

# Panorama sur l'avancement de la construction du détecteur XEMIS2

Nicolas Beaupère, bureau H111, email: [beaupere@subatech.in2p3.fr](mailto:beaupere@subatech.in2p3.fr)  
Subatech laboratory

- **Le projet XEMIS**
  - L'objectif
  - L'imagerie à trois photons
  - Le scandium
  - Les trois phases du projet
- **La caméra XEMIS2**
  - L'installation au CHU de Nantes
  - La cryogénie
  - La caméra (TPC)
  - La DAQ charge
  - LA DAQ lumière
  - Le système de contrôle
  - Les prochains défis
- **Conclusions et perspectives**

## Le projet XEMIS

- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives

# XEMIS

(Xenon Medical Imaging System)

## Objectif :

**Produire des images de bonnes résolutions  
à partir de très faibles activités**

**Par rapport aux caméras TEMP/TEP, l'activité injectée sera de l'ordre de **100 fois moins** importante et la résolution sera **identique****

## Technologies :

- **Détecteur** : chambre à projections temporelles (TPC)
- **Milieu de détection** : xénon en phase liquide (LXe)
- **Radio-isotopes** : émetteur à 3 photons ( $\beta^+$  et  $\gamma$ )

## Le projet XEMIS

- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

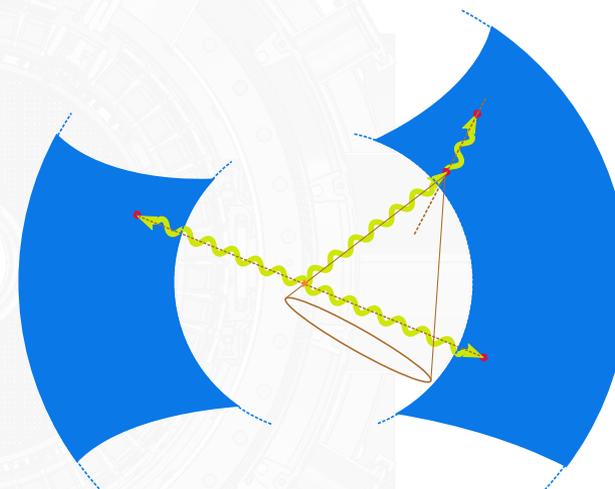
- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives

## ▪ Le principe

- Émission de 3 photons ( $>100$  keV)
- Détecteur
- Intéractions (C, PE)
- Reco LOR (coïncidence)
- Reco cône (cinématique Compton)
- Croisement cône-LOR



## Le projet XEMIS

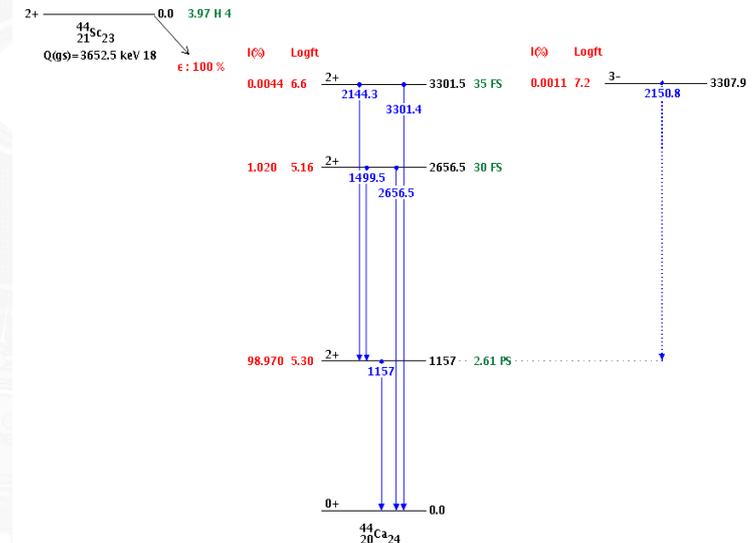
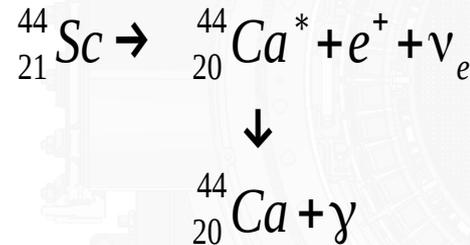
- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- **Le scandium**
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## ▪ Radio-isotopes : $^{44}\text{Sc}$

- 2 photons de 511 keV et 1 photon de 1157 keV
- **Propre (pas d'autres photons)**
- **Corrélés en temps**
- $\frac{1}{2}$  vie de ~4 h
- **Production en cyclotron**



