
MINOS

Séminaire Instrumentation, IRFU, 11 décembre 2012

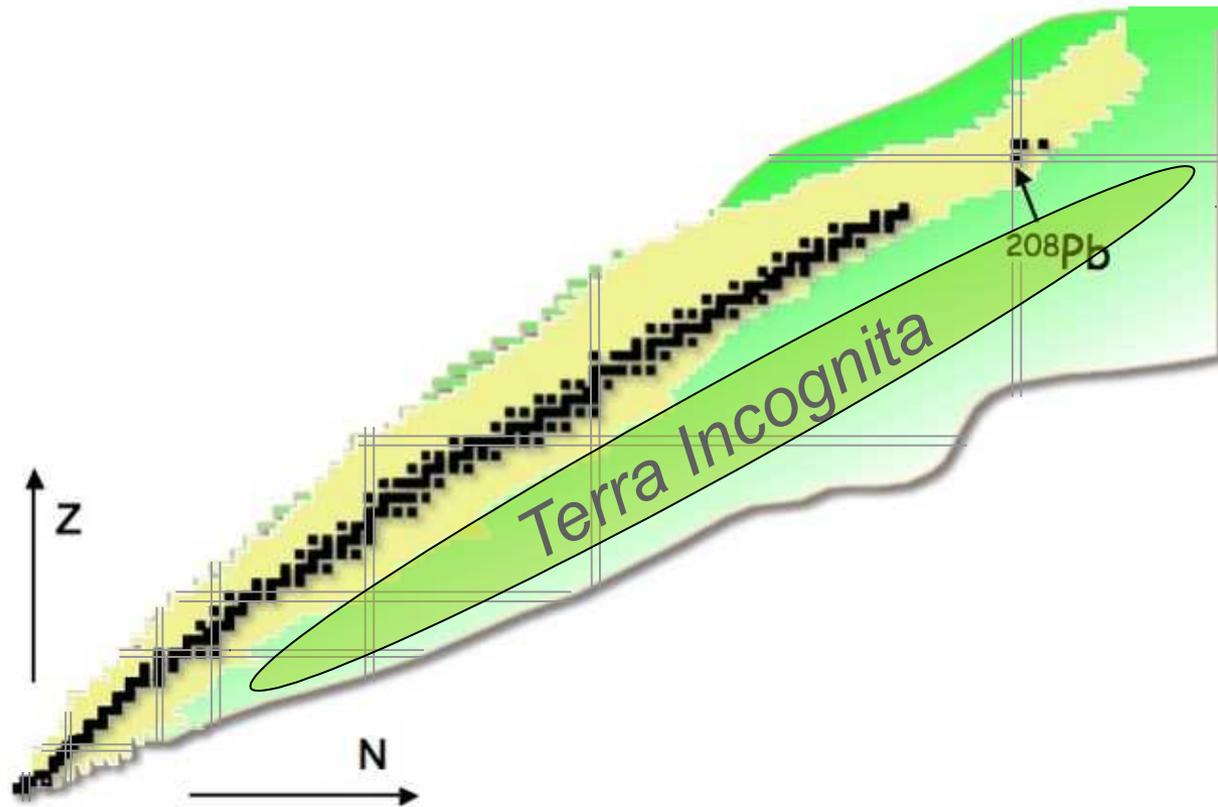
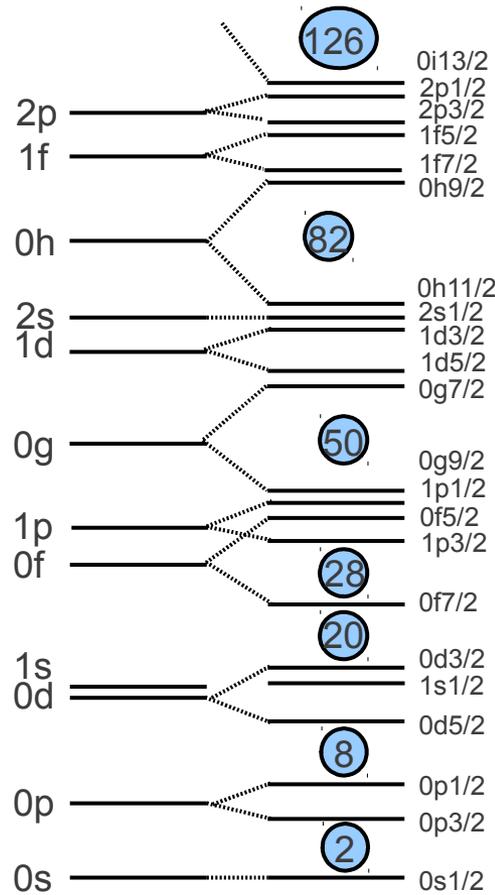
Alexandre Obertelli
IRFU/Service de Physique Nucléaire

-
- motivations
 - simulations
 - cible H2
 - TPC et détecteur cylindrique *type CLAS12*
 - électronique de lecture
 - premiers tests en laboratoire

-
- motivations
 - simulations
 - cible H2
 - TPC et détecteur cylindrique *type CLAS12*
 - électronique de lecture
 - premiers tests en laboratoire

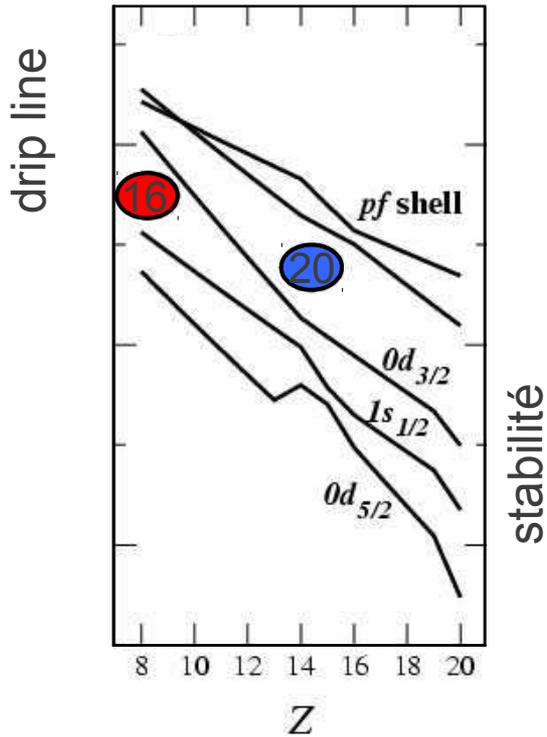
MINOS: Magic Numbers Off Stability

- noyaux stables
- noyaux connus
- Noyaux inconnus (prédiction)

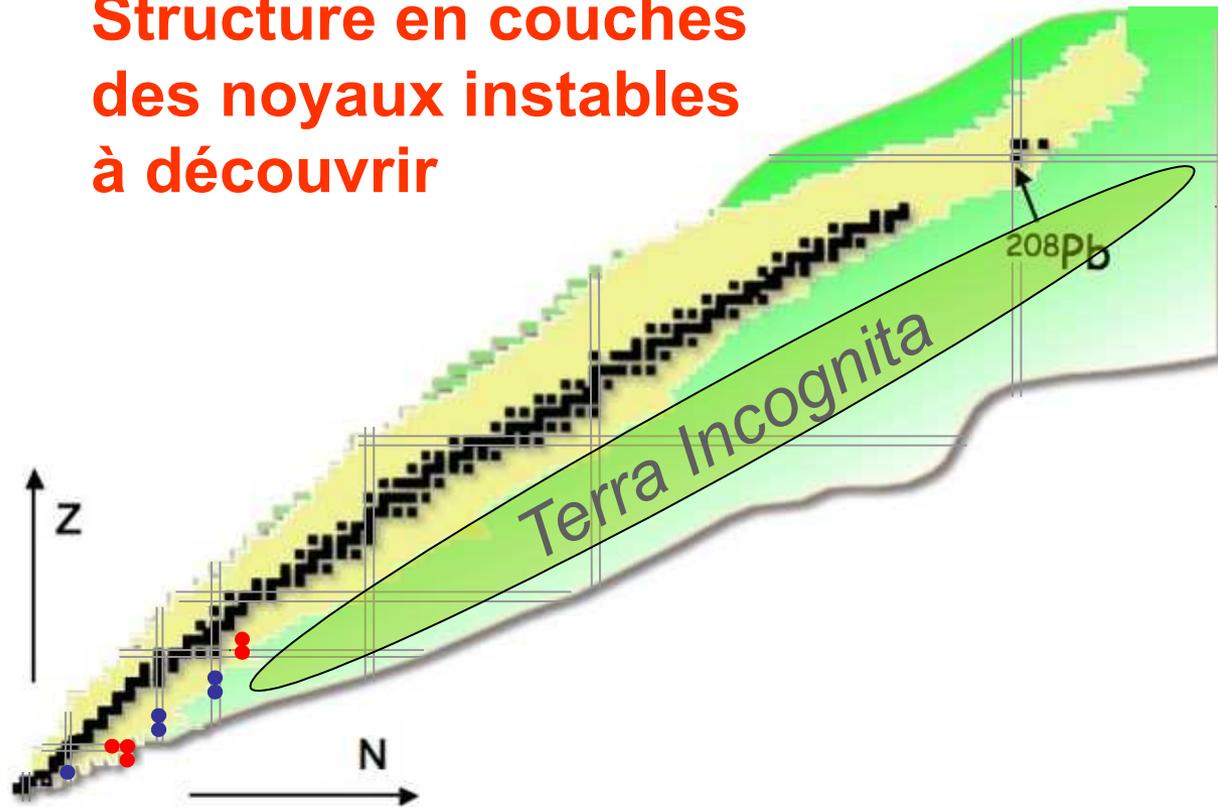


MINOS: Magic Numbers Off Stability

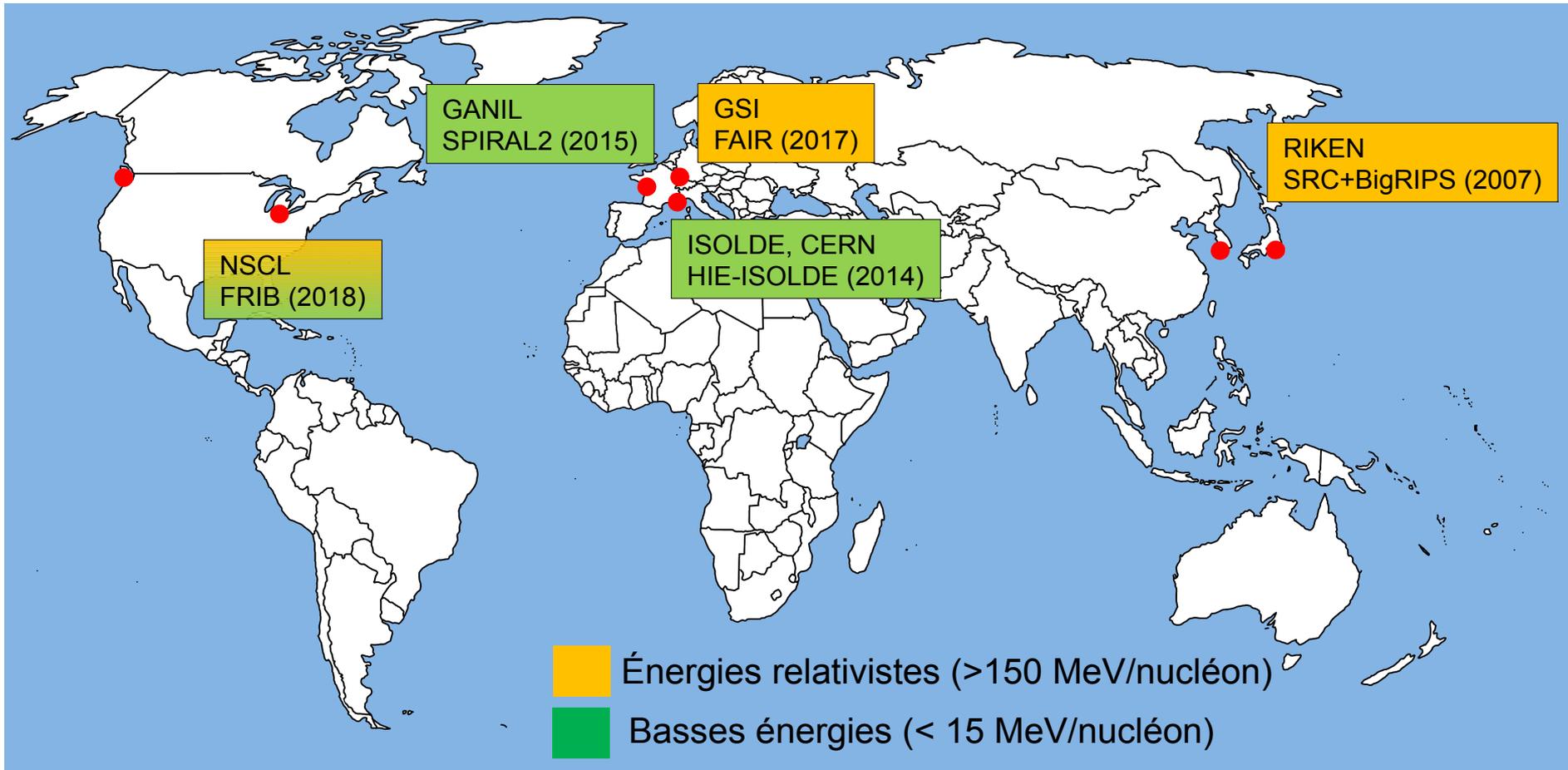
- noyaux stables
- noyaux connus
- Noyaux inconnus (prédiction)



**Structure en couches
des noyaux instables
à découvrir**

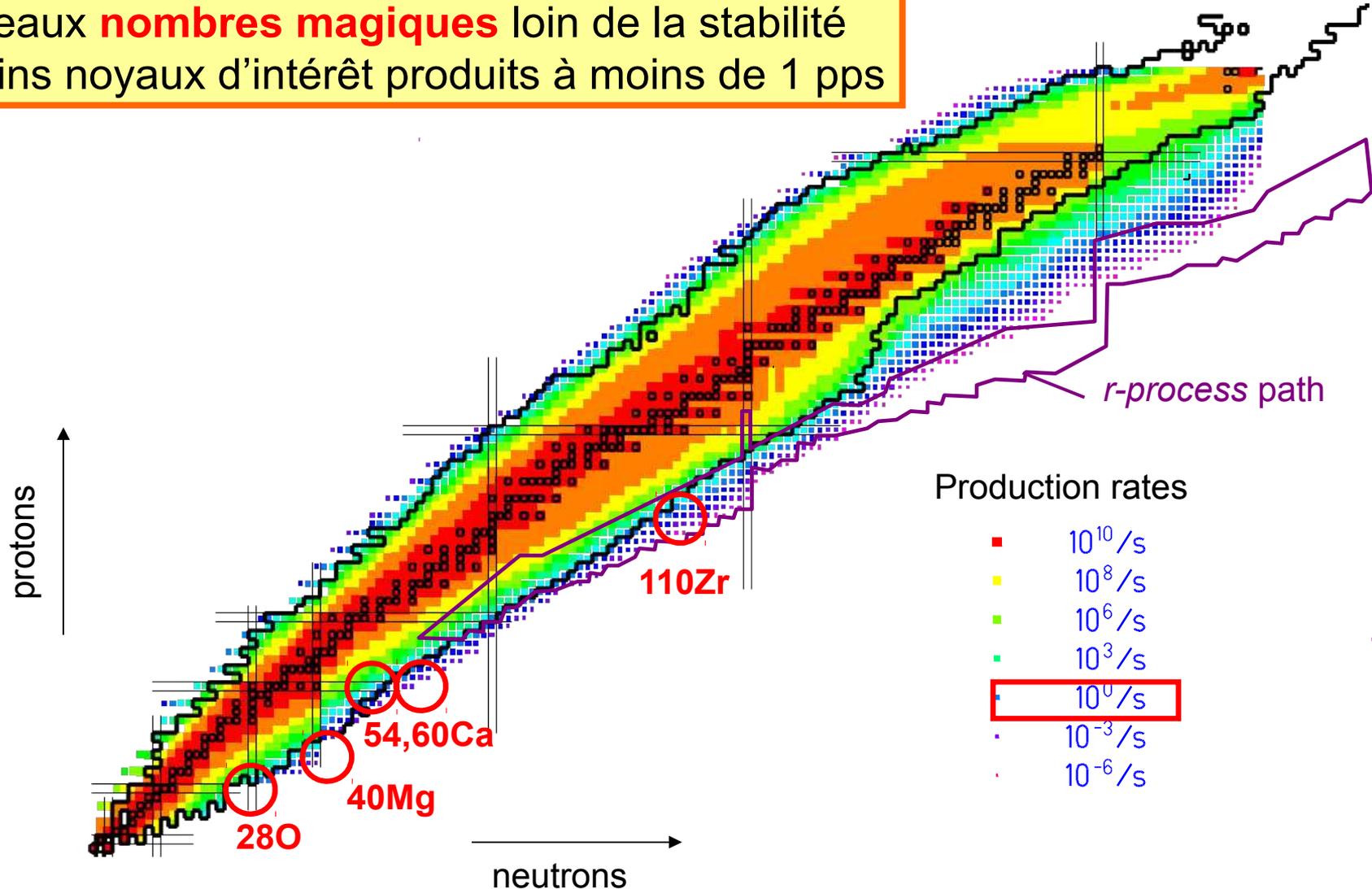


L'étude des noyaux exotiques dans le monde

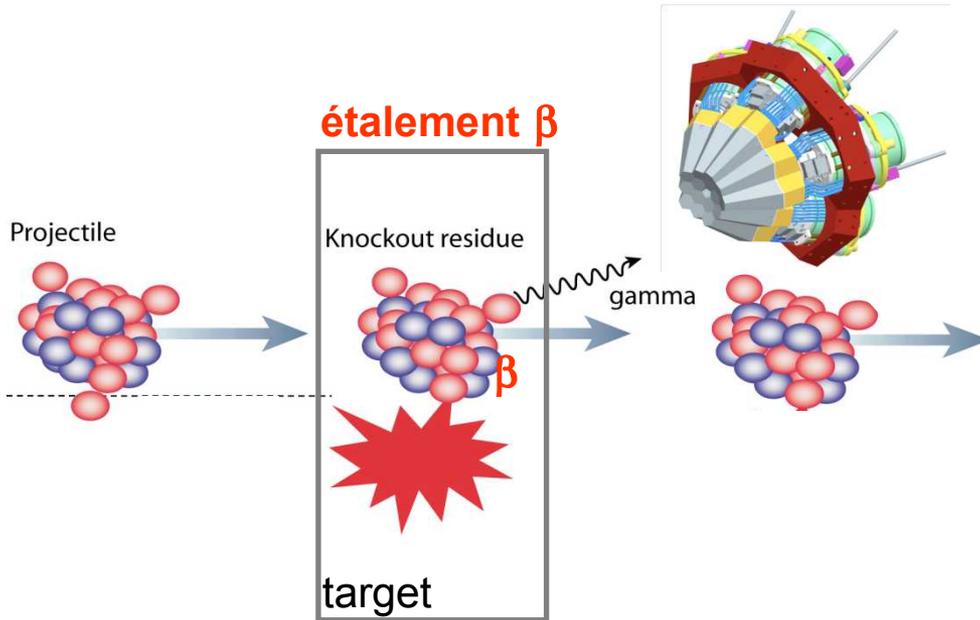


Les noyaux les plus exotiques à haute énergie

Nouveaux **nombre magiques** loin de la stabilité
Certains noyaux d'intérêt produits à moins de 1 pps

