

# Développement d'un télescope Compton au xénon liquide pour l'imagerie médicale fonctionnelle

Oger Tugdual

Directeur de thèse : Jacques Martino  
Encadrant scientifique : Dominique Thers



# Plan

---

- L'imagerie médicale
- Imagerie  $3\ \gamma$
- XEMIS I
- Recueil du signal d'ionisation

# L'imagerie médicale

---

## L'imagerie anatomique : images des organes

### Imagerie par rayonnement X

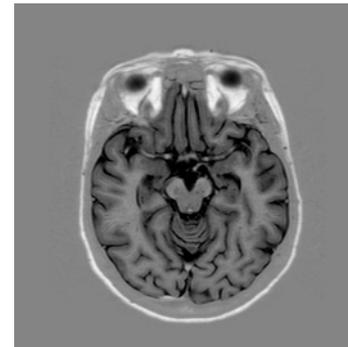


Radiographie



Tomodensitométrie

### Imagerie par Résonance Magnétique



### Imagerie par les ultrasons



Echographie

# L'imagerie médicale

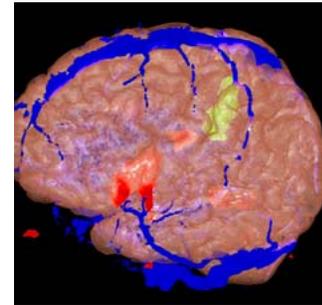
## L'imagerie fonctionnelle : image des métabolismes

### Imagerie par rayonnement X

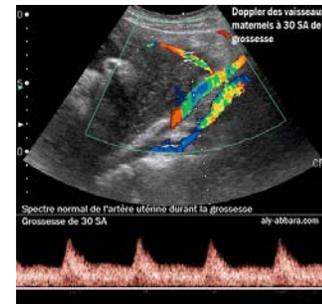


Angiographie

### Imagerie par Résonance Magnétique



### Imagerie par les ultrasons



Doppler

# L'imagerie nucléaire

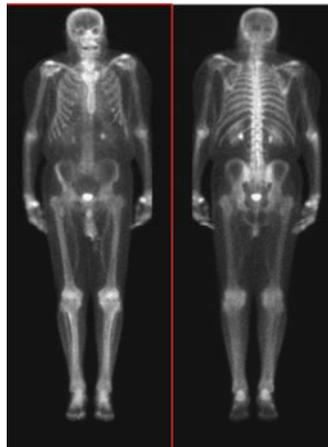
Utilisation d'un marqueur radioactif couplé à un traceur spécifique de la fonction imagée

En scintigraphie et en Tomographie à Emission Mono Photonique (TEMP) :

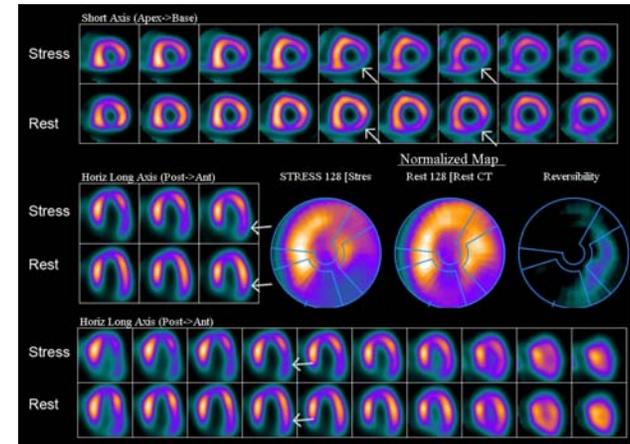
- ▣ Marqueur émetteurs  $\gamma$  :  $Tc^{99m}$ ,  $I^{123}$ ,  $Tl^{201}$  ...
- ▣ Milieu de détection : cristal scintillant NaI(Tl)



Gamma caméra



Scintigraphie osseuse

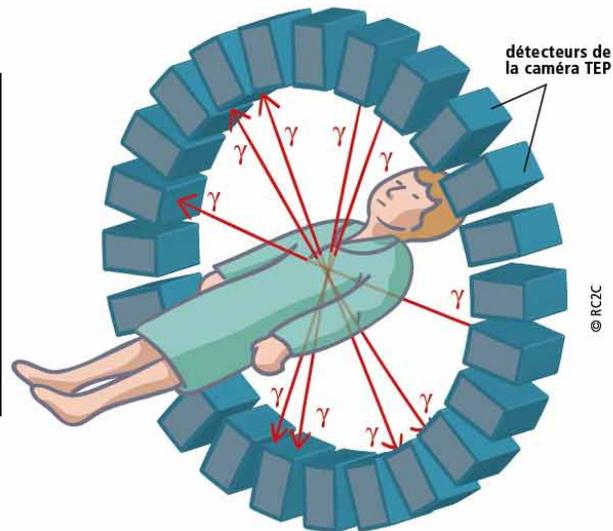
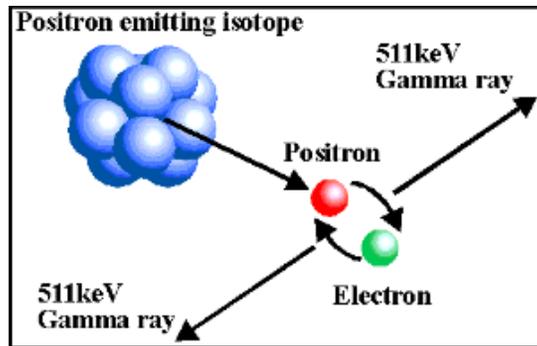


