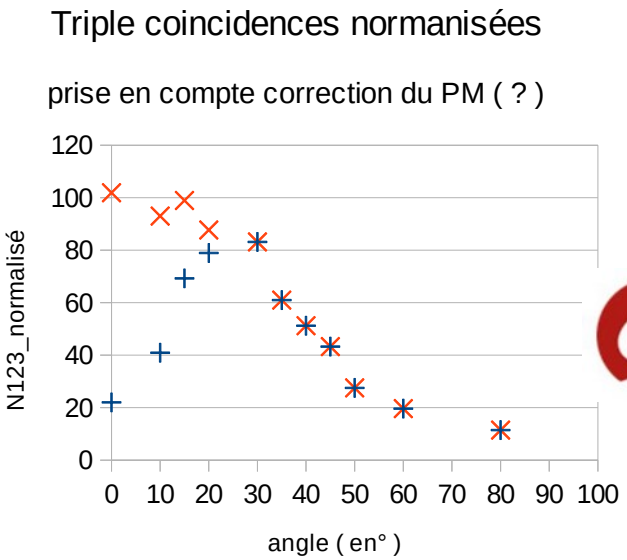
En ce moment : Cosmodétecteur & Microcosmos → tester la relativité

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

Vitesse du muon : tentative de mesure par effet Cerenkov







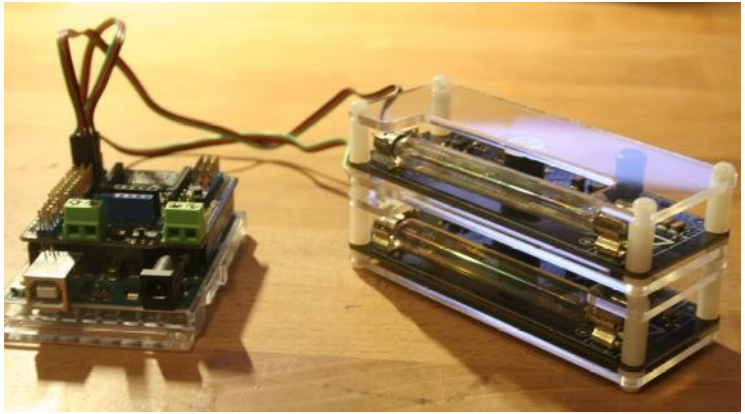
$$\cos\theta = \frac{c}{n.v_{muon}}$$

$$\theta \approx 45°$$

$$v_{muon} \approx 0{,}94.c$$

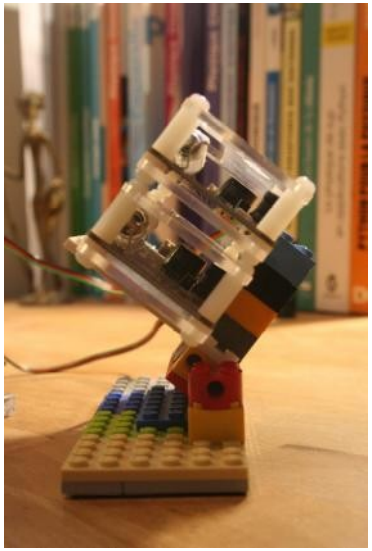
Microcosmos : un détecteur de muons basé sur Arduino

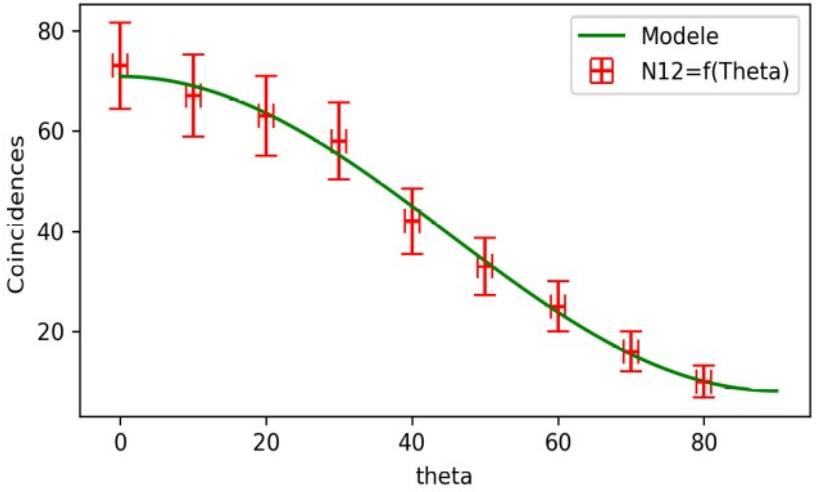
Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