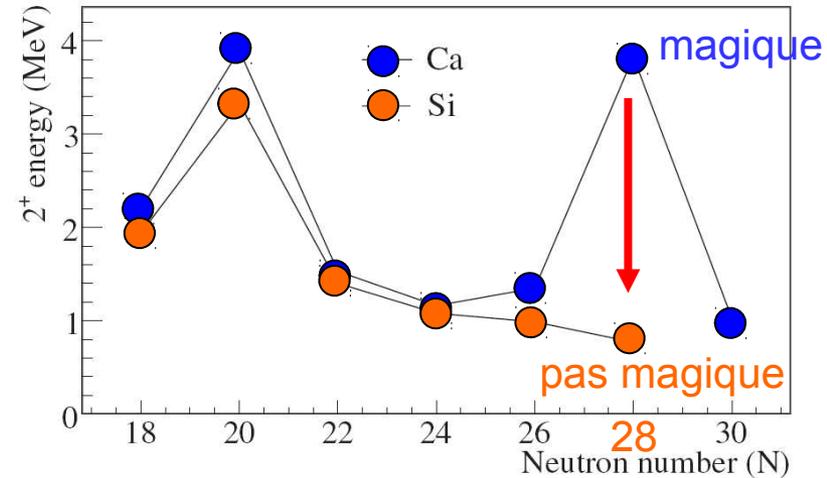


Spectroscopie γ en vol et arrachage de nucléons



En vol: vitesse β nécessaire pour correction Doppler
 β n'est pas mesurée aujourd'hui

Signature de nombres magiques

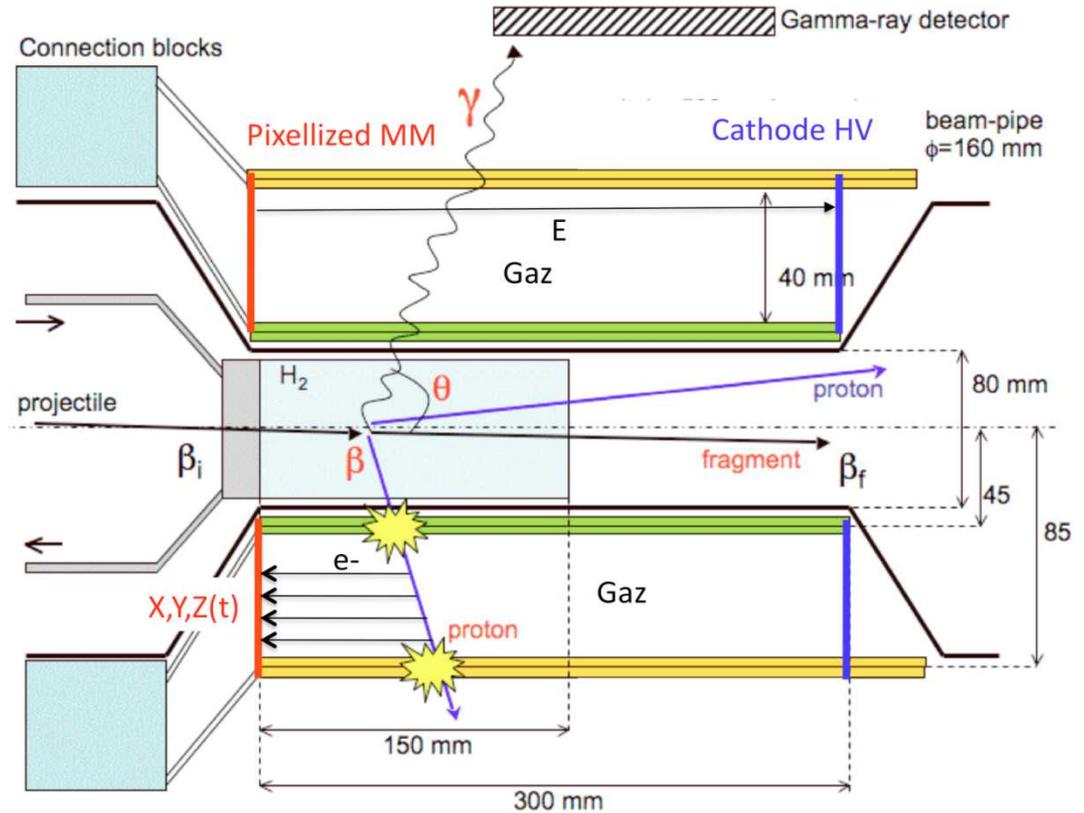


B. Bastin *et al.*, Phys. Rev. Lett. **99**, 022503 (2007)

Epaisseur de cible: compromis entre statistique et résolution
 \Rightarrow facteur expérimental limitant

MINOS: le couplage d'une cible H2 et d'une TPC

TPC: (X,Y) et Z (temps de dérive)

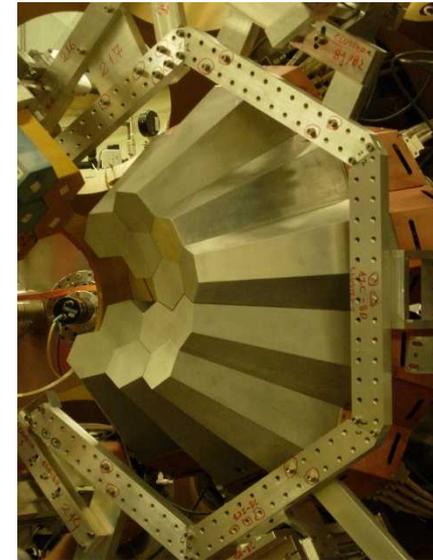
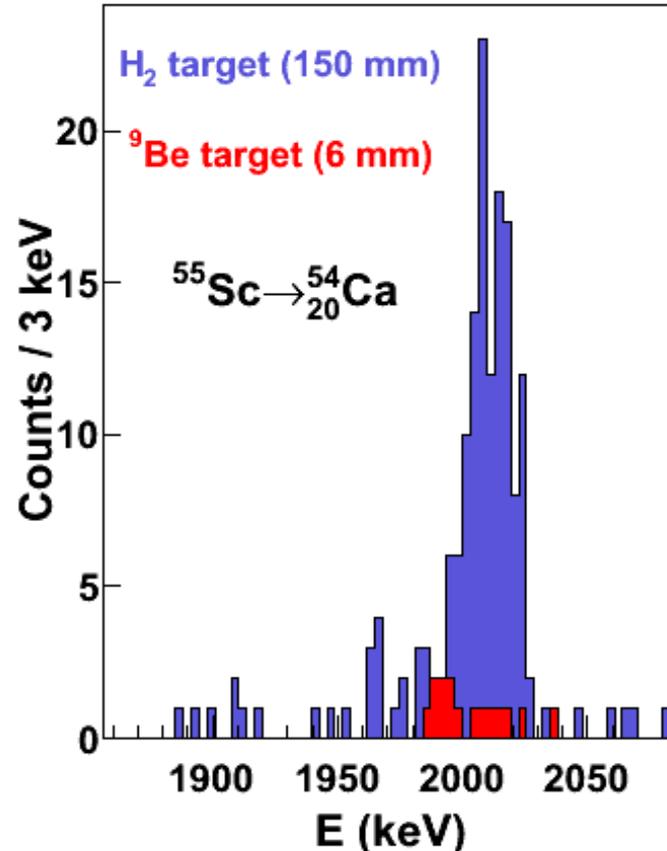
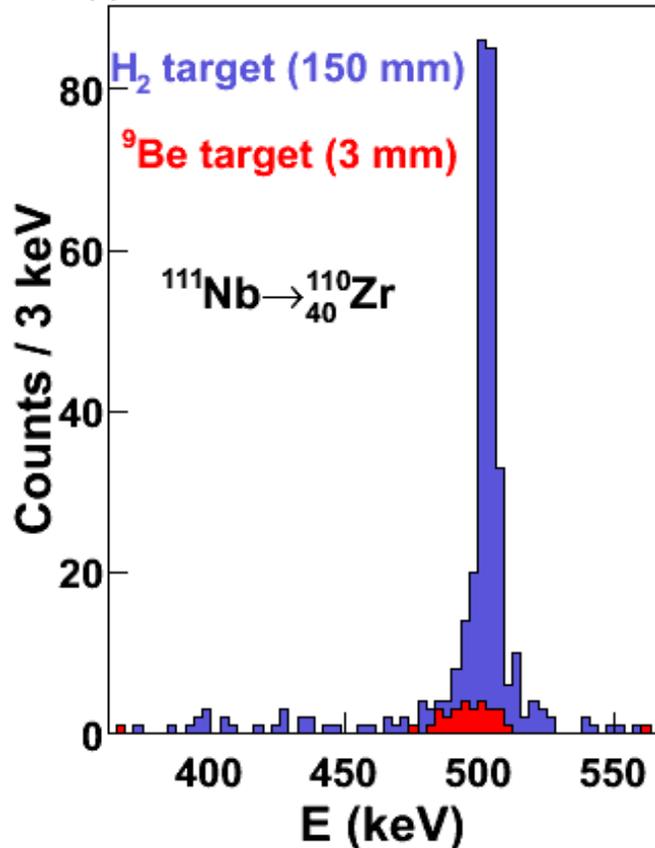


But: résolution < 3 mm LTMH, efficacité > 80%

Figure de mérite

Exemple: MINOS+AGATA : gain >100

1 pps, 300 MeV/u, 1 semaine de faisceau



Meilleure statistique, résolution en énergie & mesure plus exclusive

L'équipe MINOS à l'IRFU

Développement & Physique



A. Obertelli



A. Corsi



E. Pollacco



L. Audirac
Postdoc (2011-13)



C. Santamaria
Thèse (2012-15)



B. Bryuneel
Postdoc

Physique



A. Gillibert



V. Lapoux

SPhN

Détecteur



A. Delbart



A. Peyaud



J.P. Mols



A. Giganon



C. Lahonde



G. Prono

Electronique / DAQ



D. Calvet



S. Anvar



F. Druillol



F. Chateau

SéDI

CC et mécanique



J.-Y. Rousse



D. Loiseau



D. Leboeuf



C. Péron



A. Mohamed

SIS

Cible



J.-M. Gheller



G. Authelet

SACM

-
- motivations
 - **simulations**
 - cible H2
 - TPC et détecteur cylindrique *type CLAS12*
 - électronique de lecture
 - premiers tests en laboratoire

Simulations

① Ionisation

GEANT4 simulation

② Longitudinal and Transverse Dispersion

Gas dependent

Drift (z direction)

Gas, P dependent

③ Micromegas **Amplification**

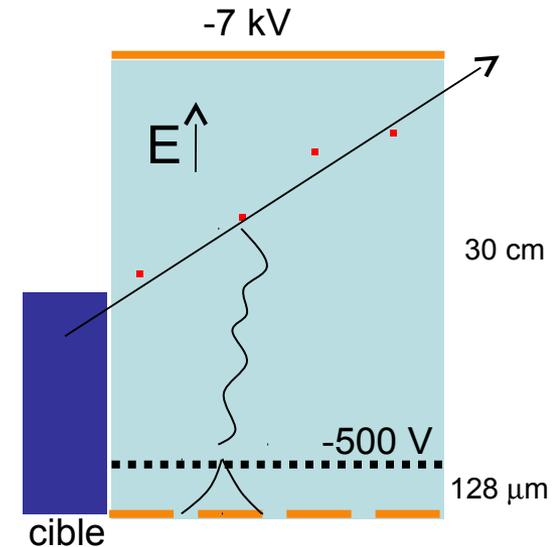
Gain from Polya function

[D. C. Arogancia *et al.*, Nucl. Instr. and Meth. A **602**, 403 (2009)]

④ **Electronics** shaping

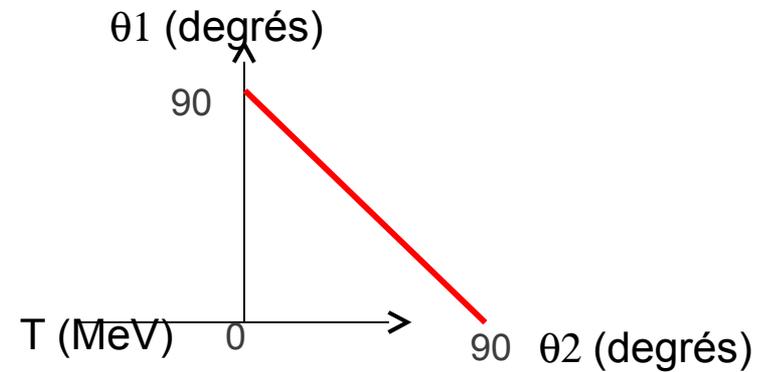
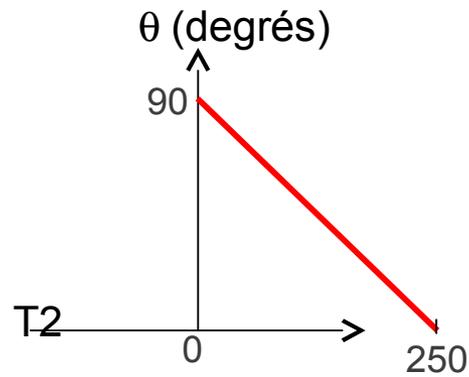
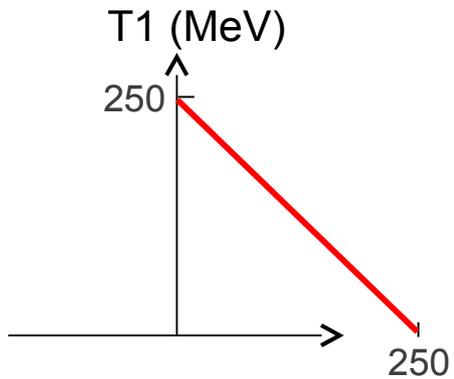
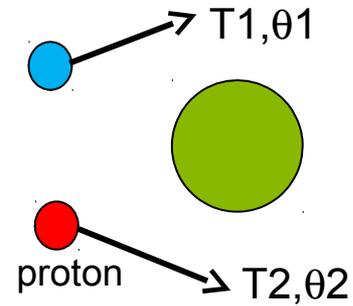
⑤ **Noise**

Detectors + cable length (50 pF/m)



