

Le cosmodétecteur...

Morgan PIEZEL

Lycée Camille Claudel

TROYES

Université de Technologie de Troyes

La physique de Cosmos à l'Ecole

Etude de particules venant du cosmos : les rayons cosmiques

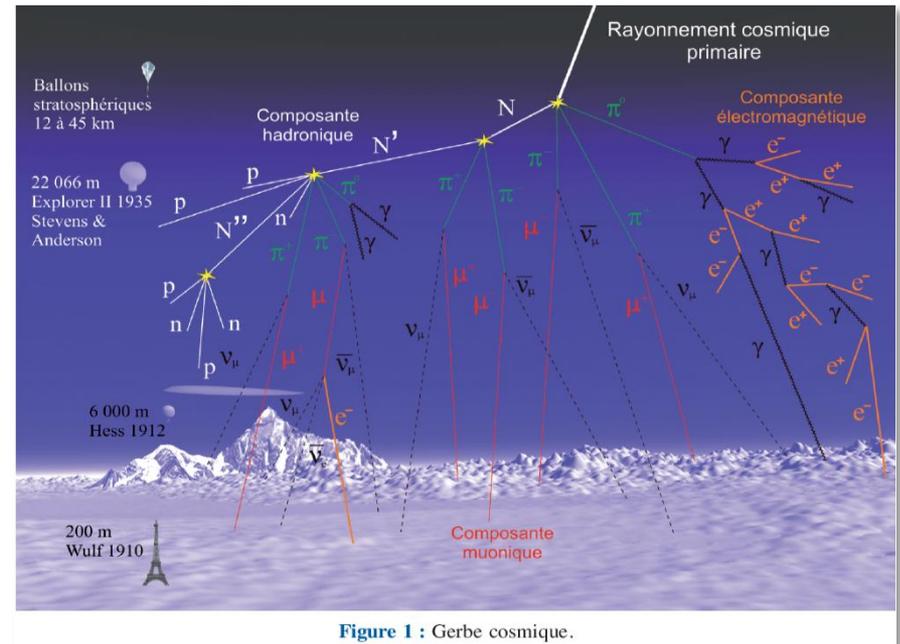


Figure 1 : Gerbe cosmique.

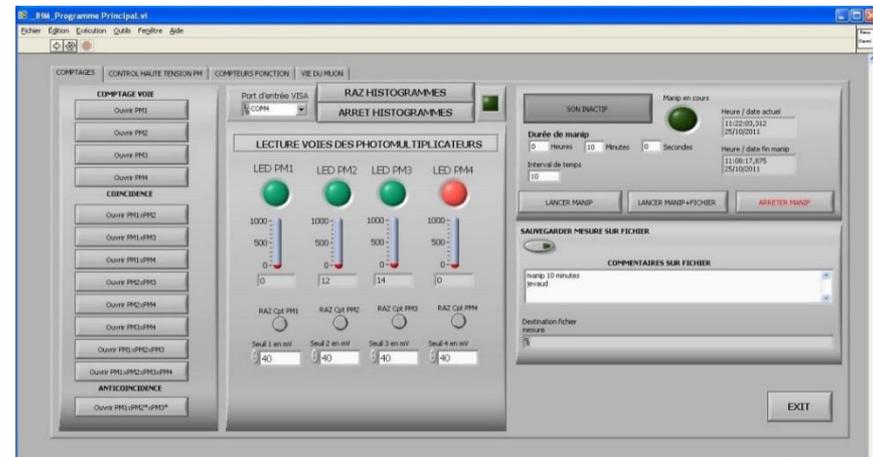
Pour en savoir plus : exposition le mystère des rayons cosmiques (IN2P3)

Le cosmodécteur

Configuration du type « roue cosmique» développée par J. Busto (CPPM)

Il est composé de :

- 3 photomultiplicateurs,
- Un boîtier électronique
- Un programme d'acquisition des données calibrées
- Deux scintillateurs sont fournis : durée de vie du muon et effet Cerenkov