- 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/



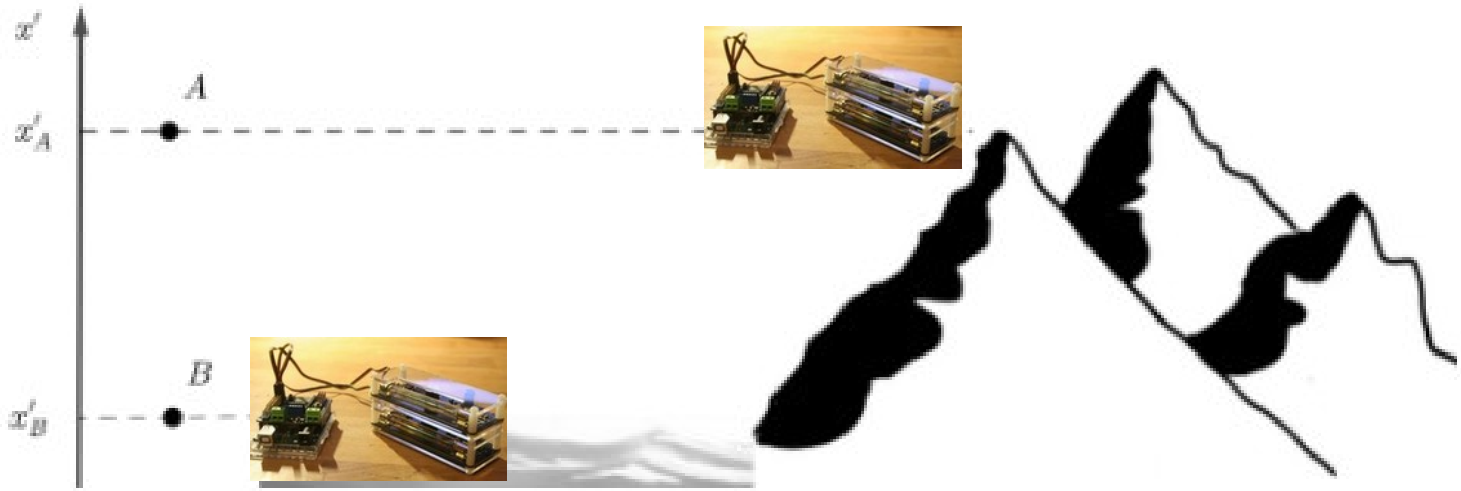


En ce moment : Cosmodétecteur & Microcosmos → tester la relativité

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

1907 m

0m



Mécanique classique

$$x'_B - x'_A = -u\,(t_B - t_A) \Rightarrow \frac{n(x'_A)}{n(x'_B)} = 2^{\frac{x'_A - x'_B}{uT}} = 7,6$$

ou

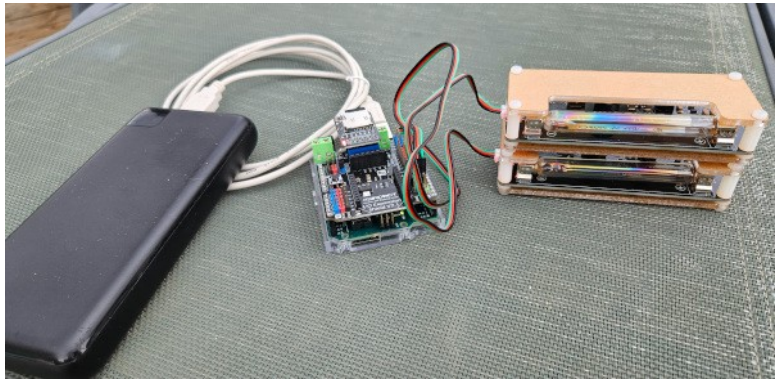
Relativité ?

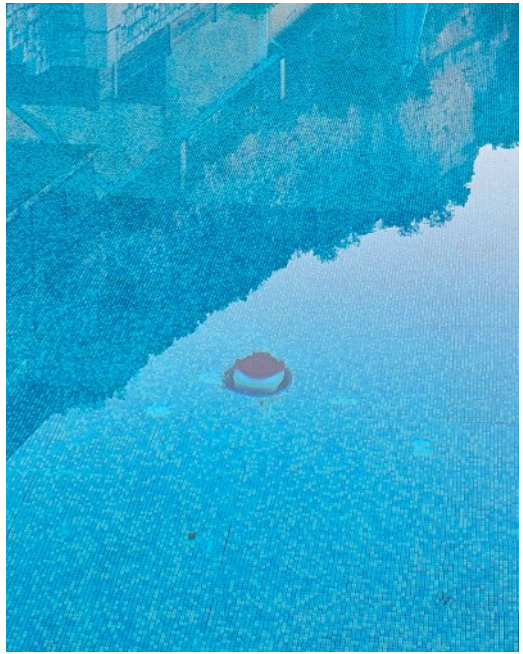
$$x'_B - x'_A = -\gamma\,u\,(t_B - t_A) \Rightarrow \frac{n(x'_B)}{n(x'_A)} = 2^{\frac{x'_A - x'_B}{\gamma uT}} = 1,3$$