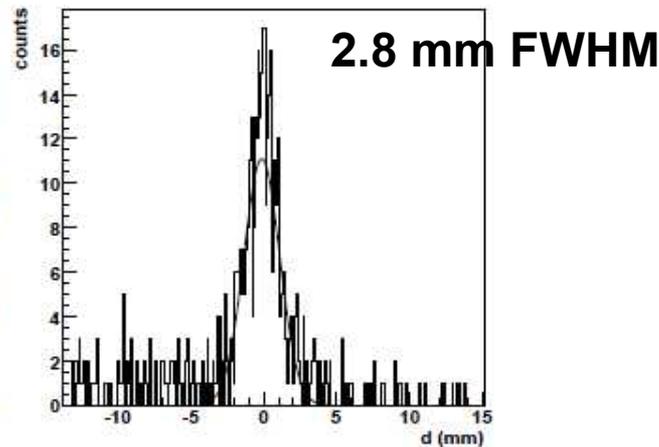
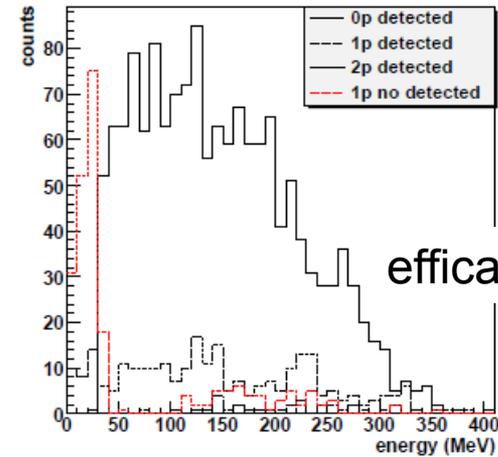
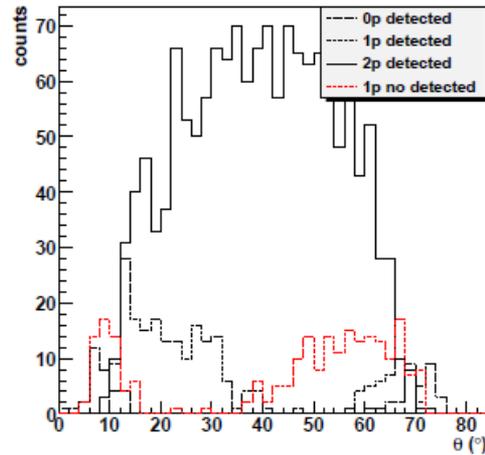
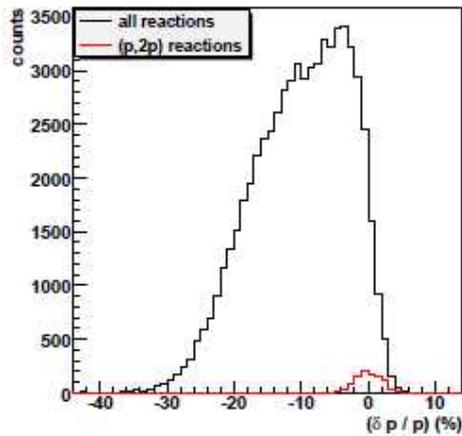
Perte d'énergie typique:
Proton 150 MeV: $\Delta E/\Delta X = 5 \text{ keV/mm}$

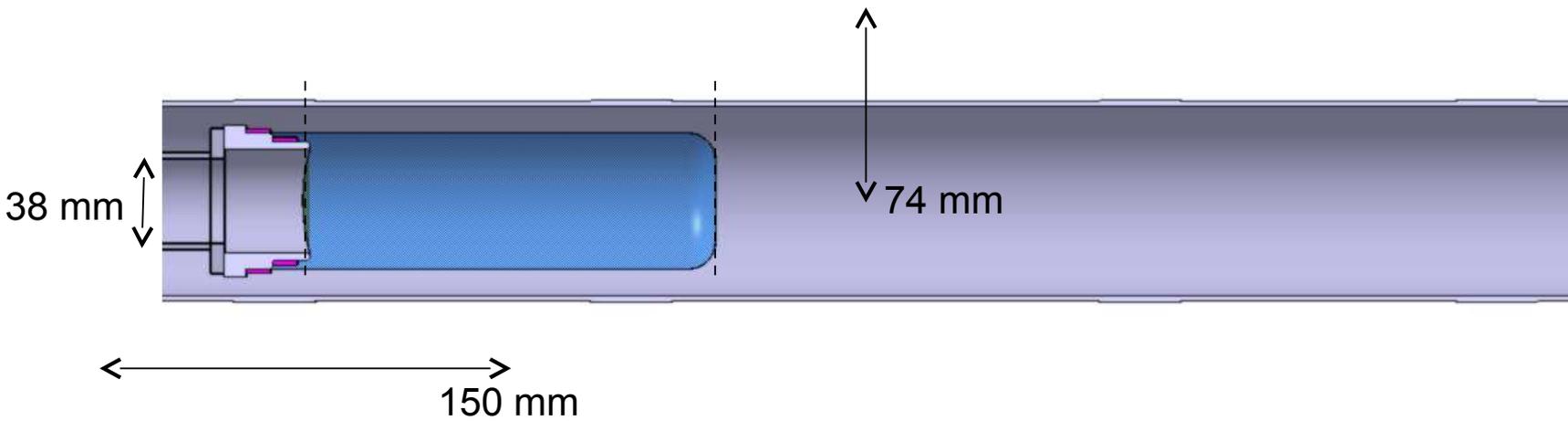
Cinématique



Simulations

Utilisation de codes microscopiques de réaction

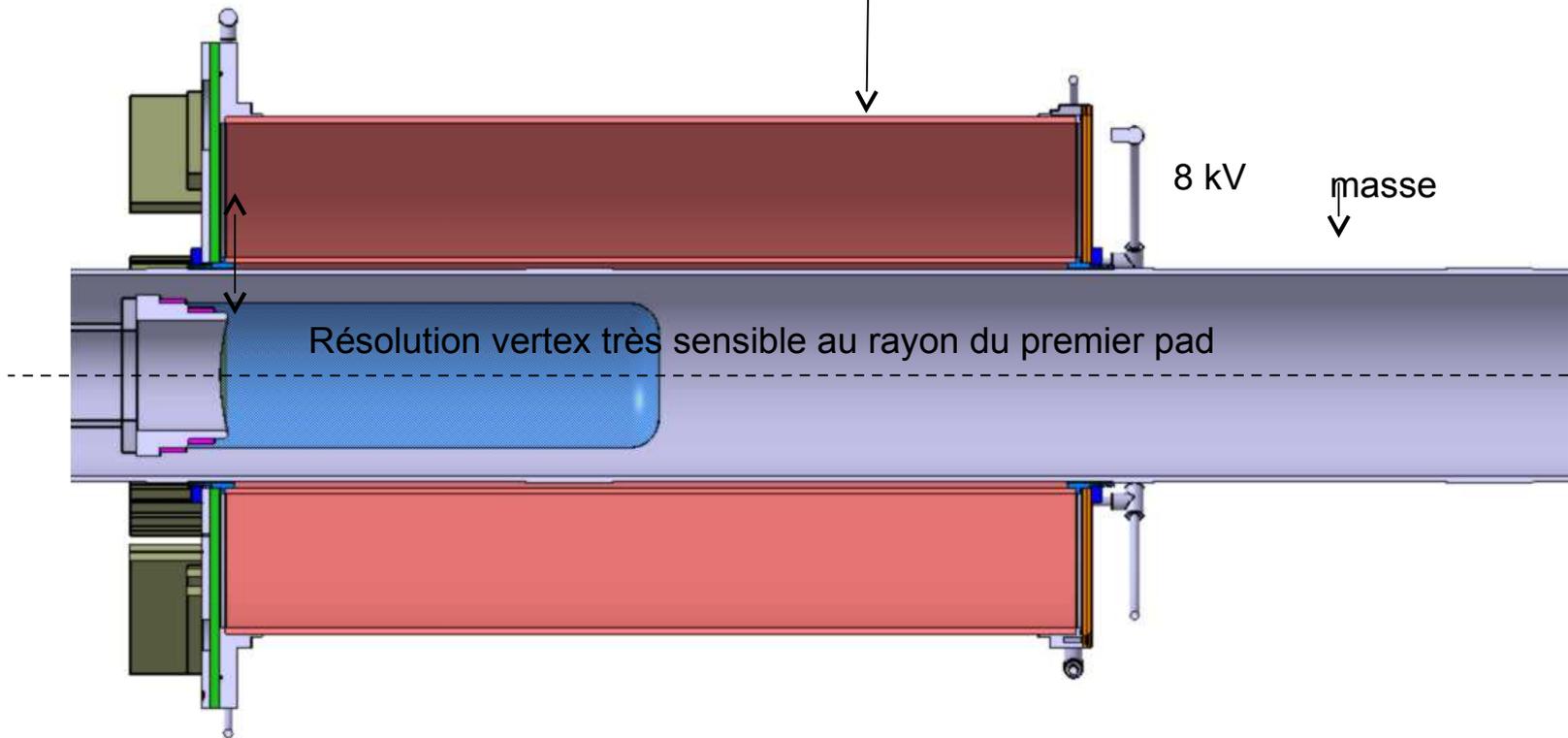




Capture de \DAPDC5\Manip\CAOMECA\Caoprojets\Projets\MINOS\300\3000\Pour images.CATProduct - 27/11/2012 14:19:48

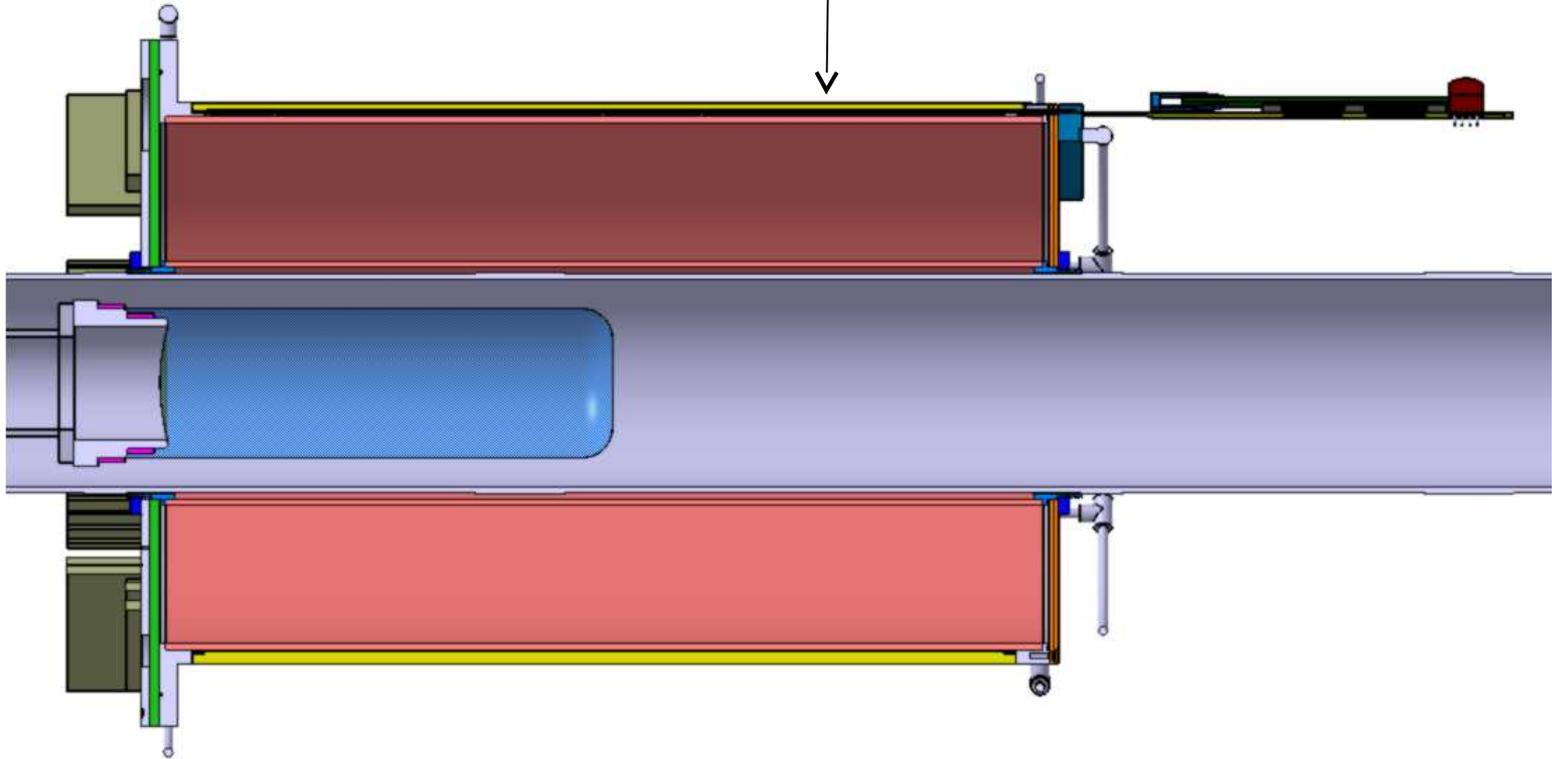


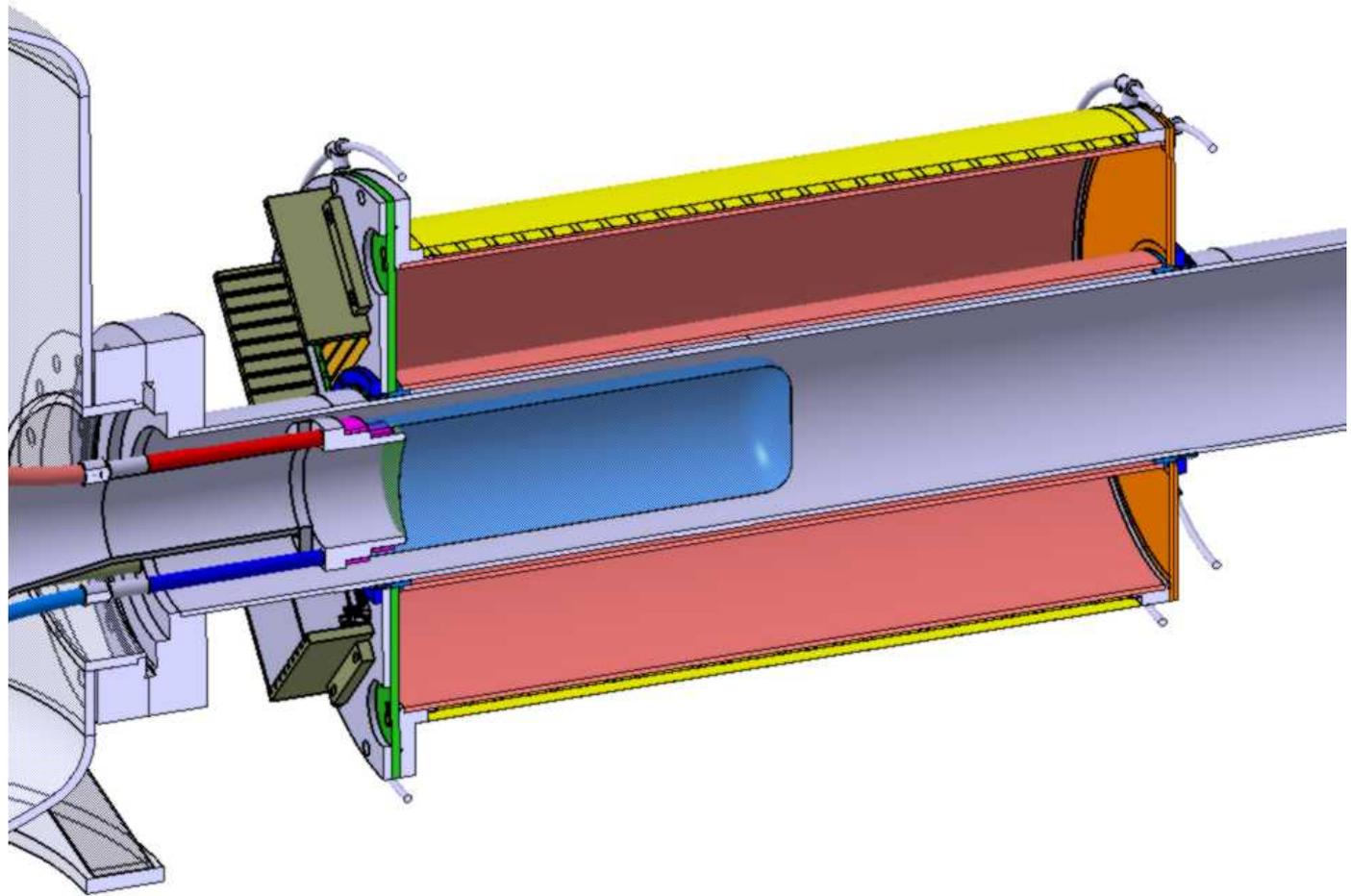
Doit être inséré dans DALI2



Capture de \\DAPDC5\Manip\CAOMECA\Cacoprojets\Projets\MINOS\300\3000\Pour images.CATProduct - 27/11/2012 14:17:36