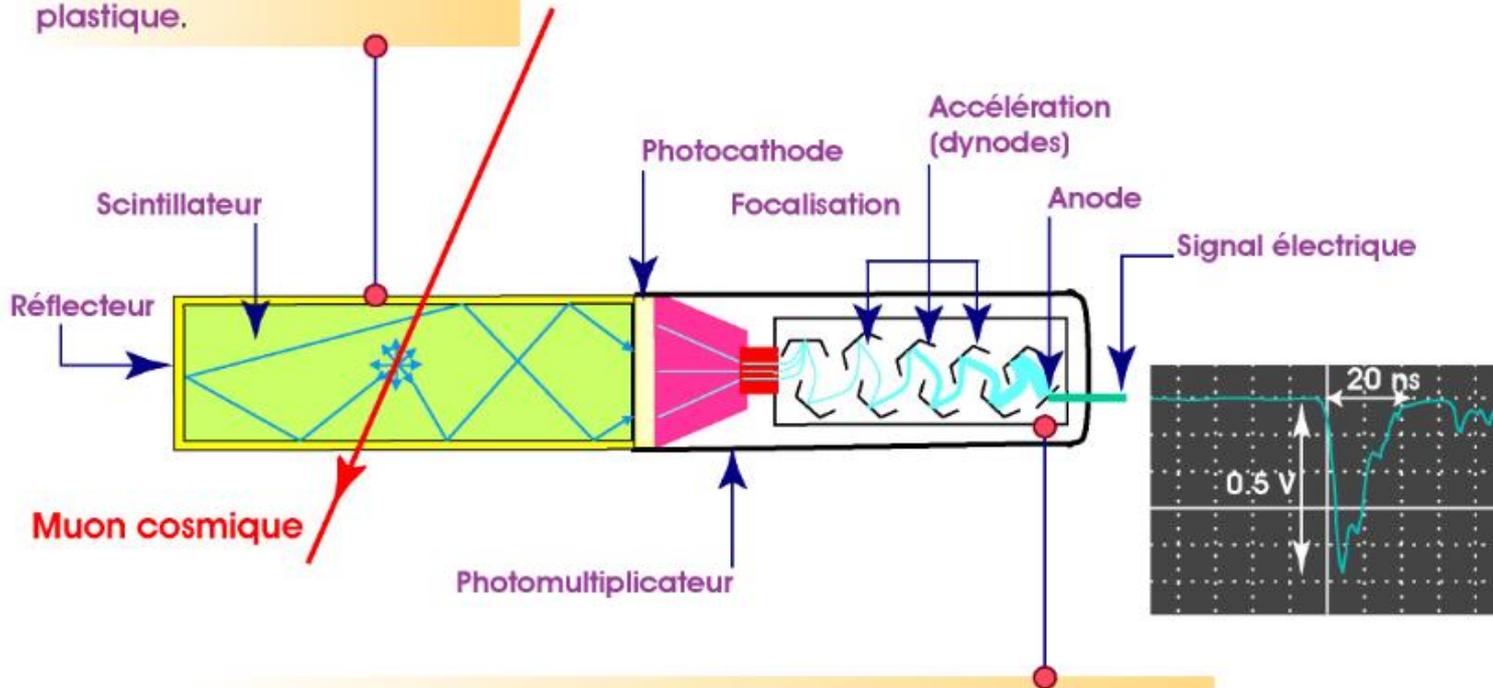


Le cosmodécteur



Comment détecter un muon ?

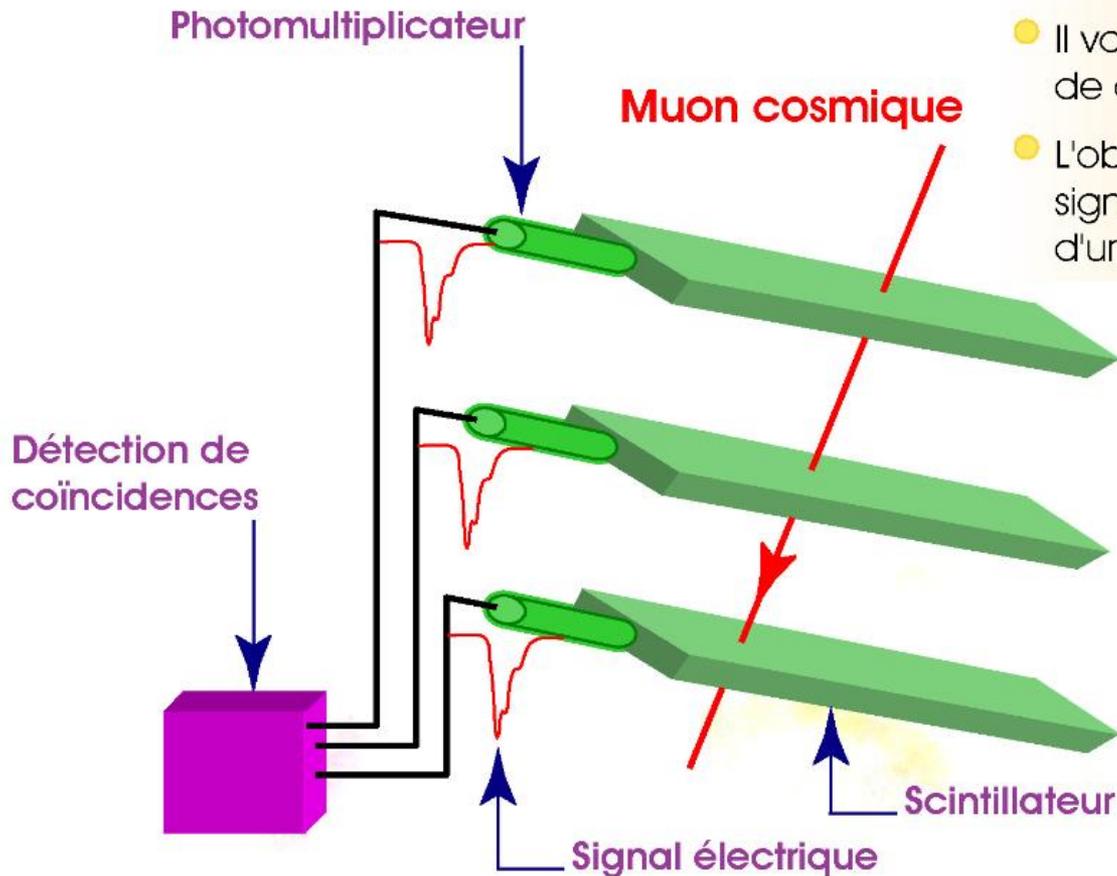
- Les muons sont détectés par la lumière qu'ils induisent dans des lattes de **scintillateur plastique**.



- Le **photomultiplicateur** permet de transformer la lumière en signal électrique et de l'amplifier.
- La **photocathode** réagit par effet photo-électrique à l'arrivée d'un photon et émet des électrons.
- Ces électrons sont accélérés et collectés grâce à une haute tension électrique (~ 2 kV) appliquée à la cathode, **aux dynodes** et à l'anode.
- Les électrons se multiplient à chaque dynode.
- Les électrons sont ensuite collectés sur **l'anode** et créent un **signal électrique**.