Microcosmos

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

GO TRONIC
ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES



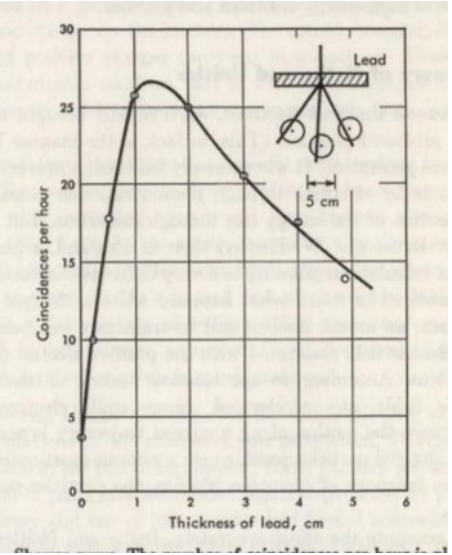


- Poursuite d'étude
- TIPE en prépa
- Olympiades de Physique

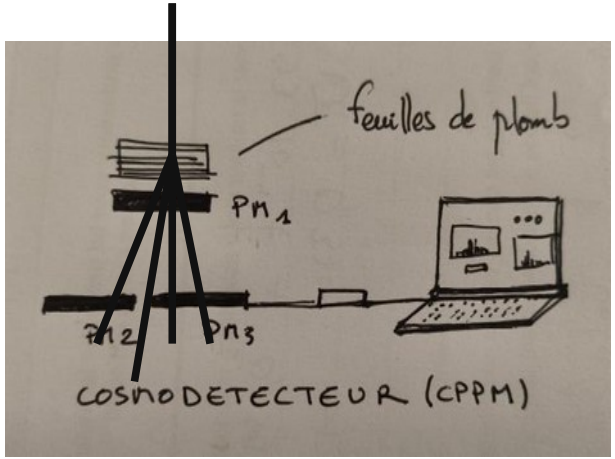
Cosmodétecteur – Expérience de Rossi

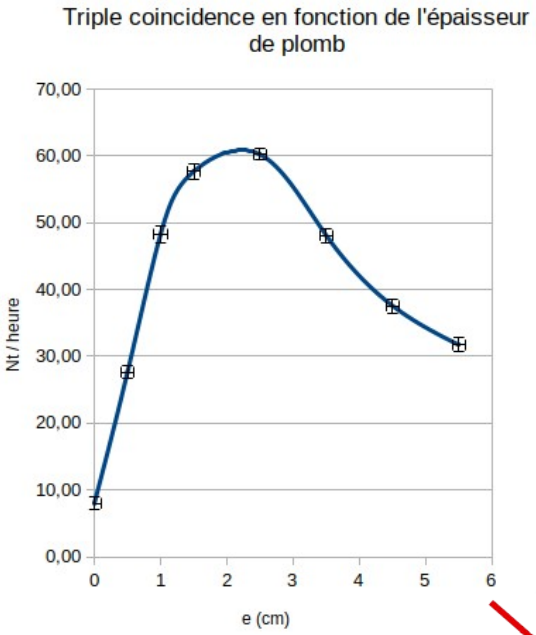
Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

Expérience de Rossi, 1933



Expérience au Lycée, 2020





La courbe comporte 2 parties :

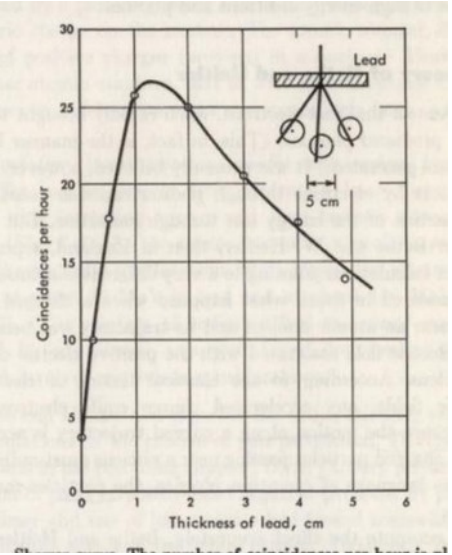
❶ Les muons percutant le plomb génèrent des gerbes de particules augmentant le nombre de triples coïncidences N_{123}

❷ N_{123} diminue lorsque les particules secondaires sont réabsorbées dans le plomb

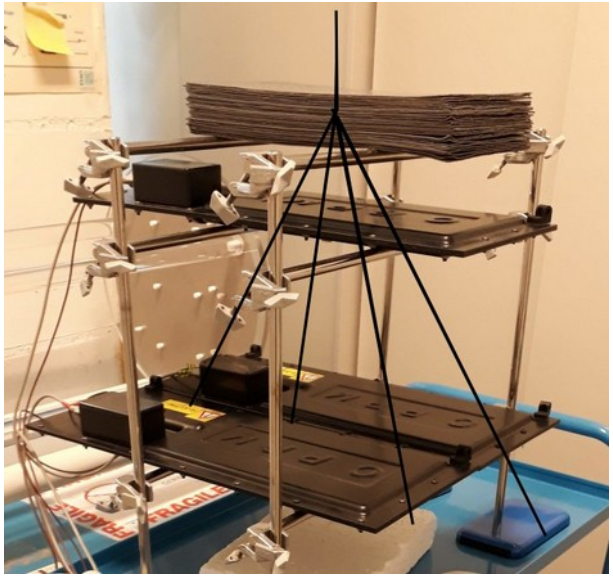
Cosmodétecteur – Expérience de Rossi

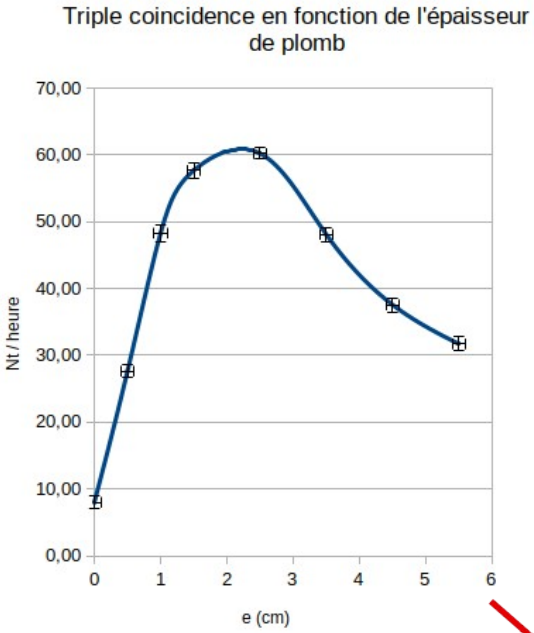
Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

Expérience de Rossi, 1933



Expérience au Lycée, 2020





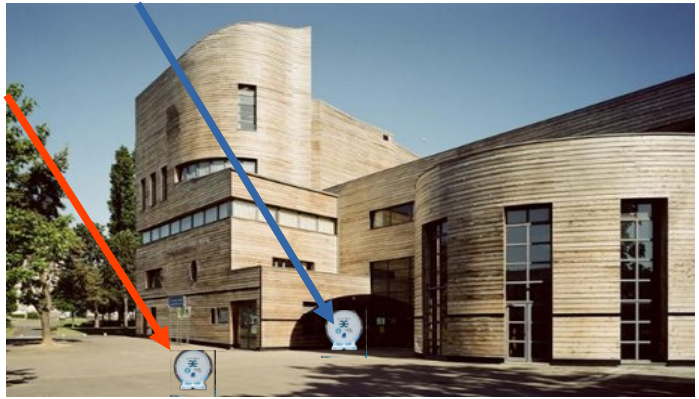
La courbe comporte 2 parties :

