

FROM RESEARCH TO INDUSTRY



Autres soutiens financiers
CEA/DEN, P2IO



www.cea.fr

FALSTAFF :

un nouveau spectromètre pour l'étude de la fission induite par neutrons

(Irfu, GANIL, LPC Caen)

Content

- Motivations, besoins expérimentaux et simulations
- FALSTAFF 2013 → 2015
 - Performances des détecteurs
 - Premiers résultats
- Perspectives, budget

MOTIVATIONS, BESOINS EXPERIMENTAUX

Besoins (données, phys. fond.) de rendements de fission et de multiplicités neutrons dans le domaine rapide

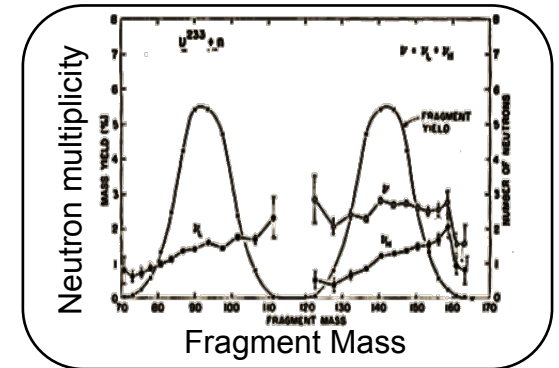
FALSTAFF

Four Arm cLover for the Study of Actinide Fission Fragments

- Spectromètre pour détection fragments en coïncidence
 - Energie cinétique
 - Masses AVANT et APRES évaporation (mult. neutrons)
 - Charge

Expériences prévues à NFS :

^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{237}Np , ^{239}Pu ...



MOTIVATIONS, BESOINS EXPERIMENTAUX

Besoins (données, phys. fond.) de rendements de fission et de multiplicités neutrons dans le domaine rapide

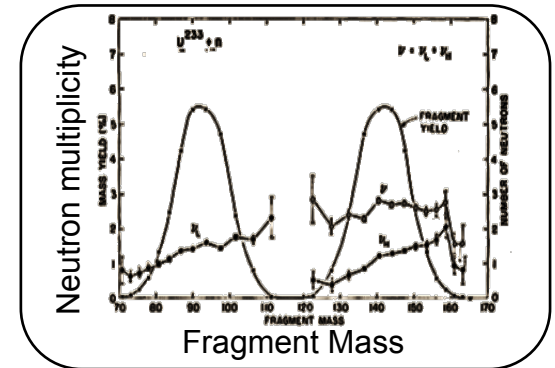
FALSTAFF

Four Arm cLover for the Study of Actinide Fission Fragments

- Spectromètre pour détection fragments en coïncidence
 - Energie cinétique
 - Masses **AVANT** et **APRES** évaporation (mult. neutrons)
 - Charge

Expériences prévues à NFS :

^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{237}Np , ^{239}Pu ...



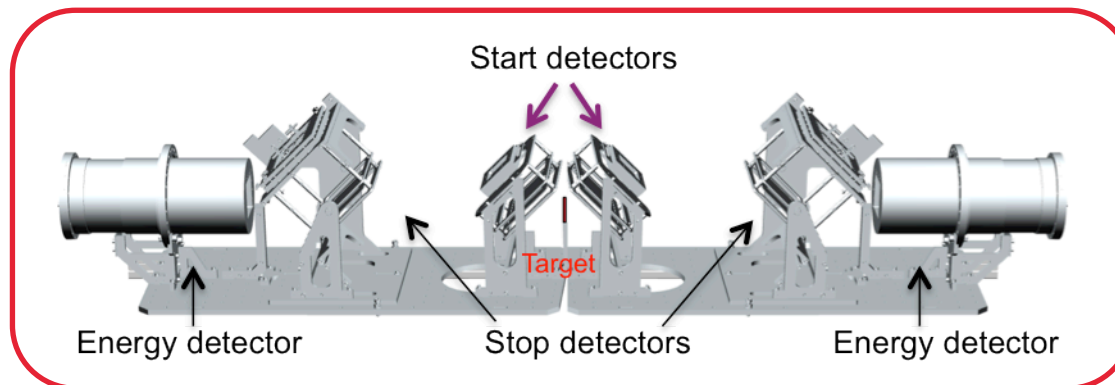
- Masse **avant** évaporation → méthode 2V
TOF : Bonne résolution en temps (σ) <150 ps

