

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

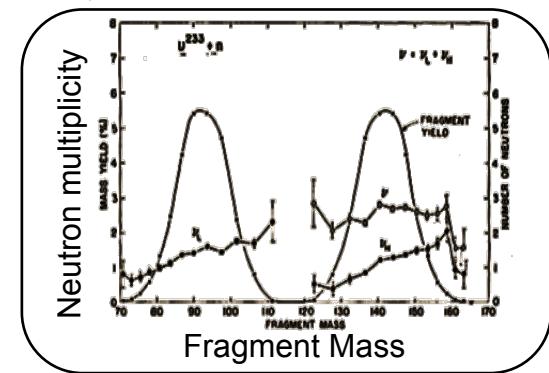
FALSTAFF

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

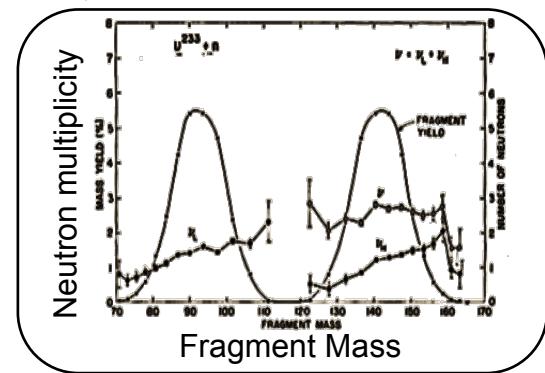
FALSTAFF

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 :

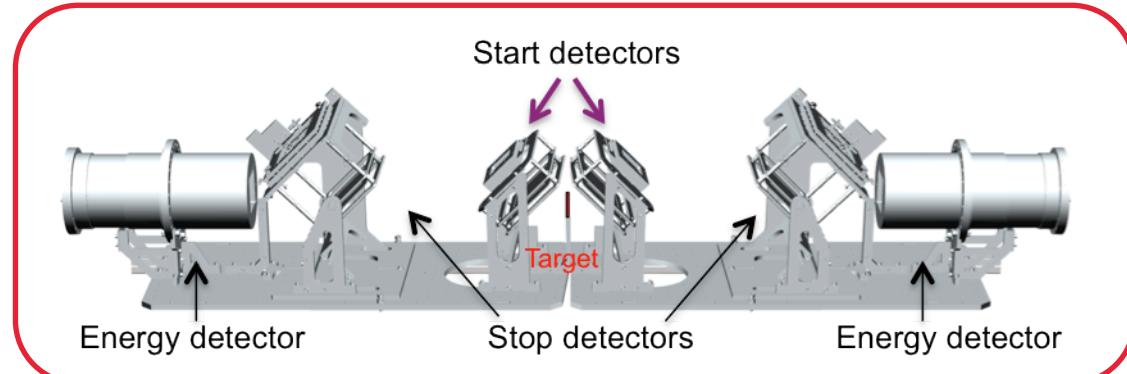
^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{237}Np , ^{239}Pu ...



- 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



SIMULATIONS

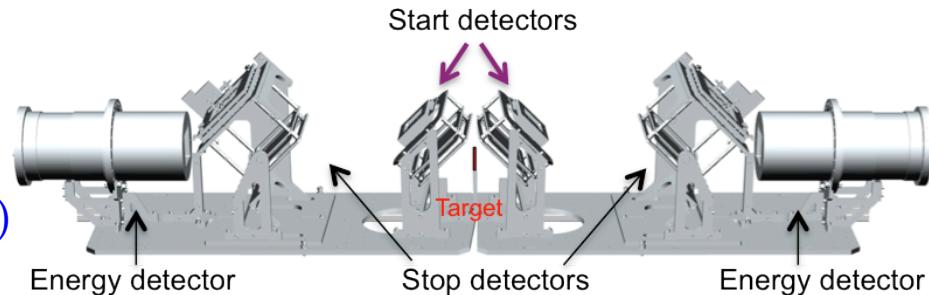
GEANT4

➤ Simulations:

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

➤ Analyse :

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



SIMULATIONS

GEANT4

➤ Simulations:

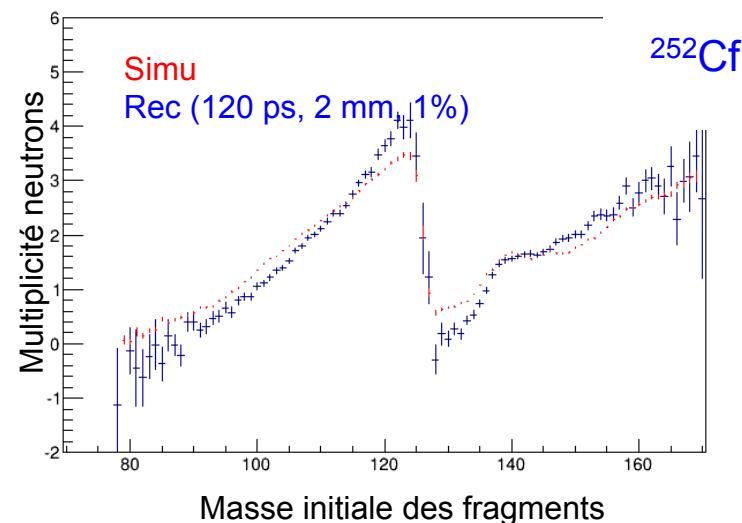
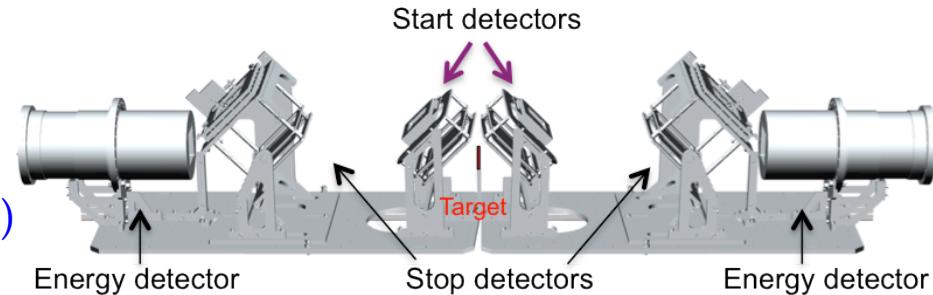
- Fission : code GEF
- Géométrie
- Matériaux (pertes d'énergie, stragglings)

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

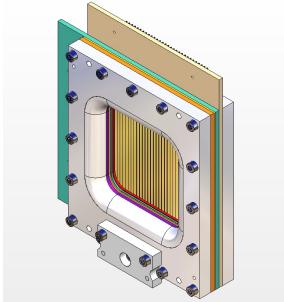


Dispositif expérimental proposé capable de fournir des données de qualité

DÉTECTEURS TOF : SED-MWPC (GANIL AND IRFU)

2013

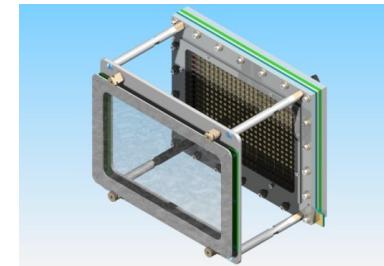
START



MiniSED
surface active de $70 \times 70 \text{ mm}^2$
(*25x29 channels*)

Résolutions spatiales
 $X \sim 2,0 \text{ mm}$
 $Y \sim 2,2 \text{ mm}$

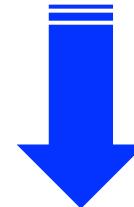
STOP



SED
Surface active de $200 \times 140 \text{ mm}^2$
(*68 x 48 channels*)

Résolutions spatiales
 $X \sim 1.9 \text{ mm}$
 $Y \sim 2.5 \text{ mm}$

Résolution temporelle 120-140 ps



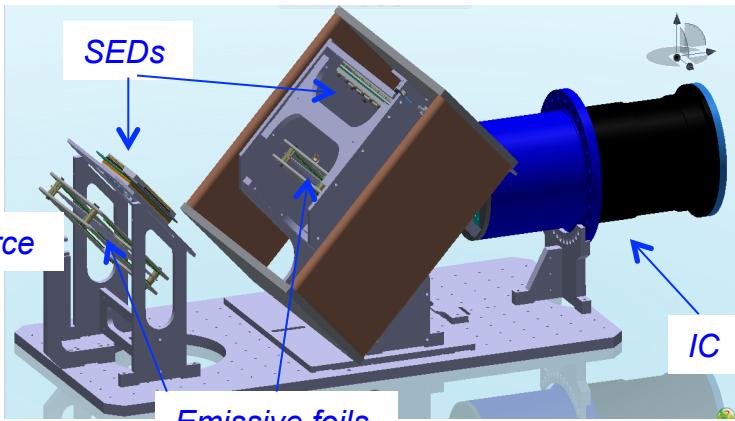
Performances OK

Mesure des distributions de vitesses

DÉTERMINATION DE LA VITESSE

2014-15

Mise en place d'un bras (2013)