❶ Les muons percutant le plomb génèrent des gerbes de particules augmentant le nombre de triples coïncidences N_{123}

❷ N_{123} diminue lorsque les particules secondaires sont réabsorbées dans le plomb

Cosmodétecteur – Tomographie muonique

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



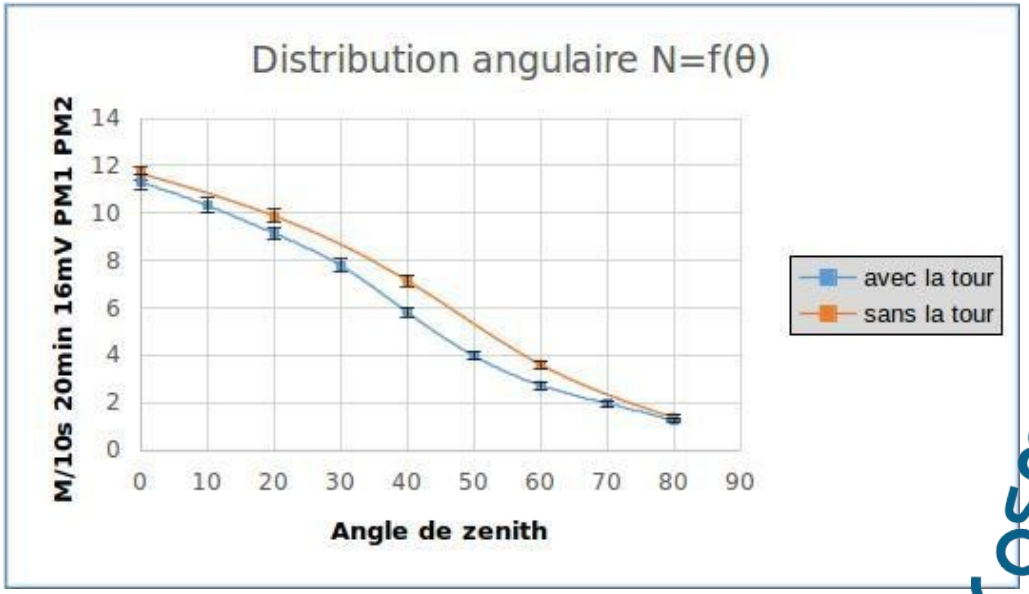
Deux mesures de la distribution angulaire du flux de muon

