



## Journées « NACRE 2023 »

### Développements instrumentaux sur LOHENGRIN (action 2.3.1)

#### **Collaboration CEA/ILL/LPSC :**

C. Sage, O. Méplan, M. Ramdhane

*LPSC, Université Grenoble-Alpes, CNRS/IN2P3, F-38026 Grenoble, France*

A. Chebboubi, G. Kessedjian, M. Houdouin-Quenault, O. Serot, O. Litaize, D. Bernard, S.M. Cheikh, V. Vallet

*CEA, DES, IRESNE, DER, SPRC, LEPh, Cadarache, F-13108 Saint Paul lez Durance, France*

U. Köster, P. Mutti

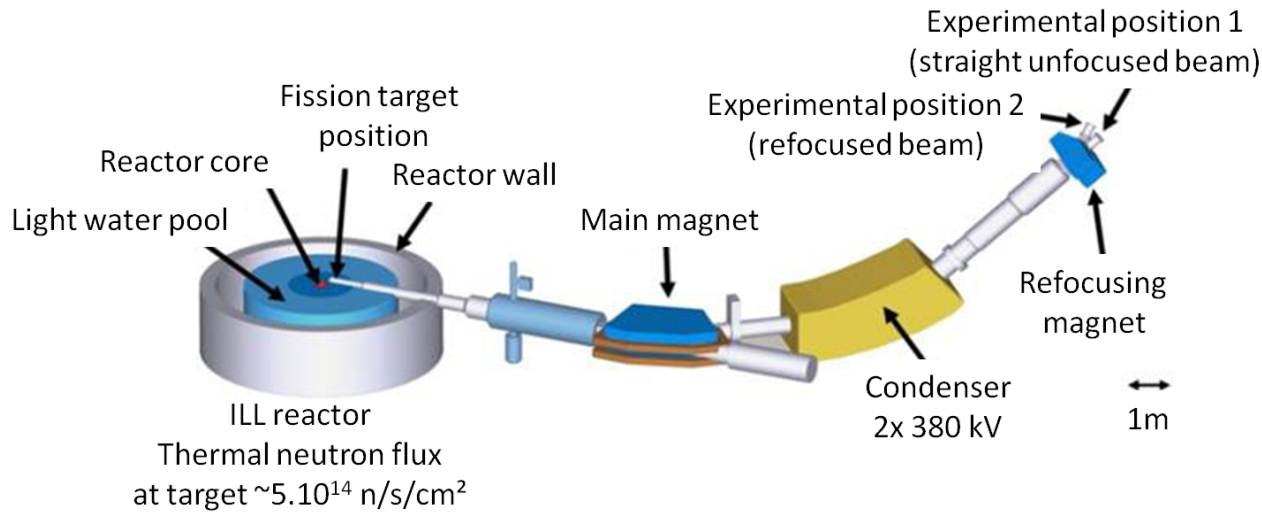
*Institut Laue-Langevin, F-38042 Grenoble, France*

# Plan

- Contexte et Motivations
  - Présentation du spectromètre LOHENGRIN
  - Technique de mesure des rendements en masse
  - Symétrie et contaminants
  
- Développement de la ligne de temps de vol (ToF)
  - Choix des détecteurs d'électrons
  - Campagne de test sur LOHENGRIN juillet 2021
  - Prototype de ToF et technologie MCP
  
- Conclusion et perspectives

# Contexte et Motivations

## ➤ Présentation du spectromètre LOHENGRIN :



**Lohengrin :**  
**Sélection en  $A/q$  &  $E/q$**

$A$  : masse

$q$  : charge ionique

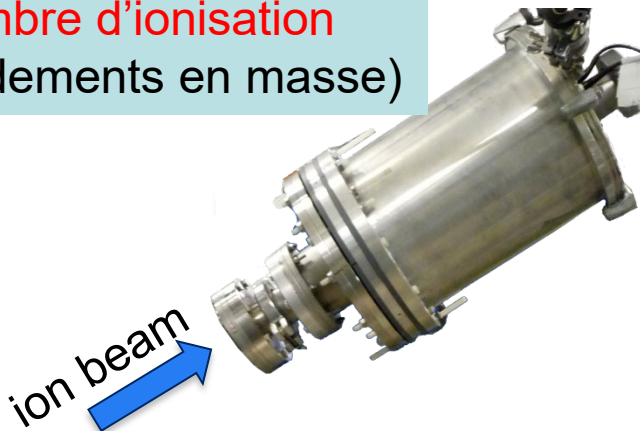
$E$  : énergie cinétique

$(A_1, E_1, q_1)$

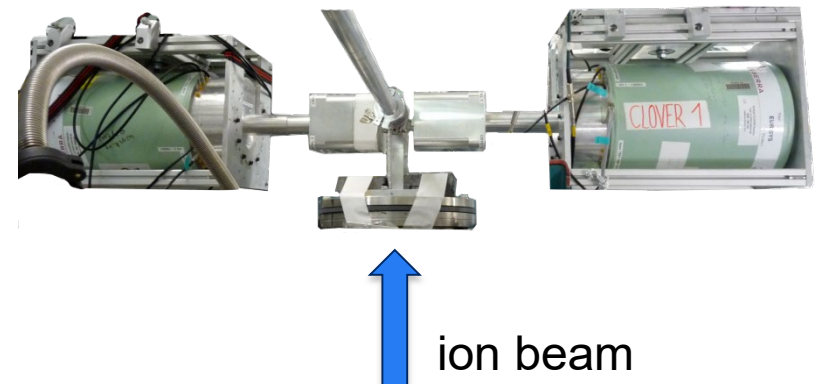
$\equiv (A_2, E_2, q_2)$

$\equiv (A_3, E_3, q_3)$

Mesures avec  
**chambre d'ionisation**  
(rendements en masse)