- **Grand angle solide**
- **Bonne résolution spatiale**

- Masse **après** évaporation → méthode EV
Energie & TOF

- Bonne résolution en énergie ~1%
- Identification **charge**

Corrections pertes d'énergie



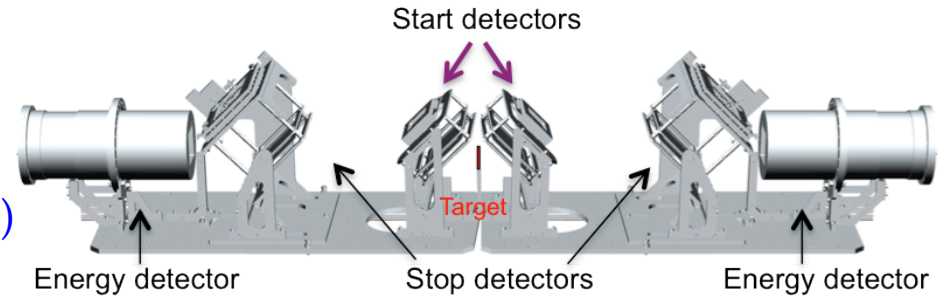
GEANT4

➤ Simulations:

- Fission : code GEF
- Géométrie
- Matériaux (pertes d'énergie, stragglings)

➤ Analyse :

- **Z connue**
- Epaisseurs calculées, corrections pertes d'énergie appliquées
- Mass reconstruite avec V & E simulées



GEANT4

➤ Simulations:

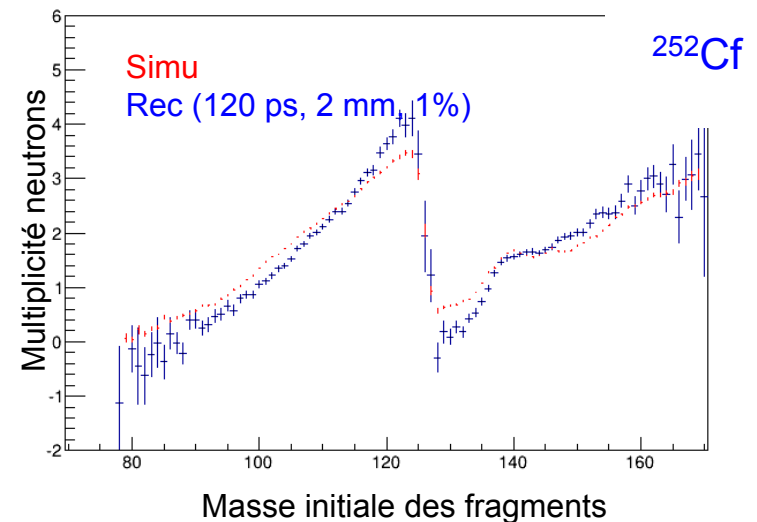
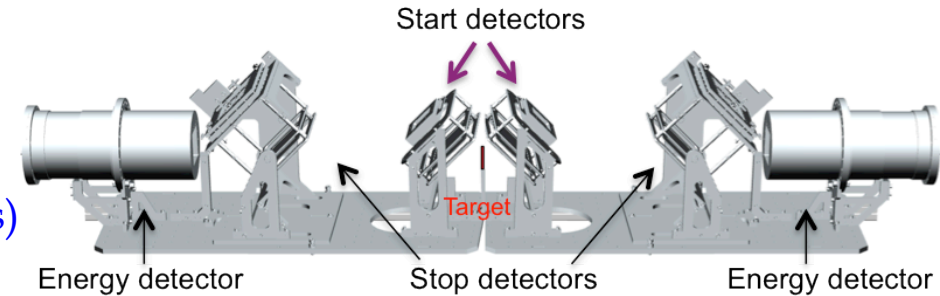
- Fission : code GEF
- Géométrie
- Matériaux (pertes d'énergie, stragglings)

➤ Analyse :

- Z connue
- Epaisseurs calculées, corrections pertes d'énergie appliquées
- Mass reconstruite avec V & E simulées

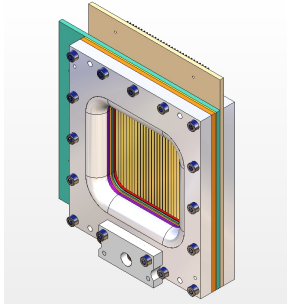
Analyse Event-by-event

- $M_f - M_i$
- $\langle M_f - M_i \rangle$ vs M_i
- $\Delta(M_f - M_i) = \langle M_f - M_i \rangle / \sqrt{N}$



Dispositif expérimental proposé capable de
fournir des données de qualité

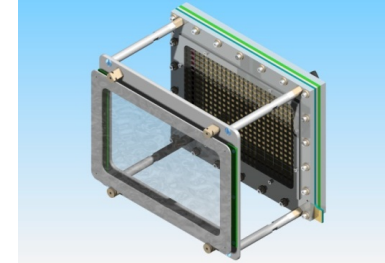
START



MiniSED
surface active de 70 x 70 mm²
(25x29 channels)