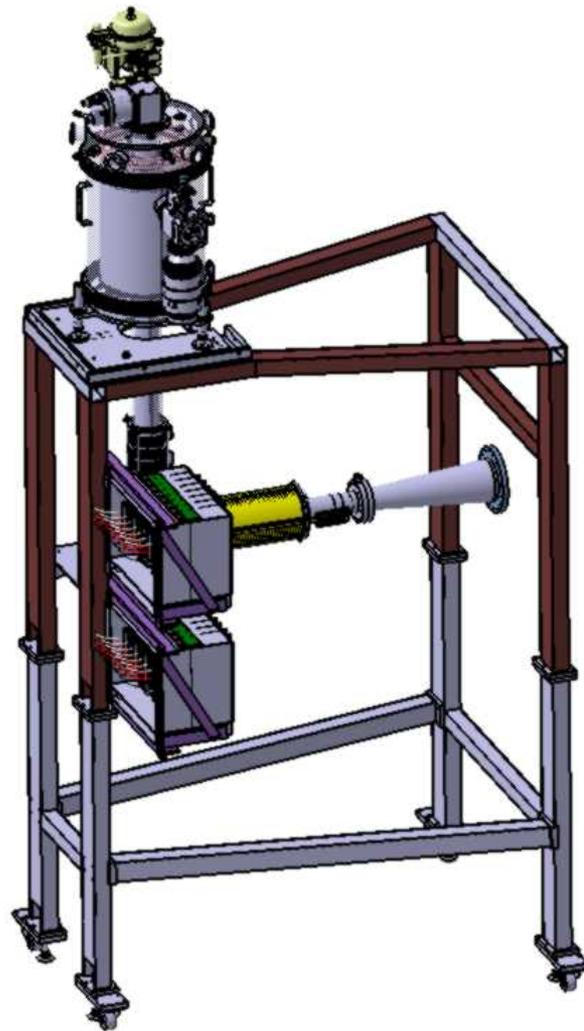
Détecteur cylindrique, sensible en position
Calibration *online* de la vitesse de dérive





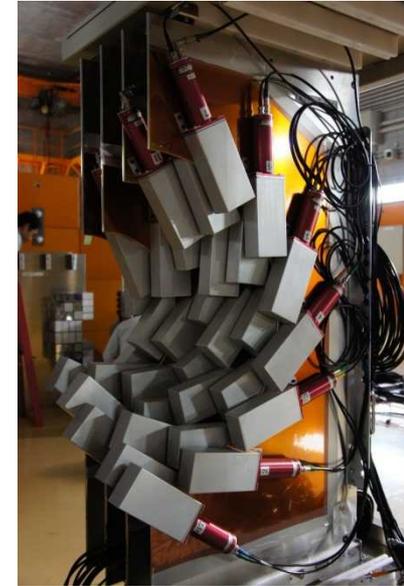
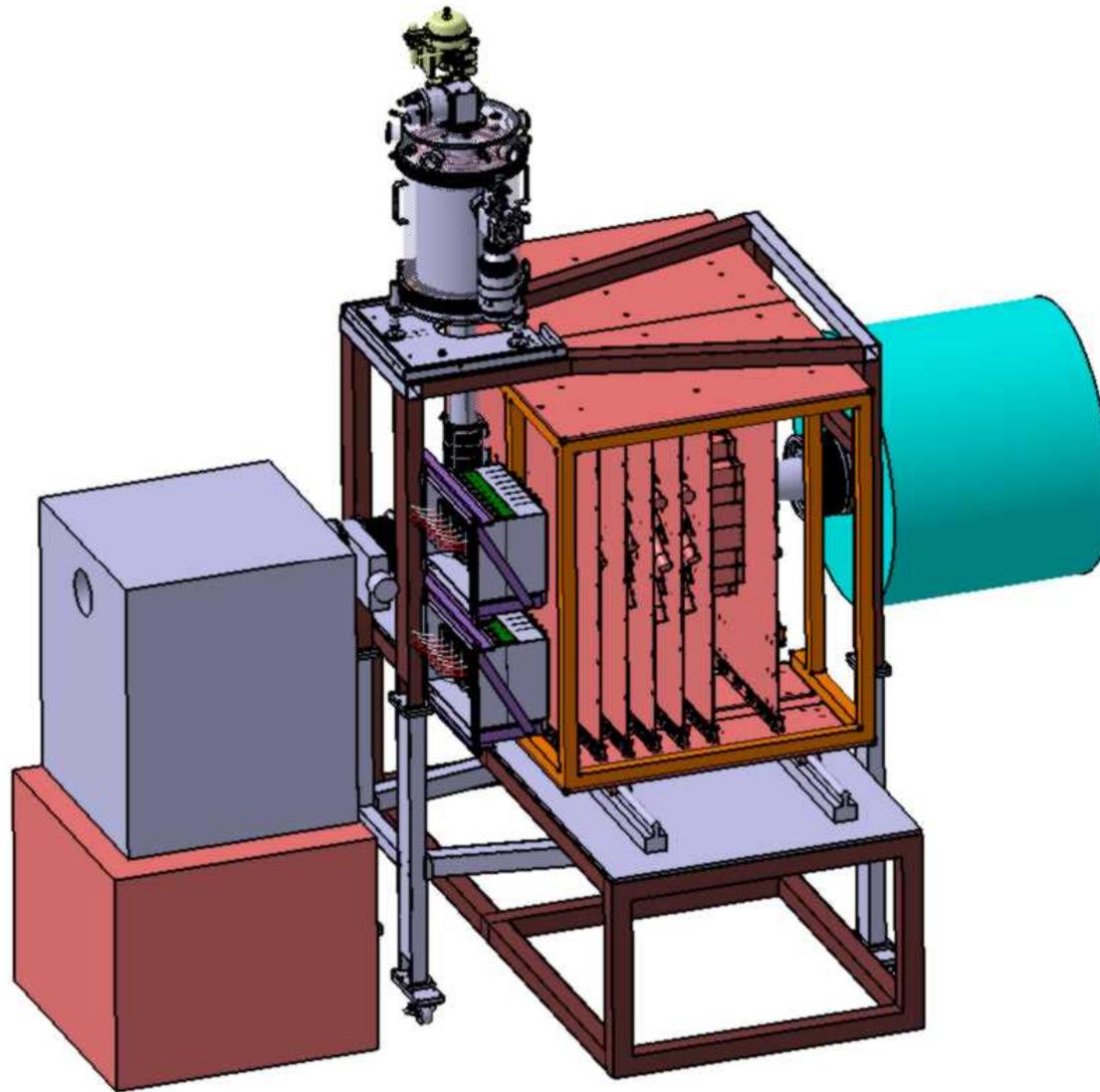
Capture de \\DAPDC5\Manip\CAOMECA\Caoprojets\Projets\MINOS\300\3000\3000000_Ensemble_implantation_MINOS_Dall2.CATProduct - 27/11/2012 14:12:37





Capture de \\DAPDC5\Manip\CAOMECA\Caoprojets\Projets\MINOS\300\3000\3000000_Ensemble_implantation_MINOS_Dal2.CATProduct - 27/11/2012 14:26:38





DALI2
(panneau)

Capture de \\DAPDC5\Manip\CAOMECA\Caoprojets\Projets\MINOS\300\3000\3000000_Ensemble_implantation_MINOS_Dali2.CATProduct - 27/11/2012 14:27:46



-
- motivations
 - simulations
 - **cible H2**
 - TPC et détecteur cylindrique *type CLAS12*
 - électronique de lecture
 - premiers tests en laboratoire

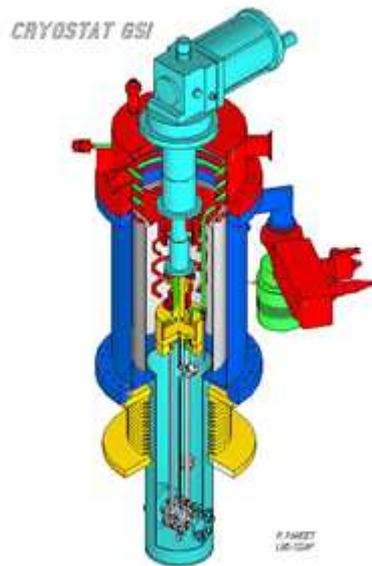
Activité cibles d'hydrogène à l'IRFU

- Savoir-faire unique de cibles H2 au SACM (Ph. Chesny, J.M. Gheller)
- Spalation (expériences à GSI)
- Cibles épaisses: PRESPEC (GSI) et MINOS
- Cibles mince SPIRAL2: CHyMENE



Cible spalation

Ø 25 mm, e = 3,9 mm

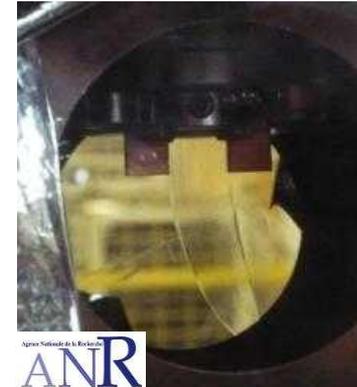


Cible PRESPEC opérationnelle

Ø 70 mm, L = 20-60 mm

CHyMENE

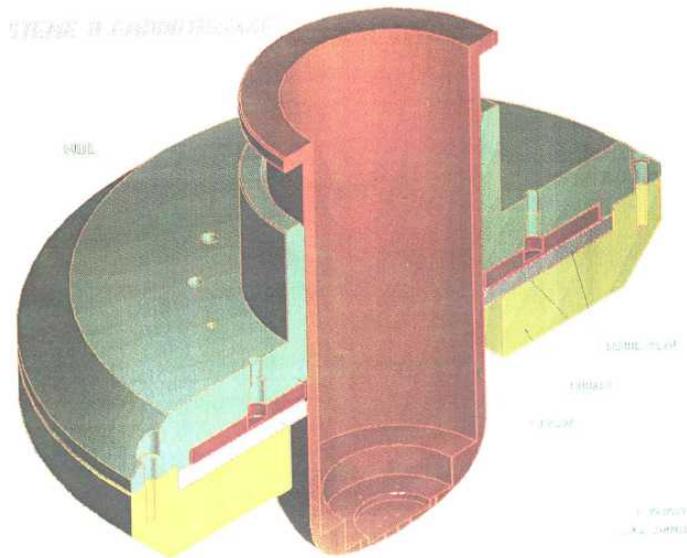
Cible H2 mince pure
50-200 microns, 10 mm de large



Tête de cible MINOS

- Mylar 200 microns
- Fenêtres entrée et sortie par thermo-formage
- Cellule de 150 mm
- Diamètre utile de 38 mm
- Circulation H₂ à 20 K

Cible complète



Outillage de thermo-formage

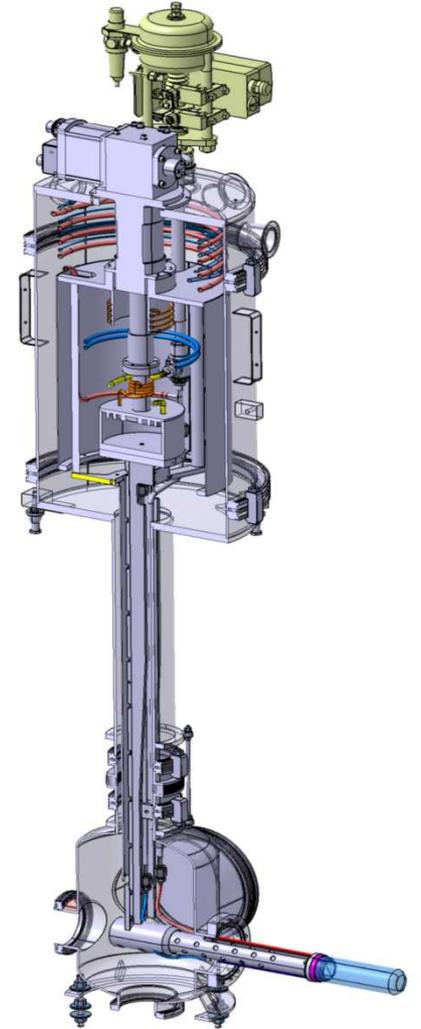
Crash tests

5 tests	6,3 bars (ABS)
5,9 bars	6,1 bars
6,3 bars	5,5 bars
Max pressure at 300K 1.45 bar	Safety marge factor: 4.0
Max pressure at 20K: 1,05 bar (target full)	Safety marge factor: 5,7

Fenêtre d'entrée

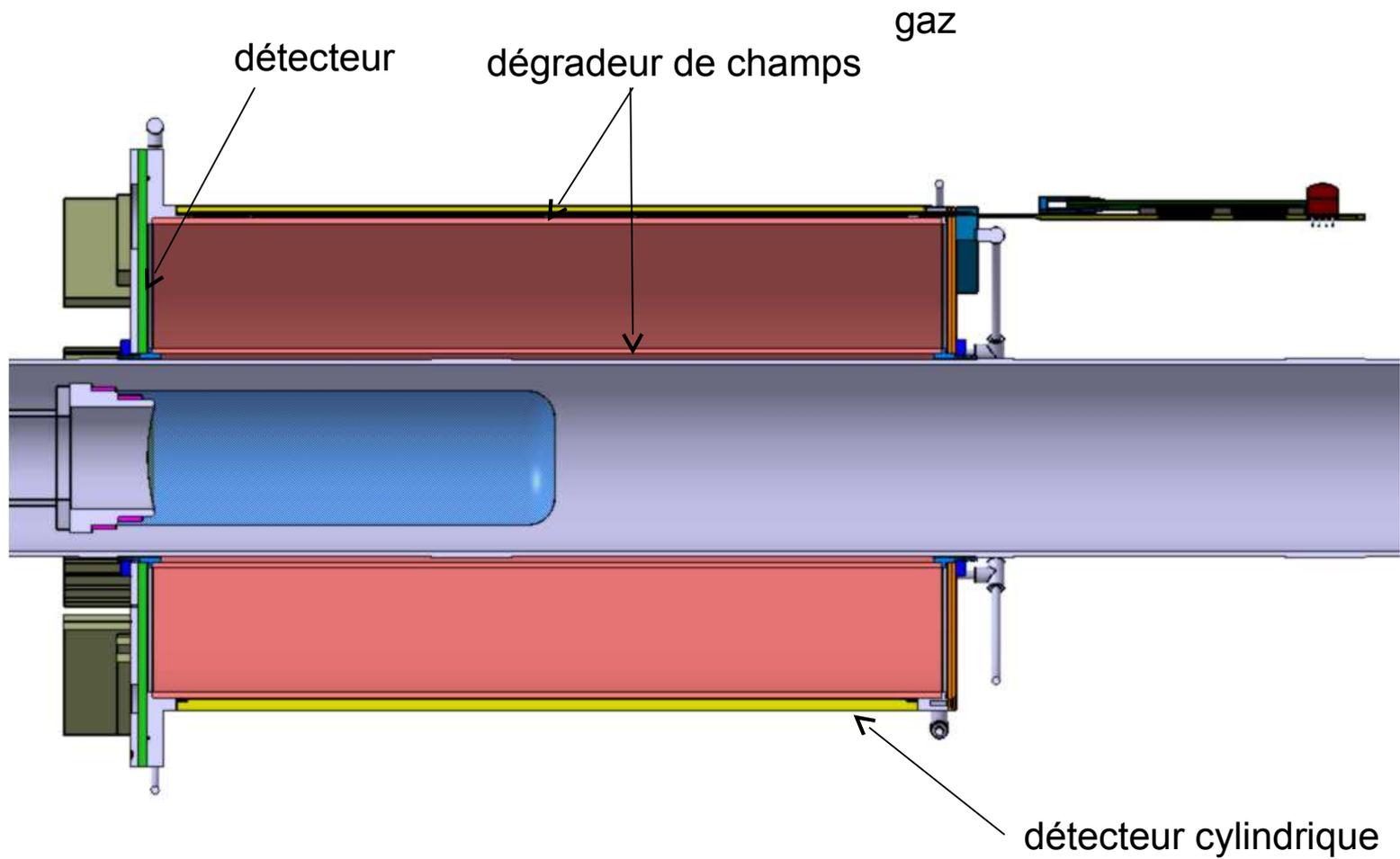


Cryostat



www.cea.fr/IRFU/2013/03/20130320000_Em_Cryostat.html - 2013/03/20 10:48:29

-
- motivations
 - simulations
 - cible H2
 - **TPC et détecteur cylindrique *type CLAS12***
 - électronique de lecture
 - premiers tests en laboratoire