TEMP cardiaque

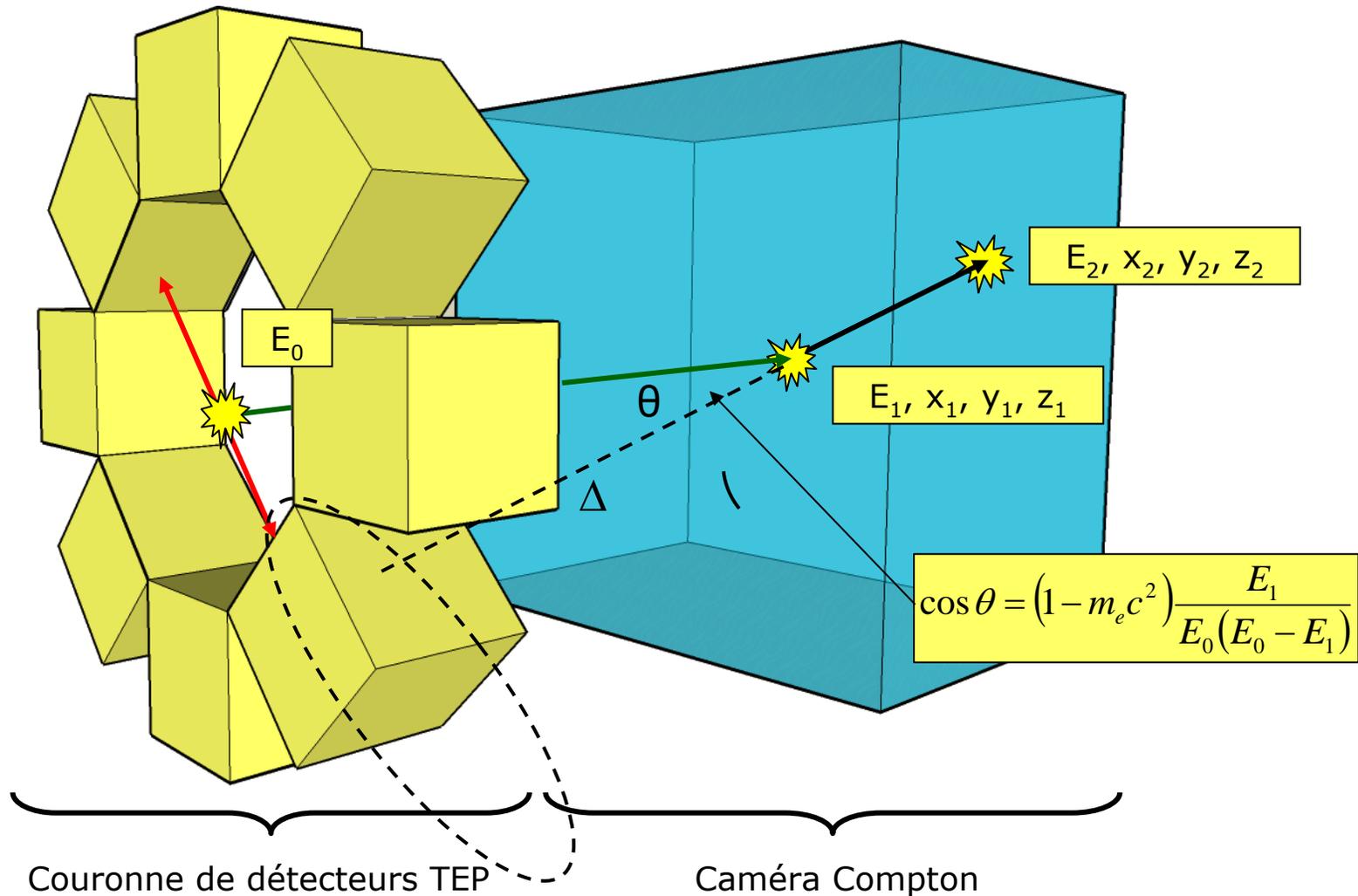
# L'imagerie nucléaire

En Tomographie à Emission de Positons (TEP) :

- ▣ Marqueur émetteurs  $\beta^+$  :  $F^{18}$ ,  $O^{15}$ ,  $C^{11}$ ...
- ▣ Milieu de détection : cristaux scintillants LSO, GBO, GSO