Résolutions spatiales
X ~2,0 mm
Y ~2,2 mm

STOP



SED
Surface active de 200 x 140 mm²
(68 x 48 channels)

Résolutions spatiales
X ~1.9 mm
Y ~2.5 mm

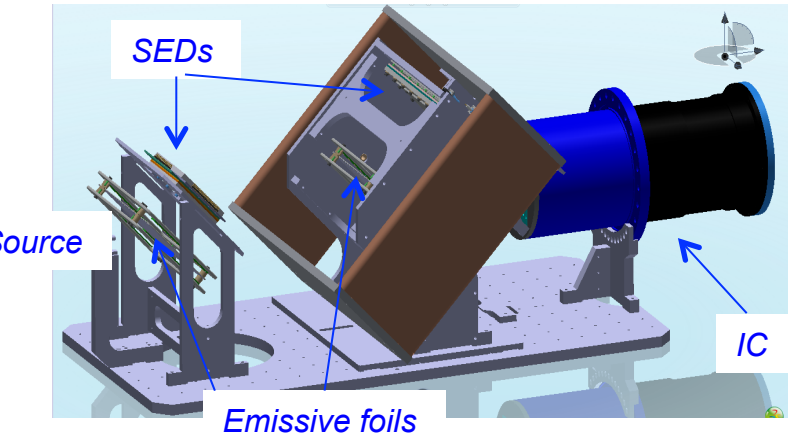
Résolution temporelle 120-140 ps



Performances OK

Mesure des distributions de vitesse

Mise en place d'un bras (2013)

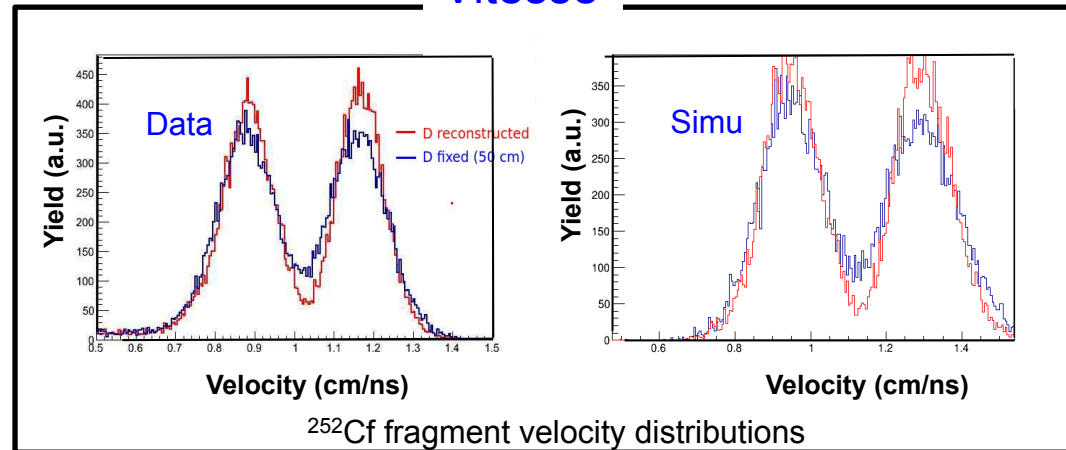


Temps and Positions sont mesurés avec 2 DAQ :
→ Synchronisation: problème!

Plusieurs combinaisons ont été testées :

- solutions temporaires ~ OK
- solutions définitives en 2017

Vitesse

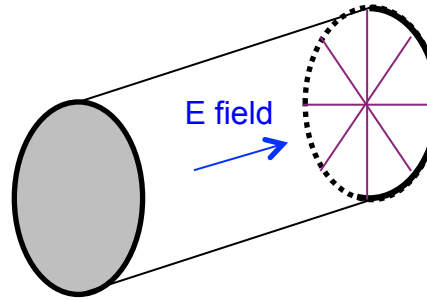


- Spectres mesurés et simulés sont très semblables
- Mesure de la distance a le même effet sur la simulation et les données