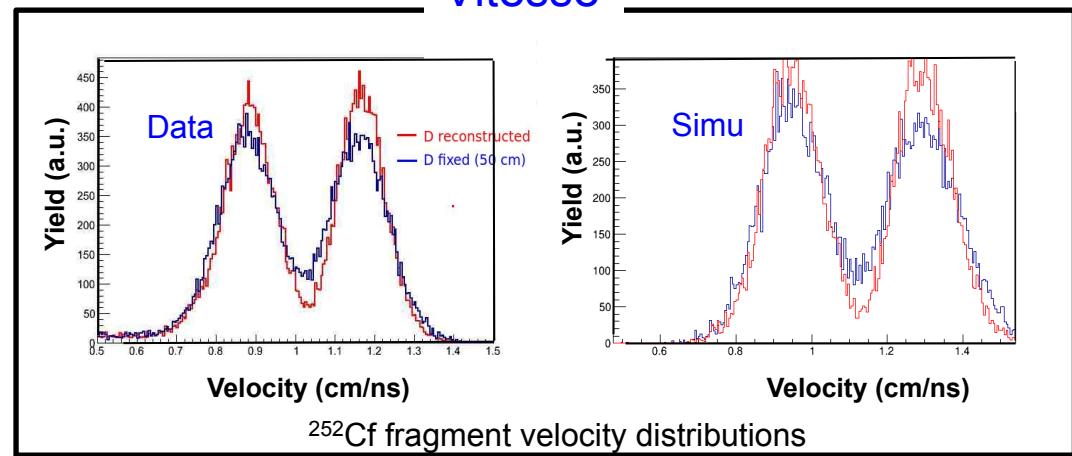


Temps and Positions sont mesurés avec 2 DAQ :
→ Synchronisation: problème!

Plusieurs combinaisons ont été testées :

- solutions temporaires ~ OK
- solutions définitives en 2017

Vitesse

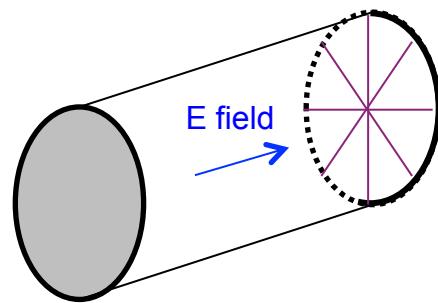


- Spectres mesurés et simulés sont très semblables
- Mesure de la distance a le même effet sur la simulation et les données

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
- $\sigma_E \sim 1\%$

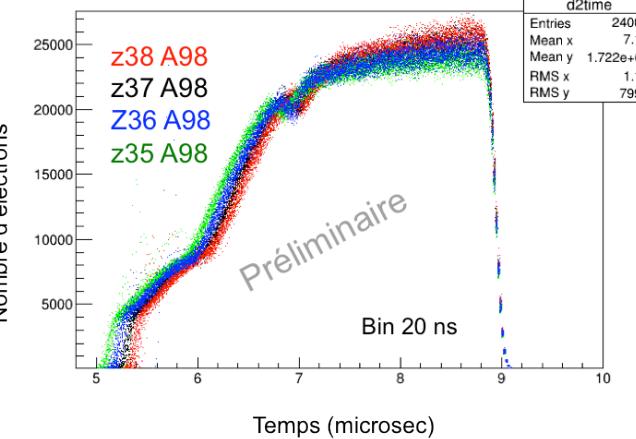


Simulation

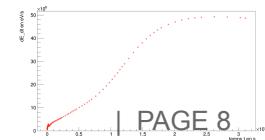
- dE vs position
- transformation \rightarrow #électrons
- transport électrons \rightarrow anode