## Conclusions

## Perspectives

## Le projet XEMIS

- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives

2010

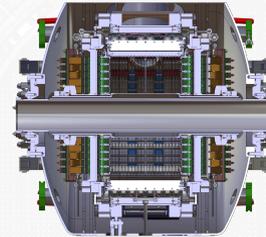


**XEMIS1**  
R&D Prototype

30 kg  
6 (12) cm  
drift TPC

Terminé

2023

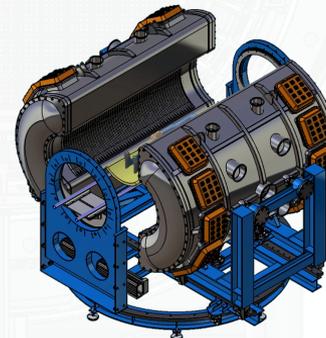


**XEMIS2**  
Small animal imaging

200 kg  
2 x 12 cm  
drift TPC

En cours  
d'installation  
au CHU de  
Nantes

Objectif



**XEMIS3**  
Total body imaging  
Hadron therapy  
monitoring

2 tons  
2 m long  
12 cm drift TPC

## Le projet XEMIS

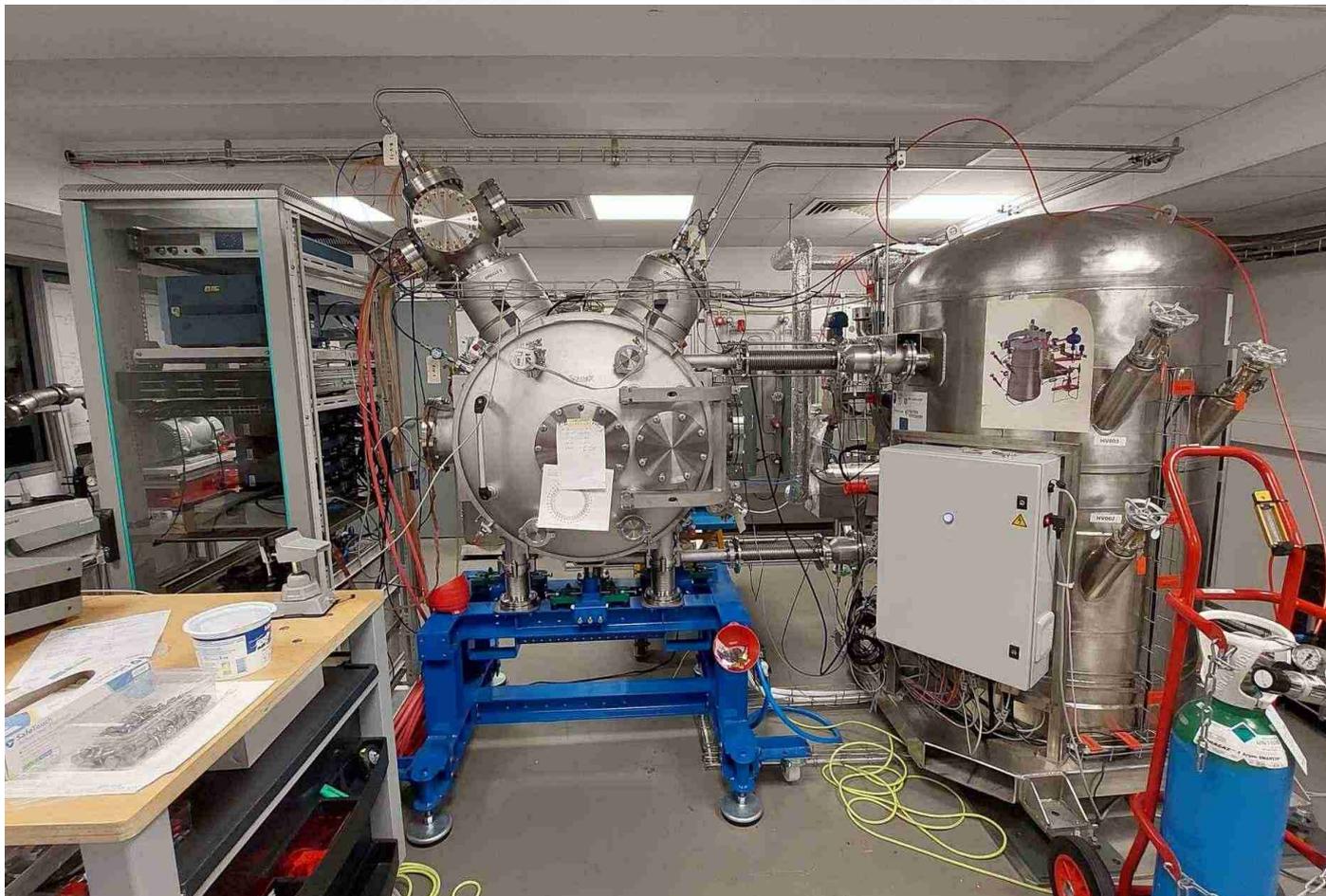
- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives



## Le projet XEMIS

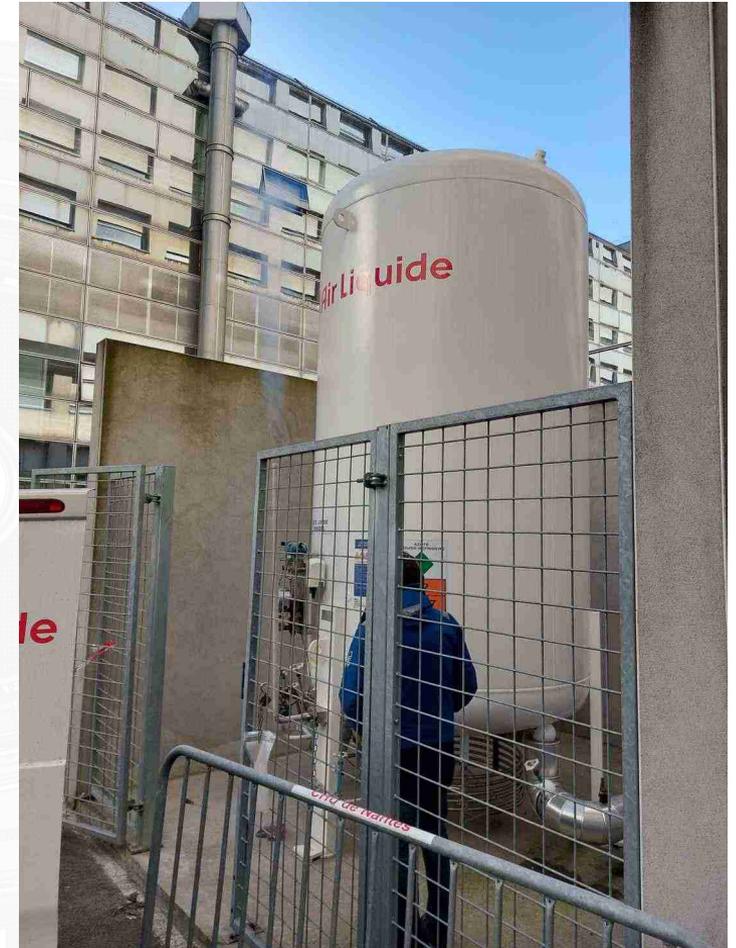
- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- **La cryogénie**
- La caméra
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives



