

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

Oger Tugdual

Directeur de thèse : Jacques Martino
Encadrant scientifique : Dominique Thers



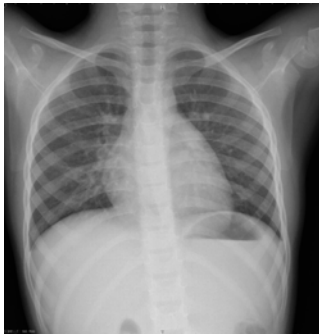
Plan

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

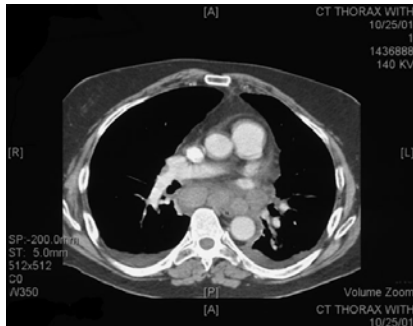
L'imagerie médicale

L'imagerie anatomique : images des organes

Imagerie par rayonnement X

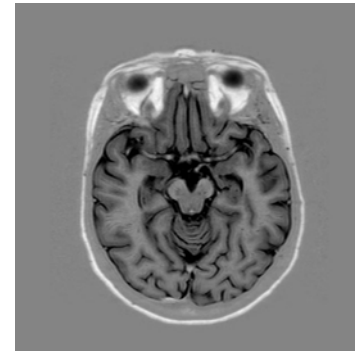


Radiographie



Tomodensitométrie

Imagerie par Résonance Magnétique



Imagerie par les ultrasons



Echographie

L'imagerie médicale

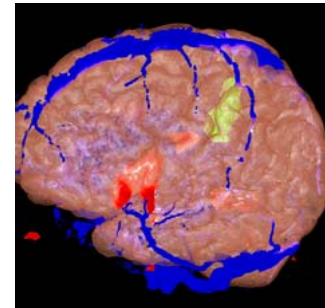
L'imagerie fonctionnelle : image des métabolismes

Imagerie par rayonnement X

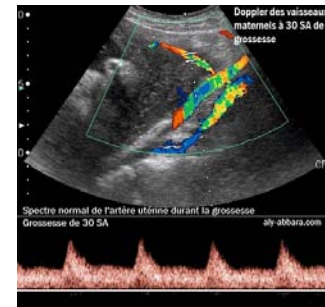


Angiographie

Imagerie par Résonance Magnétique



Imagerie par les ultrasons



Doppler

L'imagerie nucléaire

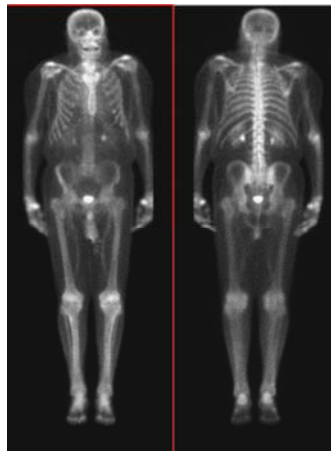
Utilisation d'un marqueur radioactif couplé à un traceur spécifique de la fonction imagée

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

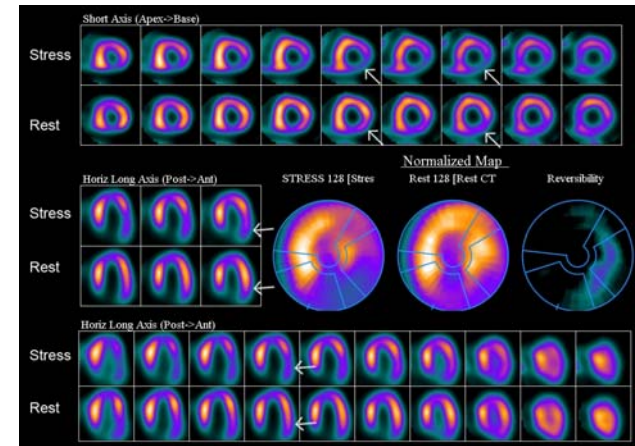
- ▣ Marqueur émetteurs γ : Tc^{99m} , I^{123} , Tl^{201} ...
- ▣ Milieu de détection : cristal scintillant NaI(Tl)



Gamma caméra



Scintigraphie osseuse

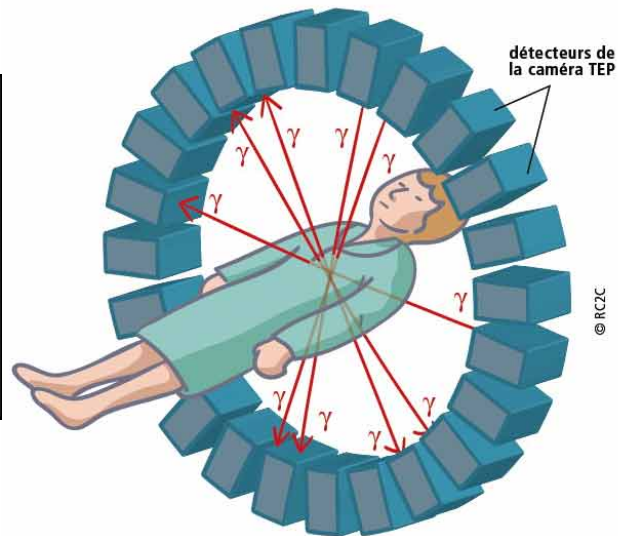
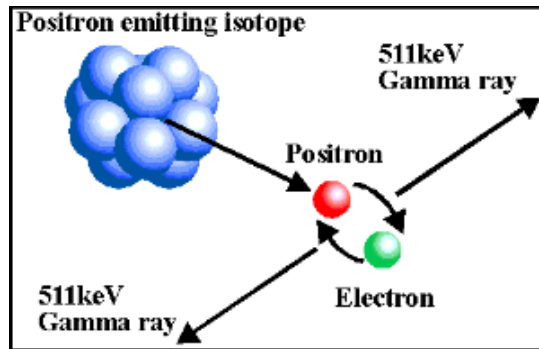