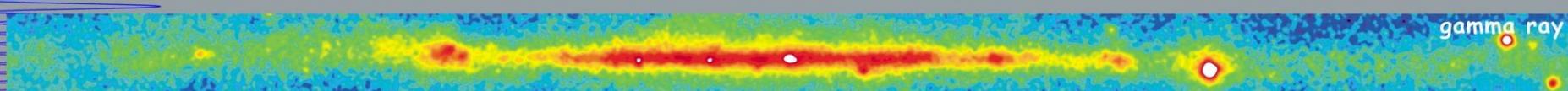
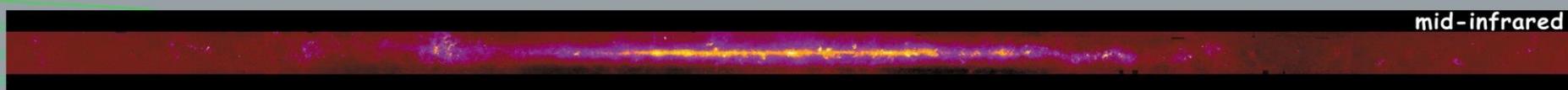
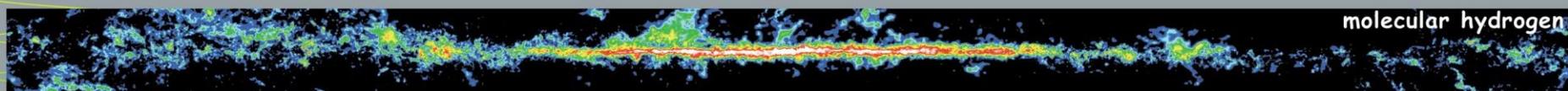
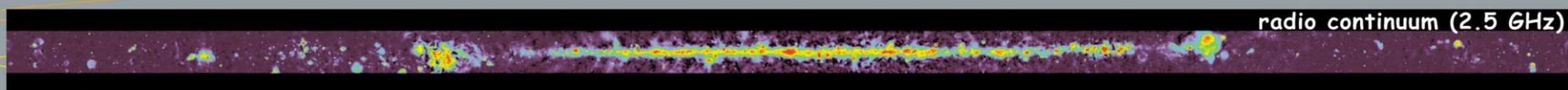
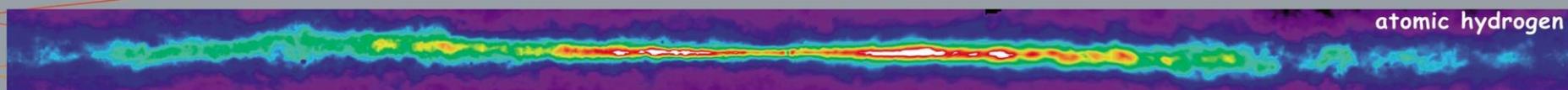
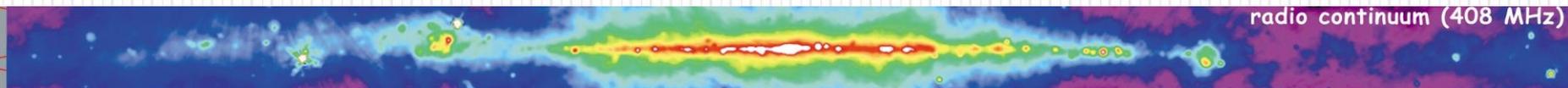
Détection en coïncidence :

- Selon sa direction, un muon cosmique va traverser les trois scintillateurs.
- Il va créer un signal électrique à la sortie de chaque photomultiplicateur.
- L'observation simultanée de ces trois signaux permet de signer le passage d'un muon cosmique.



Utilisation du cosmodétecteur en filières générales

Rayonnement dans l'Univers



Le CosmodéTECTEUR de Sciences à l'École





Réglage du cosmodétecteur:

Tension de seuil

Tension alimentation des P.M.

- Comment mesurer le flux de muons au sol ?

(mis en ligne par un(e) ? collègue [TP1 flux de muons cosmiques élèves.pdf](#)

Puis en classe (TP) :Présentation du fonctionnement du détecteur avec les documents du cahier pédagogique .