## Le projet XEMIS

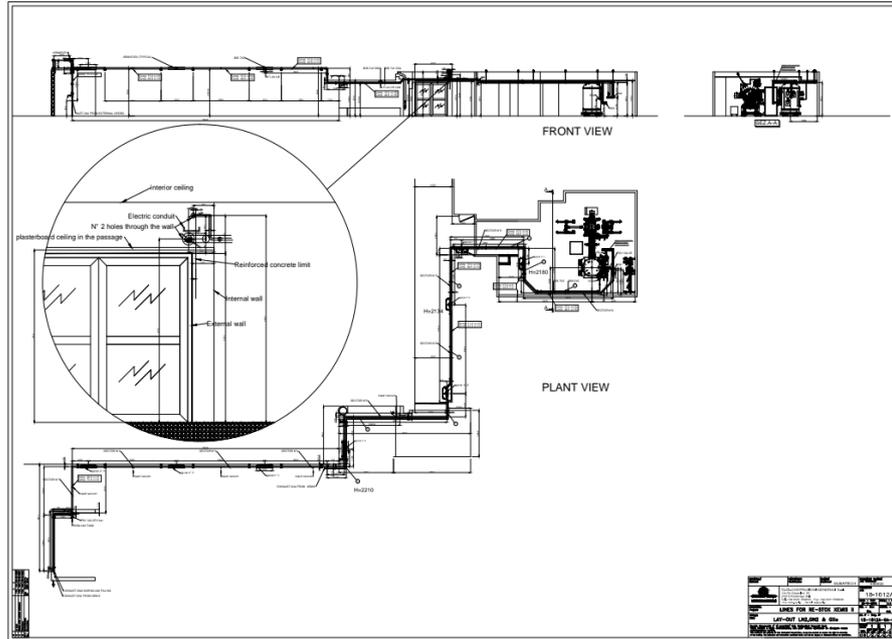
- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- **La cryogénie**
- La caméra
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives



## Le projet XEMIS

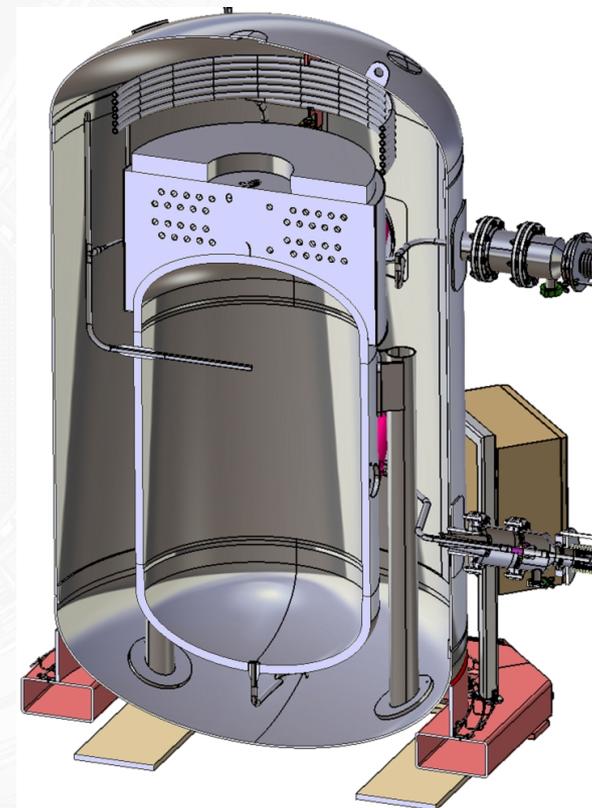
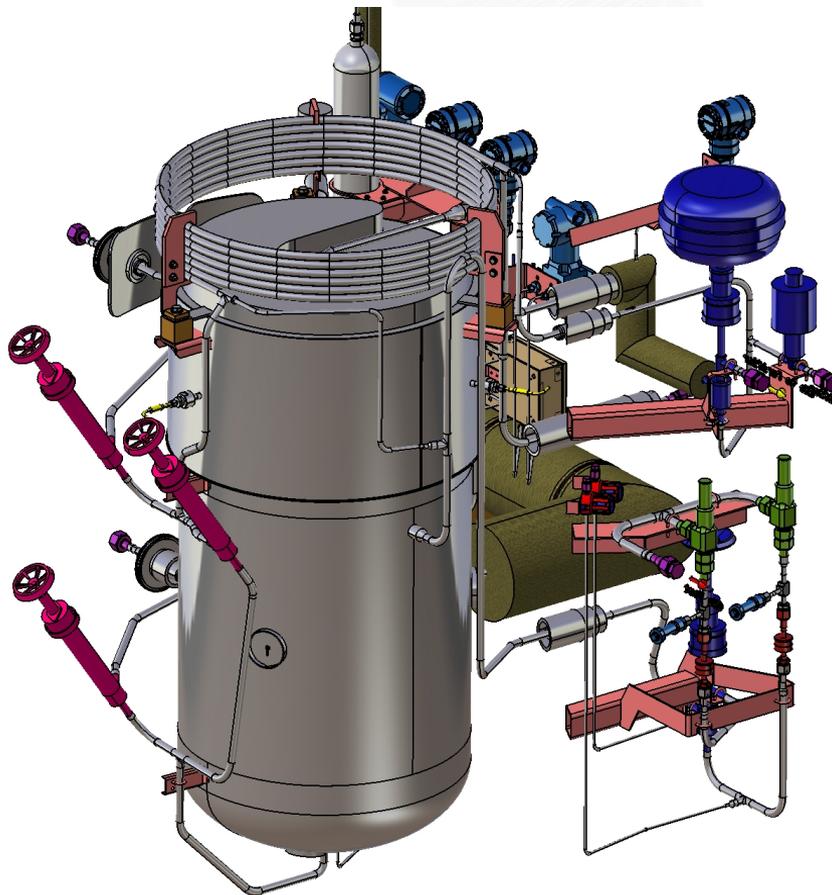
- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- **La cryogénie**
- La caméra
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