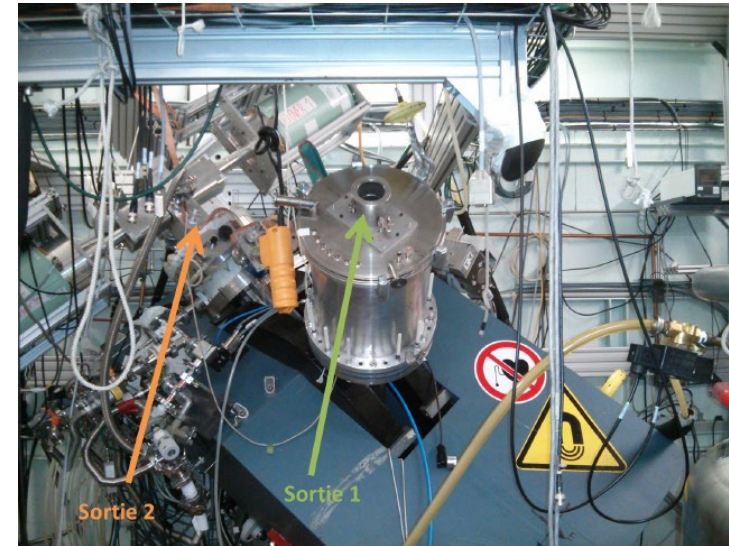
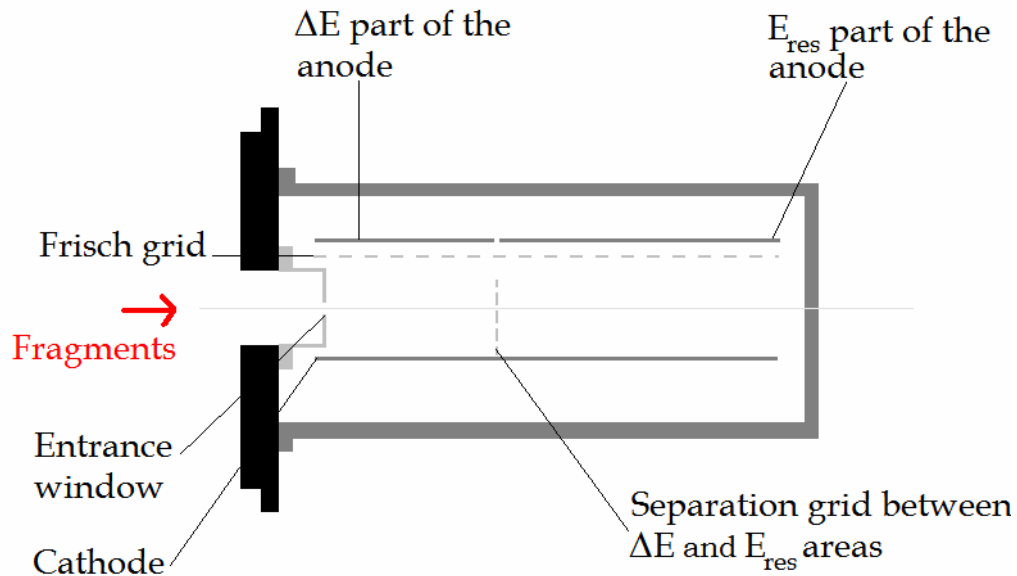
ou avec **détecteurs Ge**  
(rendements isotopiques, rapports isomériques)



# Contexte et Motivations

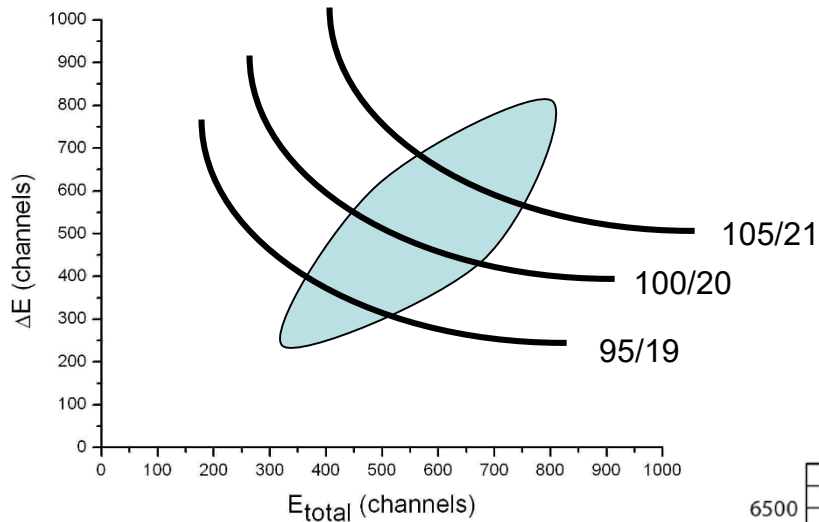
## ➤ Technique de mesure des rendements en masse :

- Chambre d'ionisation à grille de Frisch
- Longueur 30 cm
- Gaz : isobutane à 30-40 mbar
- Fenêtre d'entrée : SiN 100 nm

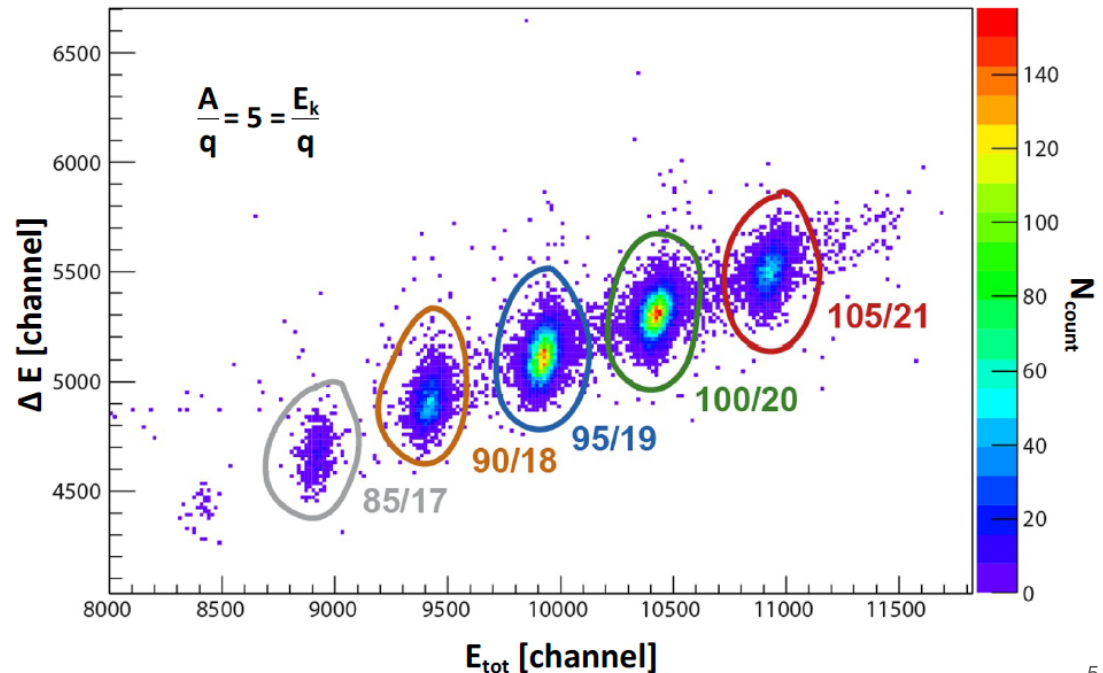


# Contexte et Motivations

## ➤ Technique de mesure des rendements en masse :



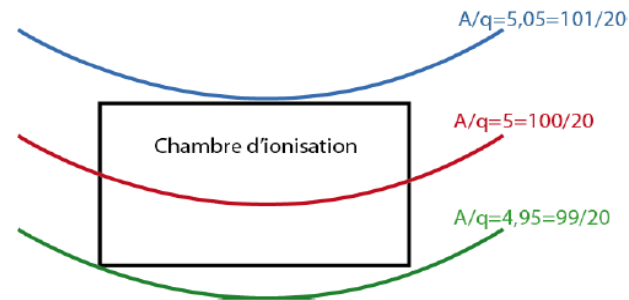
- Identification des masses par la mesure des pertes d'énergie  $\Delta E$  et  $E_{\text{res}}$
- **Levée de dégénérescence** sur le bidim  $\Delta E \times E_{\text{tot}}$