TEMP cardiaque

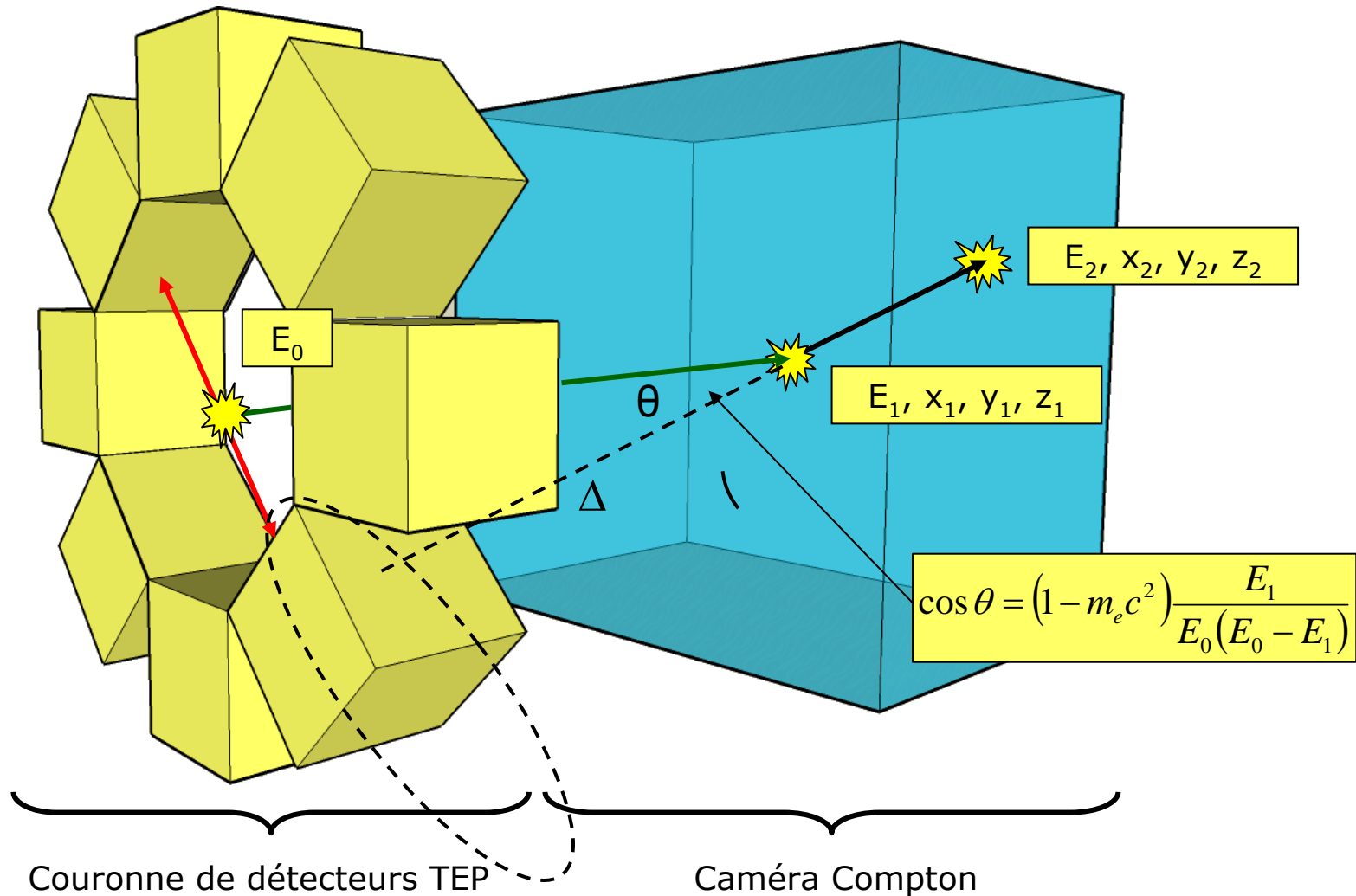
L'imagerie nucléaire

En Tomographie à Emission de Positons (TEP) :