- TP 1 réglages du détecteur def élèves.pdf

- Les élèves effectuent les mesures , chacun leur tour

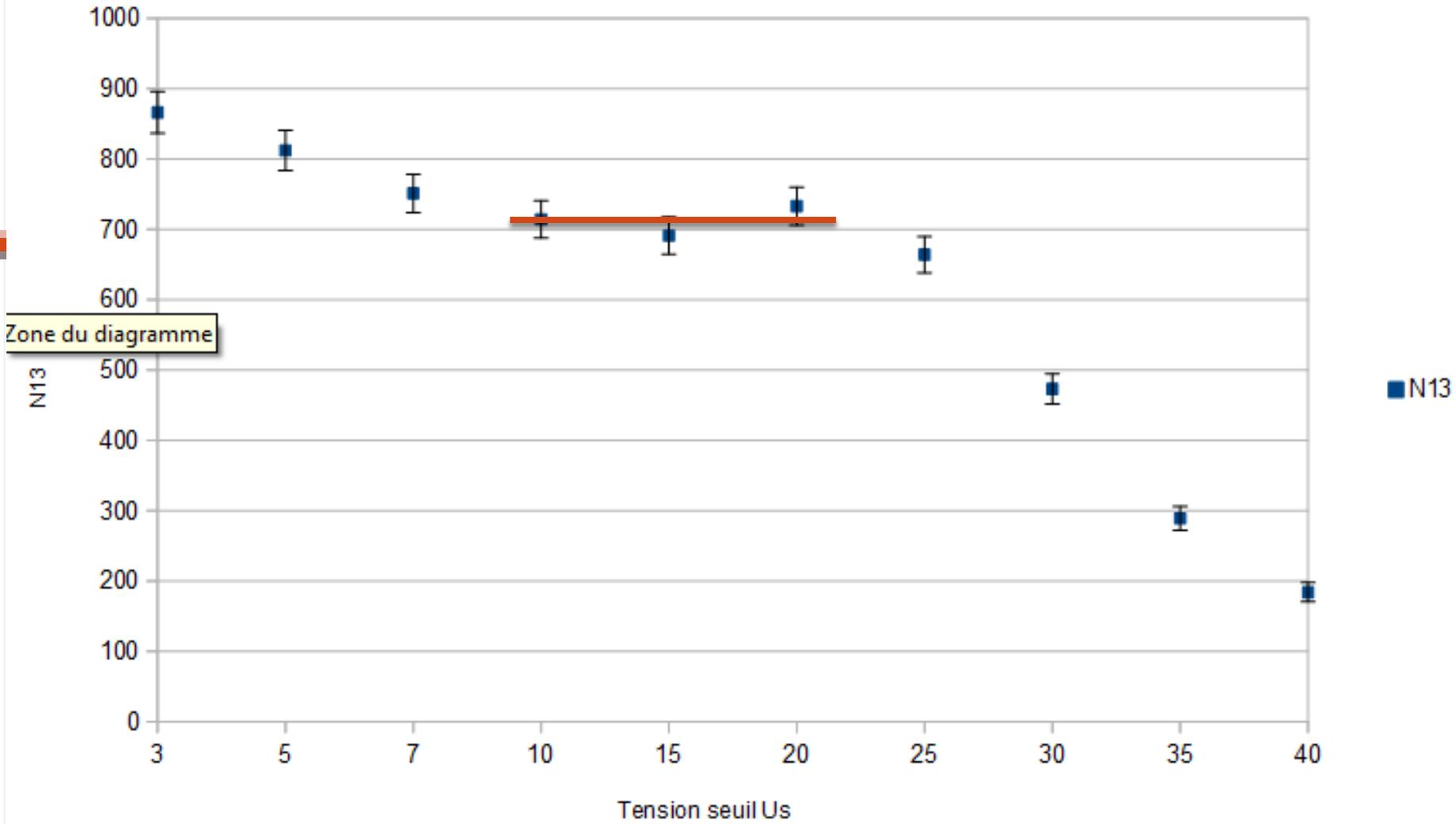
(tension seuil) et représentent la courbe N en fonction de U_{seuil} (sur tableur)et réfléchissent aux réglages de la tension de seuil optimale.

Réglage du cosmodétecteur:

Tension de seuil

Tension alimentation des P.M.

- Puis , nous avons réglé le cosmodétecteur sur cette valeur et ils sont venus chacun leur tour effectuer 2 mesures de UPM1 pour déterminer la tension d'alimentation .
- En même temps (pendant les mesures) , je leur ai donné les mesures pour les PM2 et PM3 et ils devaient effectuer les courbes N en fonction UPM et e en fonction UPM pour justifier les tensions d'alimentation choisies pour UPM2 et UPM3 .