# Contexte et Motivations

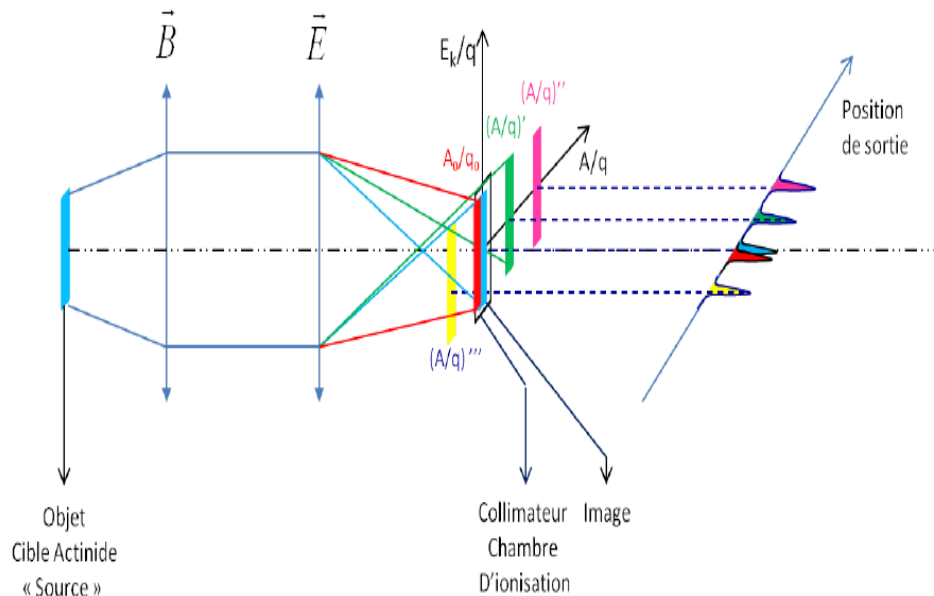
## ➤ Symétrie et contaminants :

- **Cas idéal :**  
les rapports 101/20 et 99/20  
n'ont pas la même déviation  
= pas de contamination dans la chambre

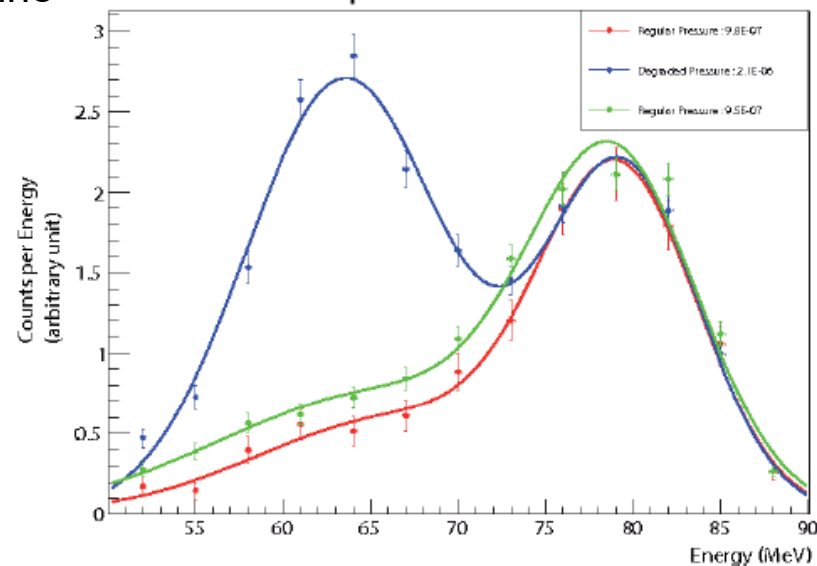


## ▪ **Cas avec contamination :**

Changement de charge au sein du spectromètre  
Contaminant de même énergie finalement sélectionné  
Mais pas la même masse



Evolution of the kinetic energy distribution of the 128 Mass with the pressure inside the condenser



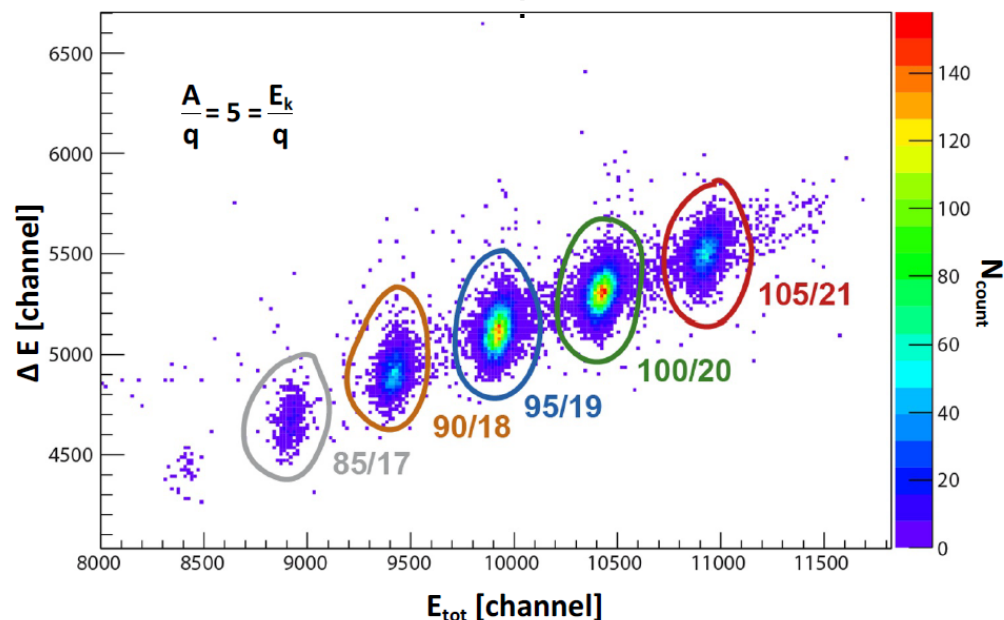
- **Conséquence:**  
Présence de deux composantes dans les distributions en énergie cinétique