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

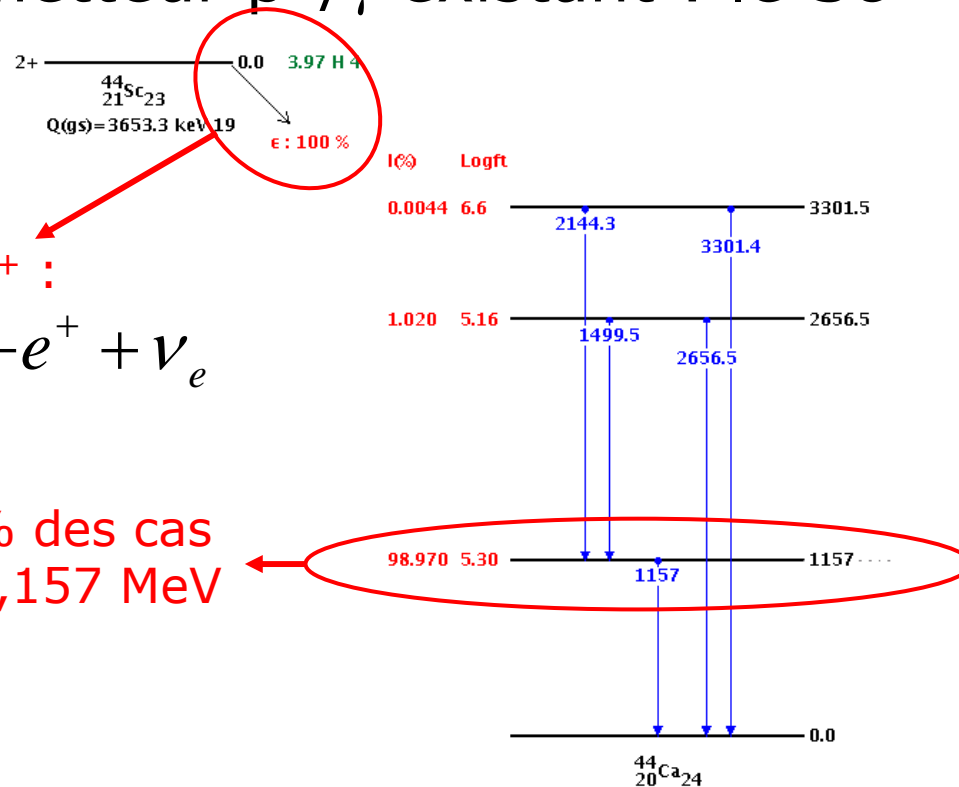


L'imagerie 3γ



L'imagerie 3γ

Marqueur émetteur β^+/γ existant : le Sc^{44}



Emission β^+ :