Conclusions

Perspectives



## Le projet XEMIS

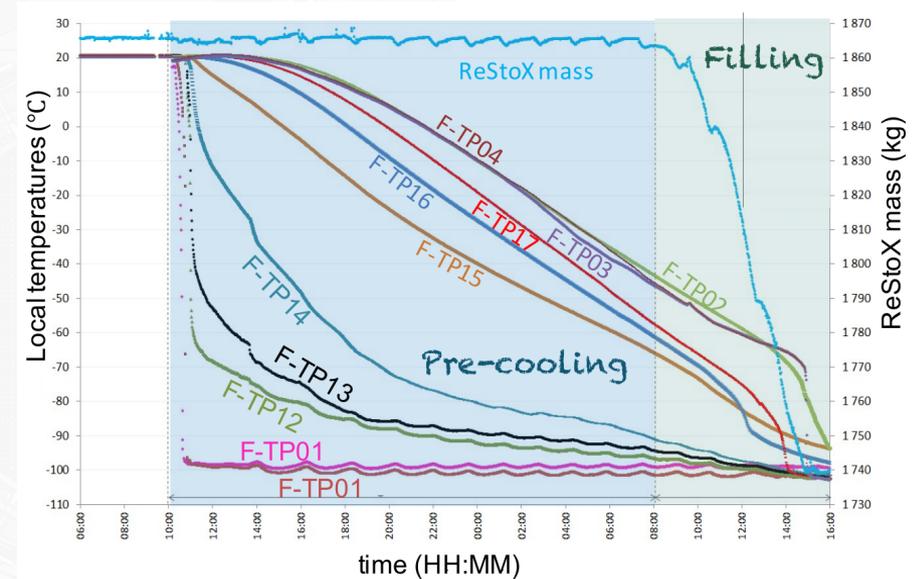
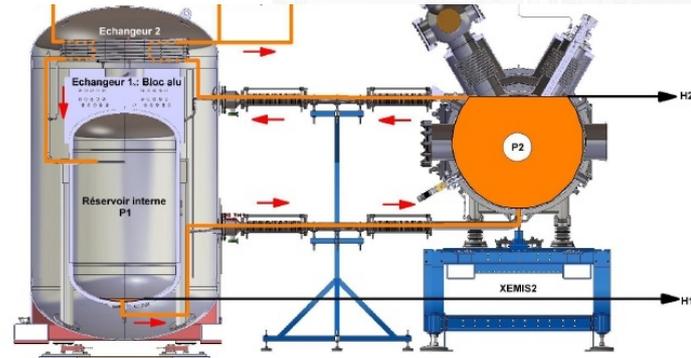
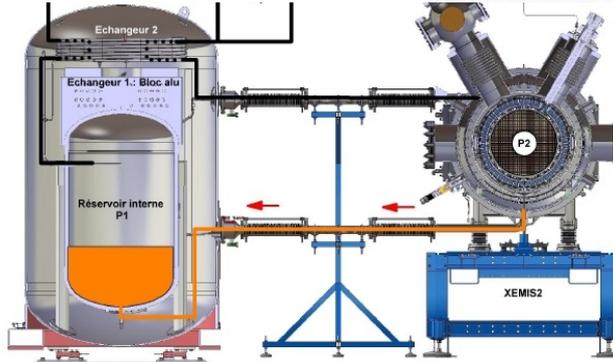
- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- **La cryogénie**
- La caméra
- DAQ charge
  - ↳ L'anode
  - ↳ L'électronique froide
  - ↳ La traversé froid-vide
  - ↳ L'électronique sous vide
  - ↳ Premier résultats
- DAQ lumière
  - ↳ Vue d'ensemble
  - ↳ L'électronique
  - ↳ La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives



## Le projet XEMIS2

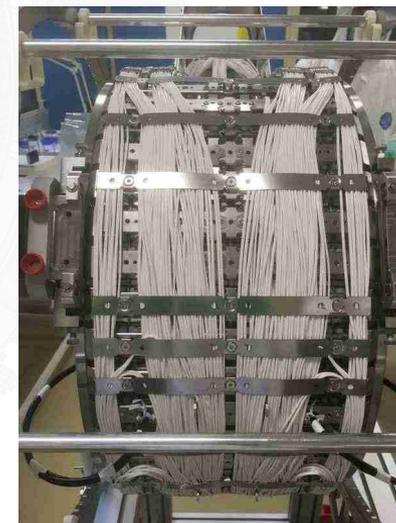
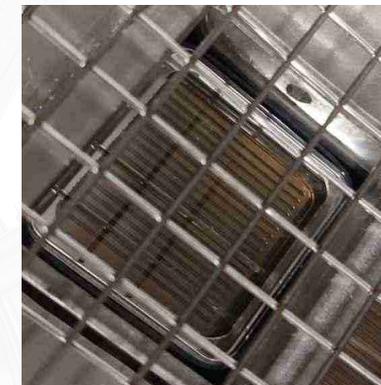
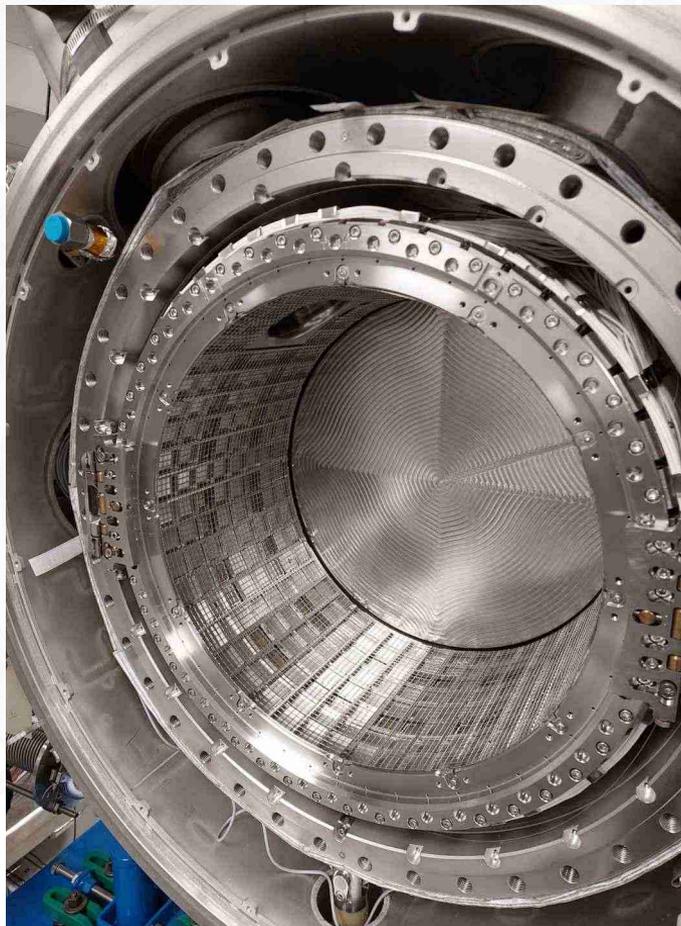
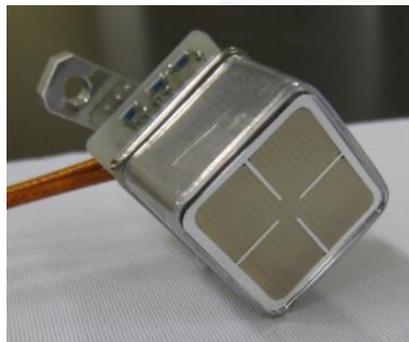
- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- **La caméra**
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives



## Le projet XEMIS

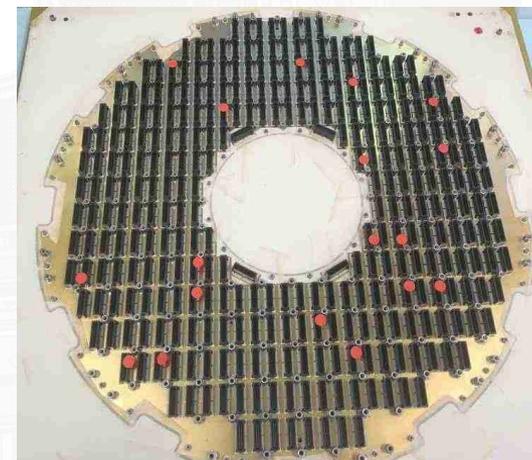
- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- **DAQ charge**
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- **DAQ lumière**
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives



## Le projet XEMIS

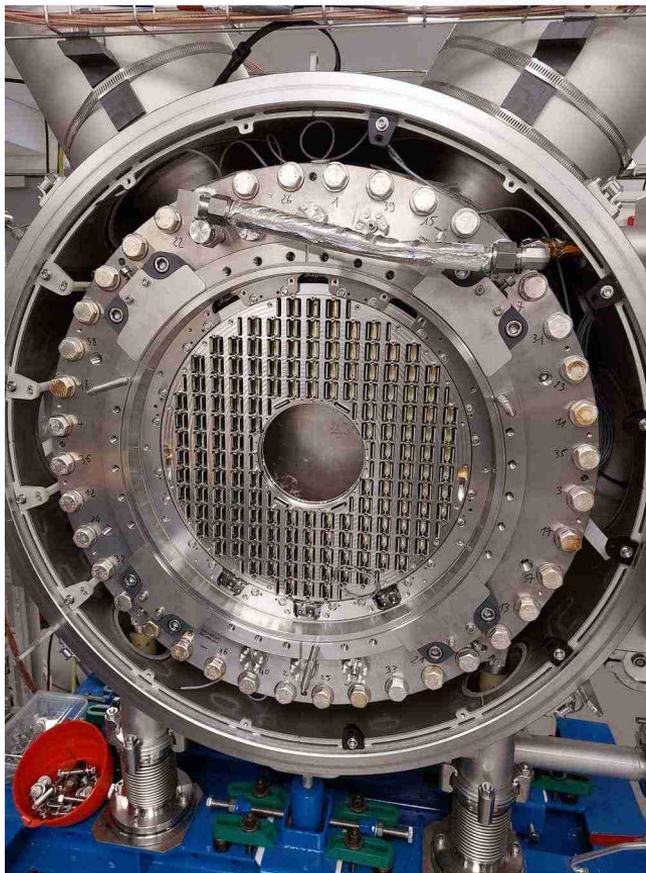
- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- **DAQ charge**
  - L'anode
  - **L'électronique froide**
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- **DAQ lumière**
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives