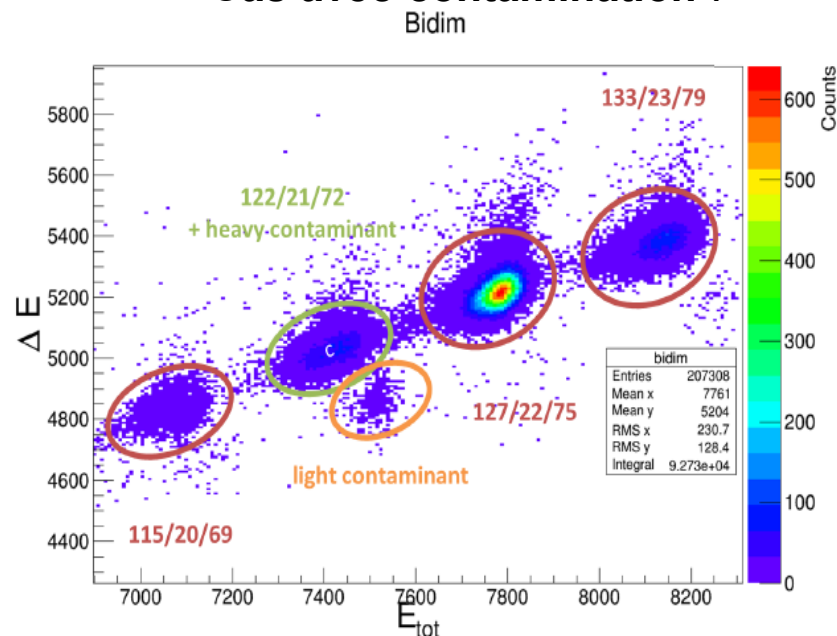
# Contexte et Motivations

## ➤ Symétrie et contaminants :

### ▪ Cas idéal



### ▪ Cas avec contamination :



Compréhension des **limites** de l'instrument actuel pour des **mesures de précision** :

Contaminant de même énergie finalement sélectionné, mais pas la même masse

➔ **Contaminants discriminables avec un ToF**

➔ Projet de mesures en **Temps de Vol** pour identification des masses sans ambiguïté

➔ **Identifier l'existence ou non de modes dans la fission de basse énergie** afin de valider des modèles phénoménologiques (GEF) et/ou microscopiques utiles à l'évaluation

# Développement du ToF

## ➤ Description :

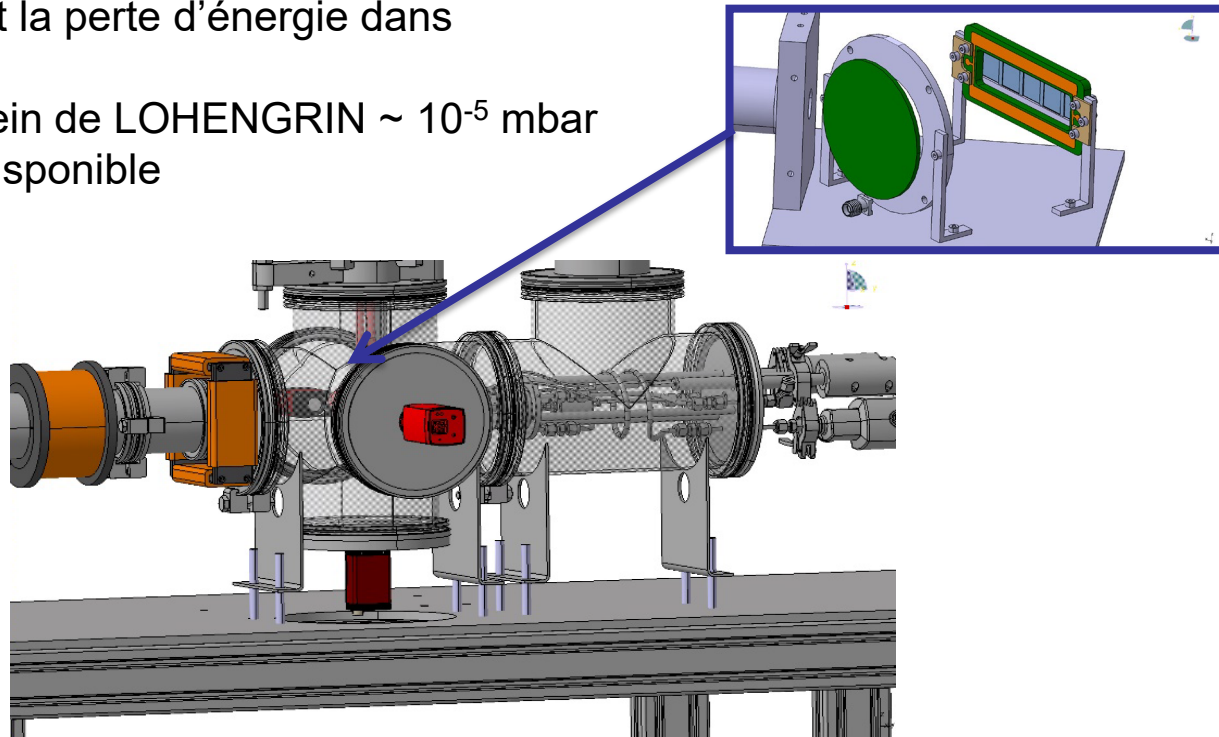
- Rajout d'un filtre de vitesse en amont de la chambre d'ionisation
- Triple coïncidence  $\Delta E \times E \times \text{ToF}$
- Start et Stop avec deux feuilles minces émissives d'électrons (SiN)
- Détection des électrons émis

## ➤ Contraintes :

- Minimiser le straggling et la perte d'énergie dans les feuilles start et stop
- Pression dégradée au sein de LOHENGRIN  $\sim 10^{-5}$  mbar
- Encombrement :  $\sim 1\text{m}$  disponible
- Résolution  $\sim 150$  ps