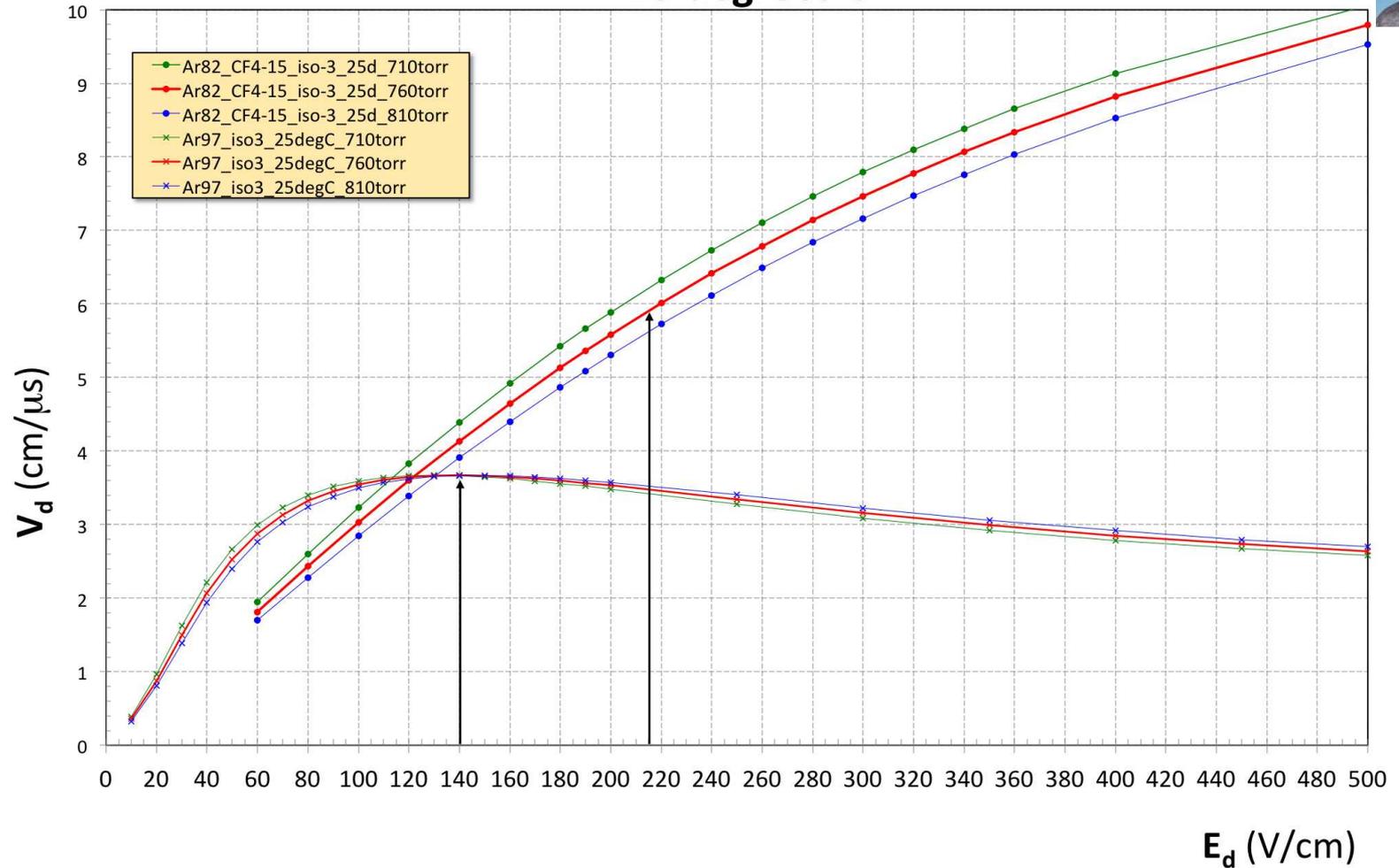


Capture de \\DAPDC5\Manip\CAOMECA\Caoprojets\Projets\MINOS\300\3000\Pour images.CATProduct - 27/11/2012 14:16:21

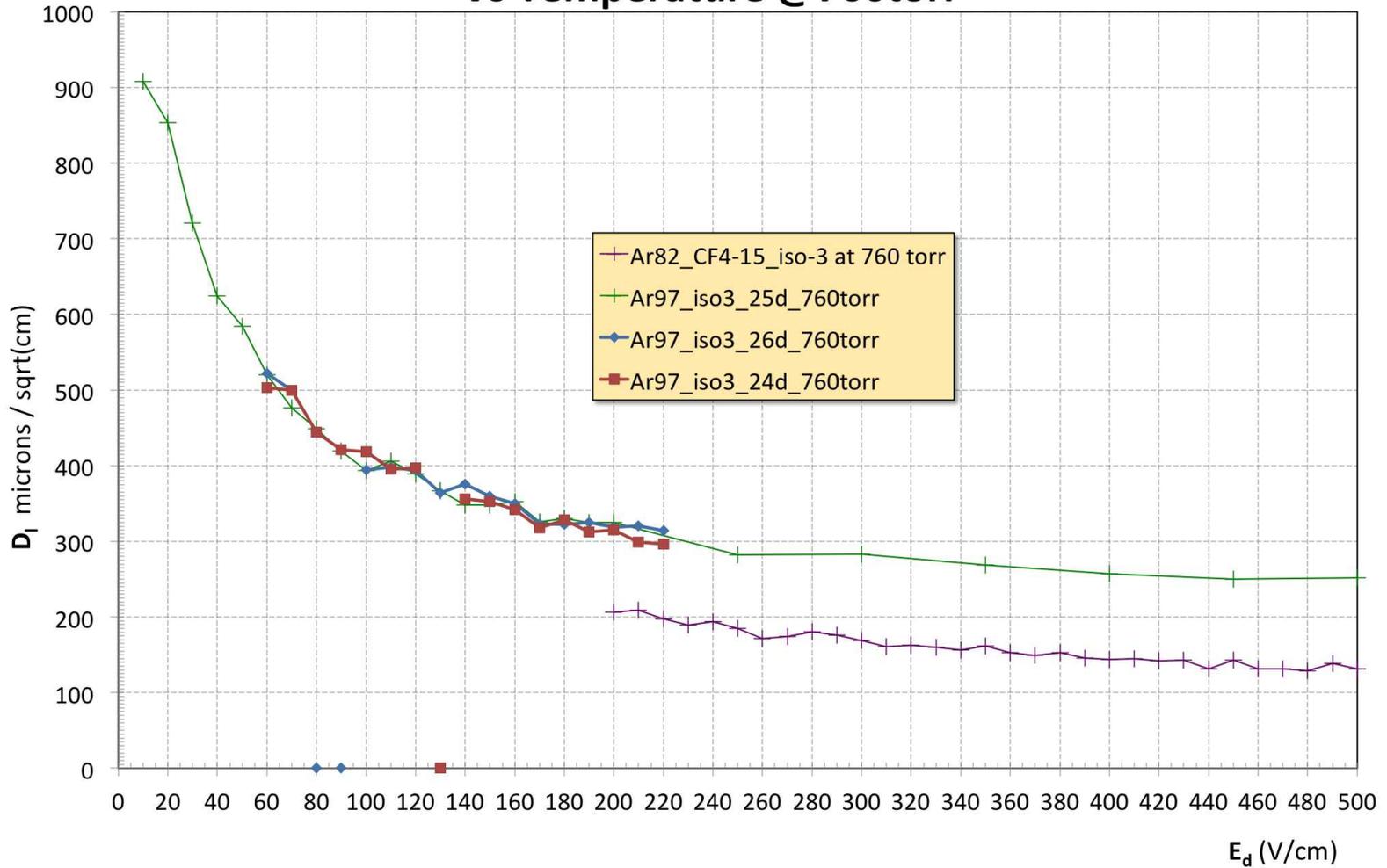
Vitesse de dérive



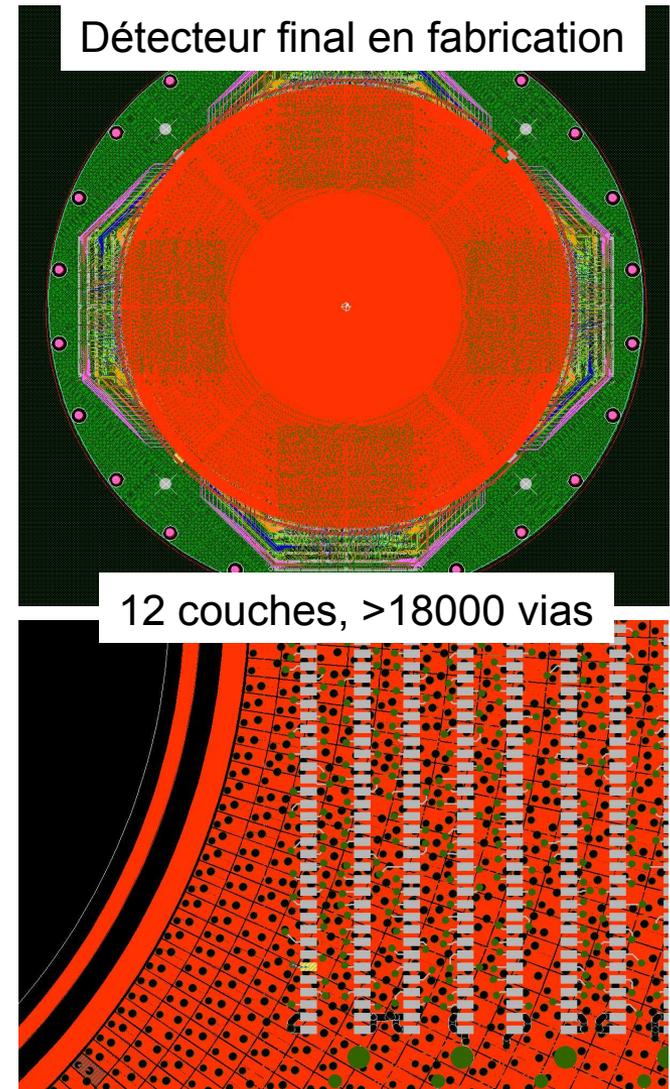
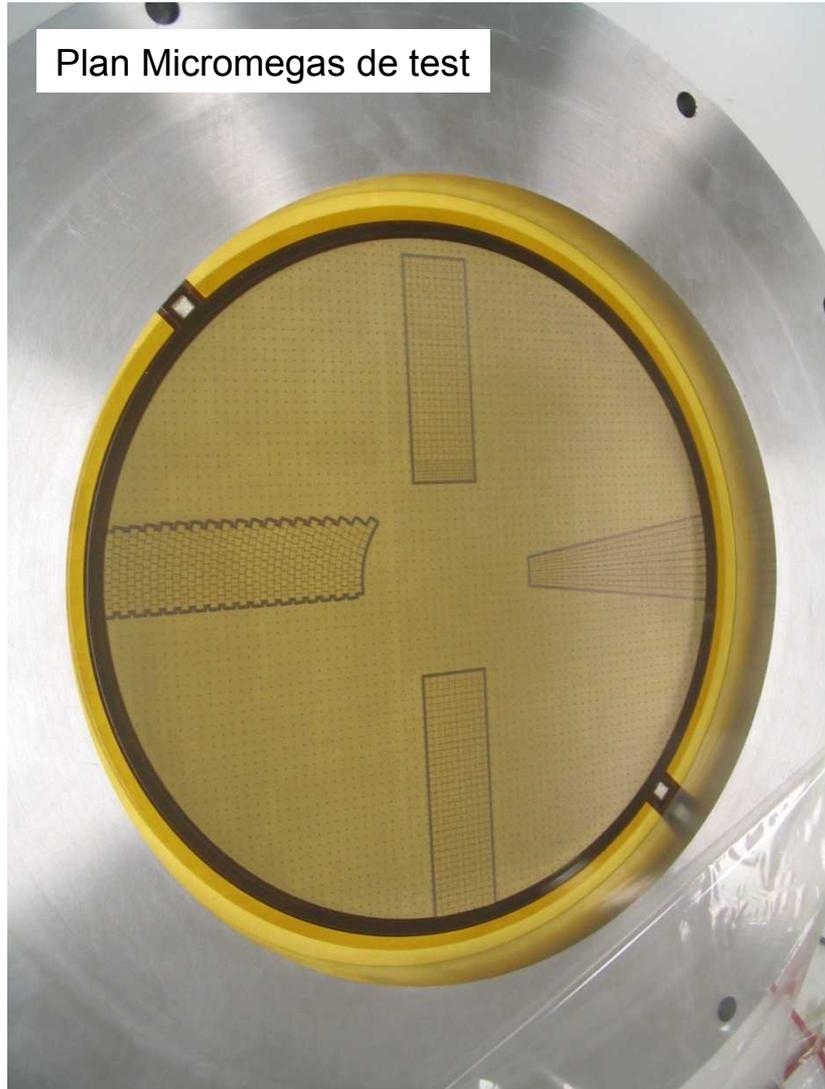
Drift Velocity in Ar (97%) - Iso (3%) - CF4(0&15%) Vs Pressure @ 25 degrees C



Longitudinal diffusion in Ar (97%) - Iso (3%) - CF4(0&15%) Vs Temperature @760torr

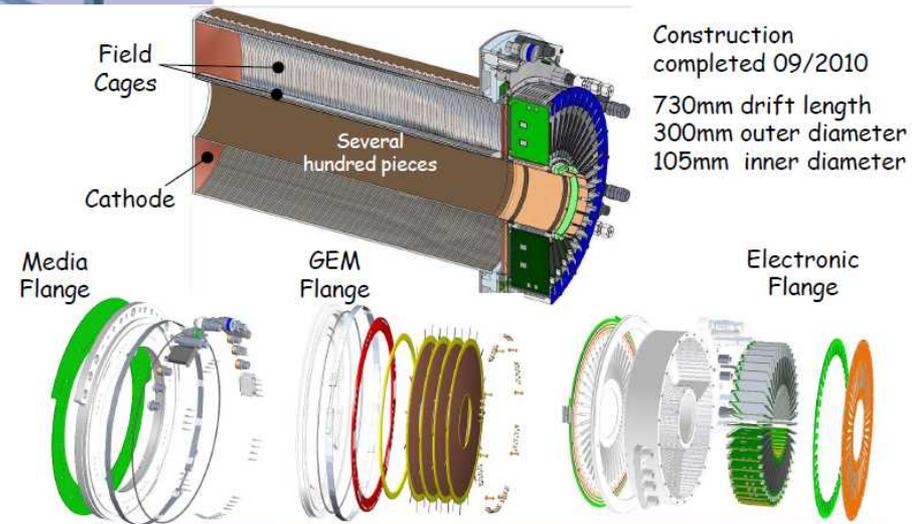
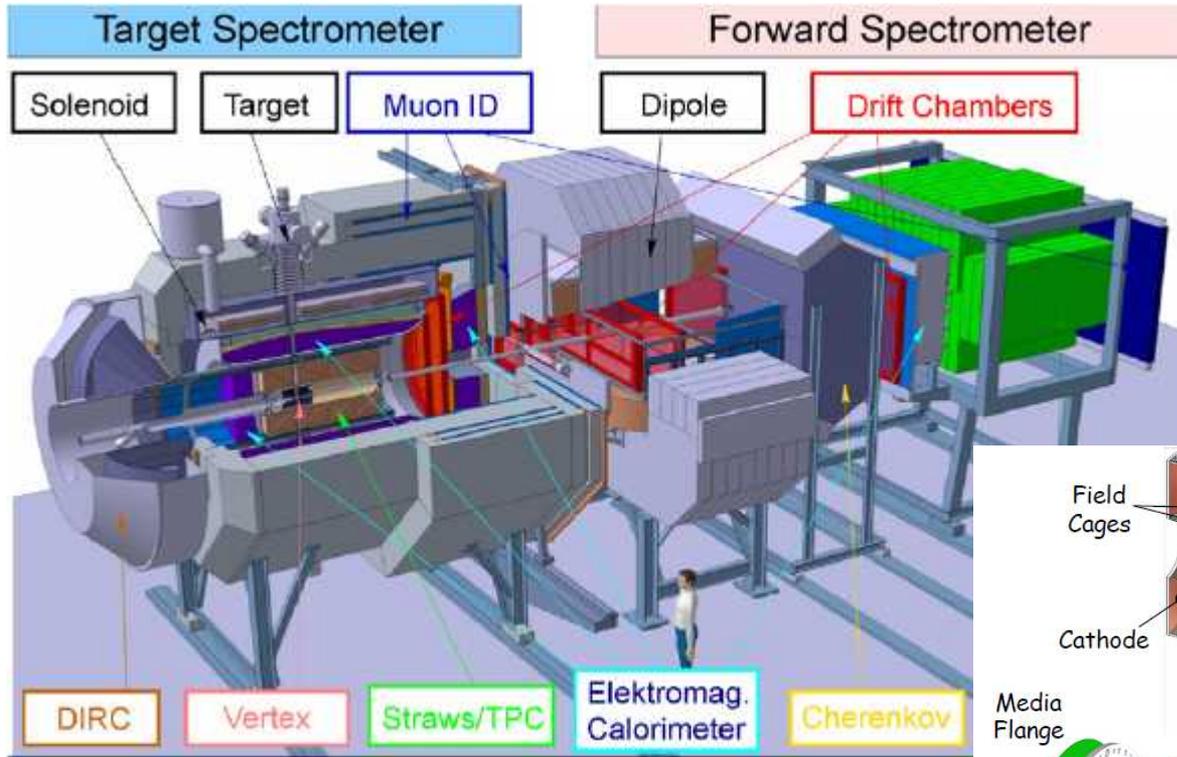