## Le projet XEMIS

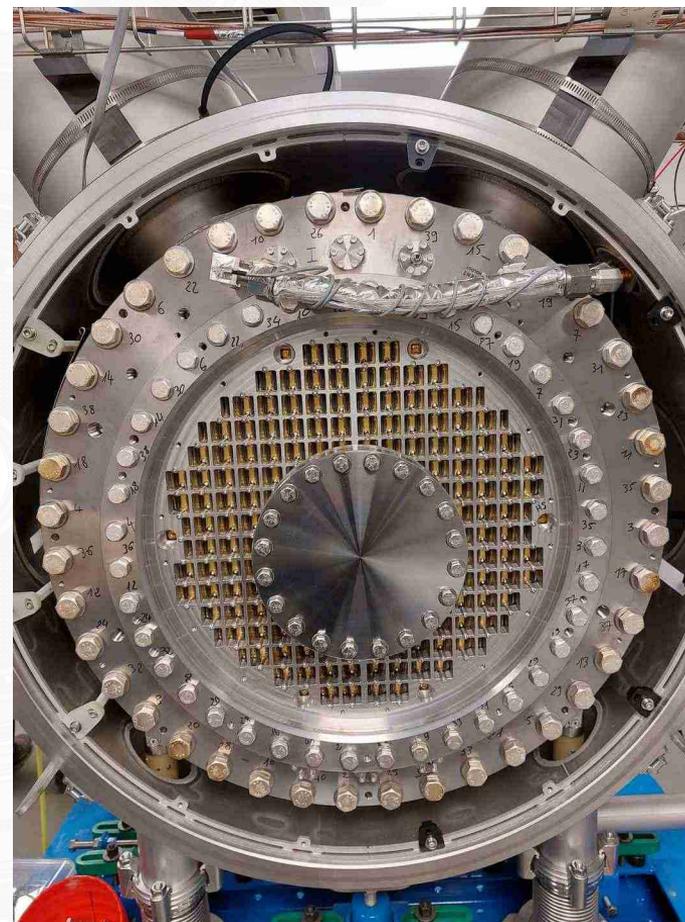
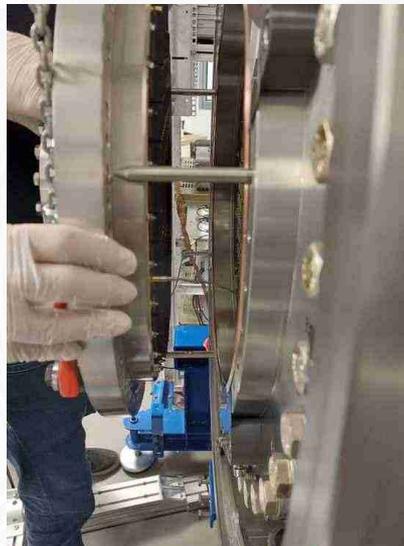
- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- **DAQ charge**
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - **La traversé froid-vide**
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- **DAQ lumière**
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives



## Le projet XEMIS2

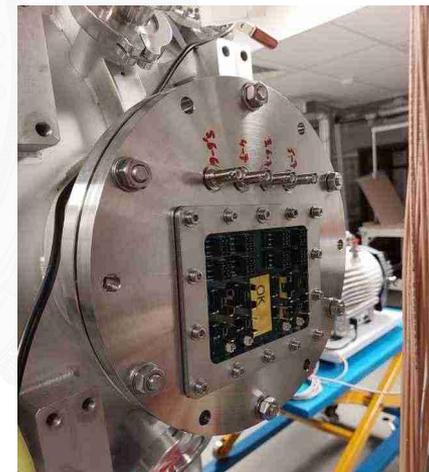
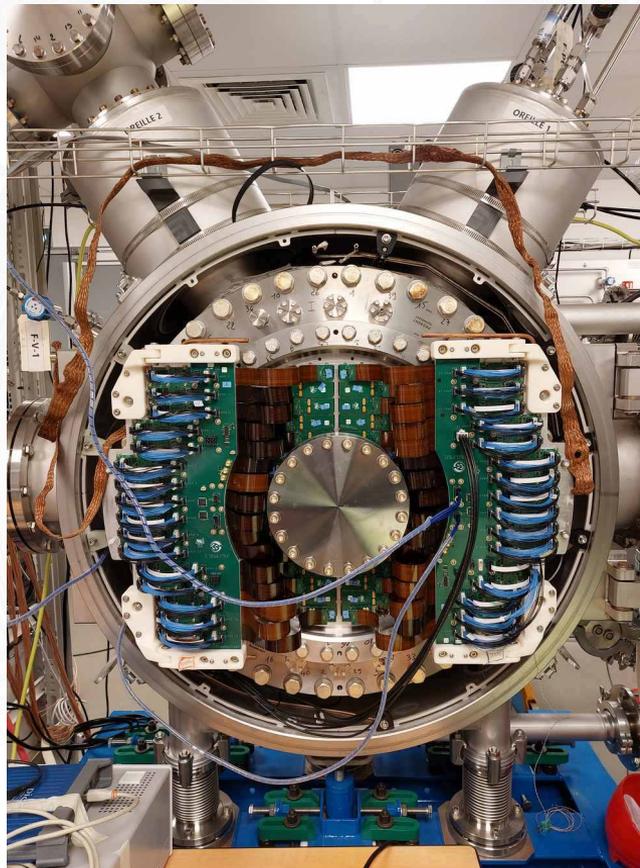
- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- **DAQ charge**
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - **L'électronique sous vide**
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives



## Le projet XEMIS2

- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

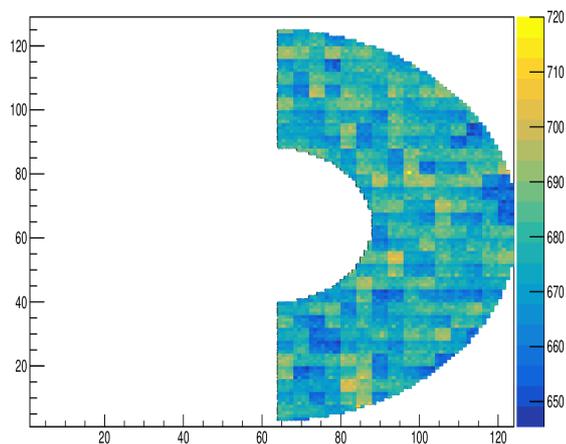
## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- **DAQ charge**
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - **Premier résultats**
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