MESURE DE LA CHARGE ET DE L'ENERGIE

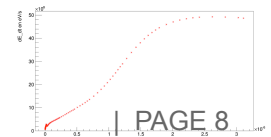
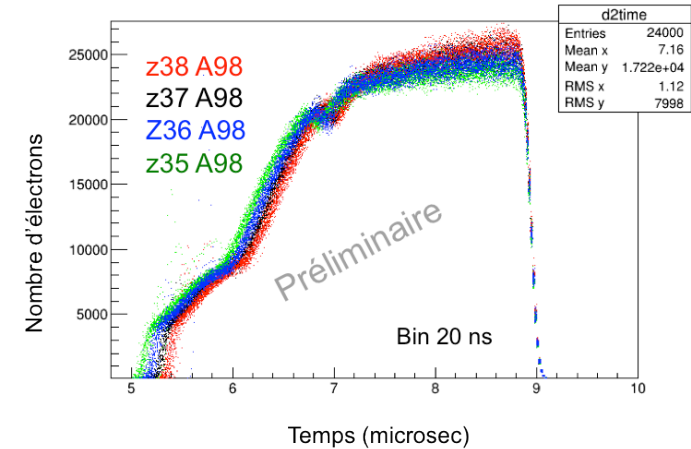
Chambre à ionisation axiale

- Mesure de profil ΔE et E
- Grand angle solide
- Fenêtre d'entrée mince
- Peu de zones mortes
- $\sigma_E \sim 1\%$



Simulation

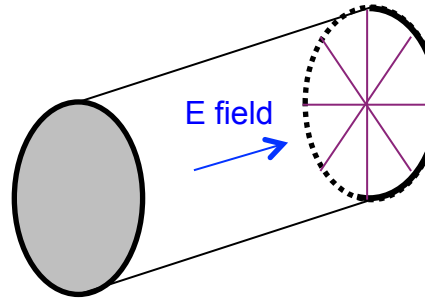
- dE vs position
- transformation \rightarrow #électrons
- transport électrons \rightarrow anode



MESURE DE LA CHARGE ET DE L'ENERGIE

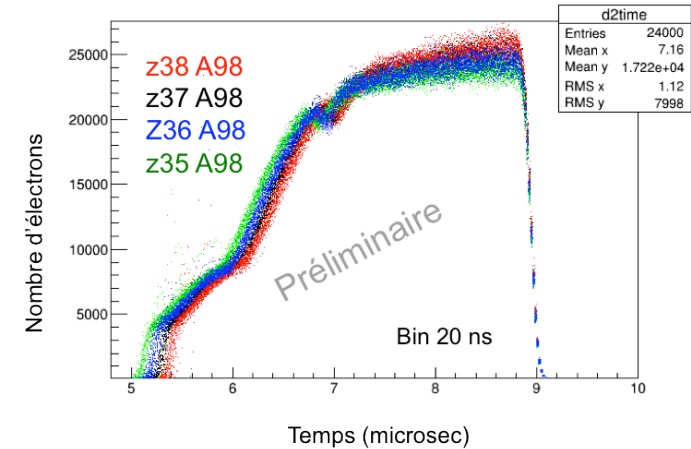
Chambre à ionisation axiale

- Mesure de profil ΔE et E
- Grand angle solide
- Fenêtre d'entrée mince
- Peu de zones mortes
- $\sigma_E \sim 1\%$

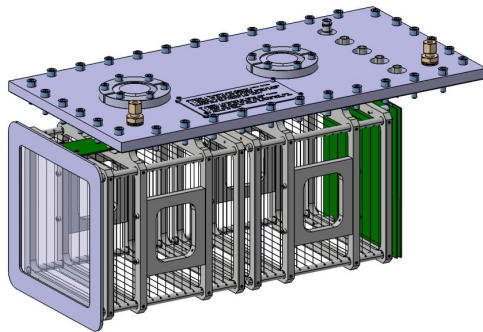


Simulation

- dE vs position
- transformation \rightarrow #électrons
- transport électrons \rightarrow anode

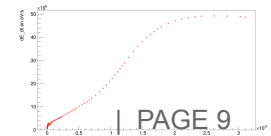
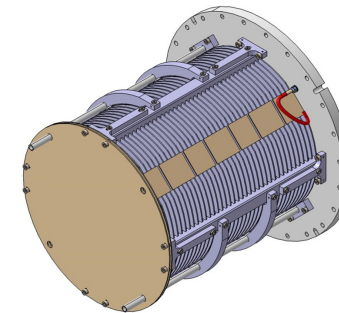


LPC : SACHA (2014-2015)