## ➤ Choix des détecteurs d'électrons :

- MCP ( $10^{-7}$  mbar)
- Channeltron ( $10^{-3}$  mbar)
- SiPM + scintillateur

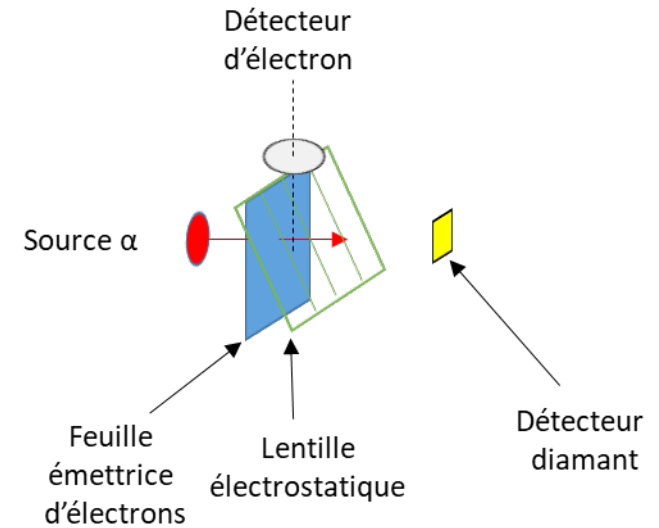
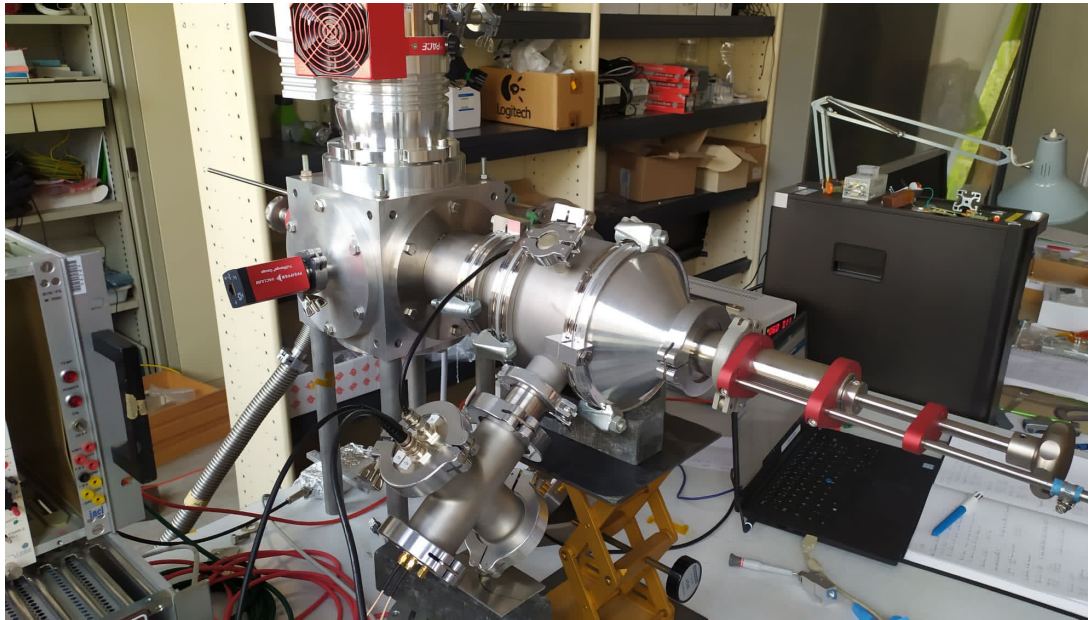




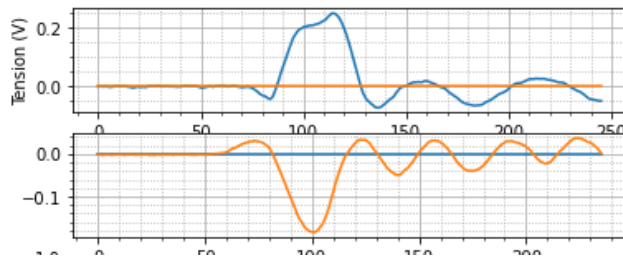
# Développement du ToF

## ➤ Développement d'un prototype sur banc de test $\alpha$

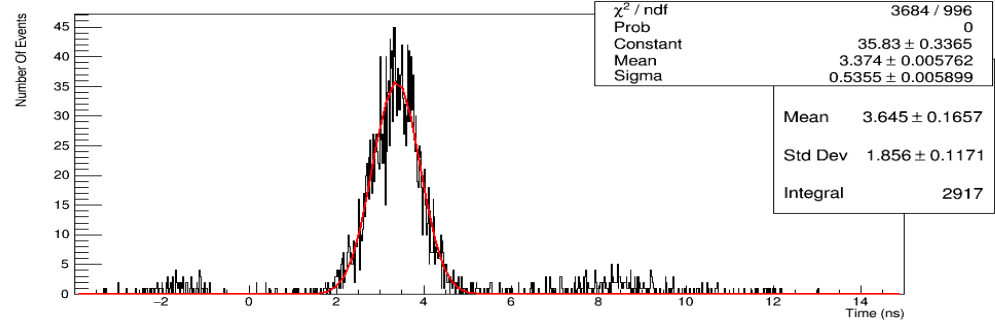
- Une seule feuille mince
- Support feuille et grille polarisable
- Diamant comme détecteur stop



Run\_98\_21\_90\_COMP3\_Data\_7\_9\_2021\_Ascii.dat

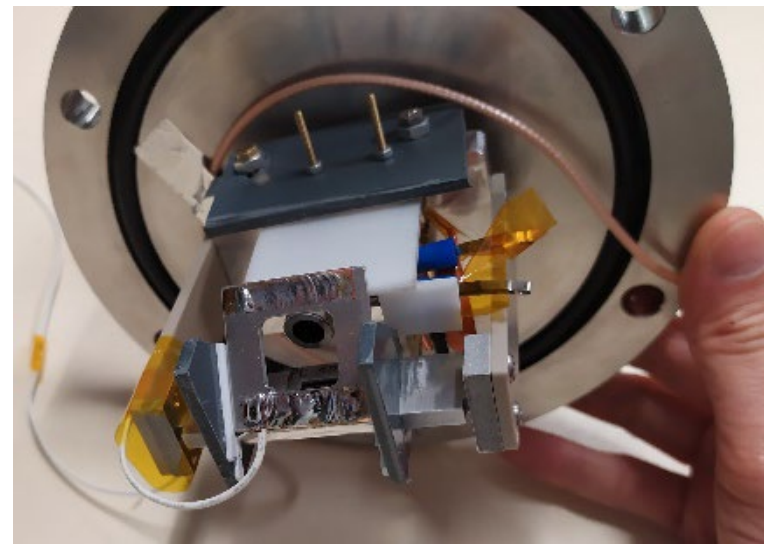
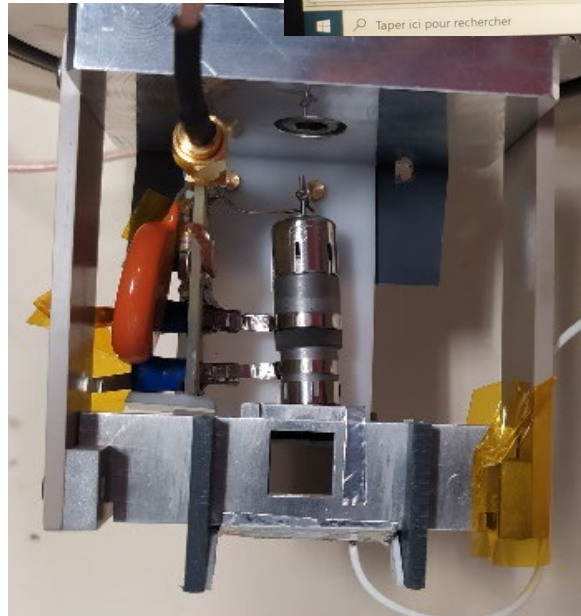
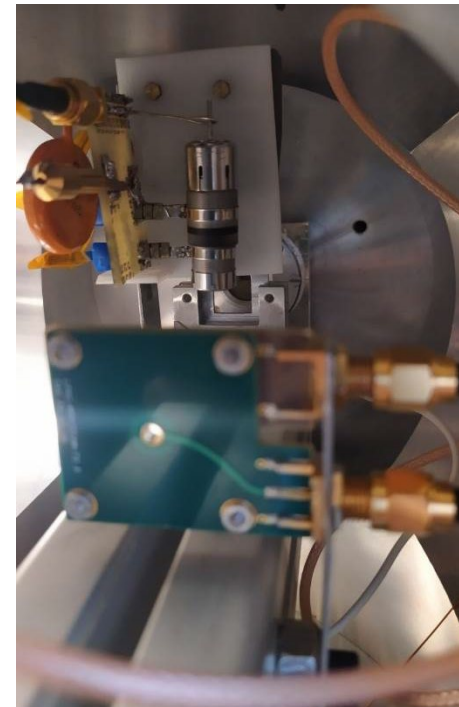