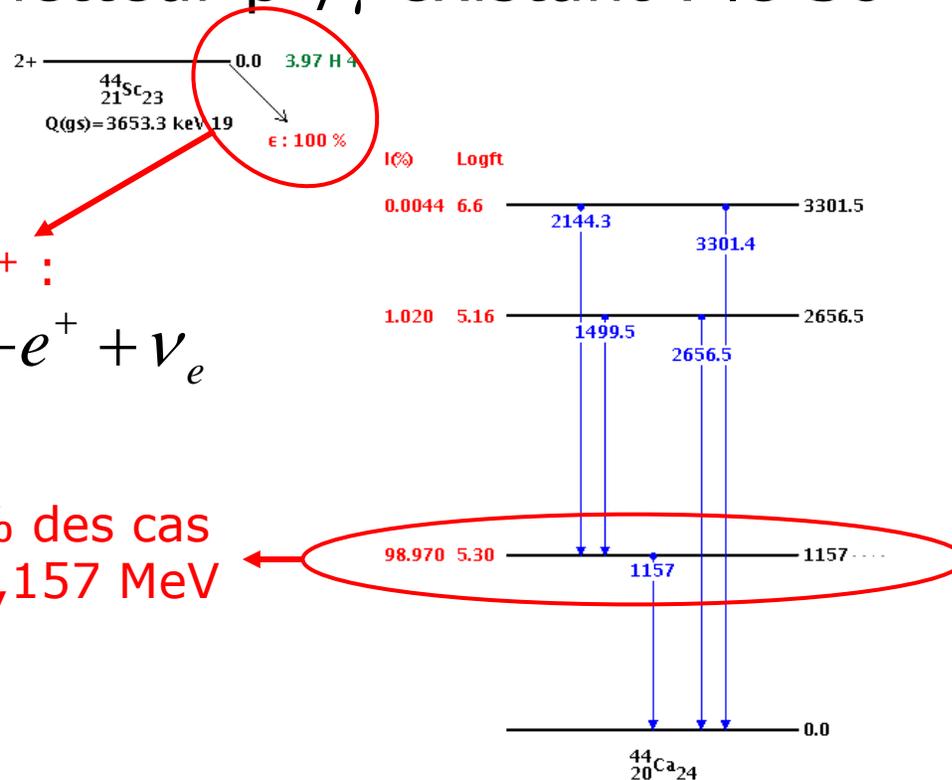


# L'imagerie $3\gamma$



# L'imagerie $3\gamma$

Marqueur émetteur  $\beta^+/\gamma$  existant : le  $Sc^{44}$



Emission  $\beta^+$  :