Détecteur micromegas



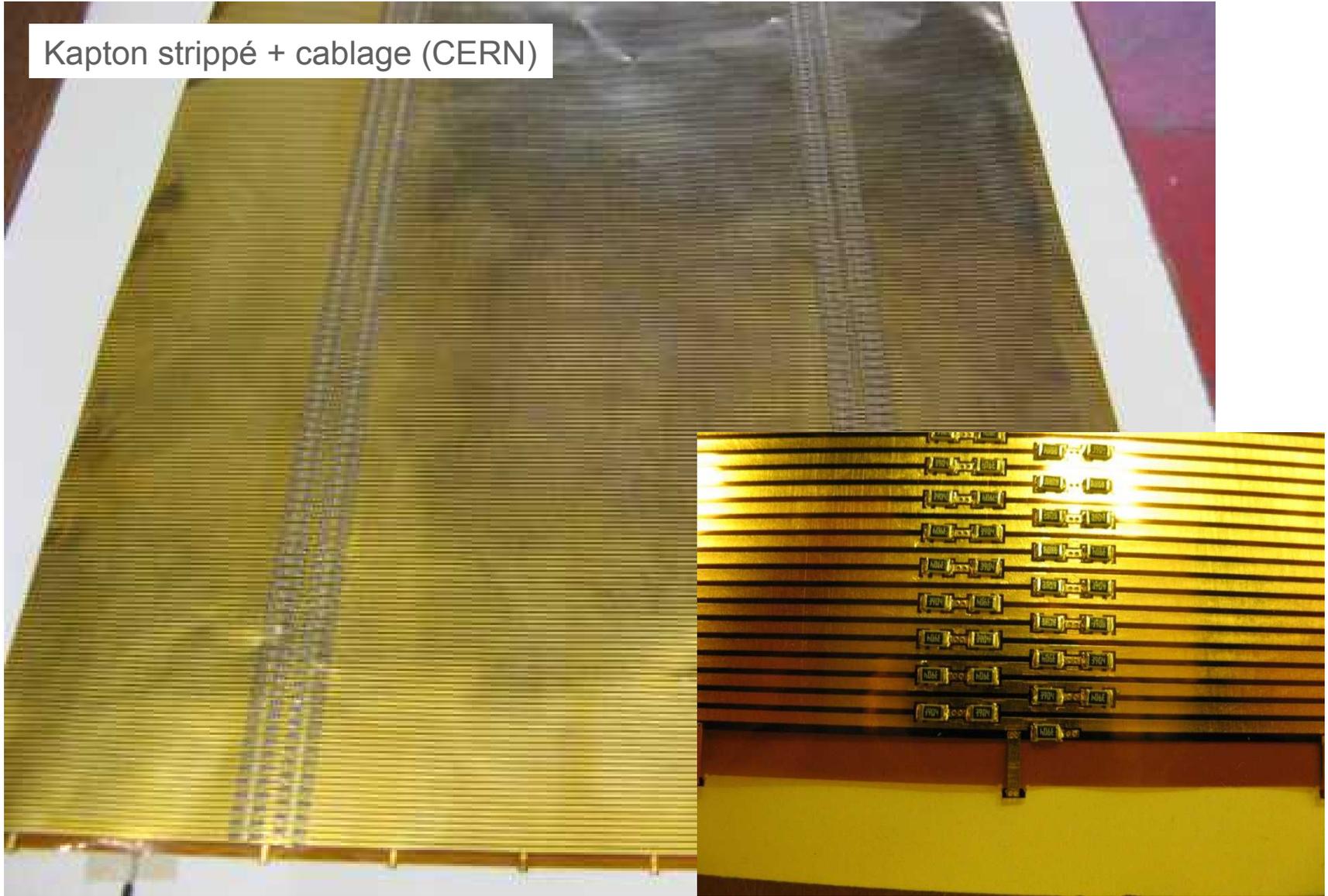
Dégradeur de champs

- Inspiré de la TPC tracker PANDA (solution non choisie)
- Contact: B. Voss (GSI)

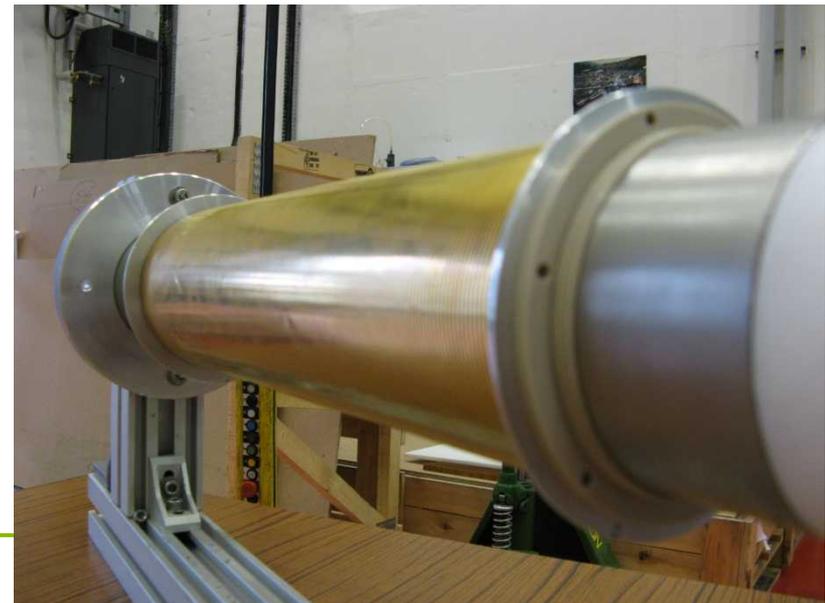
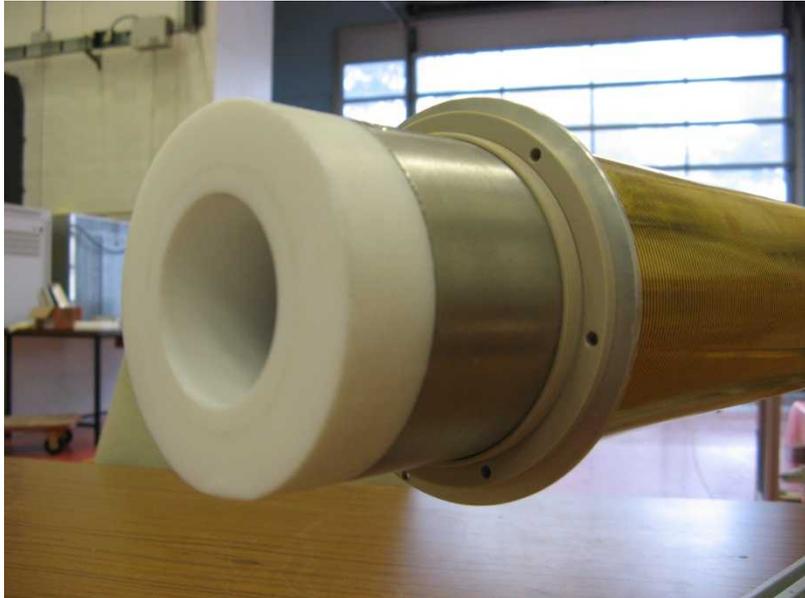
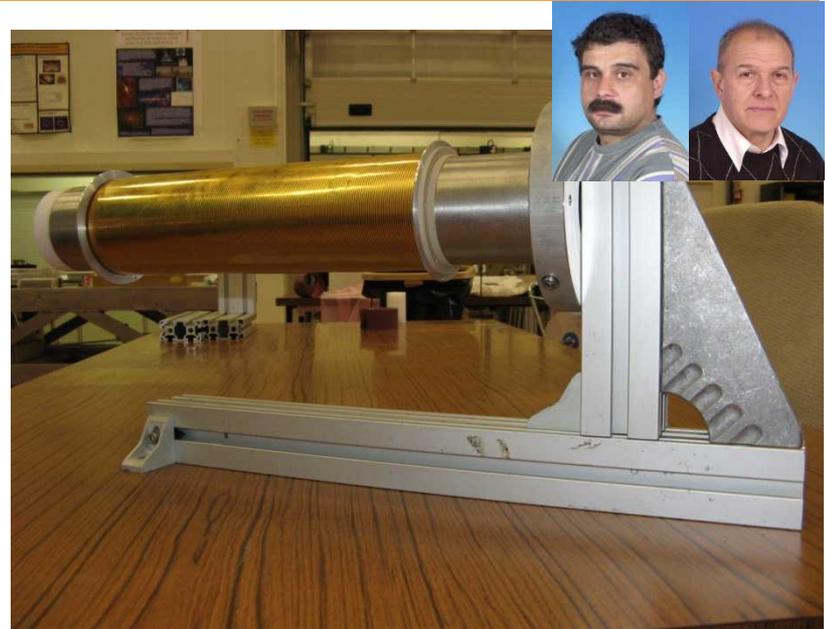


Construction du dégradeur interne de champs

Kapton strippé + cablage (CERN)



Dégradeur de champs



Tests sur le dégradeur de champs

Rohacell 2 mm
Kapton 125 μm

Mise sous tension 6 kV, sans claquage

Kapton #2 à plat AIR ambiant

Prise de données sur 7 heures

Courant moyen @ 6.928 μA

- $\sigma = 140\text{nA}$



Kapton #1 roulé @ 30 degrés & 80% humidité

Prise de données entre 22 Nov @ 11am jusqu'à 26 Nov @ 7am

- Courant moyen @ 6.376 μA
- $\sigma = 74\text{nA}$

Cylindrique externe: calibration / déclenchement

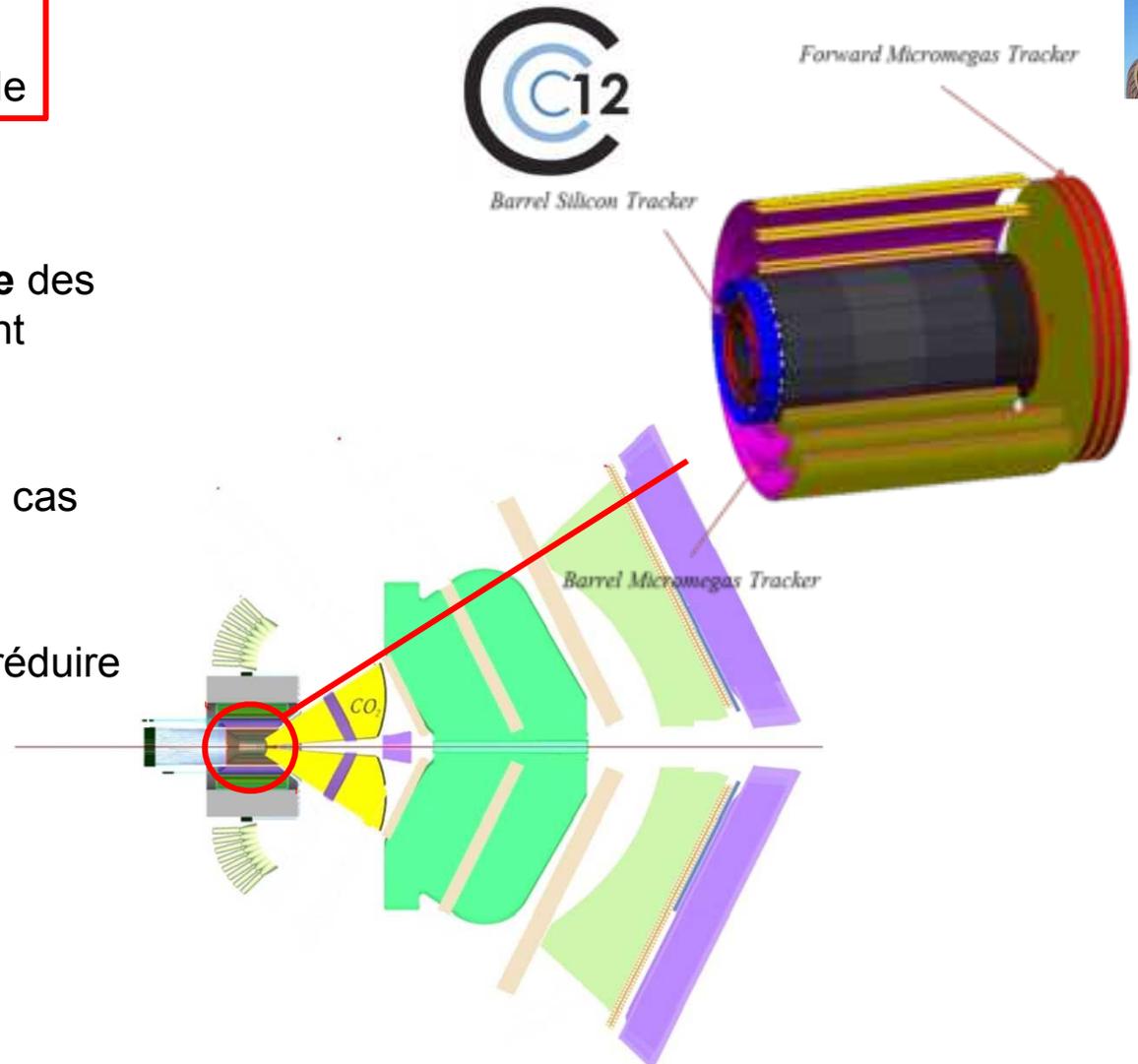
Développement spécifique du projet **CLAS12** (SPhN)



Cylindre de détection externe sensible en position longitudinale

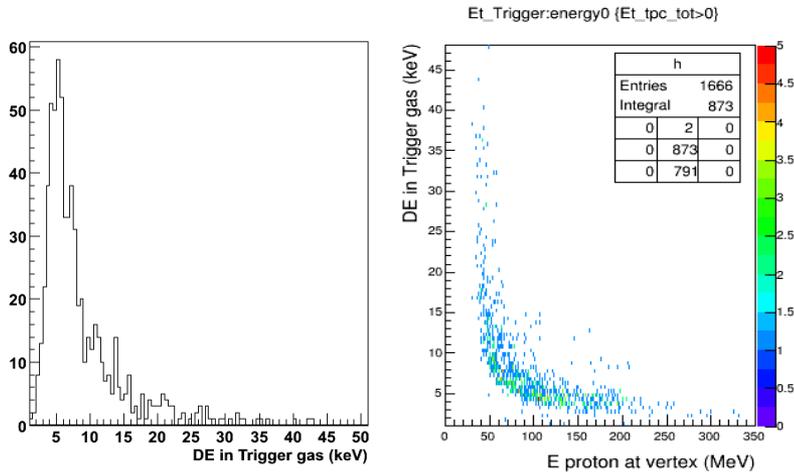
Objectifs pour MINOS

- **Calibrer la vitesse de dérive** des électrons dans la TPC pendant l'expérience
- **Déclencher l'acquisition** au cas où:
 - pas d'autre trigger
 - sélection supplémentaire pour réduire le taux de déclenchement



Cylindrique externe de déclenchement

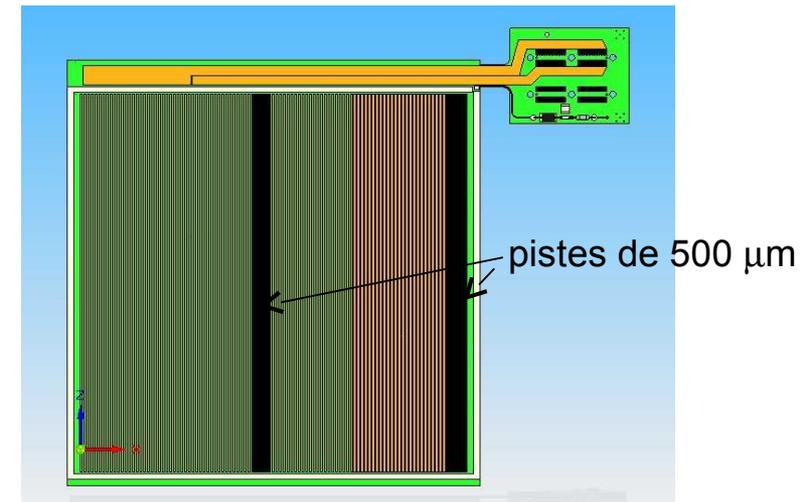
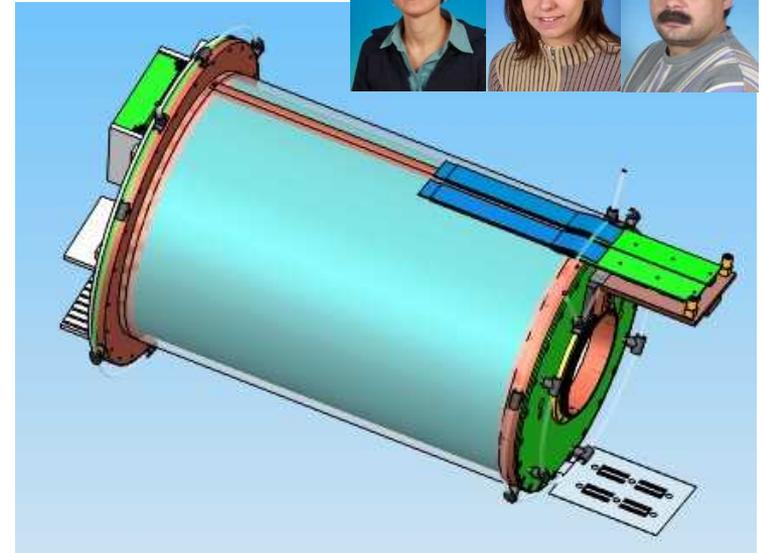
Énergie déposée pour une réaction ($p, 2p$)



Moyenne: $\Delta E \sim 5$ keV \Rightarrow ~ 200 électrons primaires
 Maximale: $\Delta E \sim 30$ keV \Rightarrow ~ 1000 électrons primaires