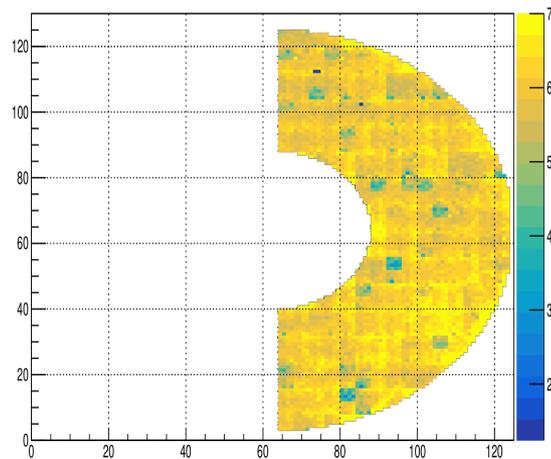
## Conclusions

## Perspectives

Quart de chambre

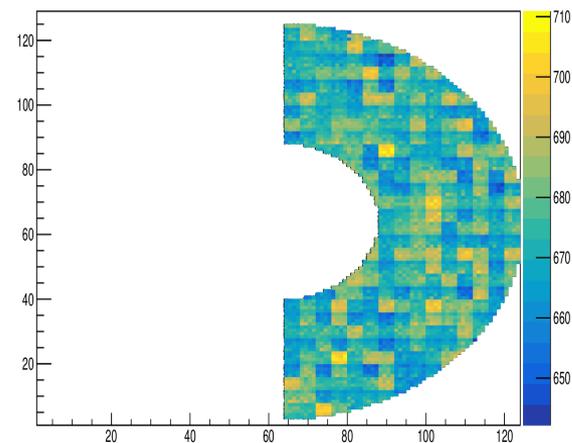


map of pixel noise



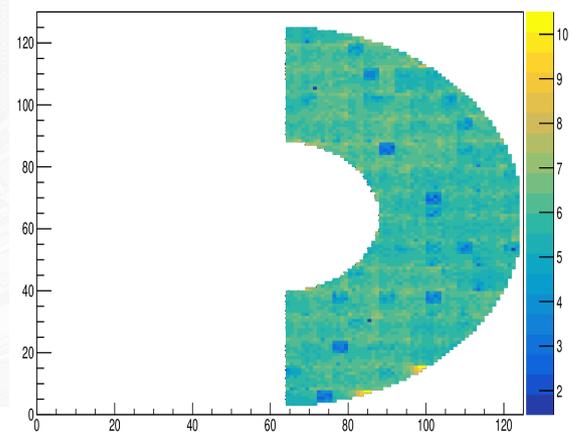
Piédestaux

Quart de chambre



map of pixel noise

Bruit  
~140 e<sup>-</sup> à chaud

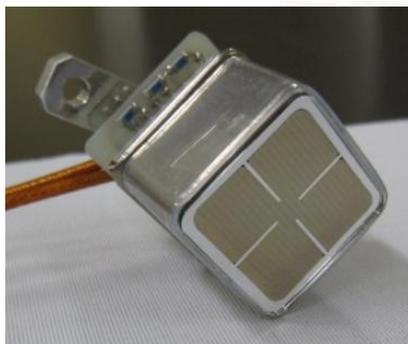
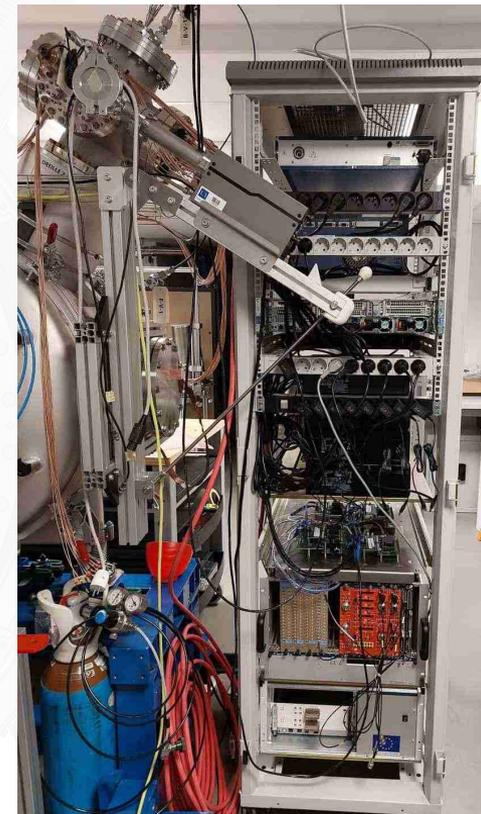
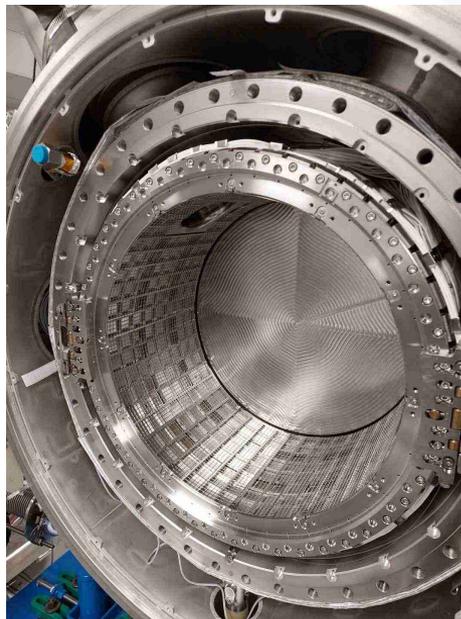


## Le projet XEMIS2

- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis



## Conclusions

## Perspectives

## Le projet XEMIS

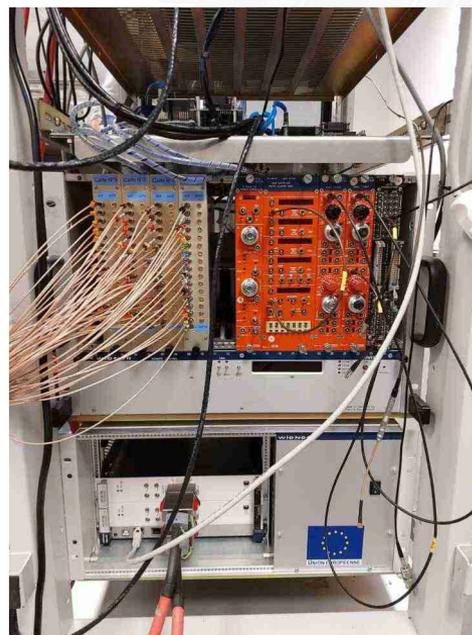
- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives