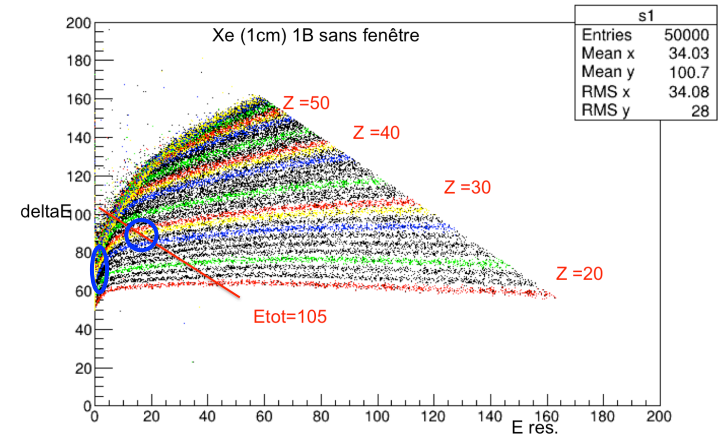
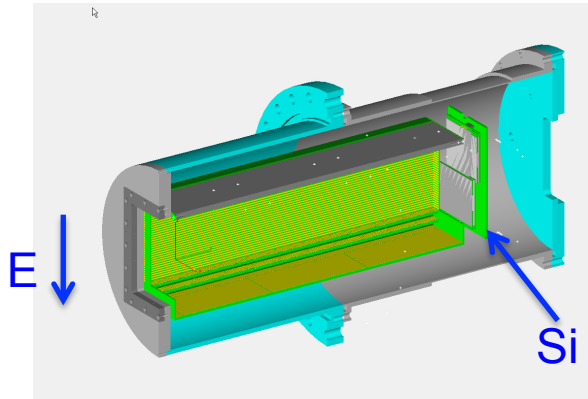
Abandon du prototype juin 2015

Conception nouveau prototype : CALIBER



MESURE DE LA CHARGE ET DE L'ENERGIE AVEC MINIHARPEE

MiniHarpee (Ganil) a été utilisée en attendant **SACHA**

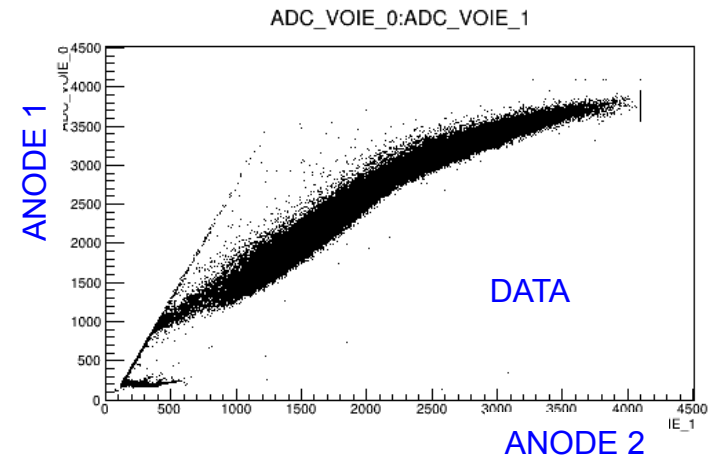


Simulations ont confirmé :

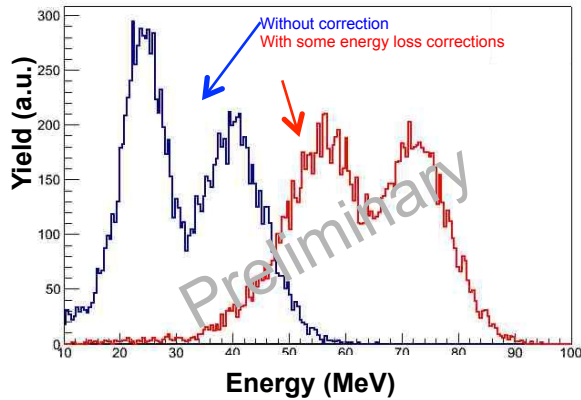
- **PAS** possible d'identifier les charges des fragments légers
- Seule l'information **ENERGIE** a été utilisée

MAIS

la masse finale peut être reconstruite en utilisant l'hypothèse UCD (unchanged charge density) !



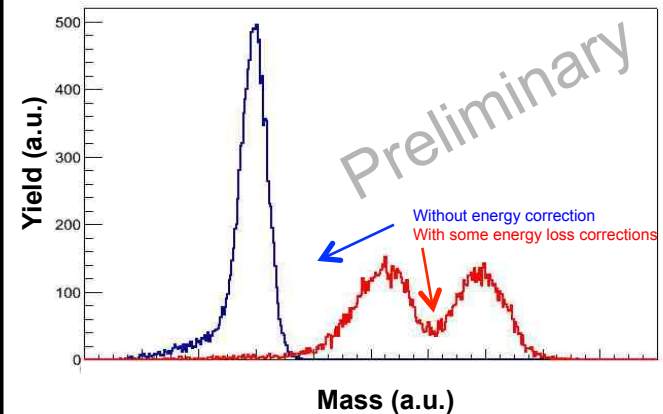
Energie



Cf fragment energy distribution.