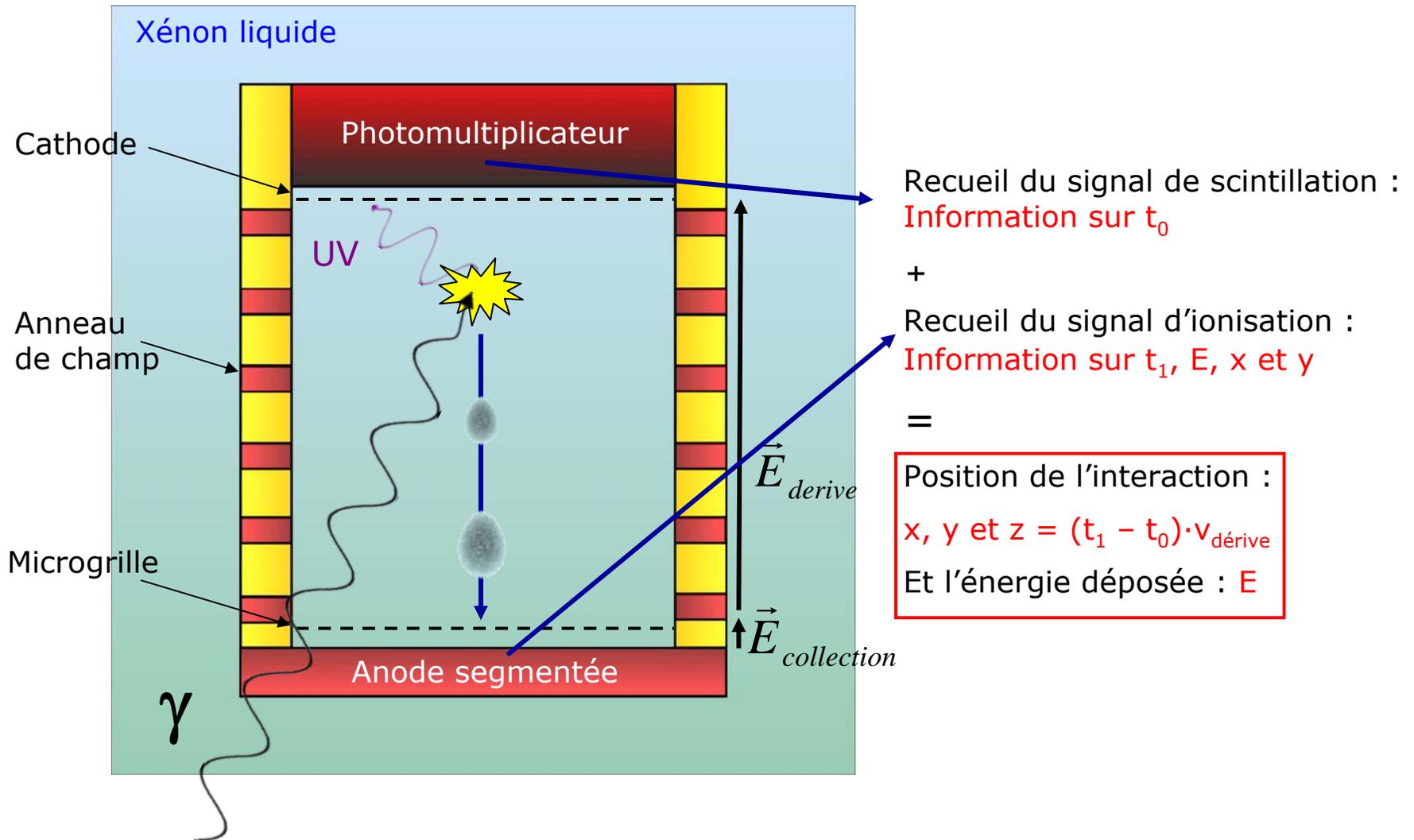


Suivie dans  $\sim 99\%$  des cas d'un gamma de 1,157 MeV

R&D pour la production au cyclotron Arronax



# Principe de la caméra Compton

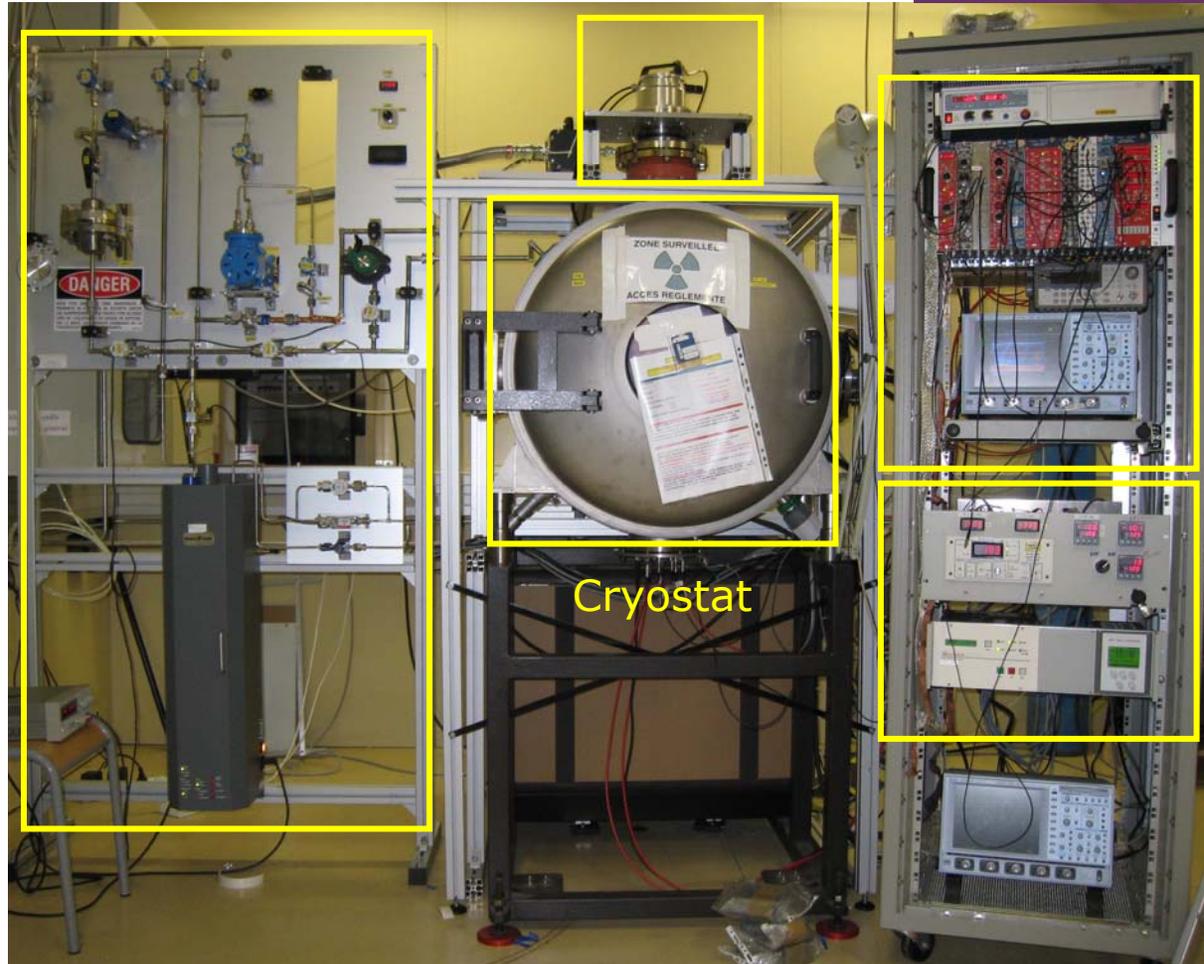


# Le prototype : XEMIS I

Pulse Tube Refrigerator, développé à