## Le projet XEMIS

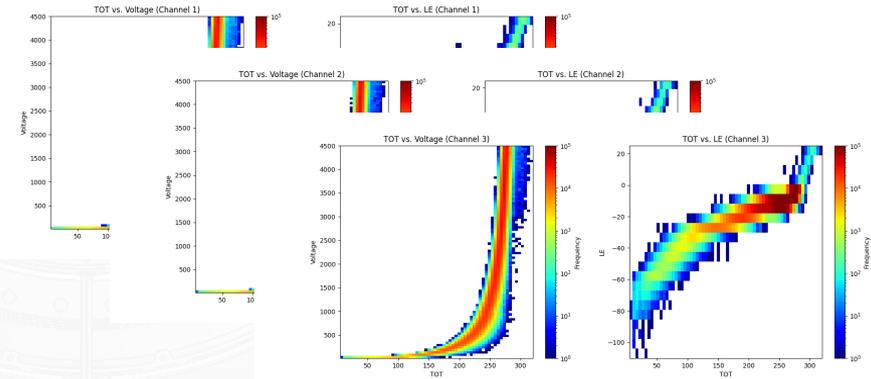
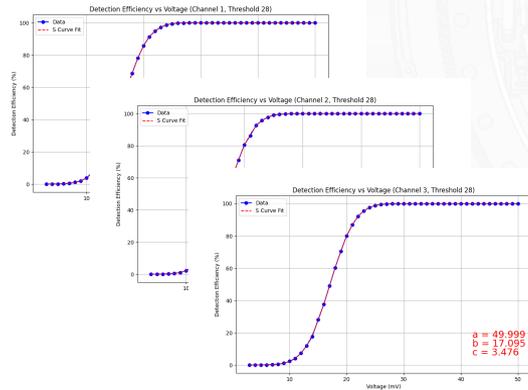
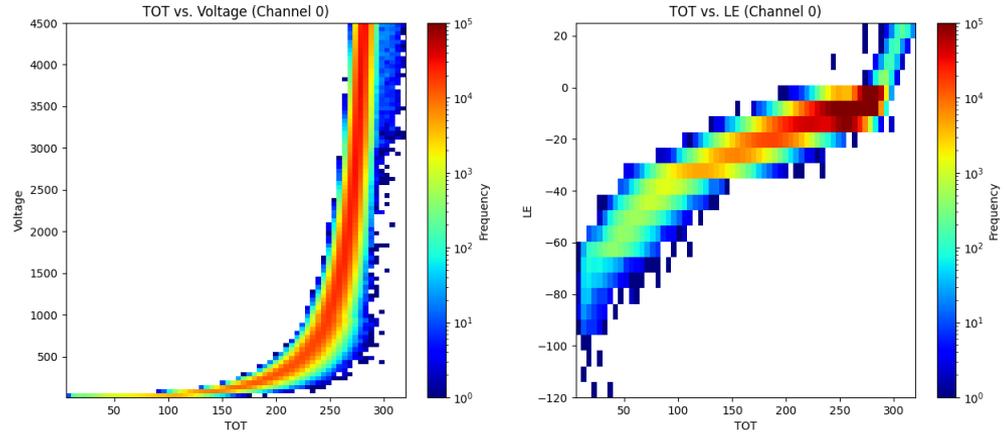
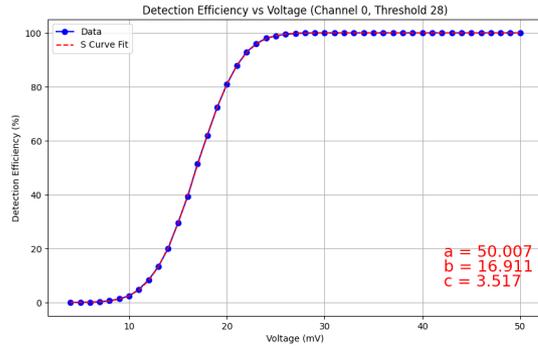
- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - **La calibration**
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives

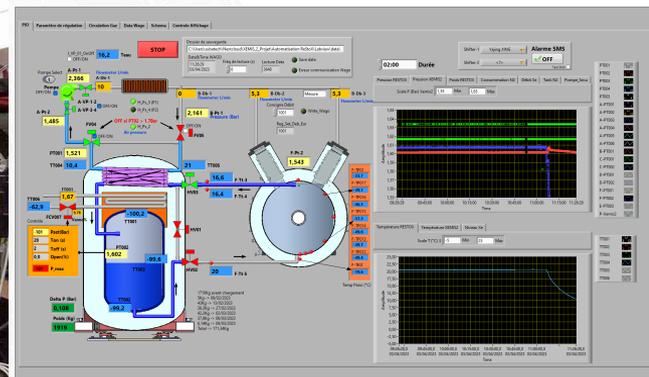


## Le projet XEMIS

- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- **Le système de contrôle**
- Les prochains défis



Conclusions

Perspectives

## Le projet XEMIS

- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- DAQ charge
  - ↳ L'anode
  - ↳ L'électronique froide
  - ↳ La traversé froid-vide
  - ↳ L'électronique sous vide
  - ↳ Premier résultats
- DAQ lumière
  - ↳ Vue d'ensemble
  - ↳ L'électronique
  - ↳ La calibration
- Le système de contrôle
- **Les prochains défis**

Conclusions

Perspectives



## Le projet XEMIS

- L'objectif
- L'imagerie à 3 photons
- Le scandium
- Les 3 phases

## La caméra XEMIS2

- L'installation
- La cryogénie
- La caméra
- DAQ charge
  - L'anode
  - L'électronique froide
  - La traversé froid-vide
  - L'électronique sous vide
  - Premier résultats
- DAQ lumière
  - Vue d'ensemble
  - L'électronique
  - La calibration
- Le système de contrôle
- Les prochains défis

## Conclusions

## Perspectives

## ▪ Conclusions

### • XEMIS2, beaucoup de travaux en cours :

- Construction au CHU de Nantes
- Calibration du système d'acquisition
- Prétraitement des données
- Traitement des données
- Reconstructon des images

## ▪ Perspectives

### • Quelques beau challenge à relever

- Calibration DAQ charge
- Canne haute tension
- Tube central
- Reconstruction des images