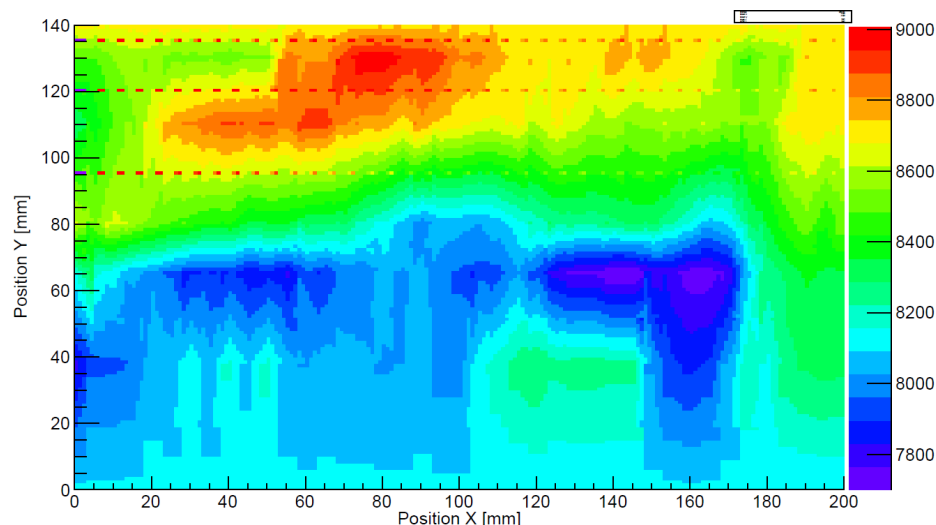
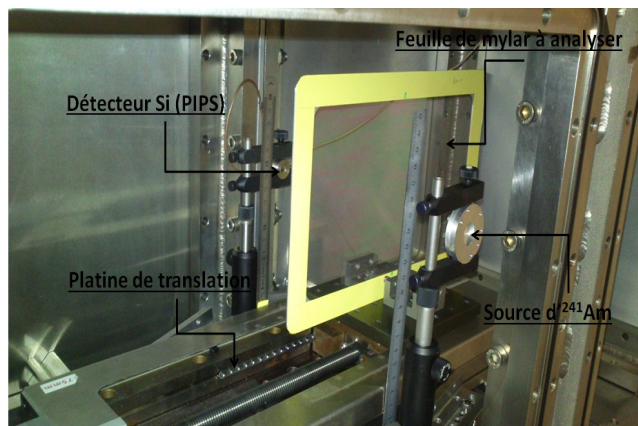
Processus itératif (masse, charge, énergie)

Masse



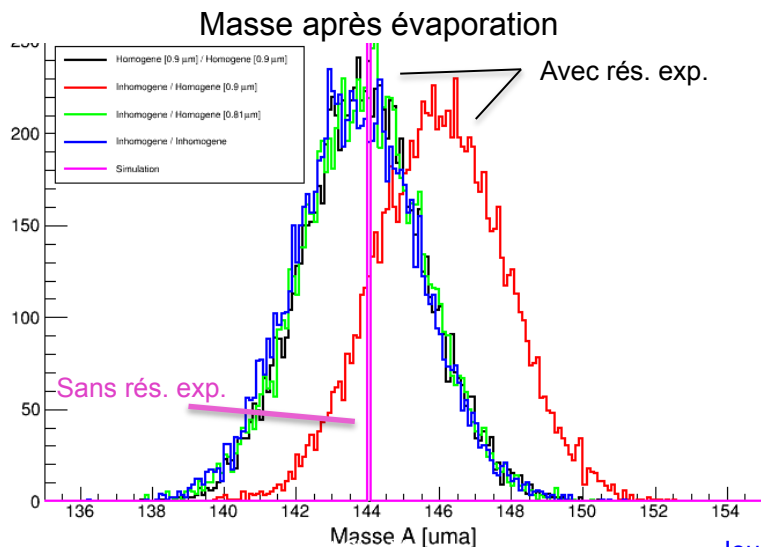
Cf fragment mass distribution.