Nombre d'électrons



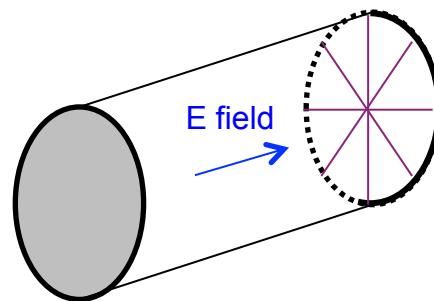
Temps (microsec)



MESURE DE LA CHARGE ET DE L'ENERGIE

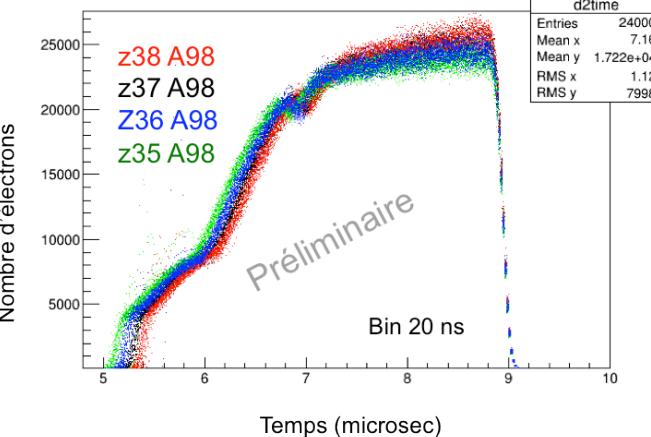
Chambre à ionisation axiale

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

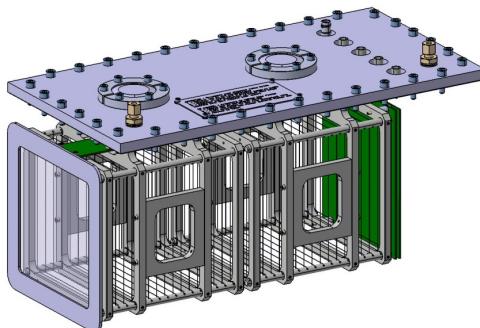


Simulation

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

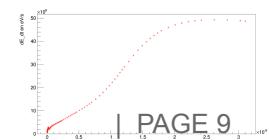
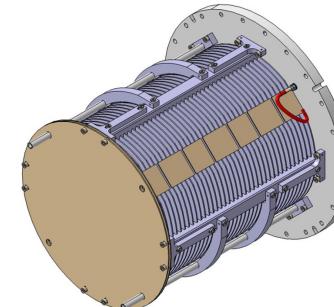


LPC : SACHA (2014-2015)



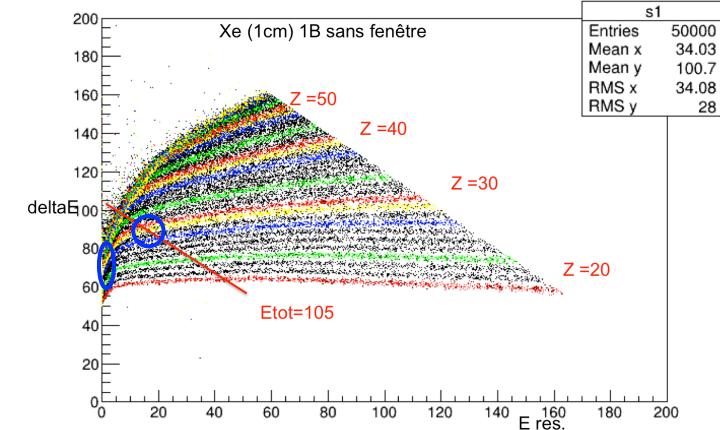
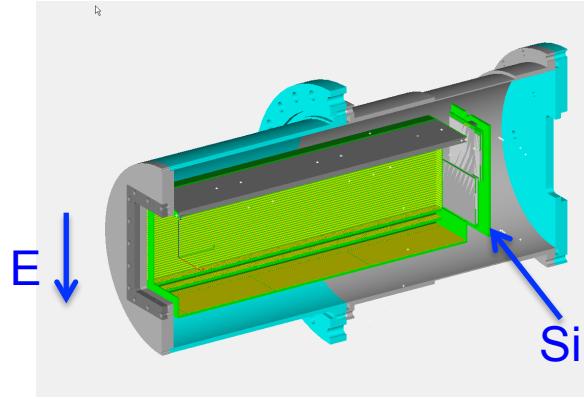
Abandon du prototype juin 2015