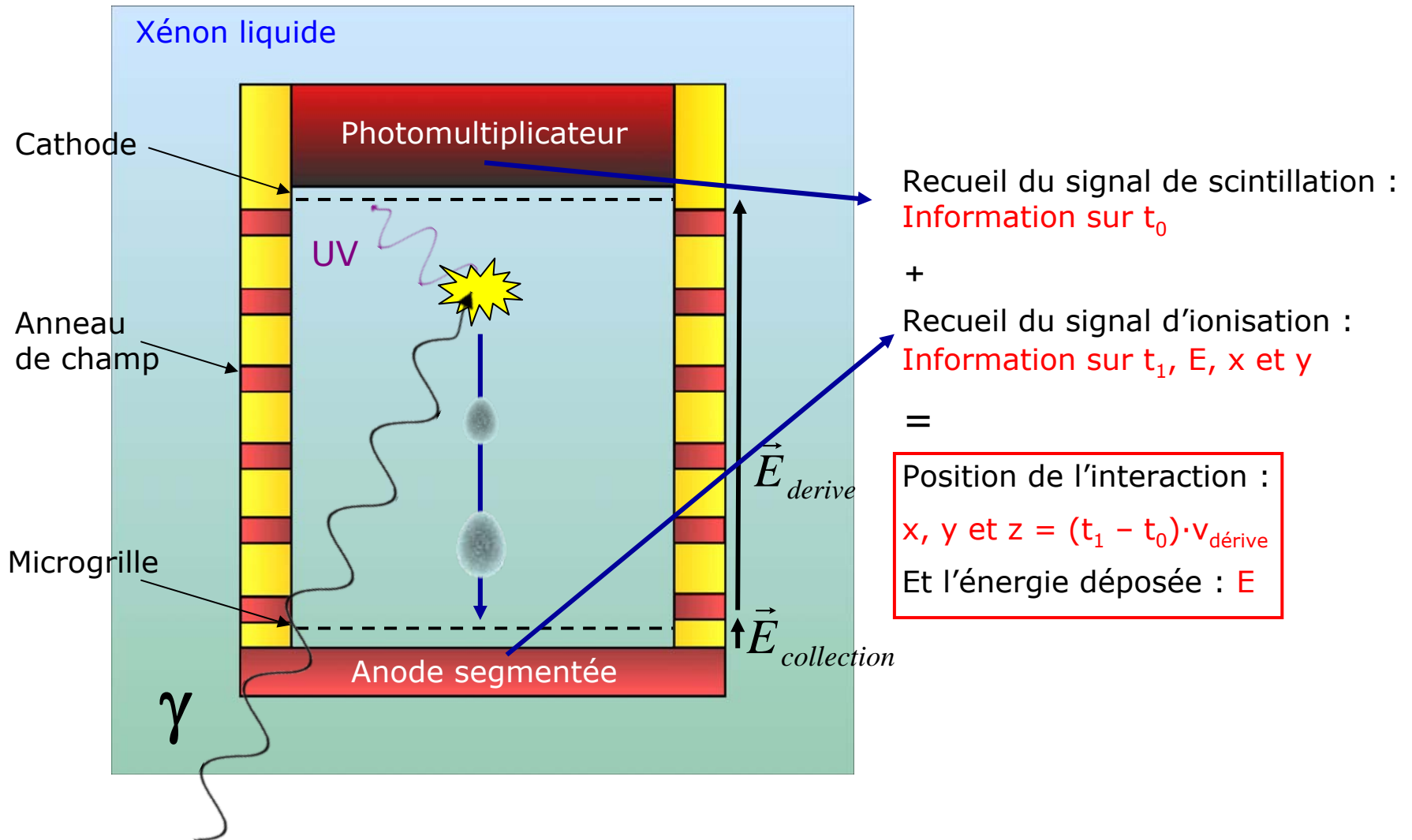


Suivie dans $\sim 99\%$ des cas d'un gamma de 1,157 MeV

R&D pour la production au cyclotron Arronax



Principe de la caméra Compton

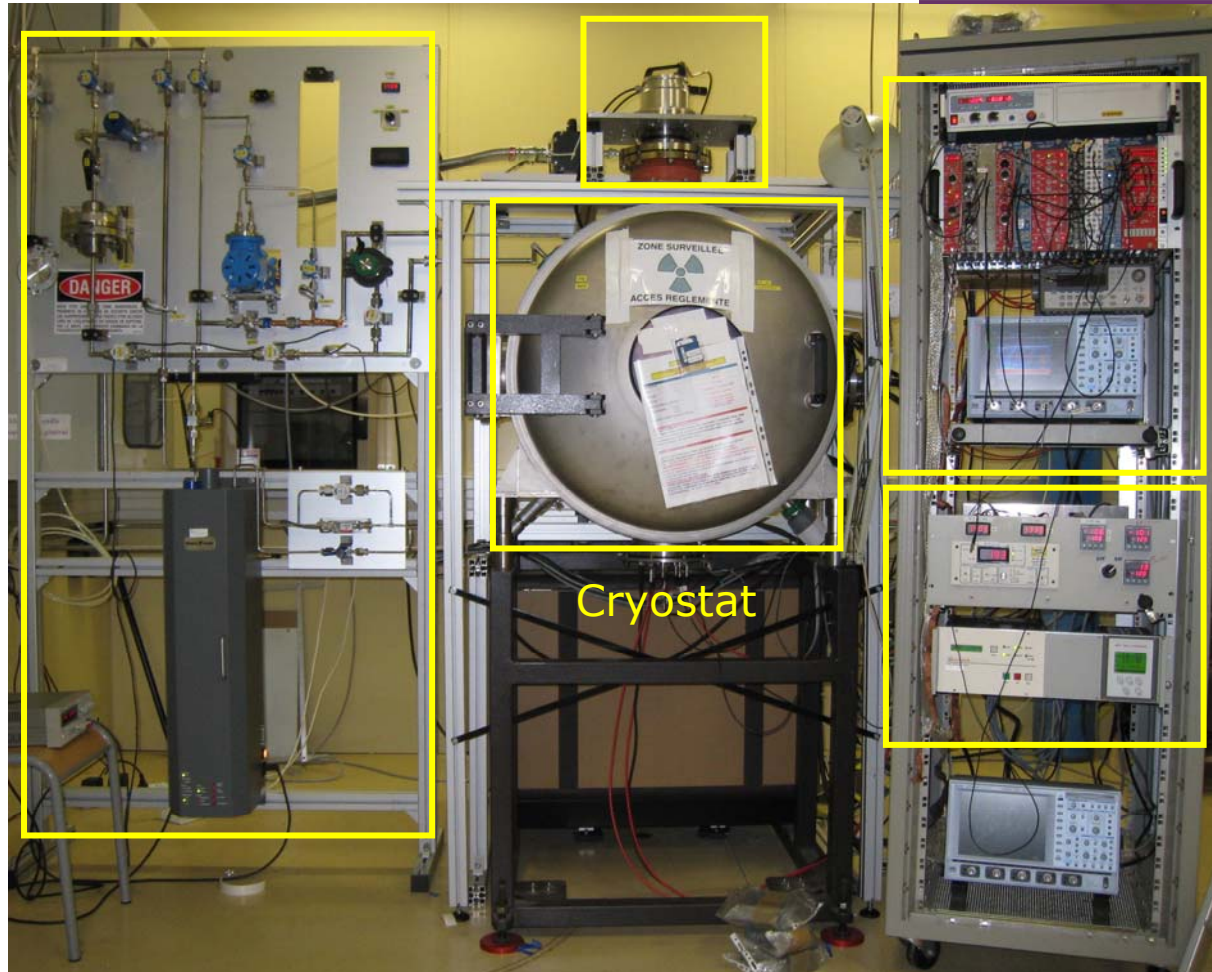


Le prototype : XEMIS I

Pulse Tube Refrigerator, développé à



Circuit de purification



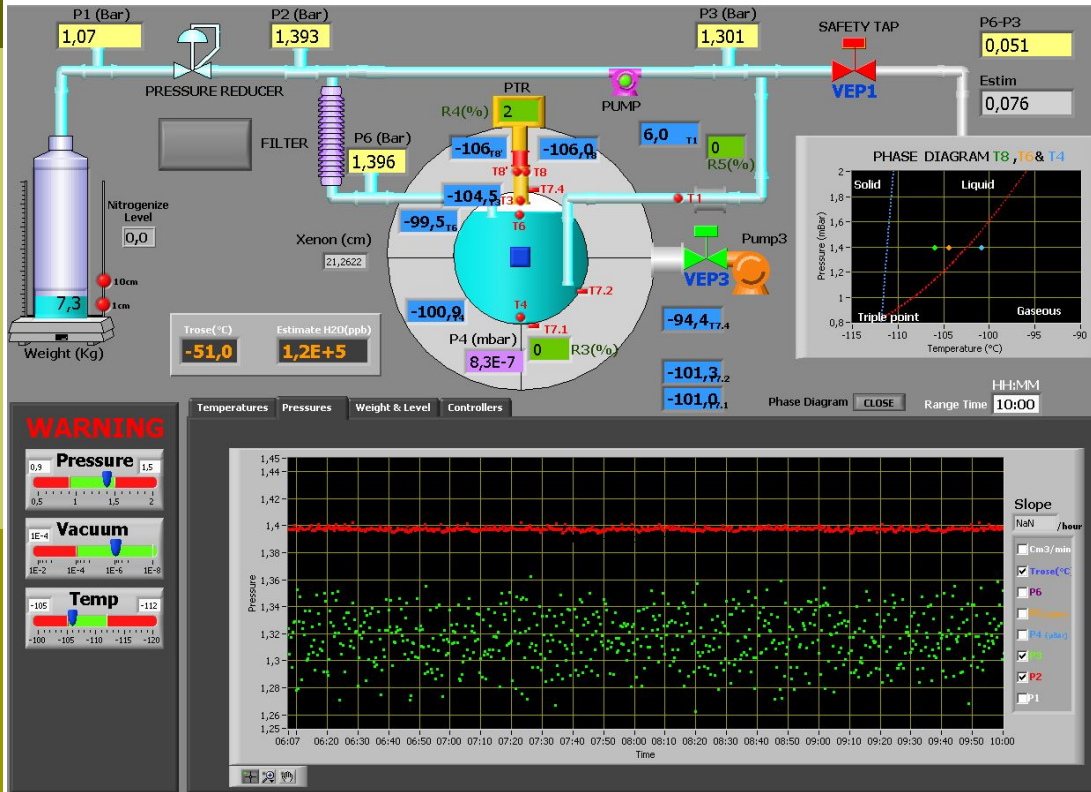