↓

Détection de la tour de Lycée par une diminution du flux

↓

Illustration des mesures faites sur les volcans

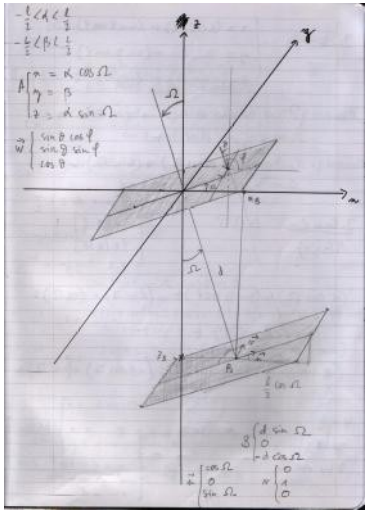


→ une différence faible mais la détection fonctionne

Cosmodétecteur – Efficacité géométrique d'un détecteur

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

1. Modélisation

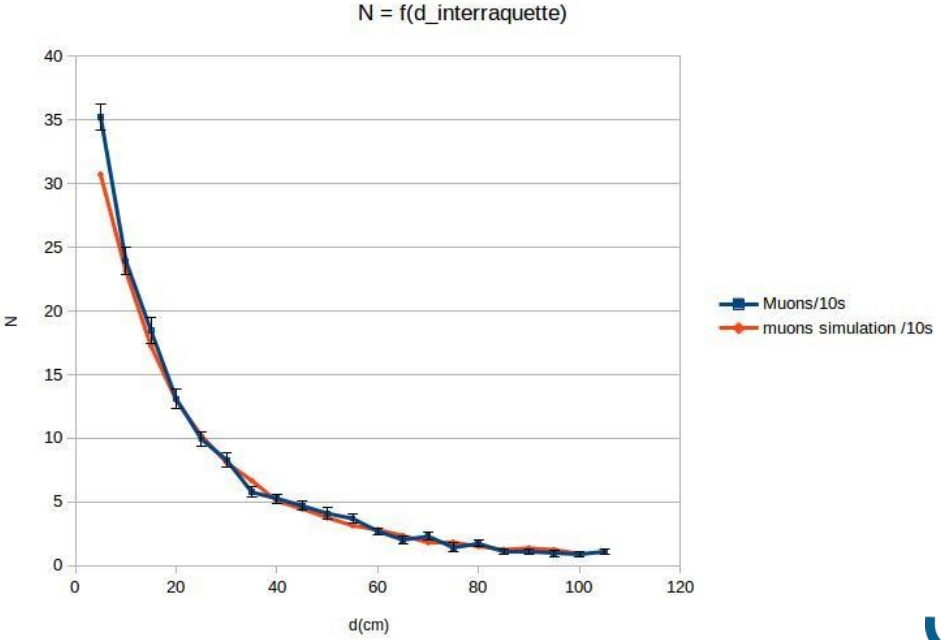


2. Expérience

3. Codage d'une simulation

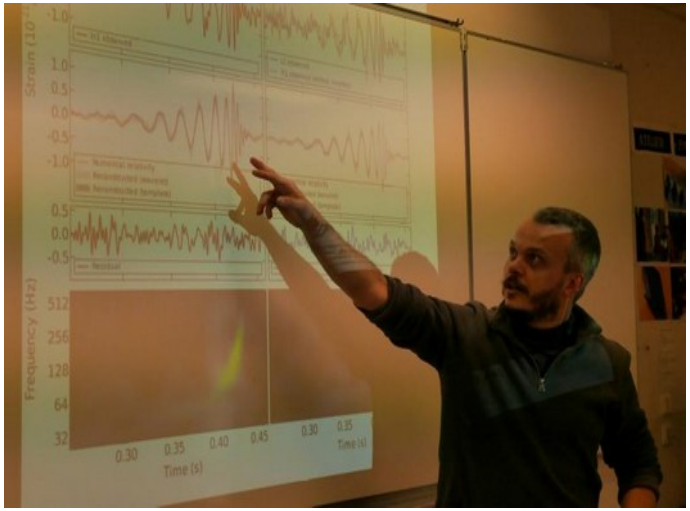
```
for i in range(1,N):

    #les deux lignes suivantes simulent les coordonnées d'arrivées d'un muon sur le scintillateur du haut (tirage uniforme)
    alpha=np.random.uniform(-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))
```

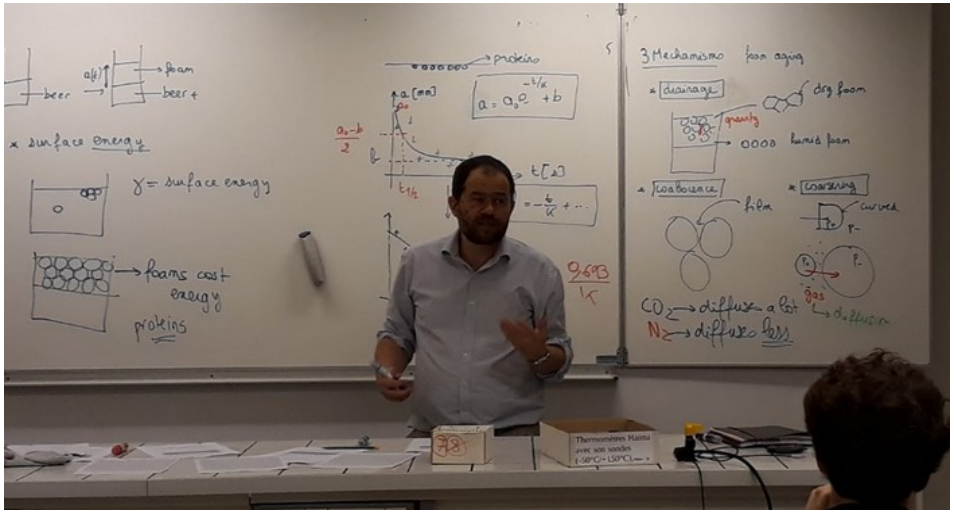
4. Validation : comparaison expérience/simulation



Les conférences

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen



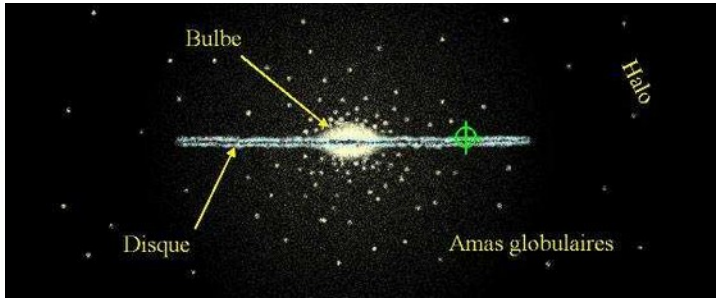


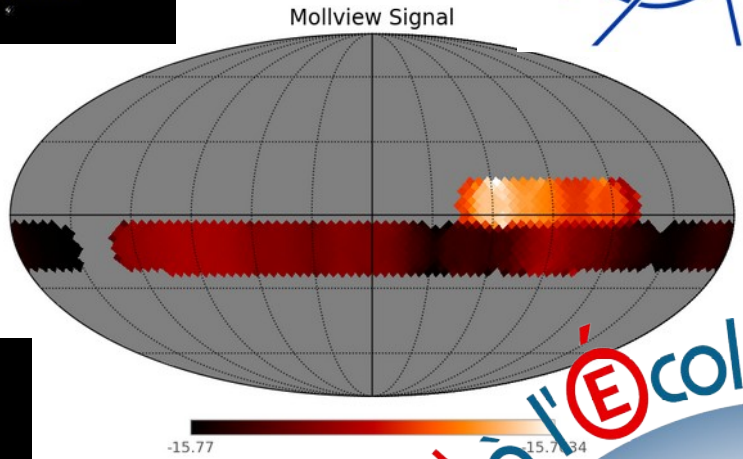
- Nicolas Arnaud : ondes gravitationnelles
- Frédéric Restagno : frictions & mousses
- Gregory Lehaut : radioastronomie

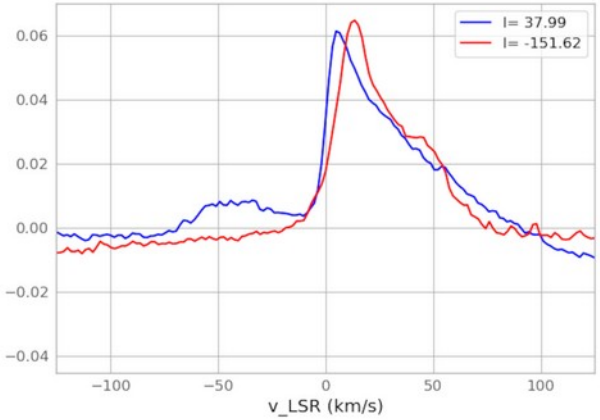
parfois des visios (plus simple)