WaveCatcher



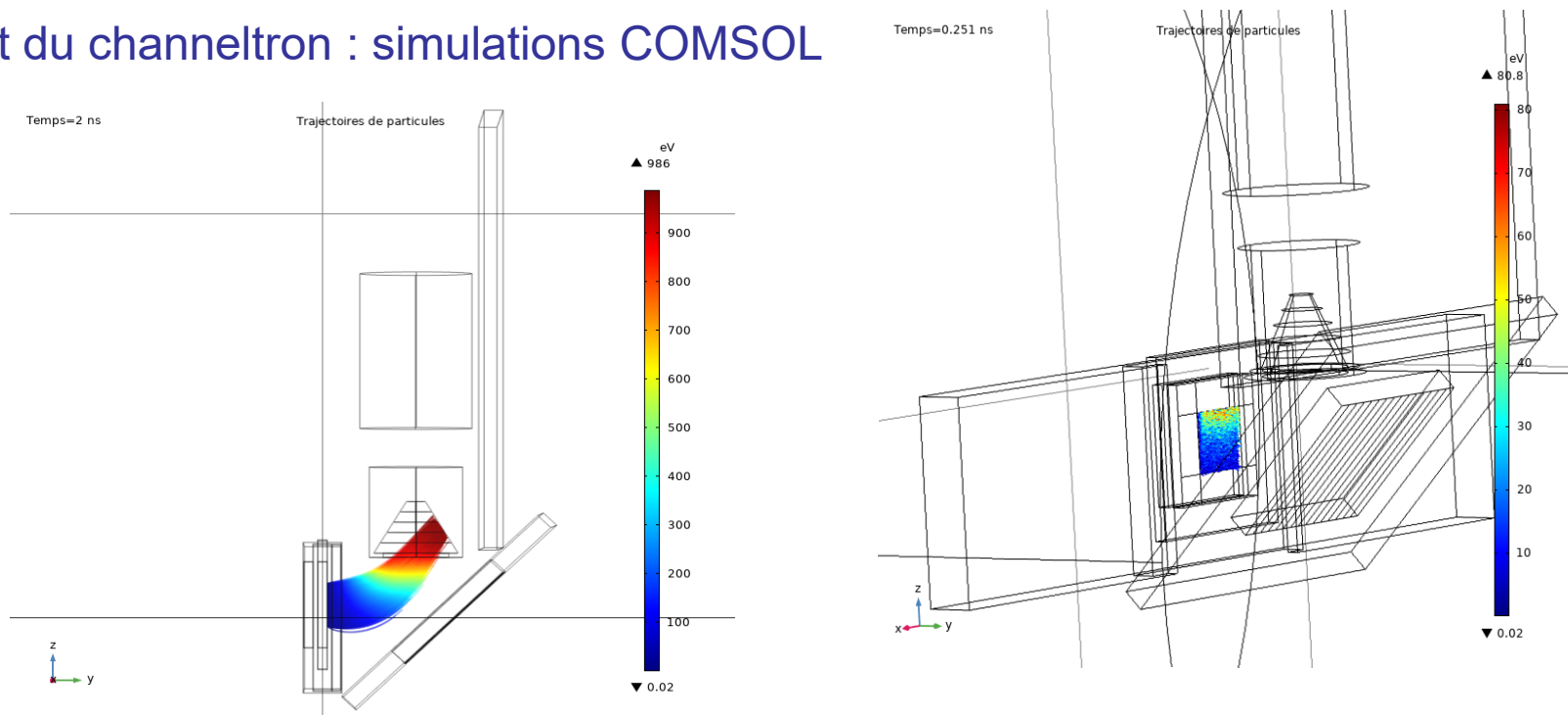
# Développement du ToF

## ➤ Test du channeltron :

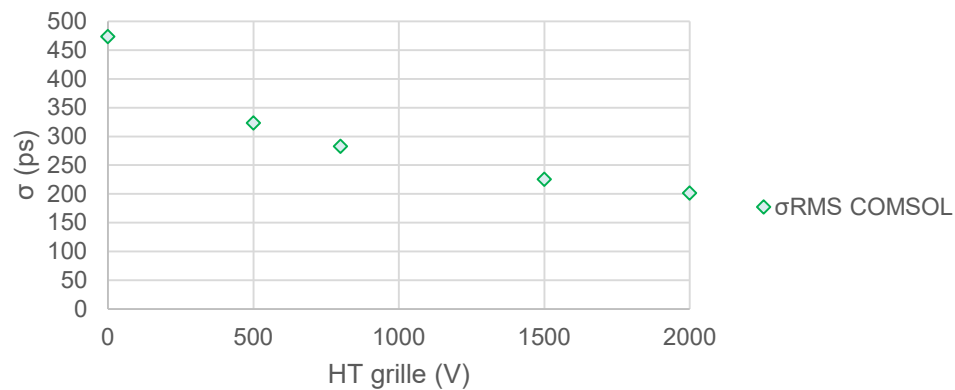


# Développement du ToF

## ➤ Test du channeltron : simulations COMSOL



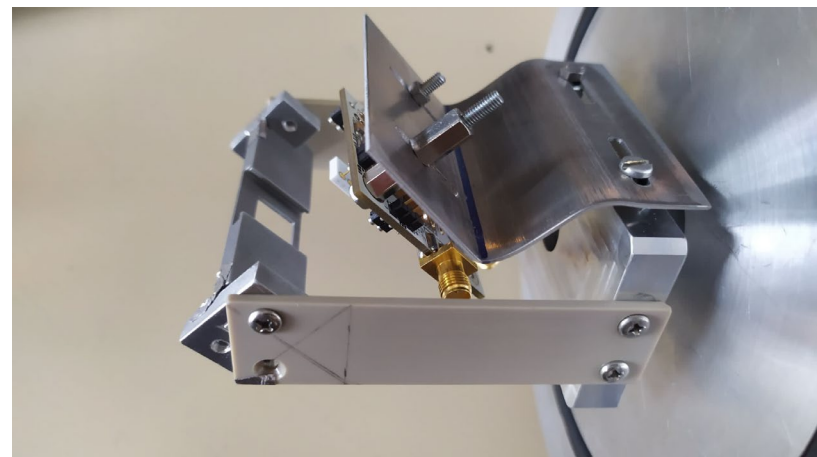