Reconstruction du profil en épaisseur de la feuille de mylar:



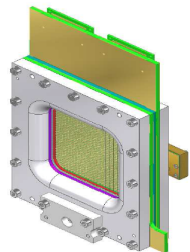
Épaisseur en [Å]

Épaisseur de la feuille de mylar
en fonction de ses coordonnées (X,Y)

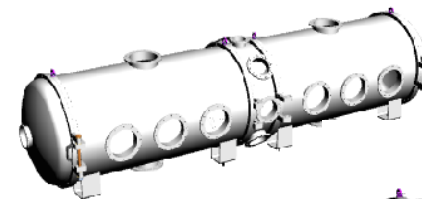
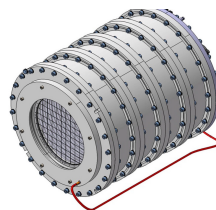
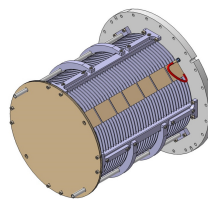
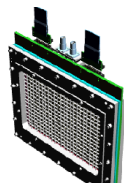


**Toutes les feuilles émissives
devront être caractérisées !**

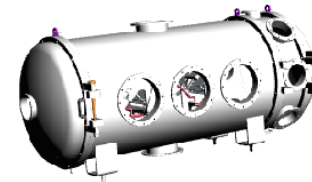
RÉORGANISATION DU PROJET À L'IRFU (MAI 2015)



Détecteurs
TOF : Irfu/Ganil
Chlo : LPC/Irfu

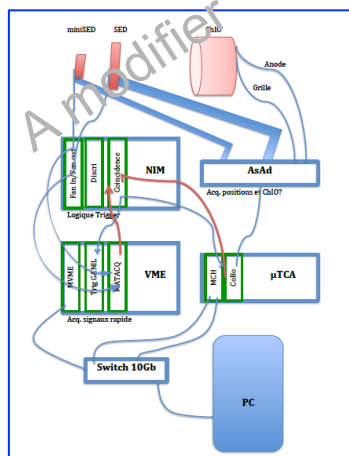


Chambres
à réaction

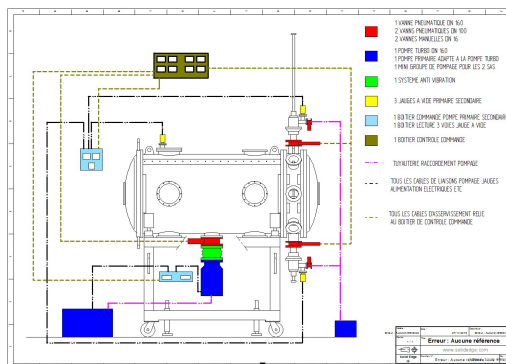


But : être prêt pour une expérience NFS dès démarrage (commissioning?) → 2017

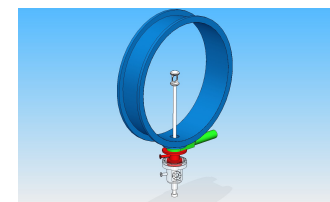
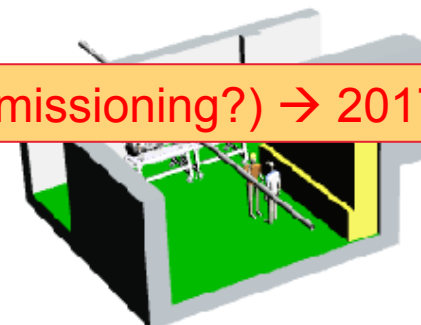
Acquisition