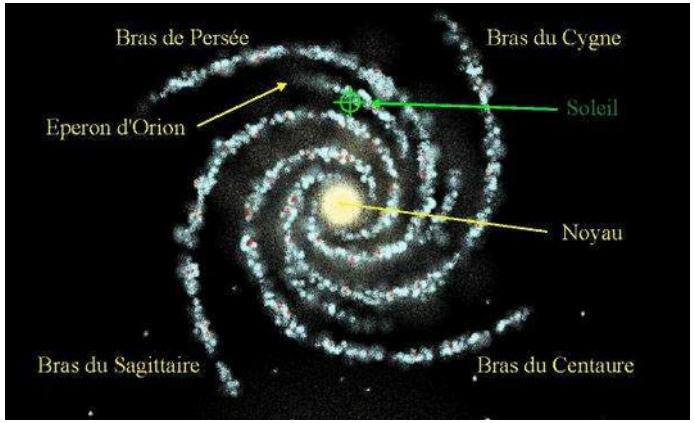
Les conférences → Astronomie en plein jour

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen









Les stages

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

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

2nde du CLELab au GANIL

GANIL

Cosmos à l'École

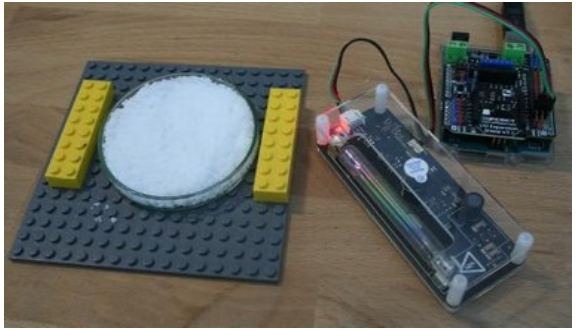
Sciences à l'École

Étude de la radioactivité : Micro(K)osmos

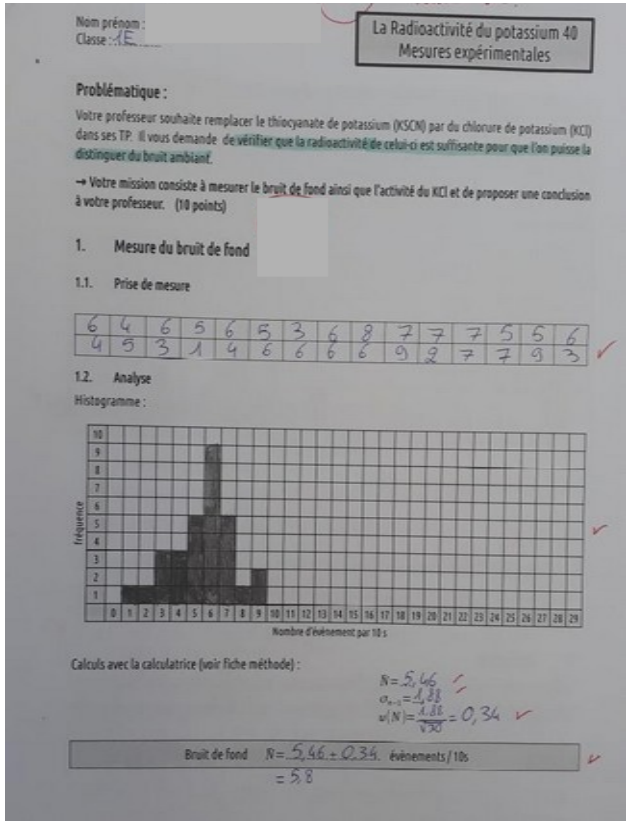
Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

GO TRONIC
ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Un site web → https://mucosmos.github.io/



```
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
```



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

1.2. Analyse

Histogramme :

Fréquence

Nombre d'événement par 10 s

Calculs avec la calculatrice (voir fiche méthode) :

$N = 5,46$
$\sigma_{n-1} = 1,88$
$u(N) = \frac{1,88}{\sqrt{30}} = 0,34$

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

[Radioactivité 2nde & 1 EnSci]

Étude de la radioactivité : Micro(K)osmos

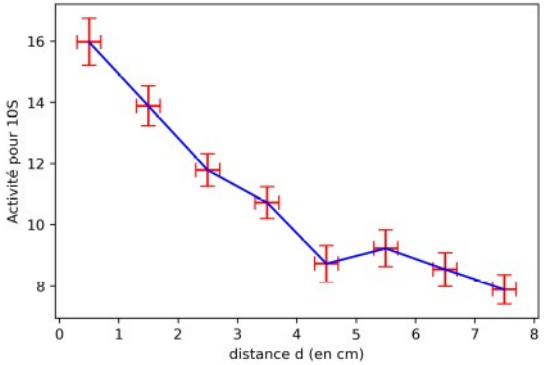
Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

GO TRONIC
ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

CERN

[Radioactivité radioprotection 2nde & 1 EnSci]

```
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
```