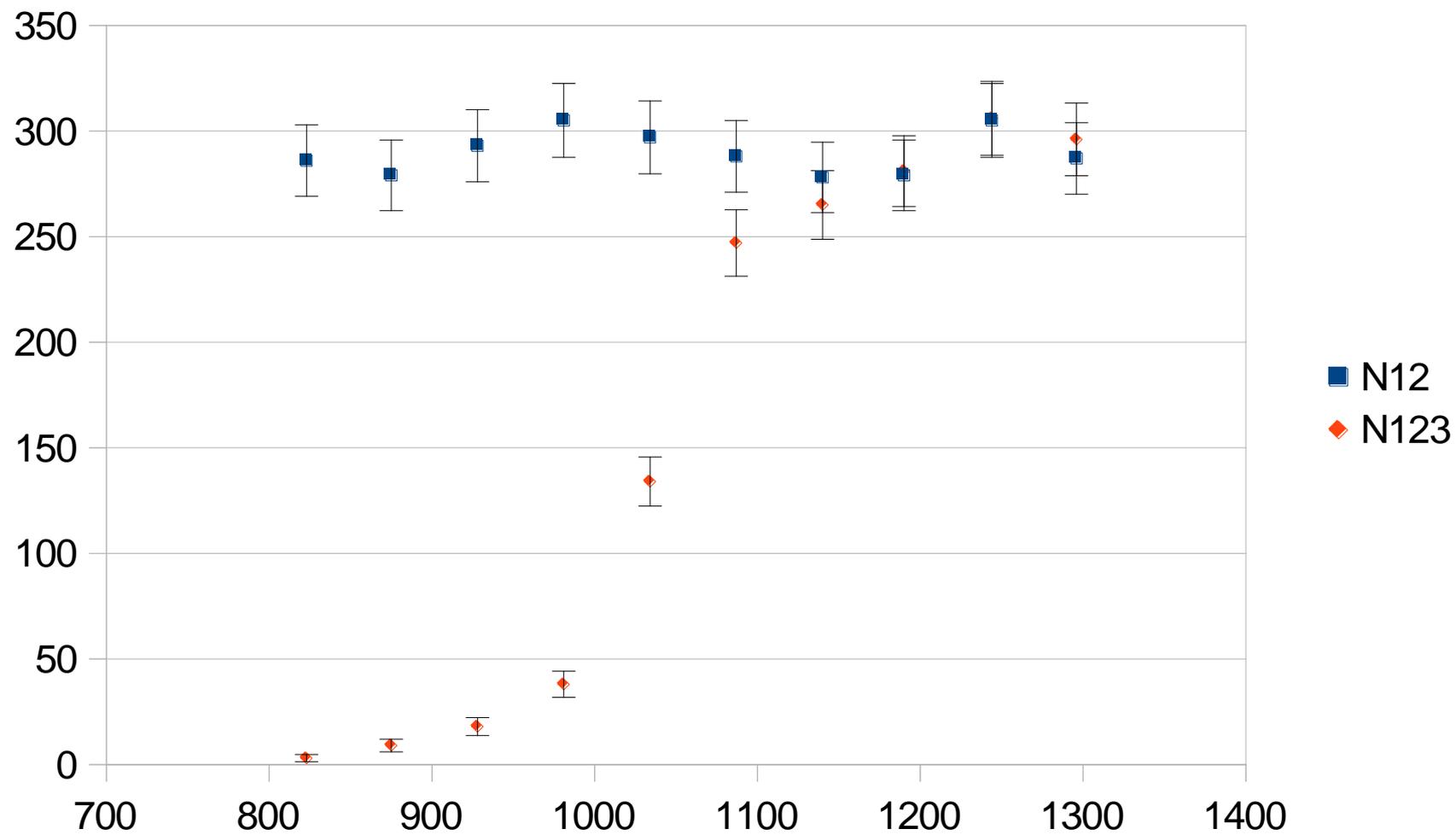


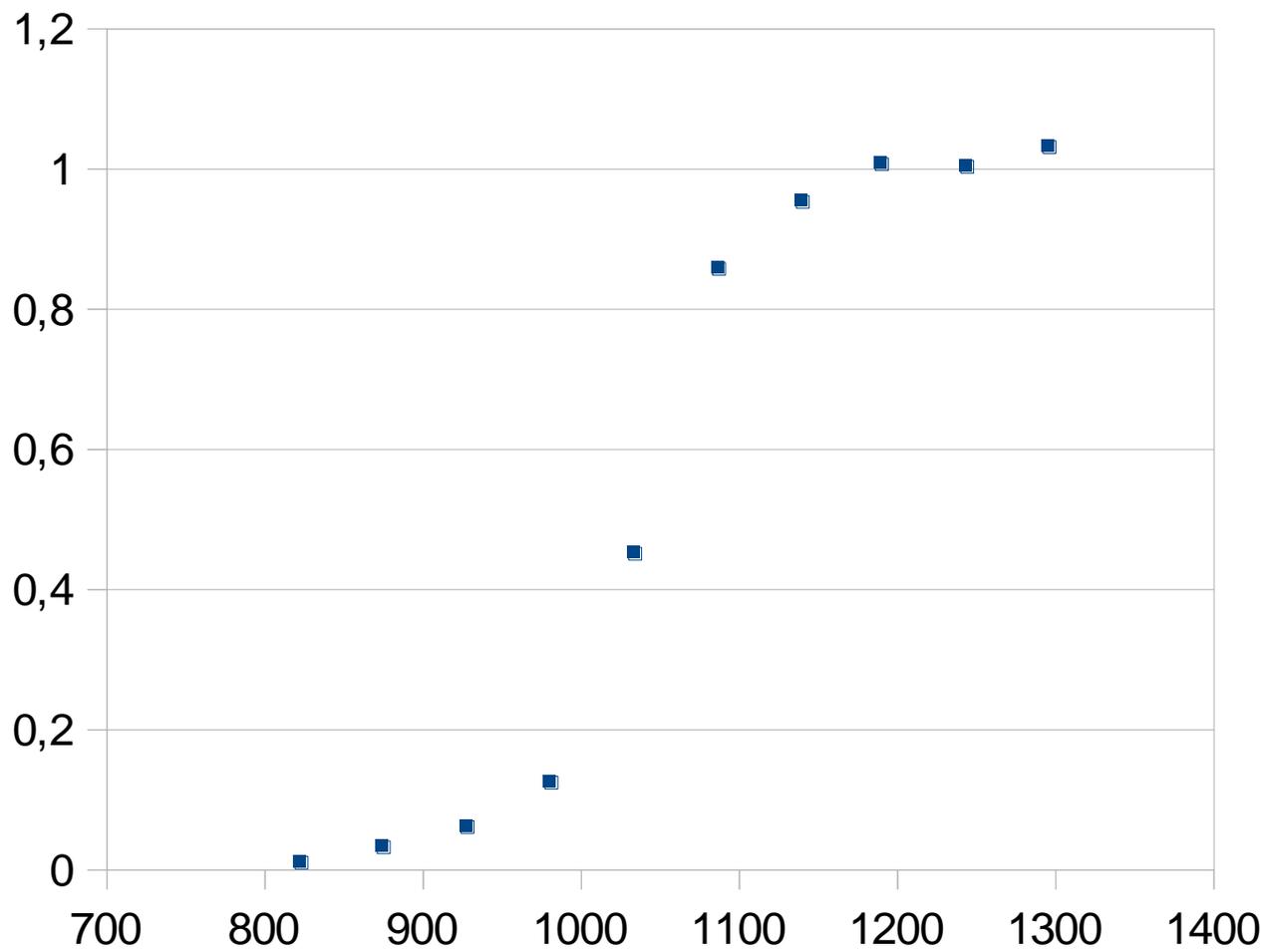
Zone du diagramme

N13

N13

Tension seuil Us





■ $e = N_{123}/N_{12}$

Utilisation du cosmodétecteur: Nombre de muons détectés en 5 s.