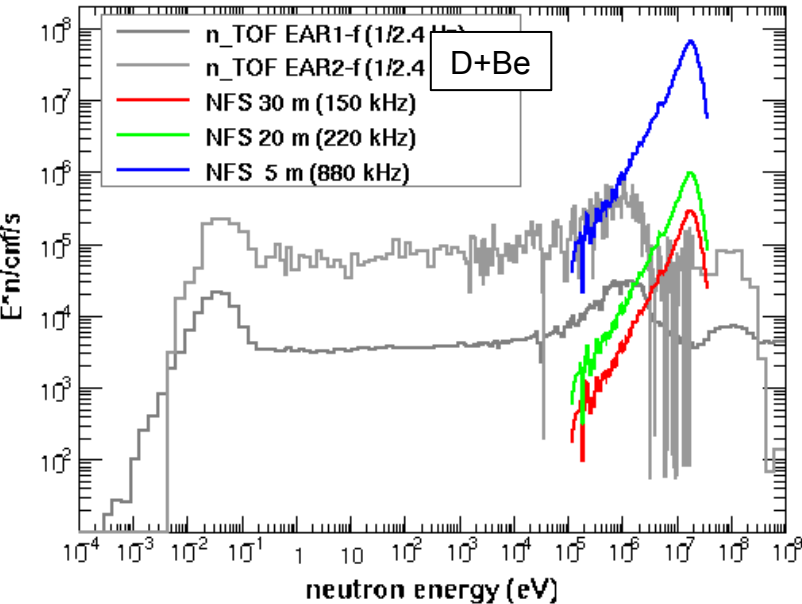
Pompes/ Régulation
Irfu/Ganil



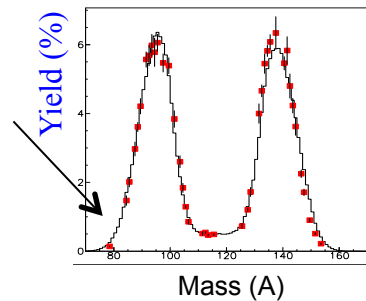
Implantation à NFS



EXPERIENCE À NFS



500 coups pour $Y(A) = 1\%$



Cible

$R = 2 \text{ cm}$

$dx = 150 \mu\text{g}/\text{cm}^2$

$\sigma \sim 1\text{b}$

$\varepsilon \sim 0.7\%$ de 4π

Max. flux (50 μA of D (40MeV))

^{235}U	NFS (5m, 5MeV, 1MeV bin)	NFS (5m, 0.5MeV 1MeV bin)
Durée Expérience (UT)	25 (9 jours)	65 (23 jours)

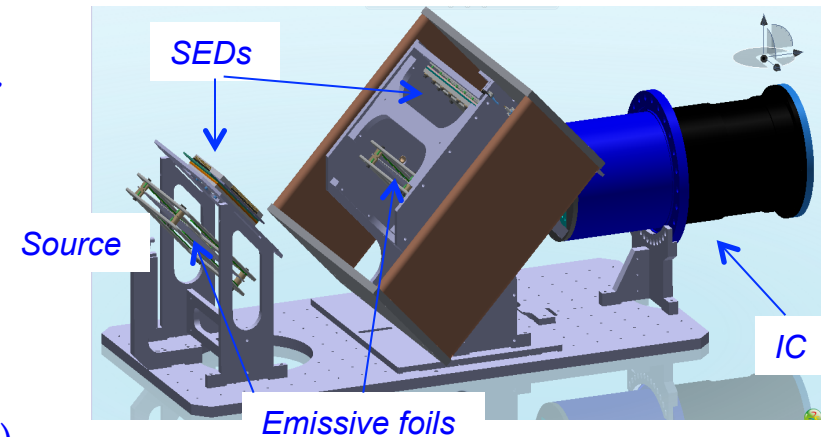
- Workshop NFS Avril 2014 : temps de faisceau demandé pour FALSTAFF trop important
→ possibilité de se combiner deux expériences?
- PAC NFS juin 2016

FALSTAFF : BILAN ET PERSPECTIVES

2014-15 :

- Détecteurs TOF → performances OK (temps and position)
- Chambre à ionisation axiale → nouveau design
- Conception chambre à réaction → presque terminée
- Electronique et acquisition → définis
- Détecteurs TOF finaux → conception terminée

One arm of FALSTAFF



2016

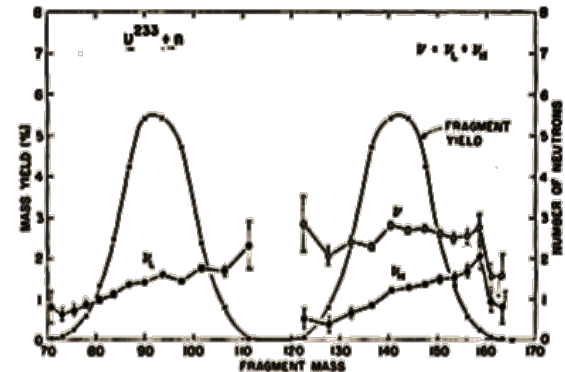
- Test (source et faisceaux) de la *nouvelle chambre axiale* (livraison attendue Mars 2016)
- Test détecteurs TOF finaux
- Intégration d'un bras complet dans la nouvelle chambre à réaction

2017

- Test d'un bras avec des ions
- Expérience à NFS avec 1 bras
(EV : masse finale des fragments)

2018

- Expérience à NFS avec 2 bras
(2V et 2EV : masses initiales et finales des fragments)



for ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{237}Np , ^{239}Pu ...

Achats effectués ont été adaptés au financement obtenu

2013 :

Irfu : 22 k€ (détecteurs + pompe → M.O. postdoc + électronique)

GANIL : 0

LPC : 10 k€ (PM + acquisition + alim → tout acheté)

2014

Irfu : 12 k€ (asad + châssis microTCA → asad achetée, microTCA en commande)

GANIL : 10 k€ (mutant + cobo → tout acheté)

LPC : 0

2015 :

Irfu : 12.5 k€ (ch. réac et détecteur tof → commande méca nouveaux tof + commandes à venir)

GANIL : 12.5 k€ (détecteur tof → pompe sèche +régul. gaz)

LPC : 0

Merci