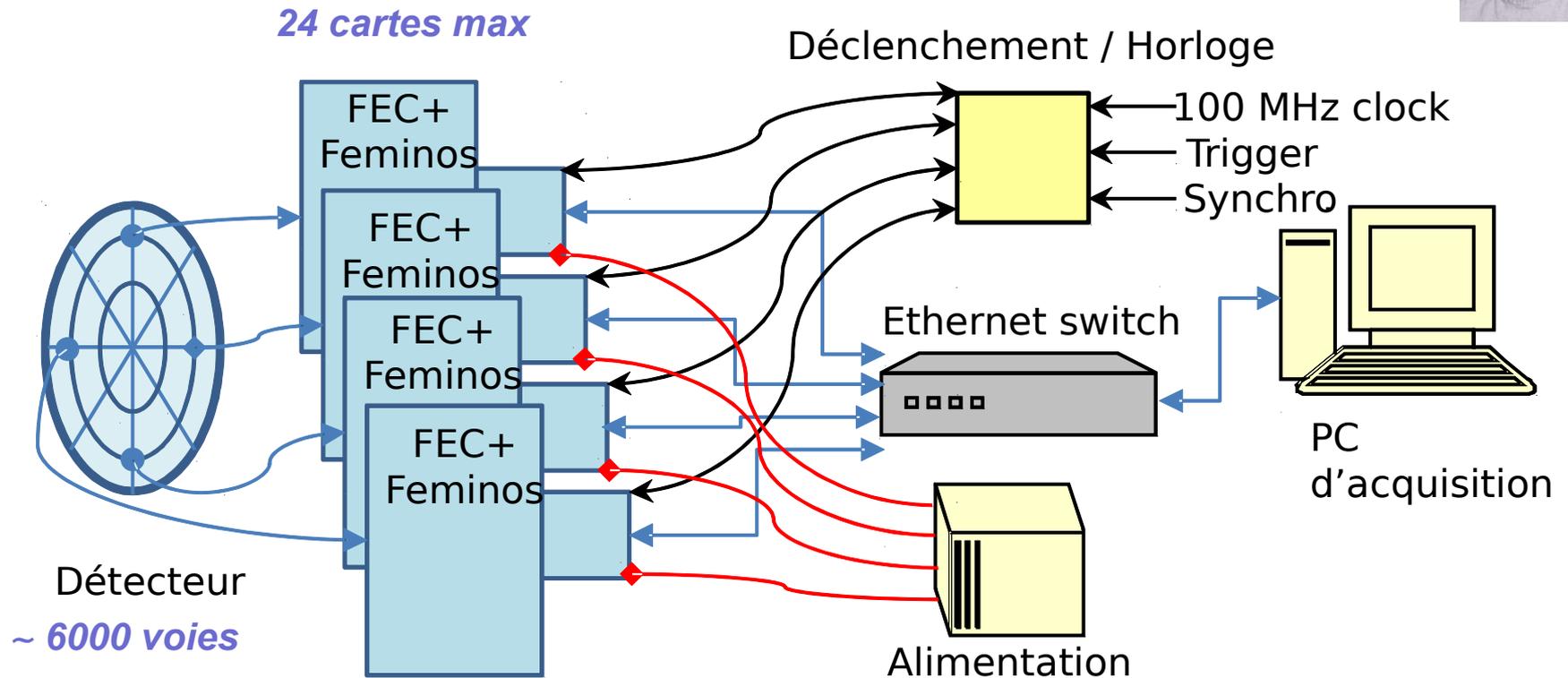
Description technique

- 2 demi-cylindres micromegas, **rayon de 95 mm**
- **zone morte**: 18%, $X/X_0 \sim 0.4\%$
- **résolution spatiale** $\sim 300 \mu\text{m}$
- **efficacité**: 60% des protons entrant dans la TPC



-
- physique
 - cahier des charges
 - cible H2
 - TPC
 - **électronique de lecture**
 - tests avec source α

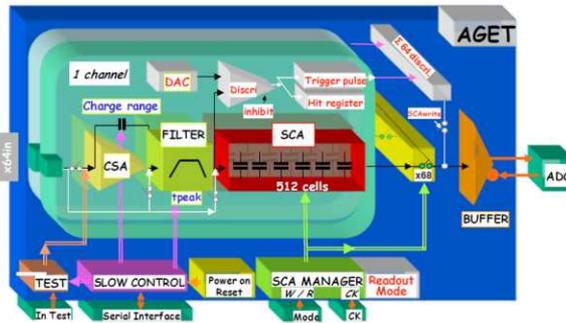
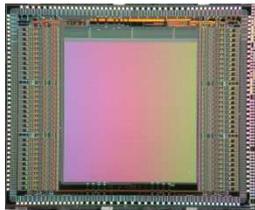
Electronique de lecture



Système réutilisant les cartes frontales T2K et compatible avec l'asic AGET (projet GET)

Electronique de lecture

Schéma de principe d'AGET Carte de synchronisation des FEMINOS



FEMINOS



- Chip AGET (cellules mémoire analogique) / IRFU
Collaboration GET (IRFU / NSCL / GANIL / CENBG)
- FEC + carte FEMINOS + carte de synchronisation
- Electronique finale attendue pour **juin 2013**
- **Acquisition:** développement en cours

FEC: Front End card
Et 4 puces AGET

Limandes en micro-coaxiaux

Vue de dessus

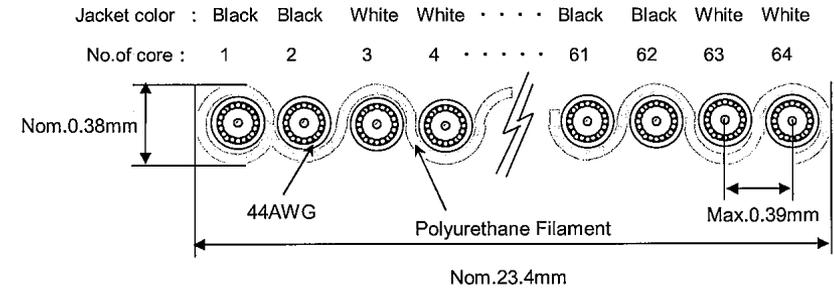
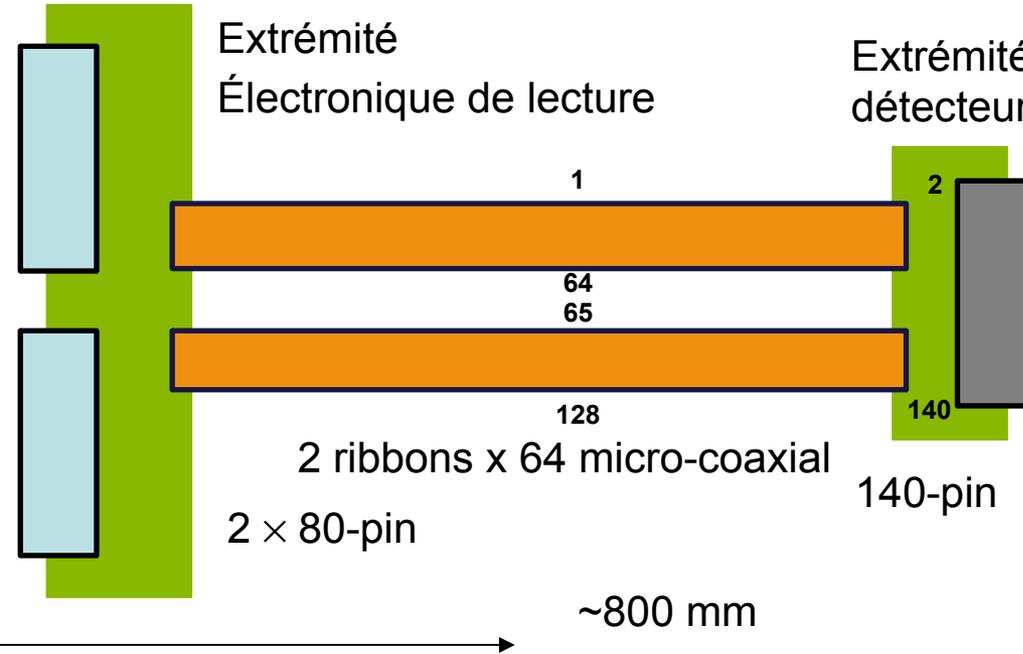
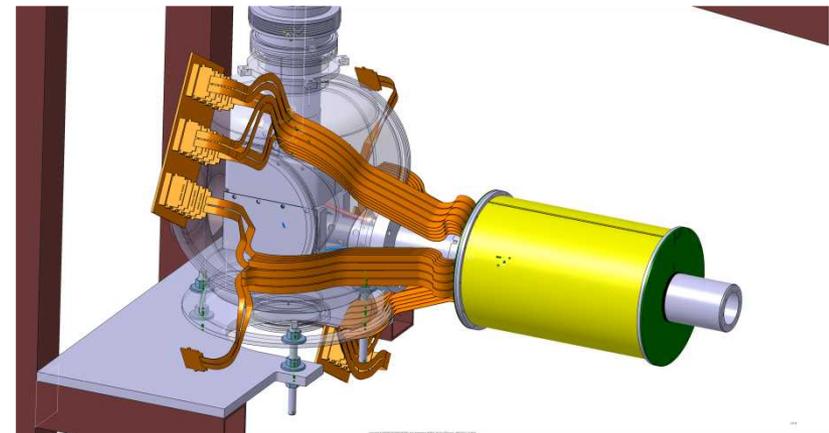


Fig.2 Cross section of FC-BAND®

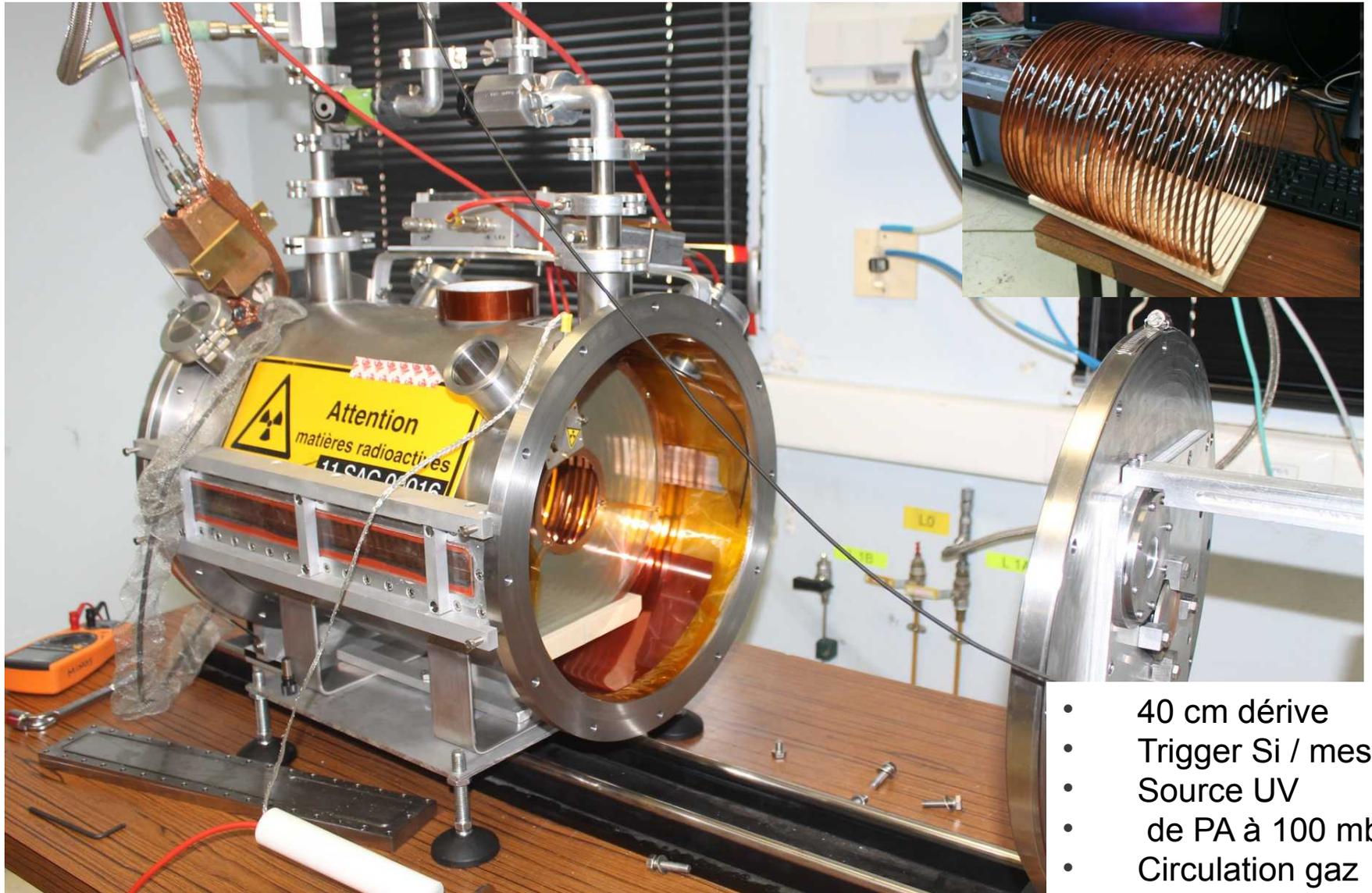


Derniers progrès

- Choix du câble effectué: Hitachi FC-Band 64 coaxiaux (50 pF/m nom.) au pas de 0.4 mm
- Conception des PCBs d'extrémité effectuée et transmise à Hitachi pour validation

-
- physique
 - cahier des charges
 - cible H2
 - TPC
 - électronique de lecture
 - **tests avec source α**

Chambre de tests

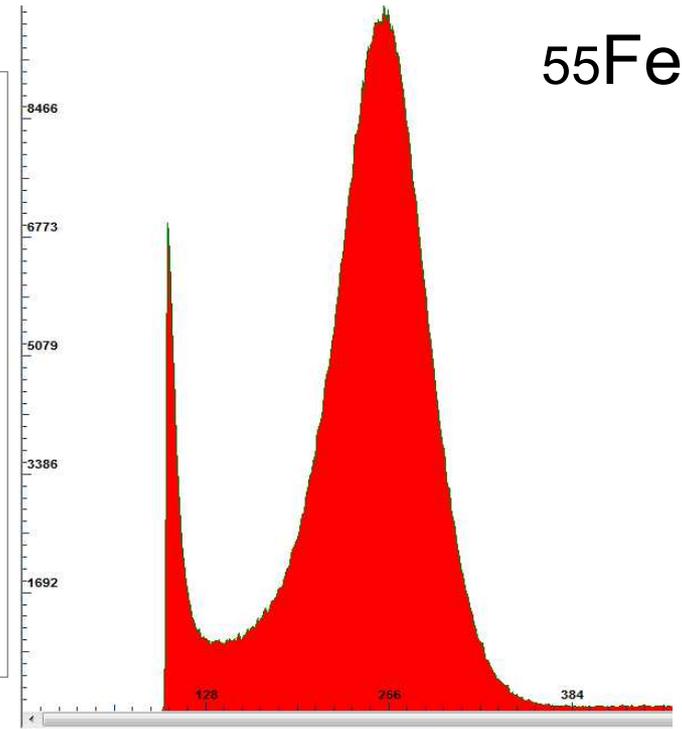
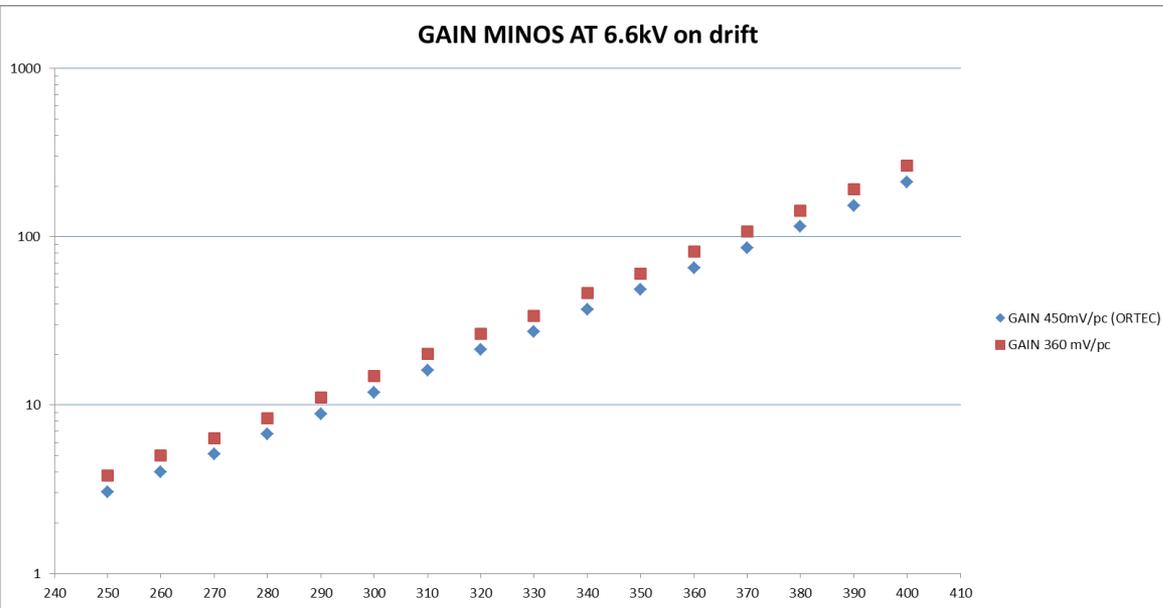


- 40 cm dérive
- Trigger Si / mesh
- Source UV
- de PA à 100 mb
- Circulation gaz