Conception nouveau prototype : CALIBER



MESURE DE LA CHARGE ET DE L'ENERGIE AVEC MINIHARPEE

MiniHarpee (Ganil) a été utilisée en attendant SACHA

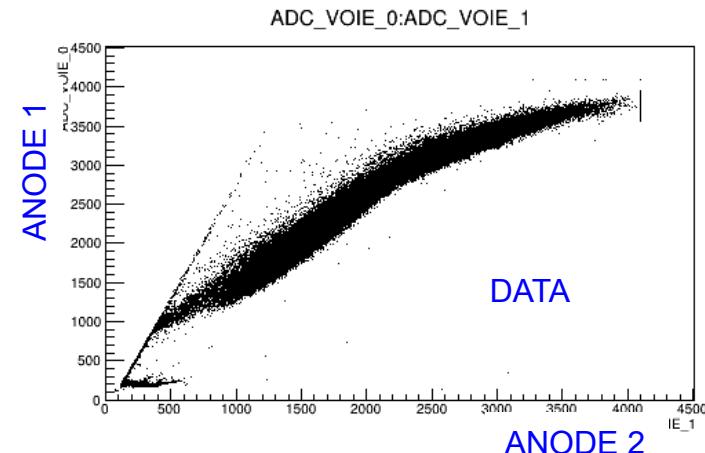


Simulations ont confirmé :

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

MAIS

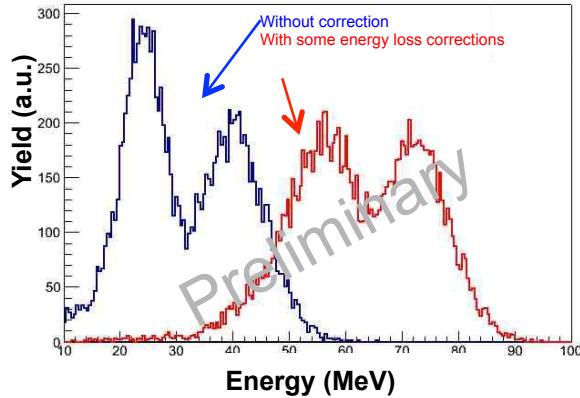
la masse finale peut être reconstruite en utilisant l'hypothèse UCD (unchanged charge density) !



RESULTATS PRELIMINAIRES

2015

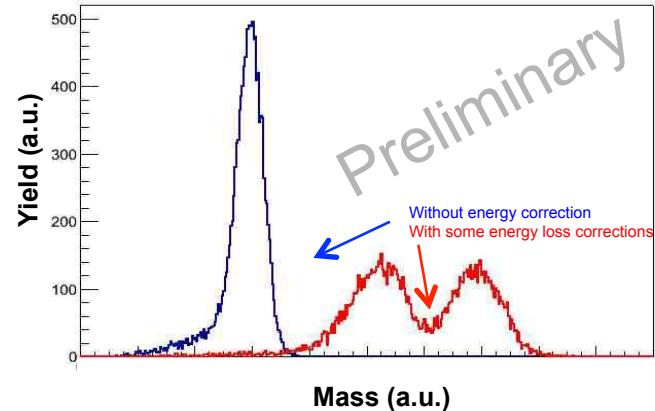
Energie



Cf fragment energy distribution.

Processus itératif (masse, charge, énergie)