Circuit de purification



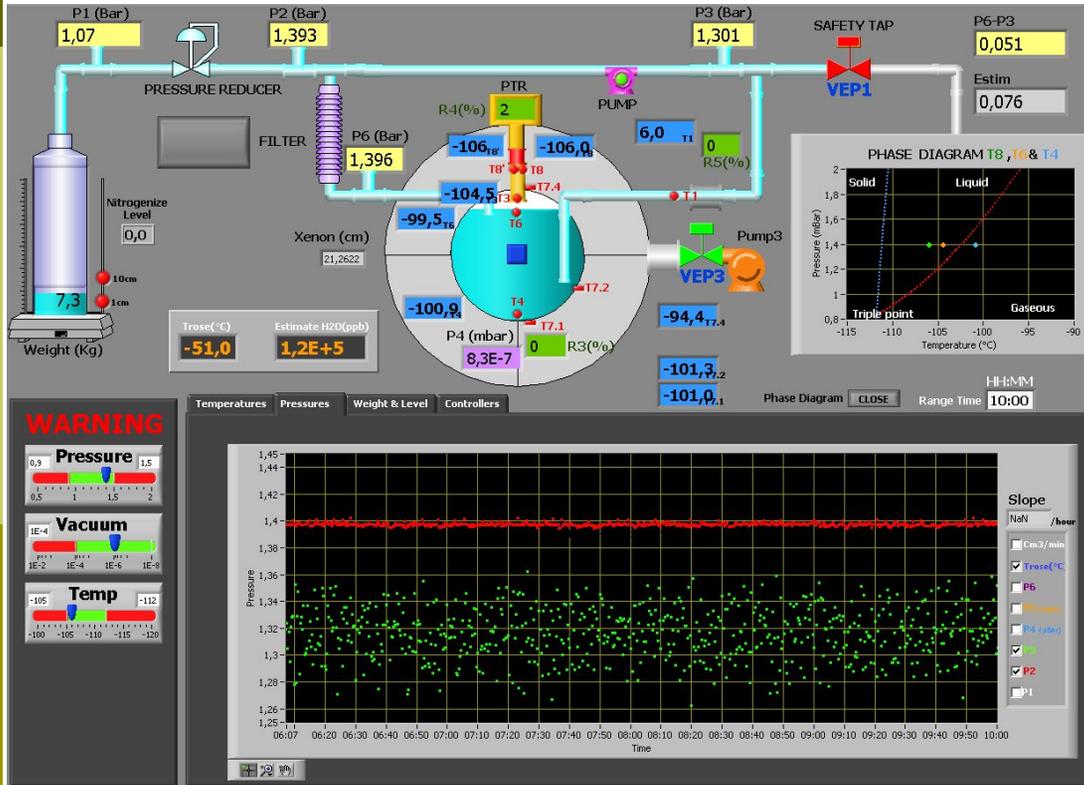
Chaine d'acquisition

Cryostat

Automate de pilotage

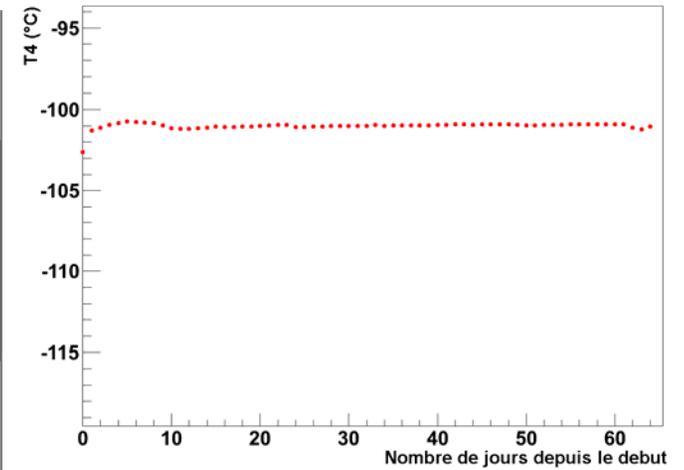
# Suivi de la cryogénie

Suivi en ligne :

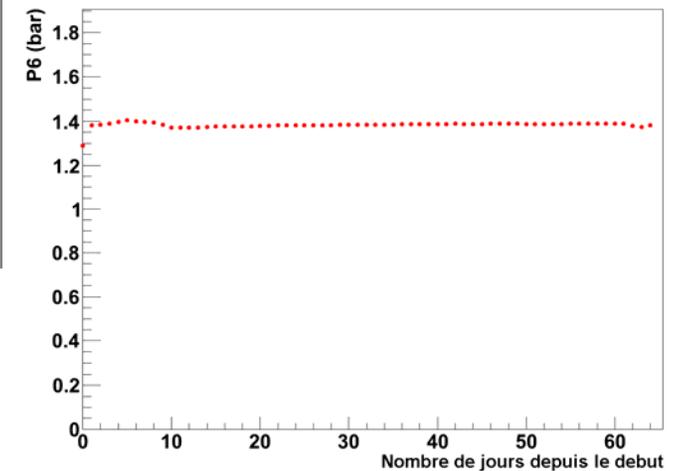


Suivi long terme :