Cryostat

Chaine d'acquisition

Automate de pilotage

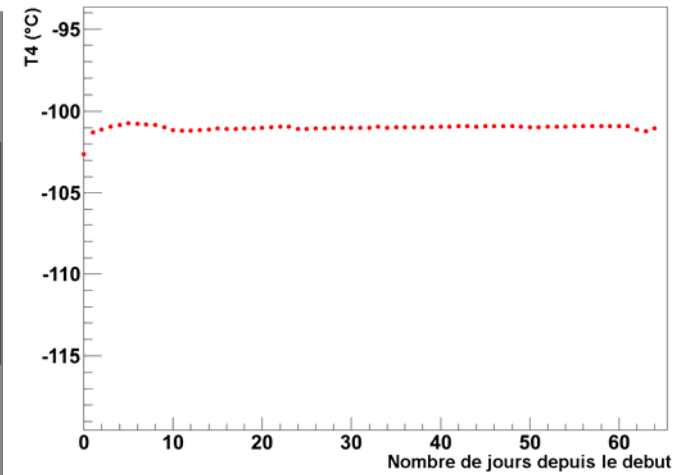
Suivi de la cryogénie

Suivi en ligne :

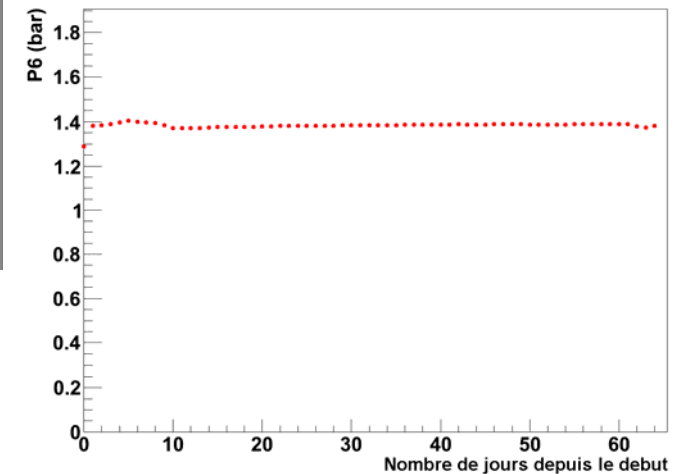


Suivi long terme :

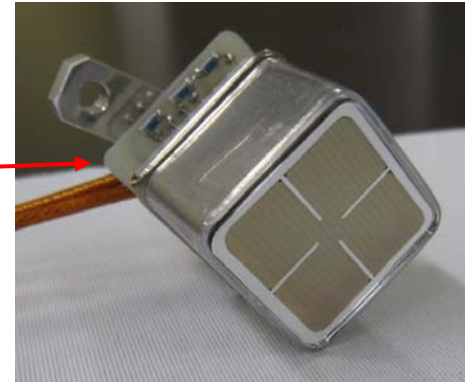
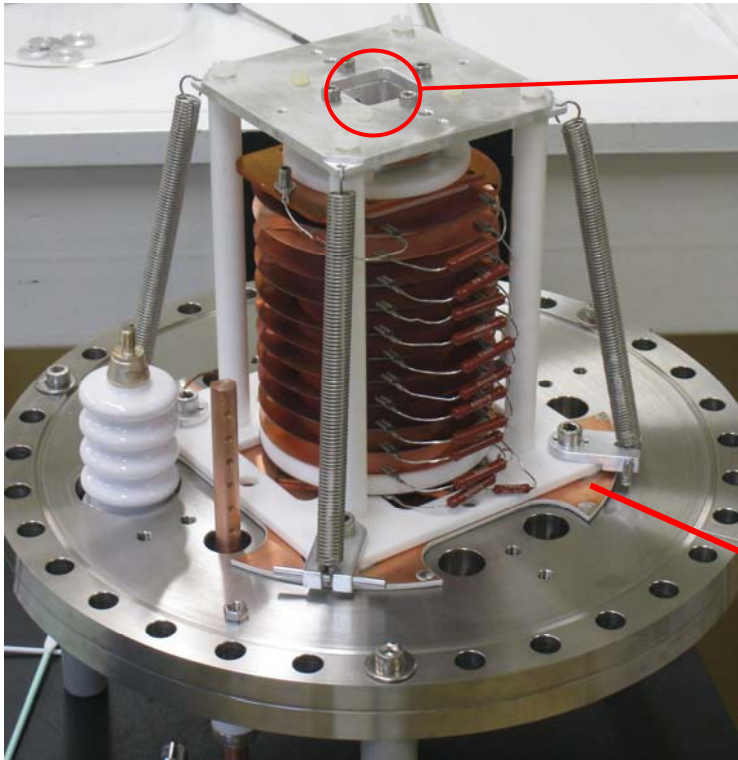
Evolution de la température du xenon liquide