Masse

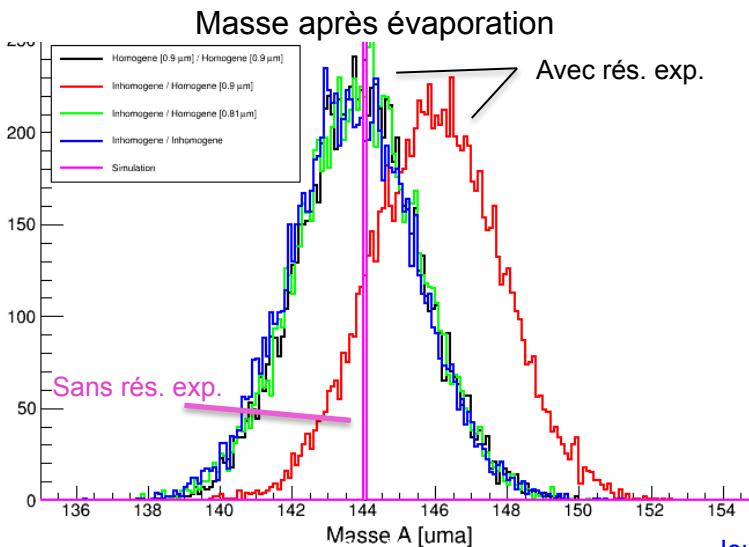
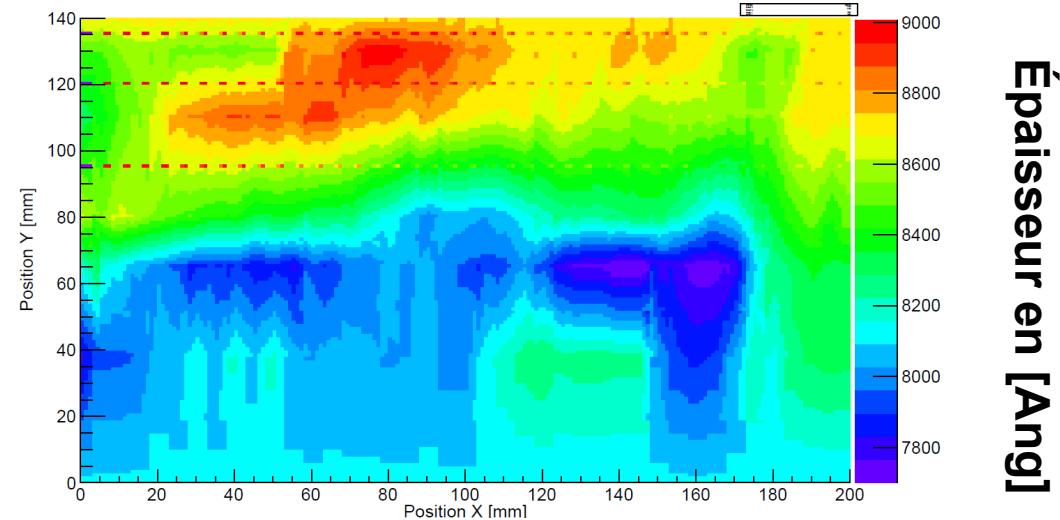
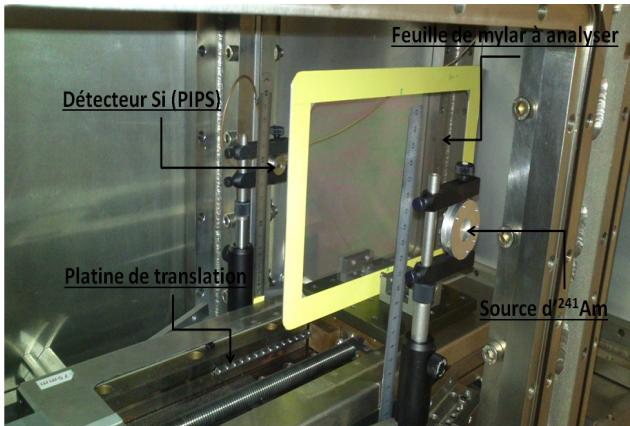


Cf fragment mass distribution.

FEUILLES EMISSIVES DES DETECTEURS TOF

L. Thulliez

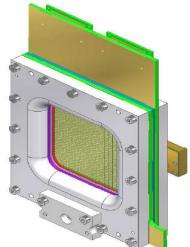
Reconstruction du profil en épaisseur de la feuille de mylar:



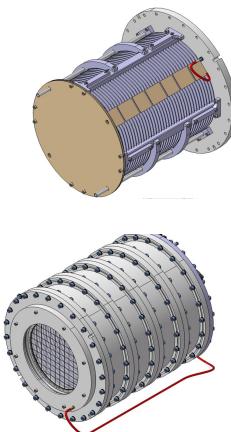
Epaisseur de la feuille de mylar
en fonction de ses coordonnées (X,Y)

Toutes les feuilles émissives
devront être caractérisées !