- Nous avons effectué quelques mesures en classe sur 10 comptages (50 s) pour introduire le caractère aléatoire du nombre de muons détectés.
- Présentation aux élèves la notion d'erreur puis incertitude .
- Rappels sur les formules : valeur moyenne et écart type (connues en math) et sens en physique.

Tableau à remplir.

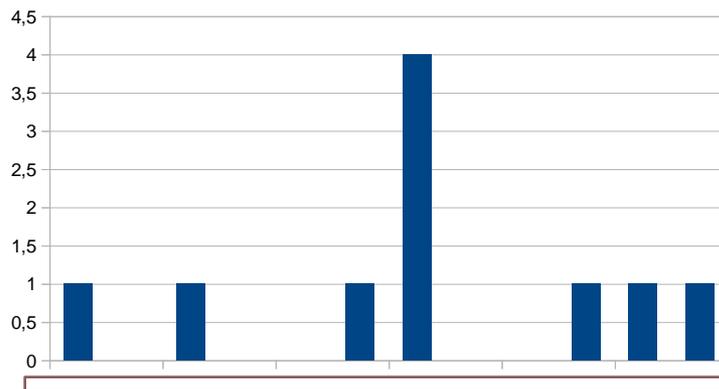
[Stat formules.pdf](#)

Utilisation du cosmodécteur: Nombre de muons détectés en 5s.

- Chaque groupe est venu mesurer le nombre muons détectés sur 10 comptages de 5s.
- Je leur ai donné des mesures sur 100 puis 1000 comptages (de 5s).

A faire : diagrammes bâton , réfléchir sur fluctuations de la distribution pour ces comptages , valeur moyenne et écart type à déterminer à l'aide d'un Tableur .

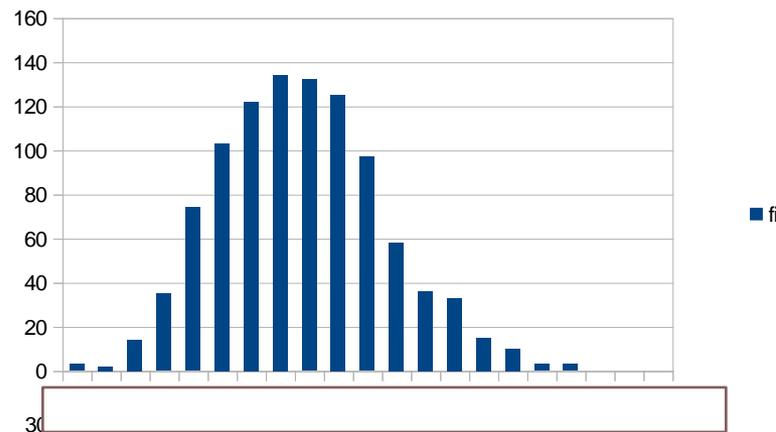
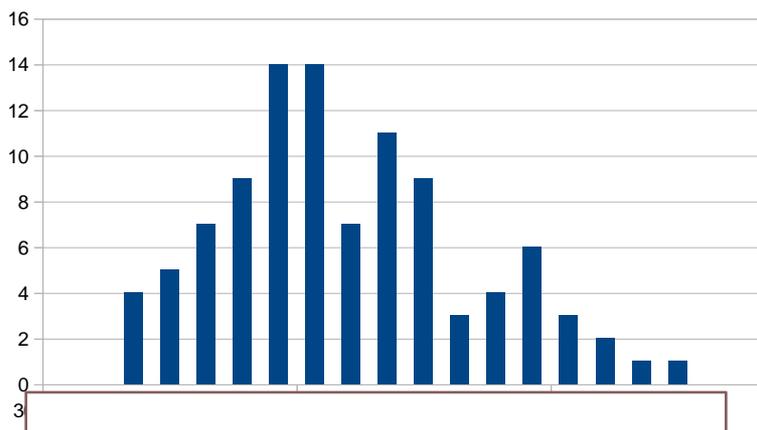
Utilisation Nombre



Leur:
mes en 5s.