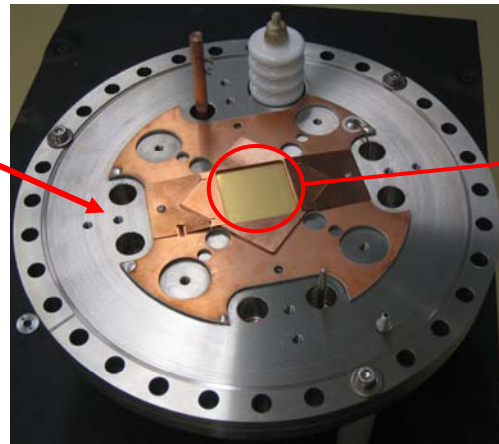
Evolution de la pression du gaz au dessus du liquide



Le volume actif actuel

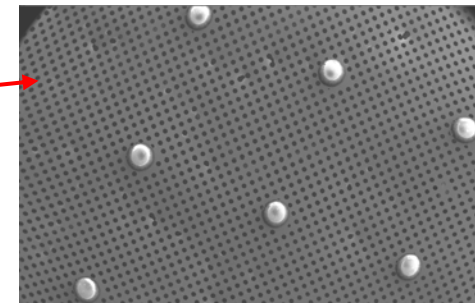


PMT Hamamatsu
(R5900-06AL12S-ASSY)