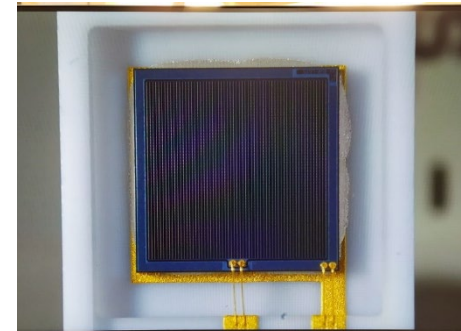
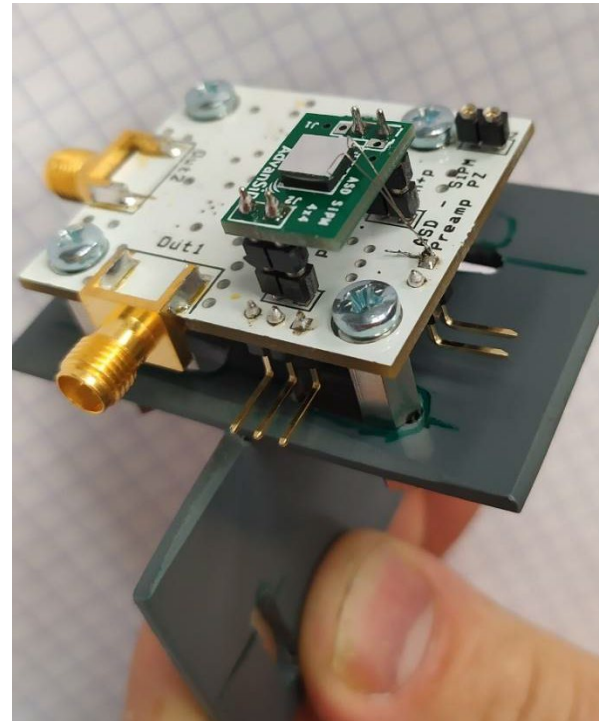
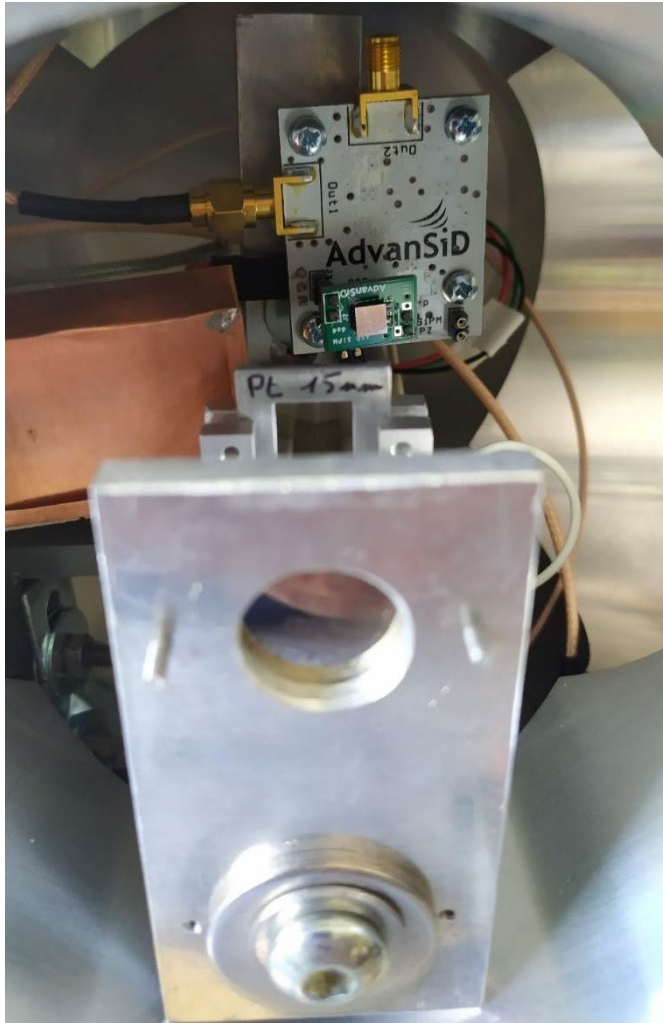
$\sigma$  en fonction de HT grille





# Développement du ToF

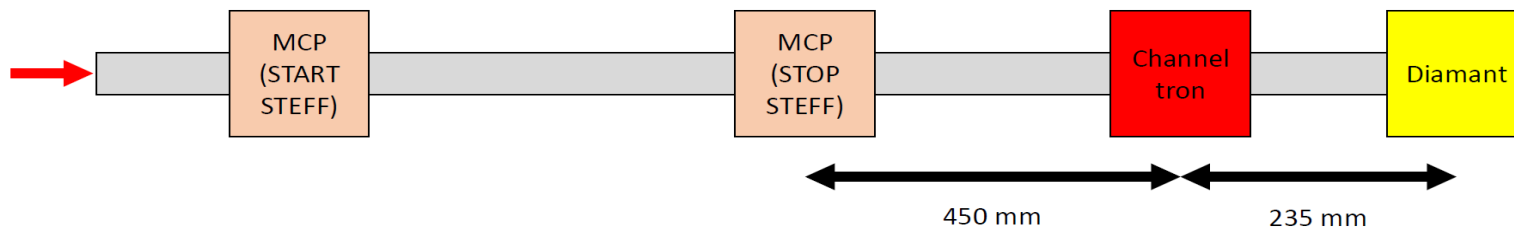
## ➤ Test du SiPM :