Exemple pour
Cosmodétection

100 mesures co



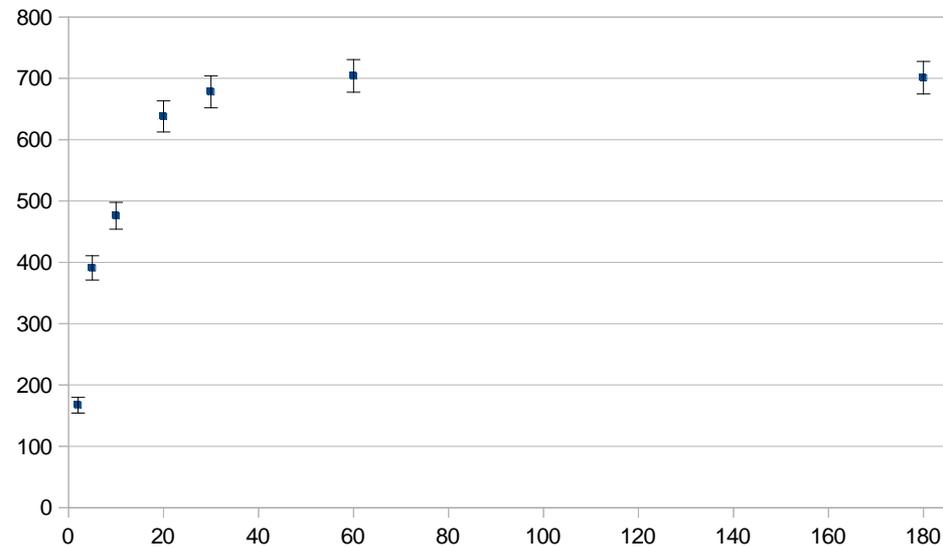
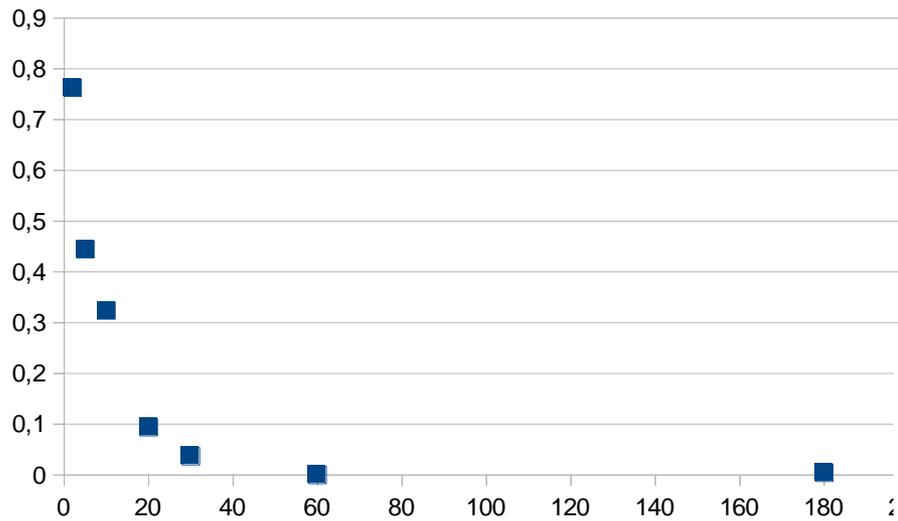
Utilisation du cosmodétecteur: Nombre de muons détectés en 5s.

- Puis chaque groupe est venu inscrire valeur moyenne et écart type pour 10 comptages : valeur moyenne de la moyenne et écart-type expérimental de la moyenne (*utilisé comme estimation de l'incertitude de la moyenne*) incertitude-type
- [Incertitude type A 1.pdf](#)
- Chaque grandeur mesurée a été estimée avec un intervalle de confiance de 95 % en tenant compte de la loi de Student.

Utilisation du cosmodécteur: Erreur systématique.

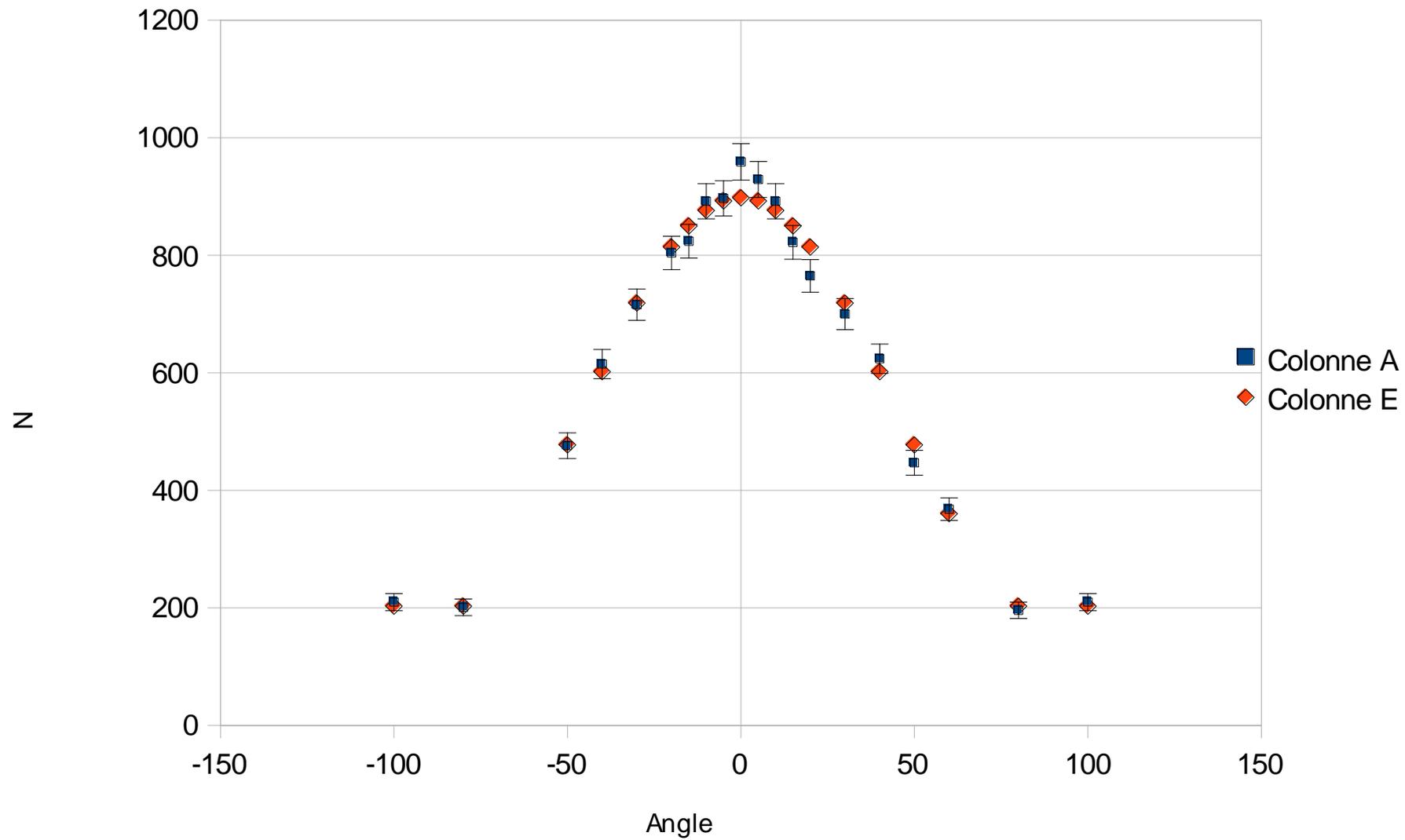
- Choix de différents intervalles de temps pour une même durée de mesures.