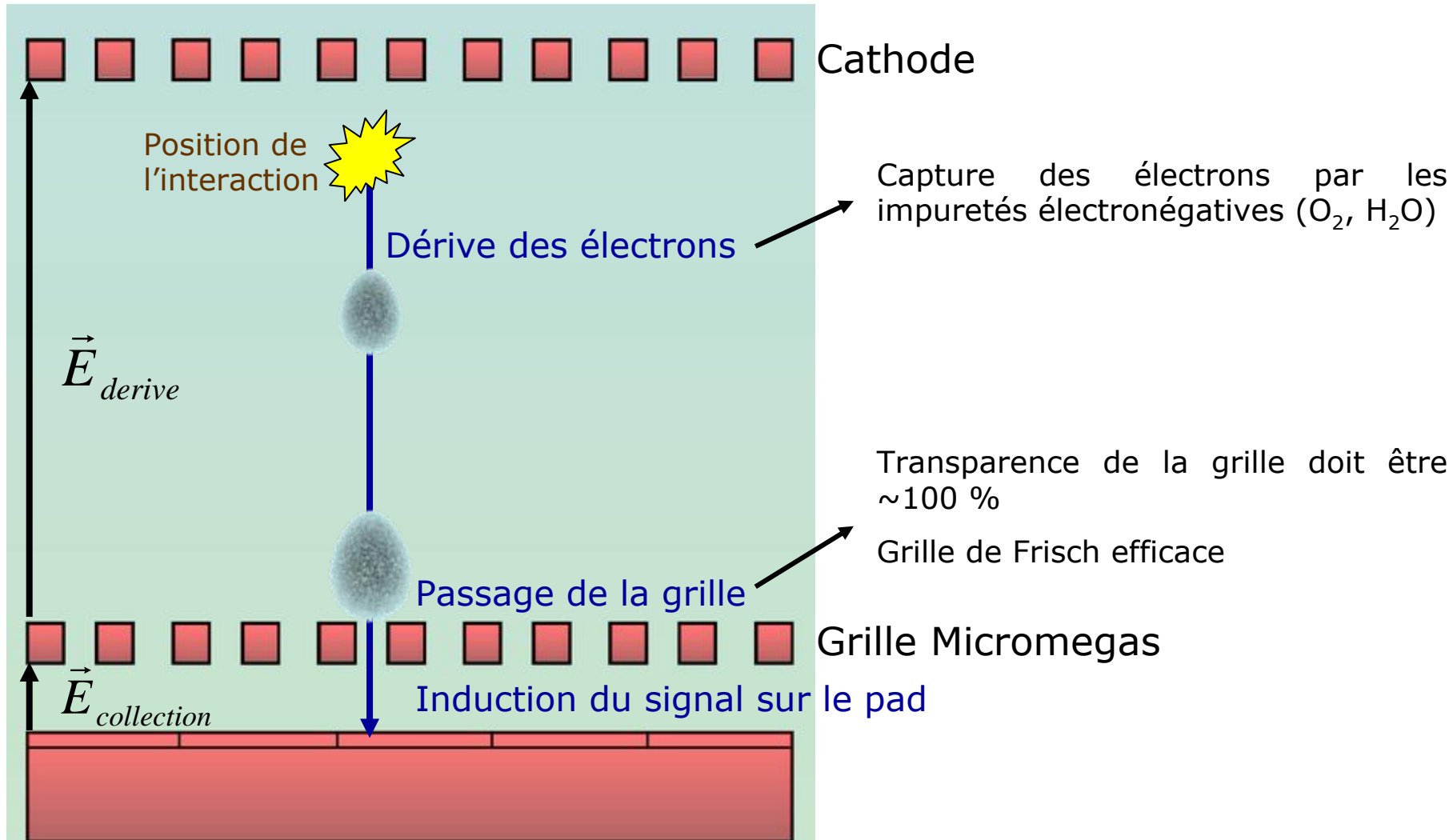
Anode pleine

+



grille Micromegas

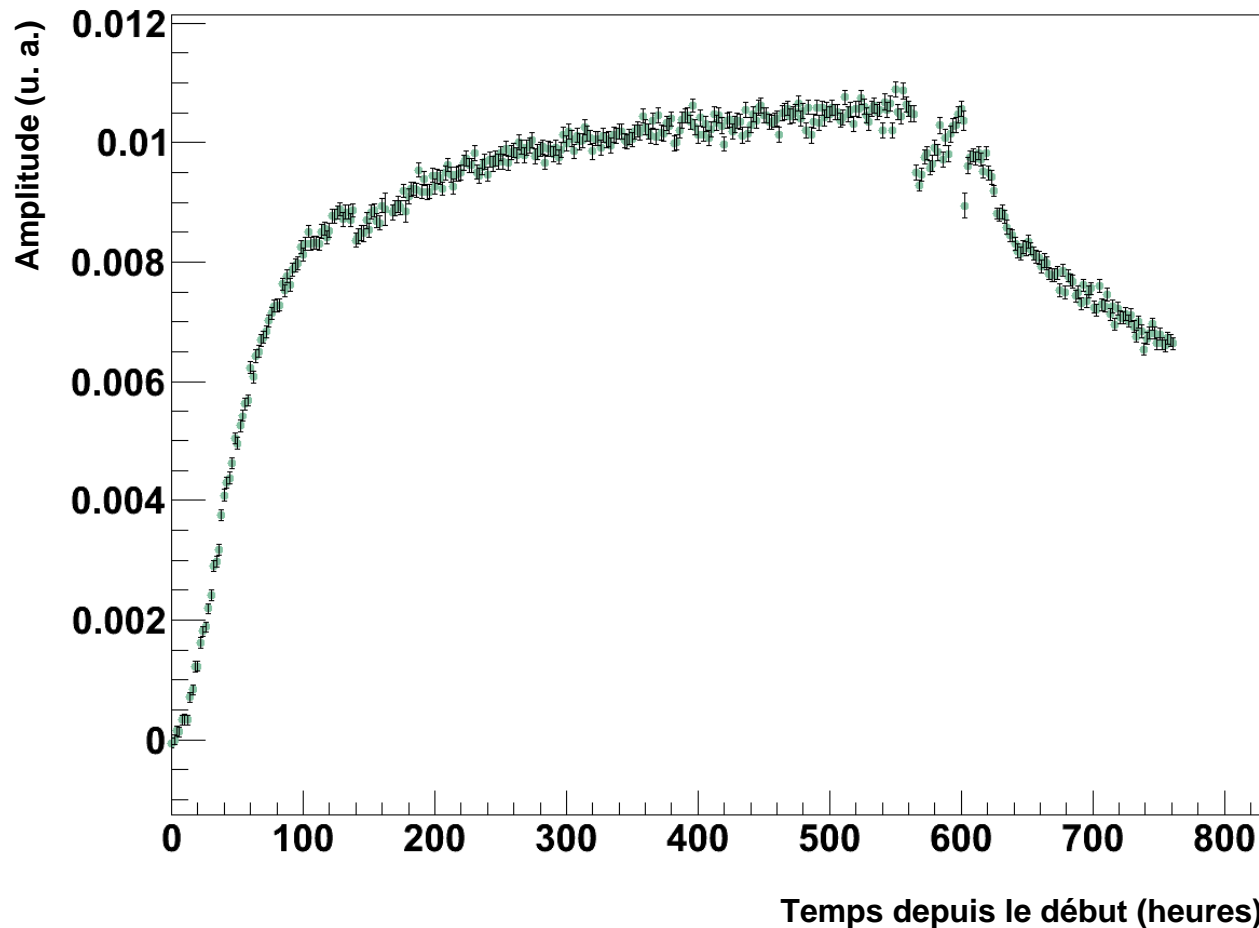
Recueil du signal d'ionisation



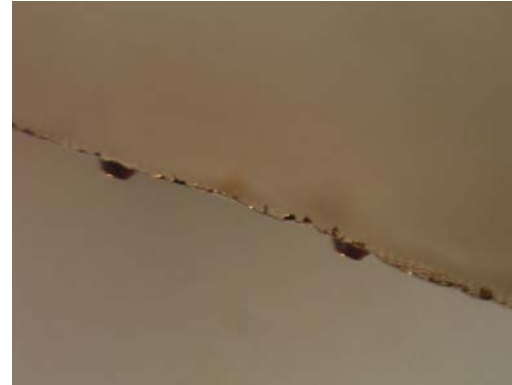
Pureté du xénon liquide

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

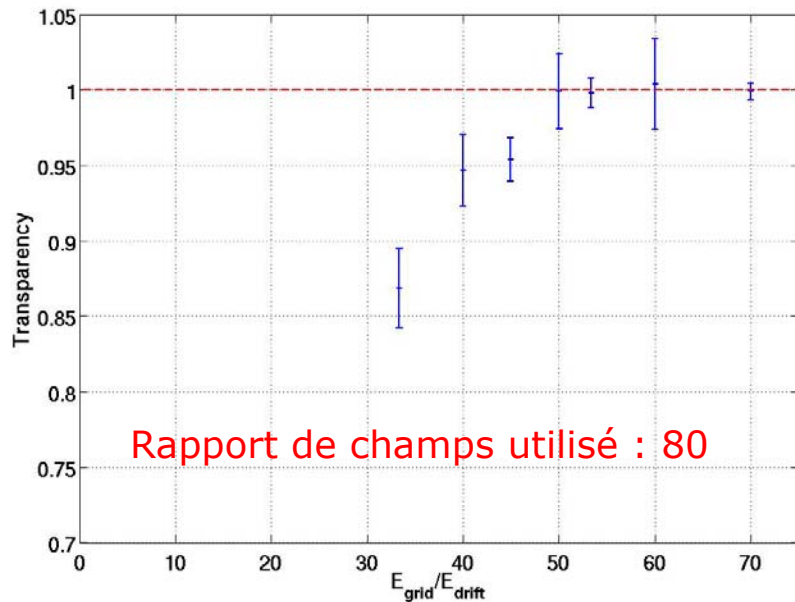
Alpha anode signal evolution



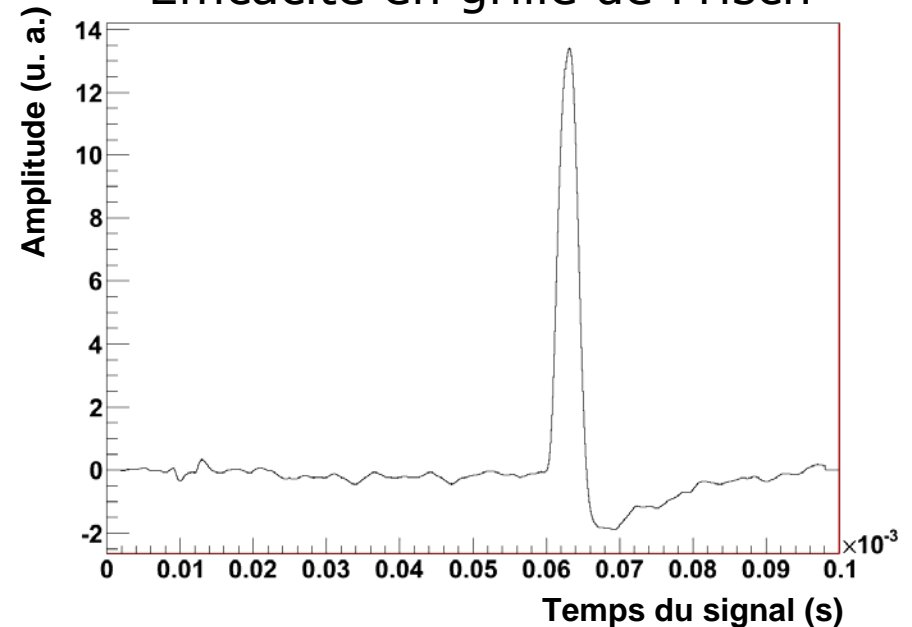
La grille Micromegas



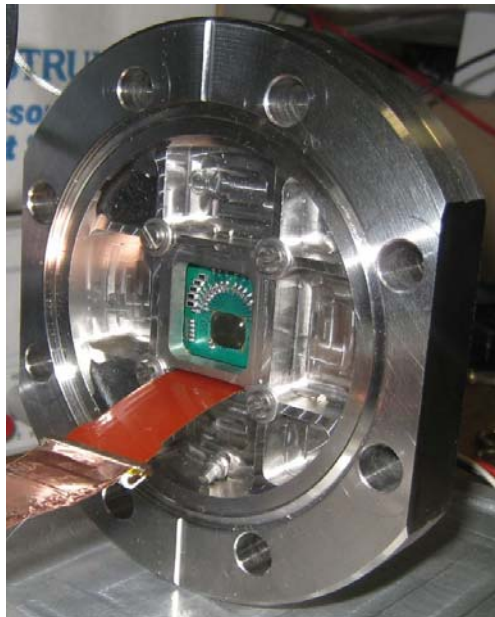