Evolution de la température du xenon liquide

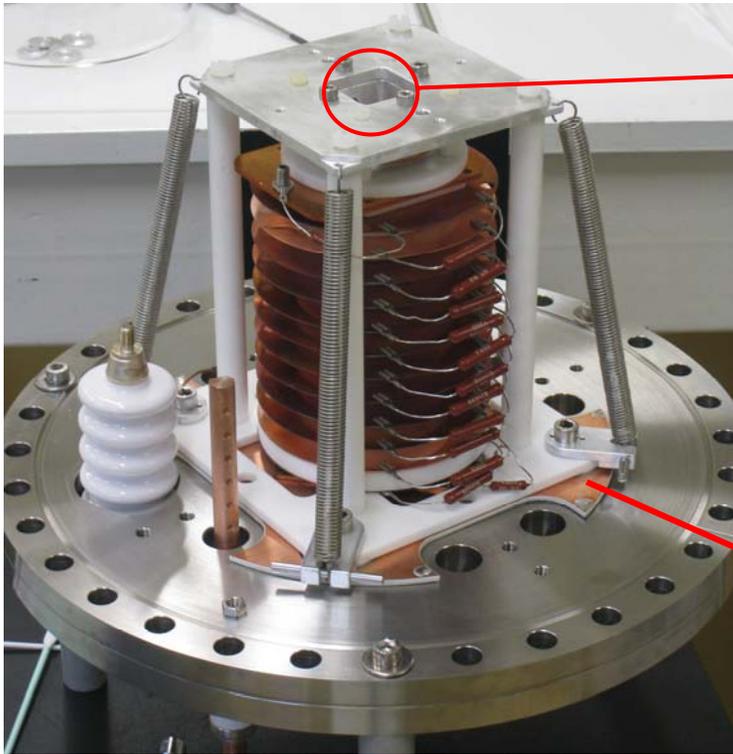


Evolution de la pression du gaz au dessus du liquide

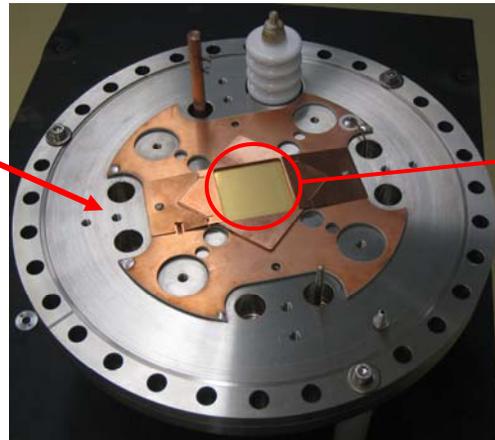


# Le volume actif actuel

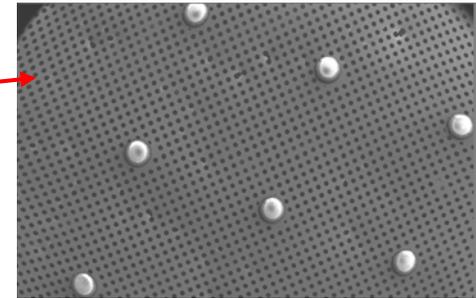
---



PMT Hamamatsu  
(R5900-06AL12S-ASSY)