# Développement du ToF

## ➤ Campagne de test sur LOHENGRIN :

- Utilisation de la ligne de ToF STEFF (Manchester) en amont du prototype
- Diversification des acquisitions (Wavecatcher LPSC + NOMAD ILL)



CFD MCP



CFD Channeltron



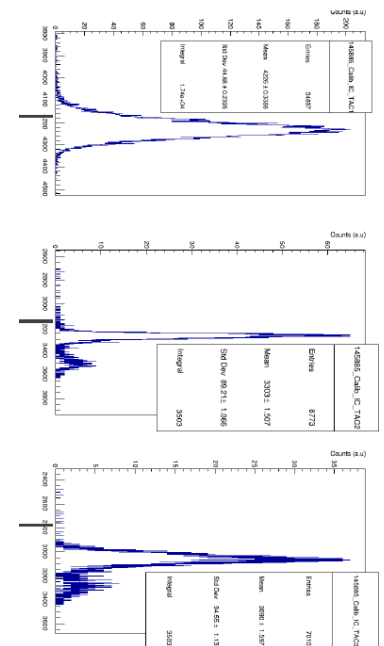
CFD Channeltron

TAC1

TAC2

TAC3

NOMAD

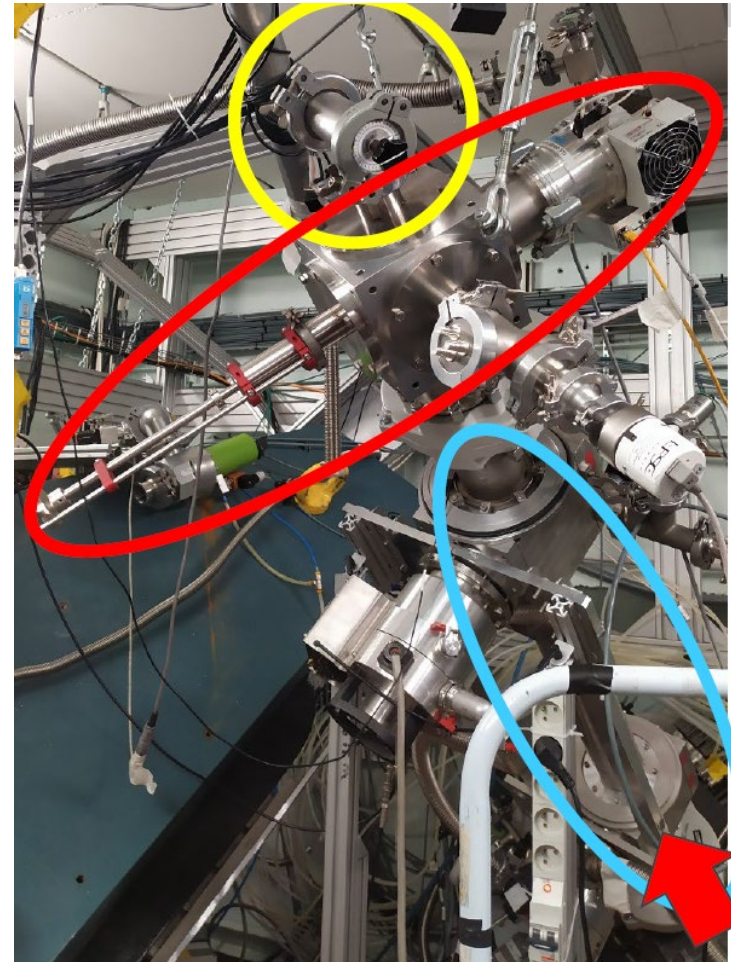
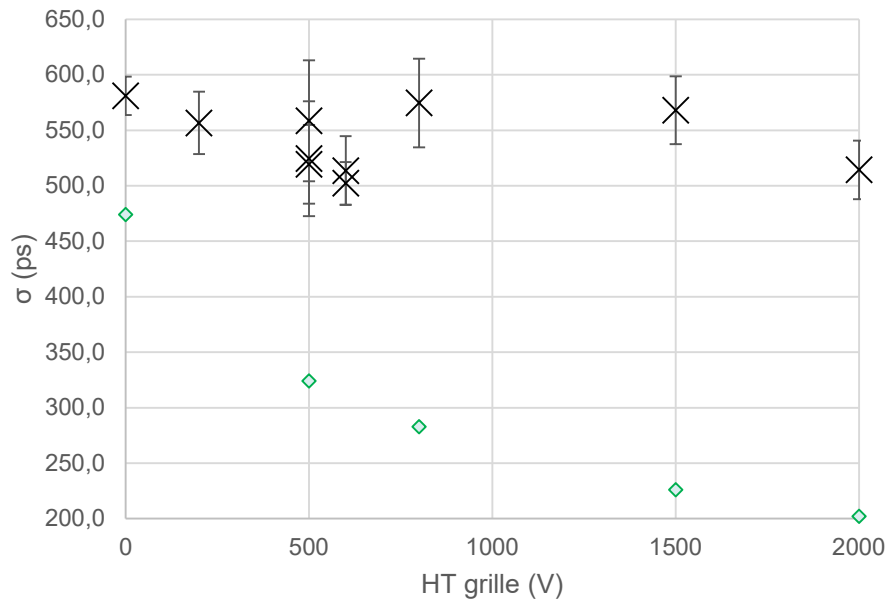


# Développement du ToF

## ➤ Campagne de test sur LOHENGRIN : Résultats

- Résolution temporelle du ToF avec channeltron insuffisante
- Bonne détection des PF
- Incorporation dans le RED possible

$\sigma$  en fonction de HT grille, 98/21/90





# Conclusion et perspectives

## ➤ Bilan campagnes de test :

- Channeltron : bon compteur (excellente efficacité ~ 99%) mais résolution temporelle insuffisante
- Scintillateur + SiPM : tests supplémentaires réalisés sur faisceau d'électrons : pas sensible aux électrons  $< \sim 10$  keV
- Possibilité de déplacer l'aimant RED de LOHENGRIN pour placer une ligne dédiée  
➔ Technologie MCP !!

## ➤ Perspectives :

- Printemps 2022 : réalisation pièces méca pour support MCP dans prototype
- Juin 2022 : réception et premiers tests de réponse des MCP
- Septembre 2022 : campagne de mesure de résolution temporelle sur banc de test LPSC : MCP Vs diamant
- Novembre 2022 : campagne de mesure sur faisceau AMANDE, test ligne ToF complète
- 1<sup>er</sup> semestre 2023 : campagne de tests de résolution temporelle sur LOHENGRIN

# Conclusion et perspectives