→ Distance

	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

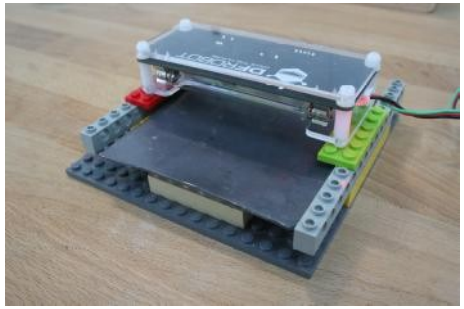
→ Différents types d'écrans

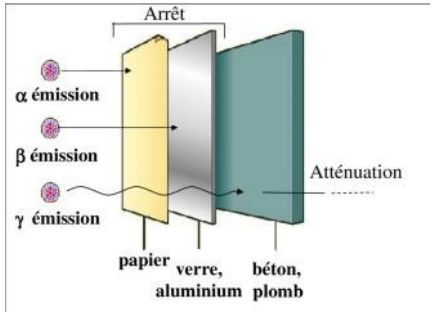
Cosmos à l'École
Sciences à l'École

Étude de la radioactivité : Micro(K)osmos

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

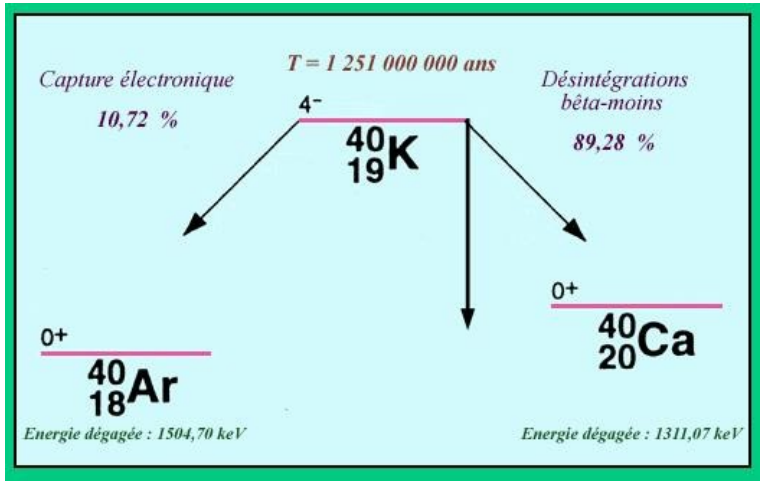
GO TRONIC
ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES





CERN

```
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]

Cosmos à l'École
Sciences à l'École

Étude de la radioactivité : Micro(K)osmos

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

GO TRONIC
ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

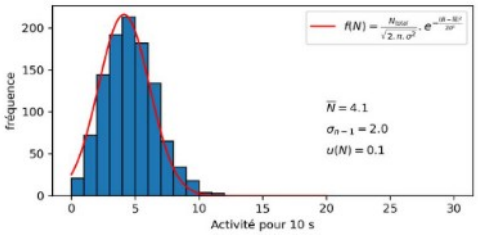
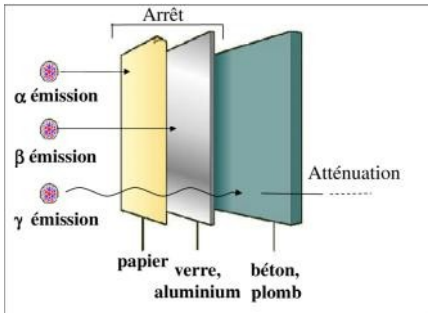


Figure 10: mesure du bruit



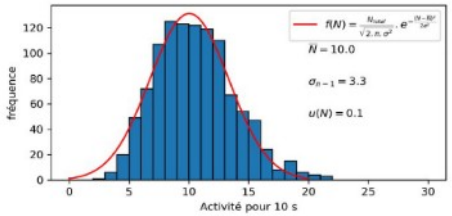


Figure 11: KSCN sans écran

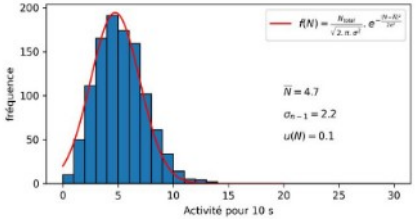


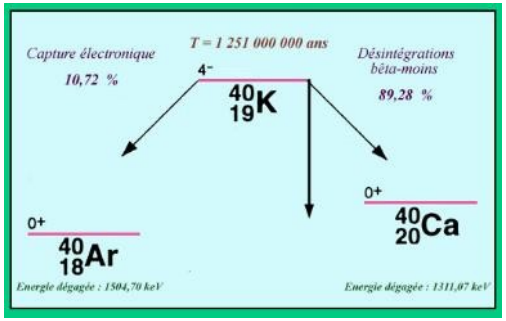
Figure 12: KSCN avec écran de plomb 1,3 mm

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

Résultats expérimentaux

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

Théorie



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

Cosmos à l'École
Sciences à l'École

Les incertitudes

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

GO TRONIC
ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

2nde

Type A : incertitudes statistiques

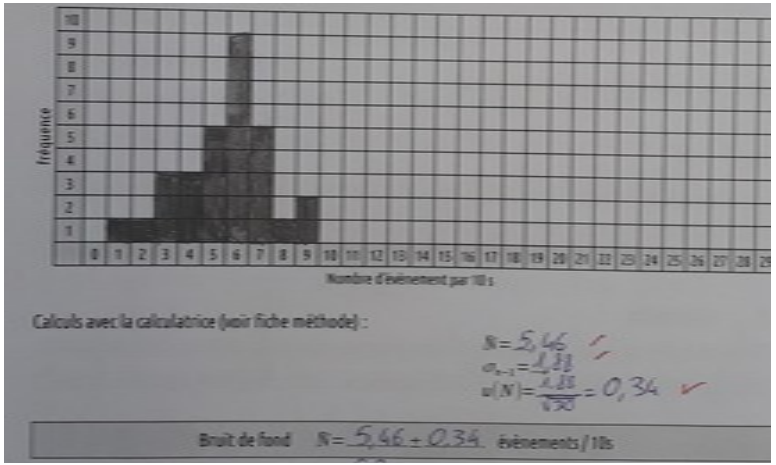
N mesures de la grandeur X

$[x_1, x_2, x_3, \dots, x_N]$

Calcul de $\bar{x}$ et σ_{n-1}

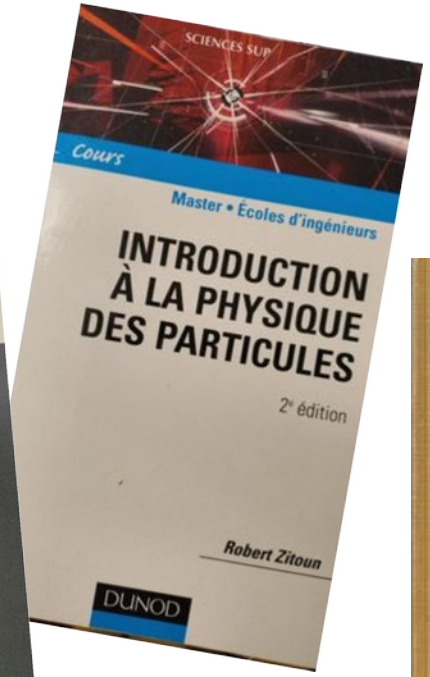
$$\boxed{X = \bar{X} \pm \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{N}}}$$

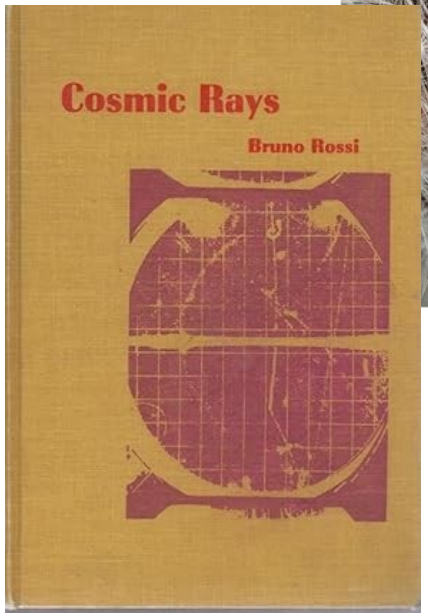
⚠ σ_{n-1} écart type expérimental
$\neq$
σ_n écart type mathématique

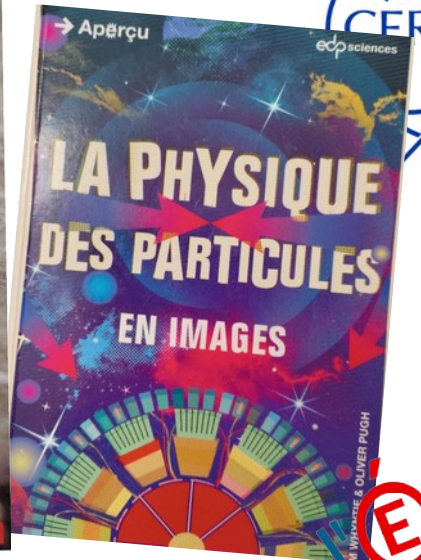


Des Livres

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen







En vrac ...

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

MasterClass « homemade » avec Nicolas Arnaud

Masterclass Gravitationnal Waves

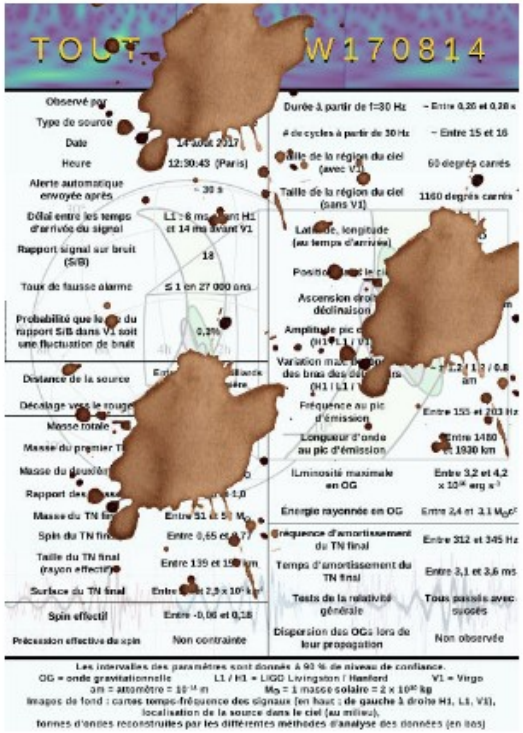
GW170814

cedric.vanden-driessche@ac-normandie.fr

Le Contexte

Dans le cadre de la section européenne CLELab vous avez réussi à décrocher un stage dans le laboratoire VIRGO qui est un observatoire d'ondes gravitationnelles près de Pise en Italie. C'est votre première journée et vous avez trop hâte de vous y mettre. Dans le bureau qui vous a été attribué vous attendez votre directeur de stage Nicolas Arnaud. C'est alors que vous recevez un mail.

Vous, vous mettez à chercher le document avec empressement ... Vous finissez par l'apercevoir sous une pile d'autres documents. Vous allez pouvoir le scanner et l'envoyer à Nicolas. Mais au moment de le prendre vous renversez votre tasse de café dessus ! Catastrophe ! Rapidement vous vous rendez compte que pas mal de données sont encore lisibles mais qu'il manque le type de source et la position ... Vous ne savez donc pas s'il s'agit de la fusion de deux trous noirs ou de deux naines blanches en rotation l'une autour de l'autre. Et vous ne pouvez pas dire de quelle direction provient ce signal !
Comme il est impossible de commencer votre stage par sans répondre au mail de Nicolas, vous décidez d'essayer de vous en sortir avec le matériel à votre disposition.



En vrac ...

Cédric Vanden Driessche
Lycée Charles de Gaulle, Caen

- 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/