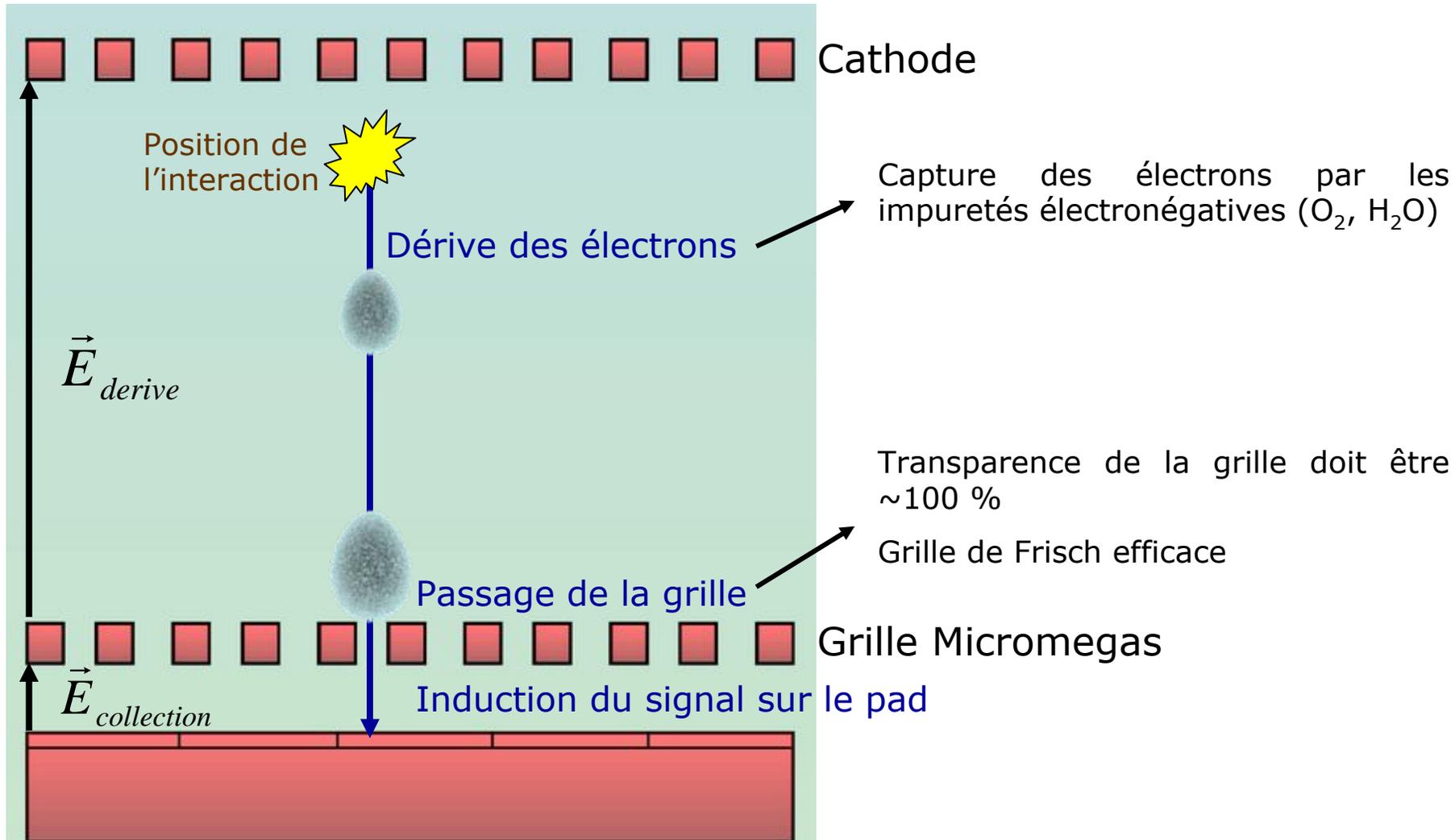
Anode pleine



grille Micromegas

+

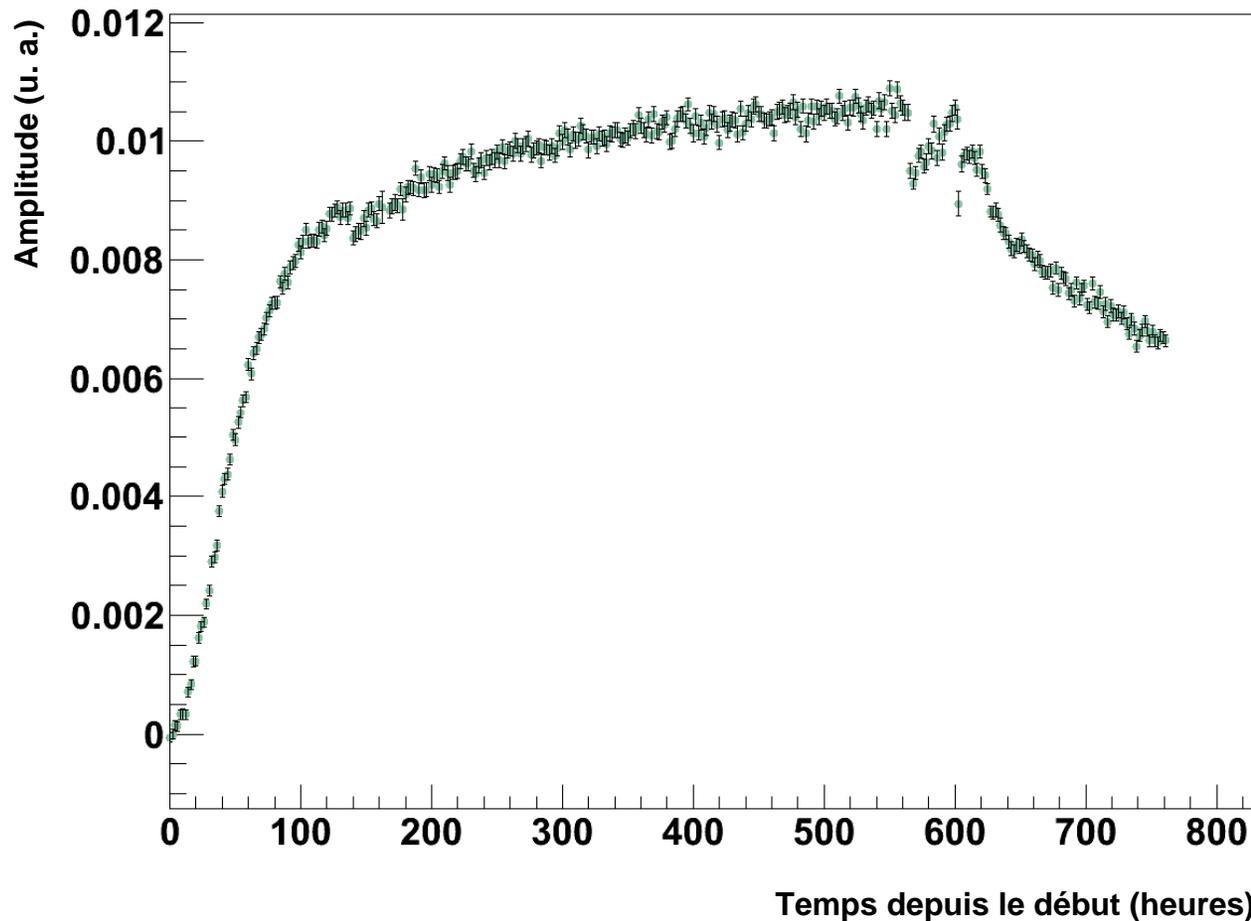
# Recueil du signal d'ionisation



# Pureté du xénon liquide

- Mesure de la pureté avec une source alpha (Pu 239)