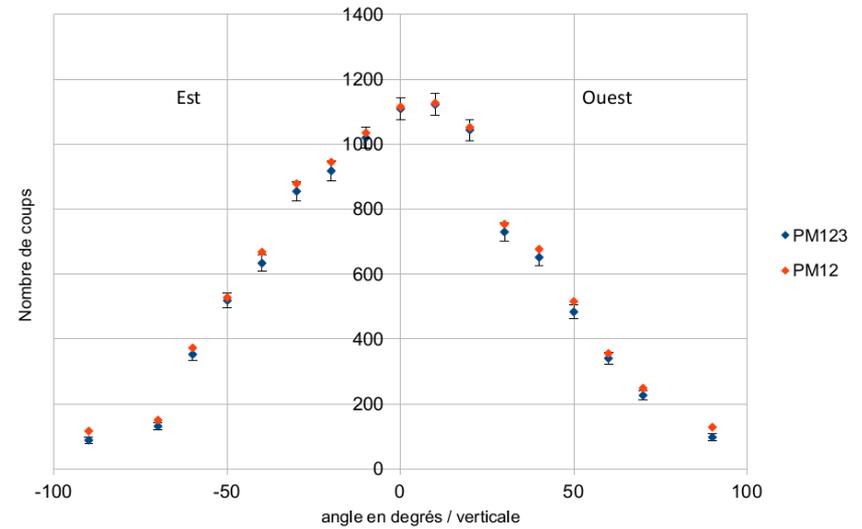
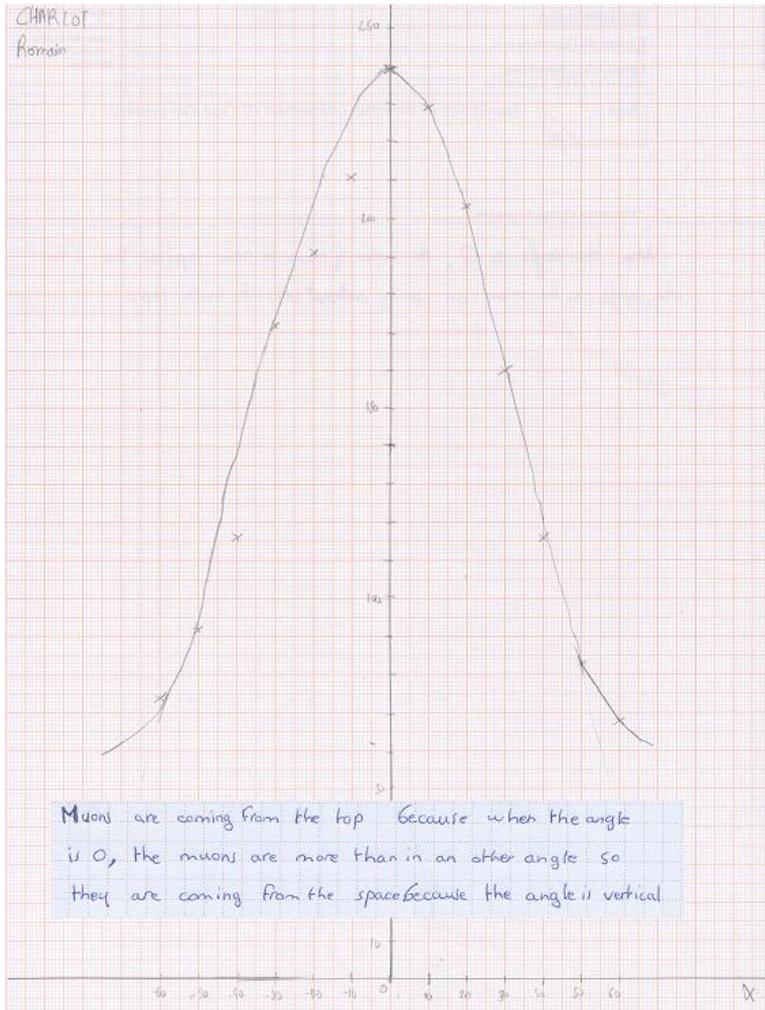
Utilisation du cosmodécteur: Erreur systématique.



Distribution angulaire







Dissymétrie due à la présence d'un bâtiment