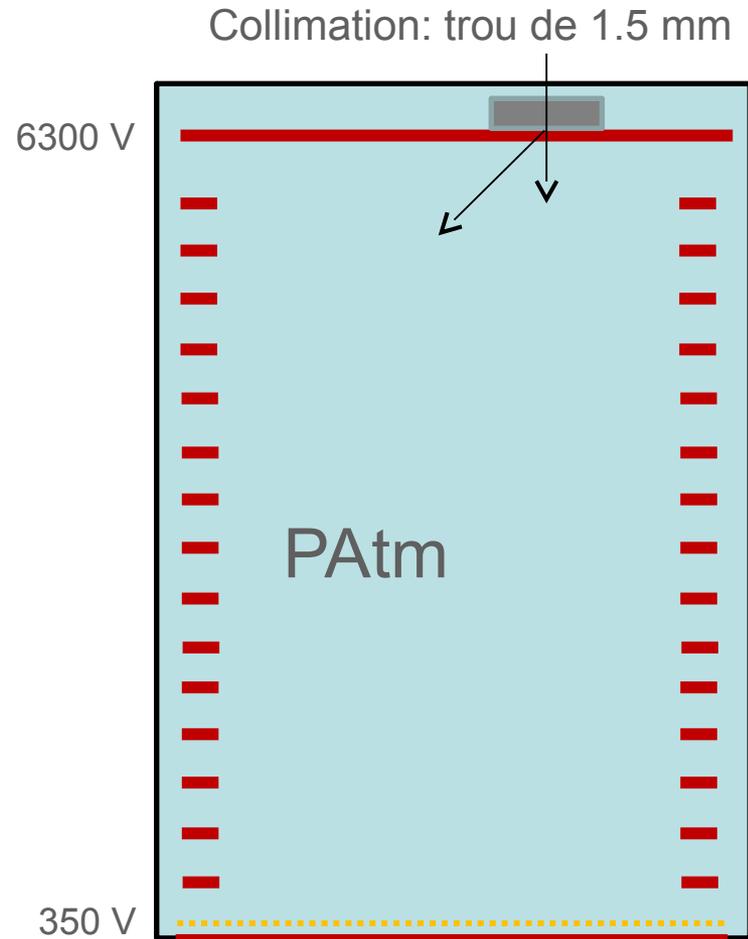
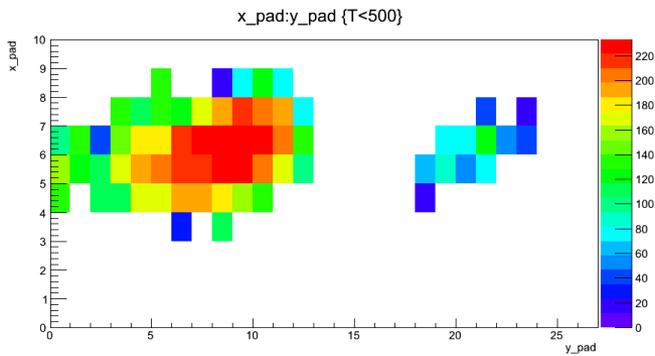
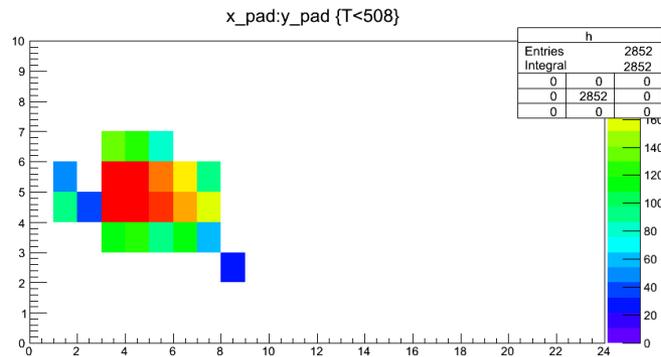
Caractérisation du détecteur Micromegas



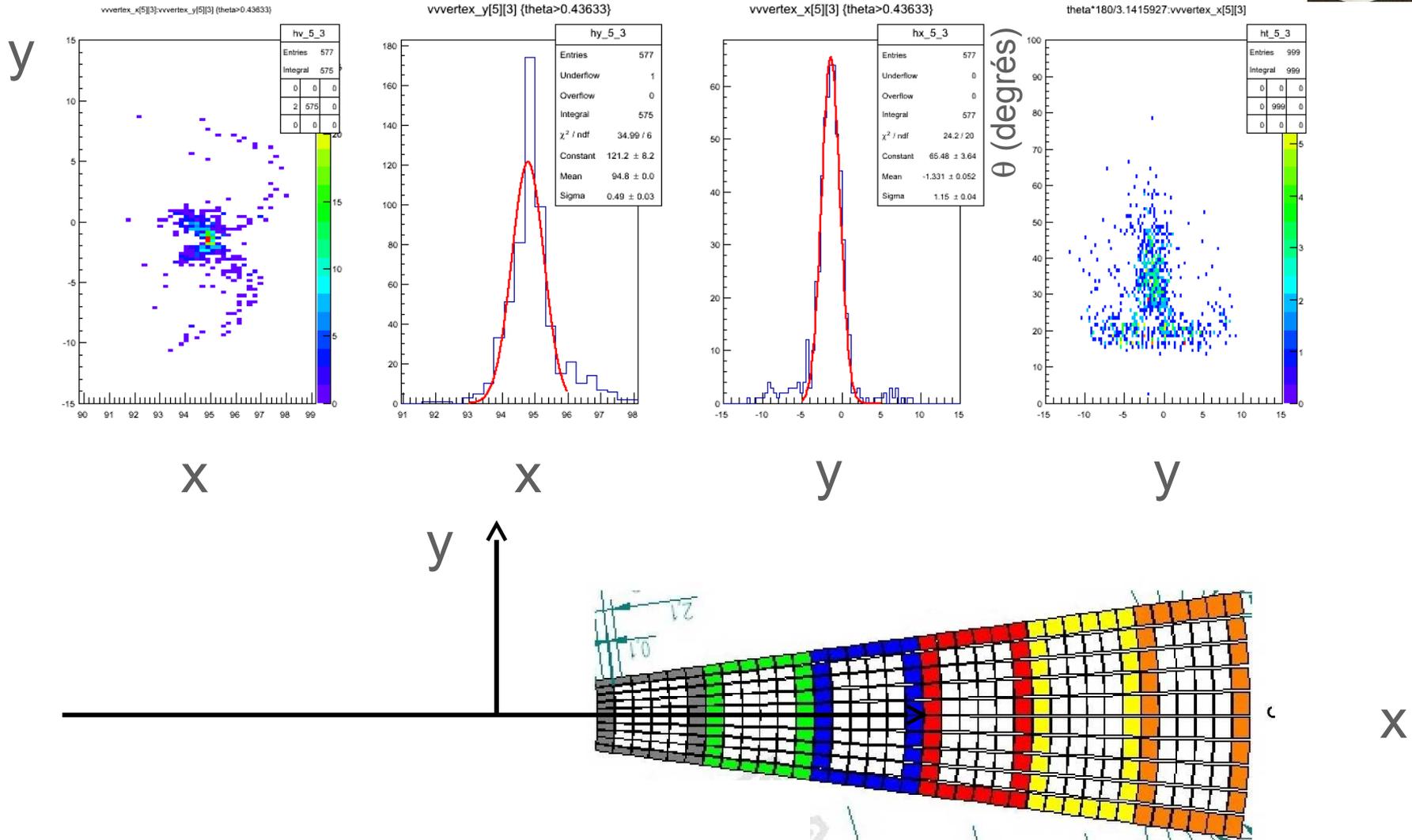
GAIN MINOS AT 6.6kV on drift



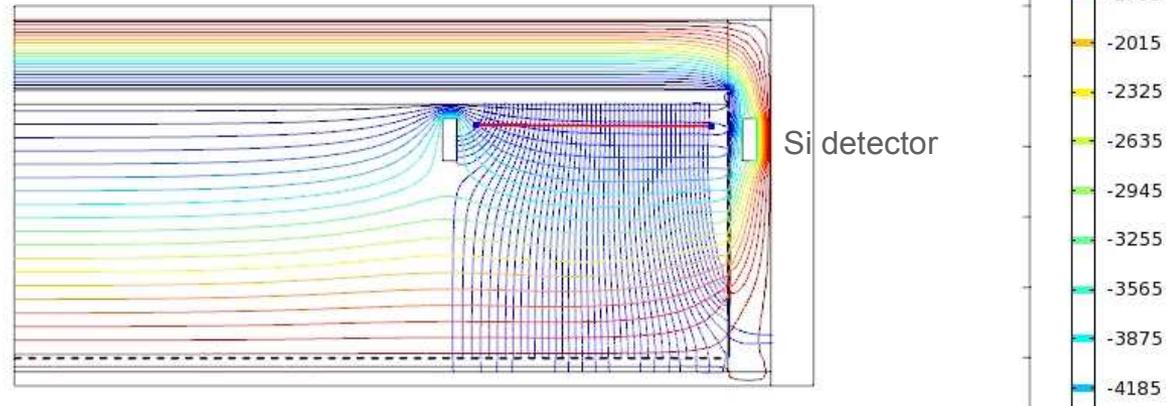
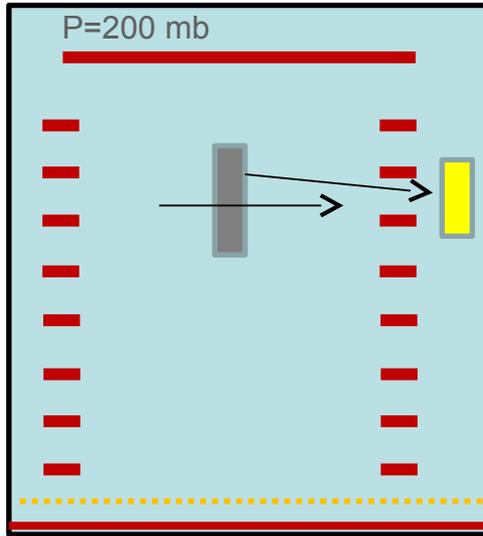
Test avec source 241Am



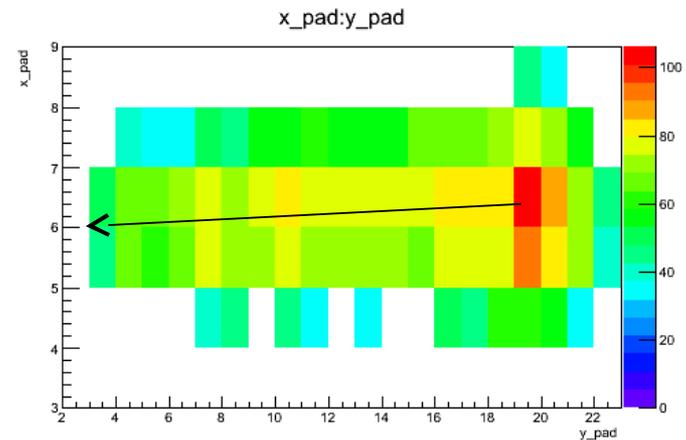
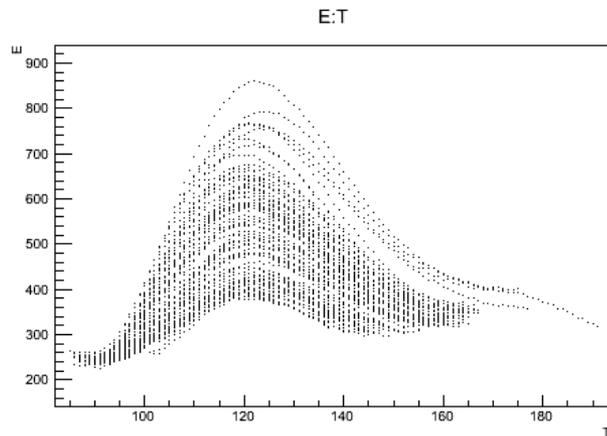
Test avec source 241Am



Test avec source 241Am

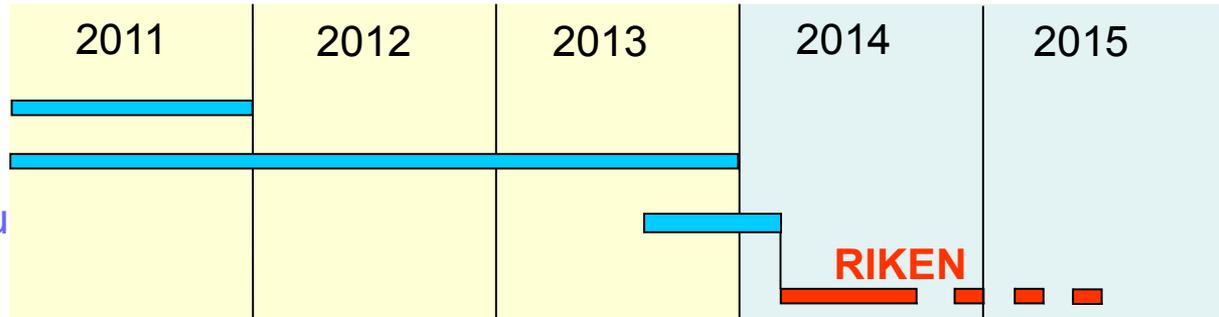


- Alpha source 5 MeV dans 200 mb: $\Delta E/\Delta x = 360 \text{ keV}/2\text{mm}$
(rappel: proton 200 MeV, 45 degrés, $\Delta E/\Delta X = 1.5 \text{ keV}/2\text{mm}$)
- Vmesh = 230 V (gain environ 2)
- Gamme électronique = 120 fC



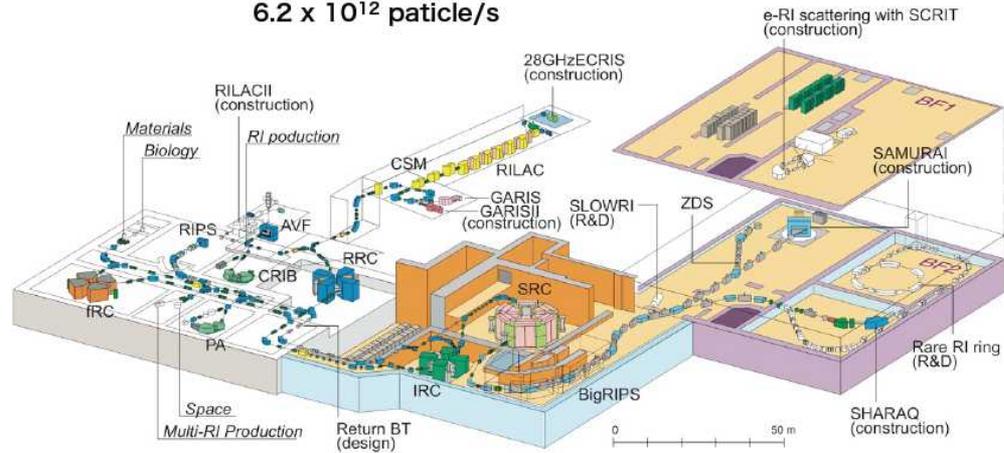
Futur proche

Simulations
R&D, conception
Tests sous faisceau
Expériences



primary beam : p ~ U
beam energy : 350 MeV/u
goal intensity : 1 particle μA (U~80 kW)
 6.2×10^{12} particle/s

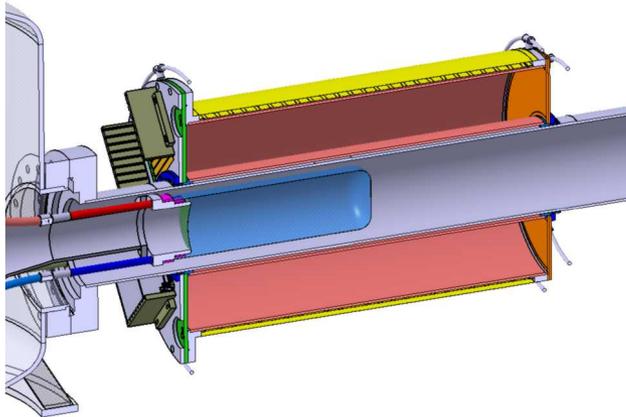
RIKEN RIBF





Développement technique IRFU (fin 2010 - mi 2013)
Programme de **Physique** à **RIKEN** (2014 - 2015) et FAIR (>2017)

Structure du noyau
Par spectroscopie de noyaux très exotiques (produits à < 1 pps)



Développement basé sur les savoir-faire de l'IRFU:

- ✓ micromegas: détecteur TPC et cylindrique (CLAS12)
- ✓ cible épaisse d'hydrogène
- ✓ ASIC digital: AGET (SeDI, collaboration GET)
- ✓ Electronique de lecture T2K

Spécificités:

- ✓ géométrie compacte
- ✓ couplage particule-gamma
- ✓ cage de champ à faible X/X0
- ✓ électronique digitale compacte

Merci!

Développement & Physique



A. Obertelli



A. Corsi



E. Pollacco



L. Audirac
Postdoc (2011-13)



C. Santamaria
Thèse (2012-15)



B. Bryuneel
Postdoc

Physique



A. Gillibert



V. Lapoux

Détecteur



A. Delbart



A. Peyaud



J.P. Mols



A. Giganon



C. Lahonde



G. Prono

Electronique / DAQ



D. Calvet



S. Anvar



F. Druillol



F. Chateau

SPhN

SéDI

CC et mécanique



J.-Y. Rousse



D. Loiseau



D. Leboeuf



C. Péron



A. Mohamed

SIS

Cible



J.-M. Gheller



G. Authelet

SACM