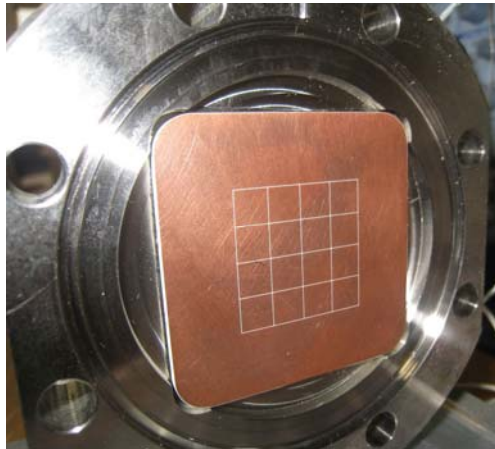
Mesure de la transparence



Efficacité en grille de Frisch

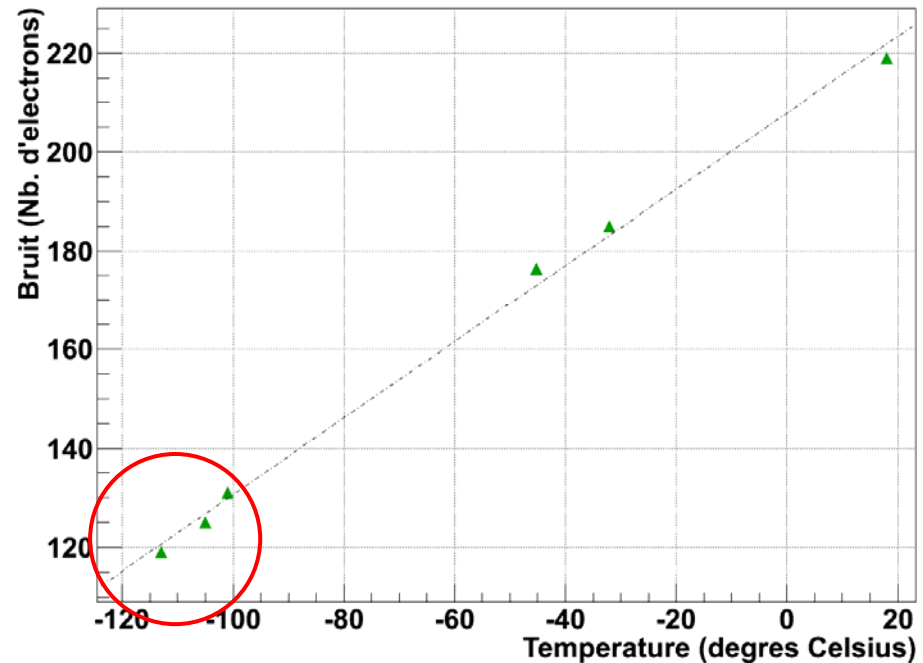


L'anode segmentée



Test de fonctionnement en froid

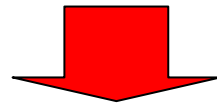
Bruit sur IDeF-X en fonction de la température pour Cdet = 22 pF



- 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 γ à l'ENVN avec du 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