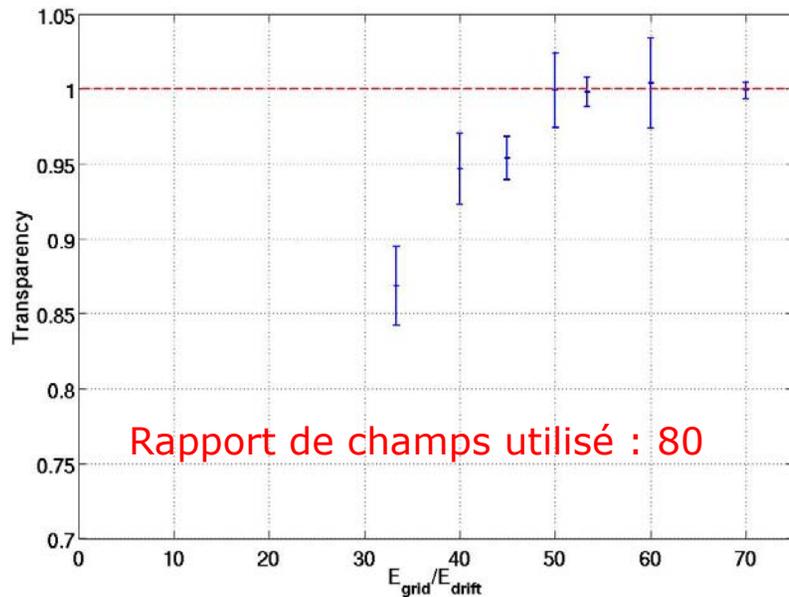
Alpha anode signal evolution



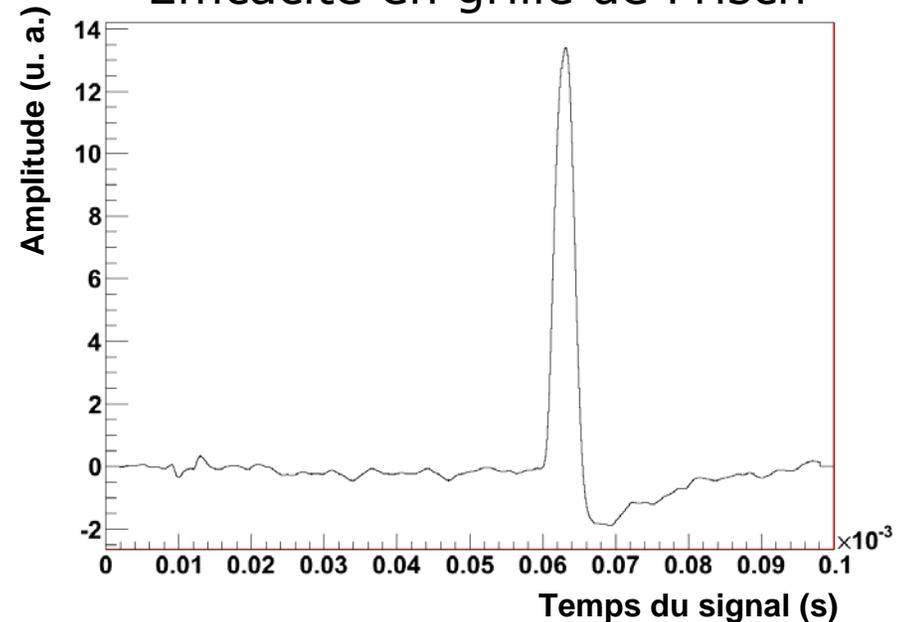
# La grille Micromegas



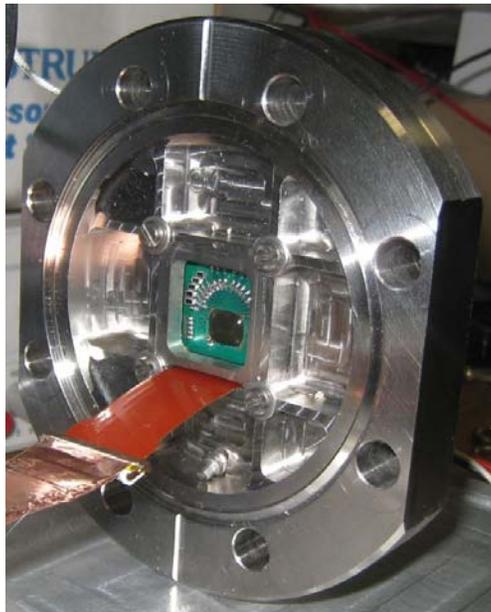
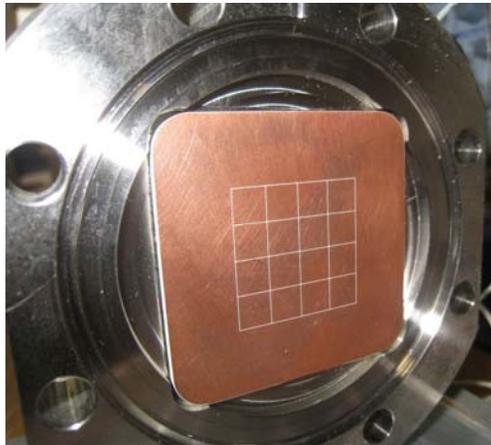
Mesure de la transparence



Efficacité en grille de Frisch

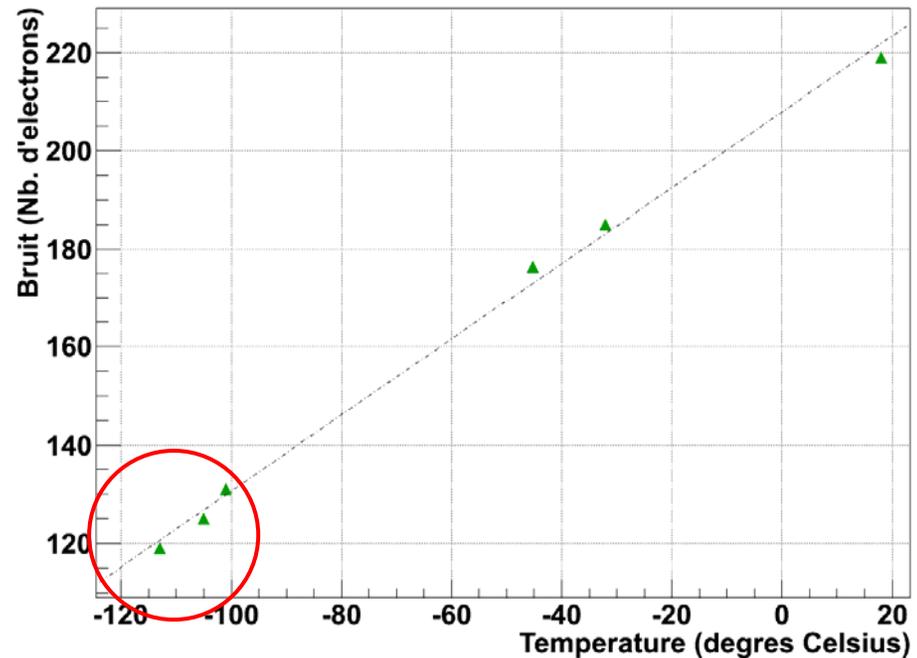


# L'anode segmentée



## Test de fonctionnement en froid

Bruit sur IDeF-X en fonction de la temperature pour Cdet = 22 pF

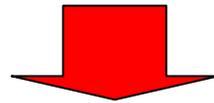


- ▣ Fonctionne à basses températures
- ▣ Bruit prometteur pour l'imagerie Compton
- ▣ Collaboration avec 

# Perspectives

---

- ❑ Installation de l'anode segmentée dans XEMIS I, première localisation 3D d'une source gamma : 2010
- ❑ Simulations du futur plancher d'anode à haute résolution spatiale: 2010
- ❑ 2011 : design et test d'un télescope Compton pour l'imagerie du petit animal
- ❑ 2012 : Imagerie 3  $\gamma$  à l'ENVN avec du  $\text{Sc}^{44}$  vectorisé



Imagerie de l'homme ?

# Le xénon liquide

---

Pourquoi le xénon liquide ?

- ❑ Milieu dense ( $\rho=3,06$ ) et à Z élevé (54) : Efficacité élevée.
- ❑ Bon scintillateur (46000 UV/MeV) et rapide ( $\tau = 45$  ns)
- ❑ Deux signaux : scintillation et ionisation, avec un bon rendement (64000/MeV paires  $e^-$ /ion)
- ❑ Grand volumes de détection possible

Le principal défaut :

- ❑ Liquide entre -108 et -112°C (à P = 1bar) : Cryogénie délicate