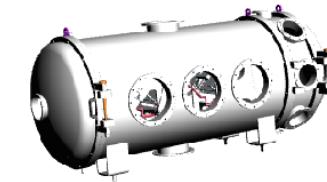
RÉORGANISATION DU PROJET À L'IRFU (MAI 2015)



Détecteurs
TOF : Irfu/Ganil
Chlo : LPC/Irfu

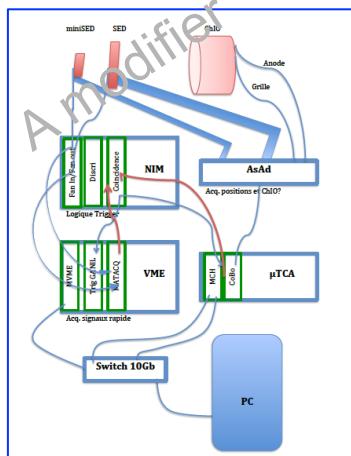


A detailed 3D CAD rendering of a cylindrical industrial component, likely a heat exchanger or pipe assembly. It features a central vertical cylinder with several horizontal ports and flanges attached at different angles. The surfaces are metallic and reflective, with some areas showing signs of wear or discoloration.

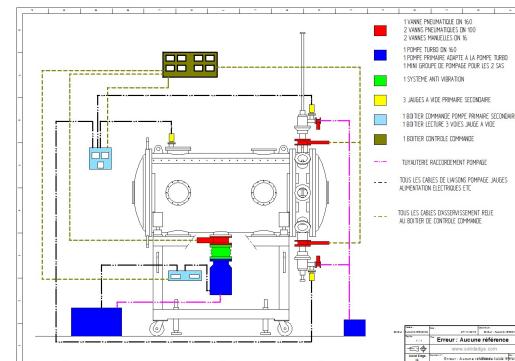


But : être prêt pour une expérience NFS dès démarrage (commissioning?) → 2017

Acquisition



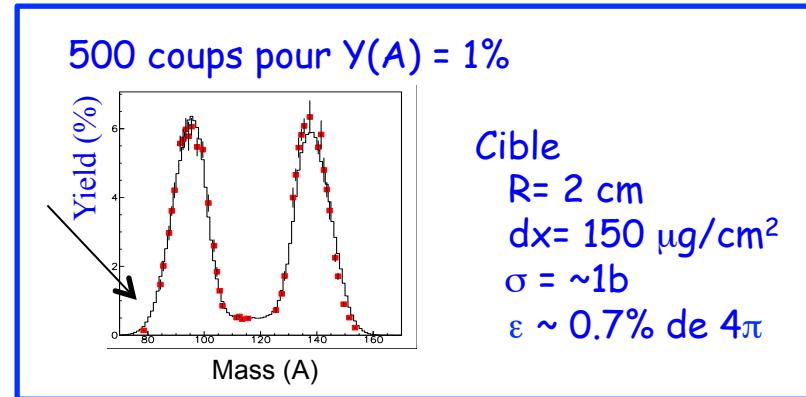
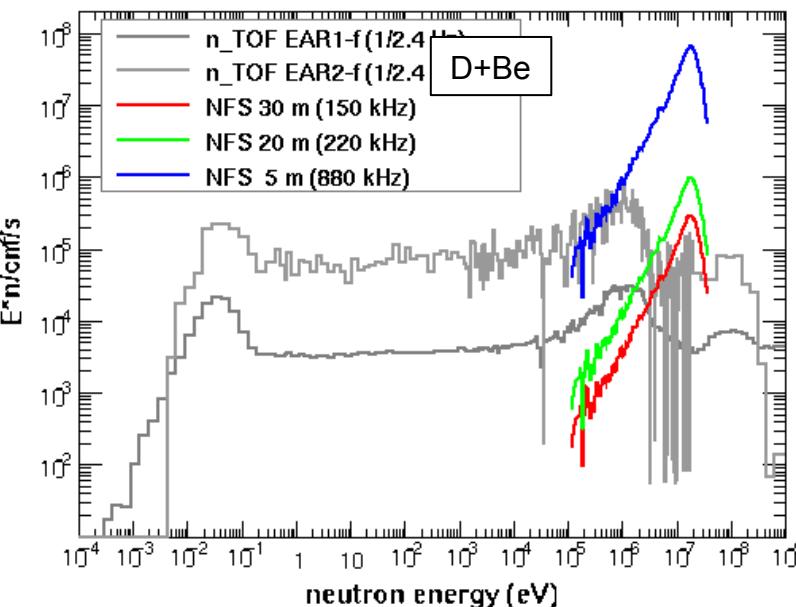
Pompes/ Régulation Irfu/Ganil



Implantation à NFS



EXPERIENCE À NFS



Max. flux (50 pμA 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)

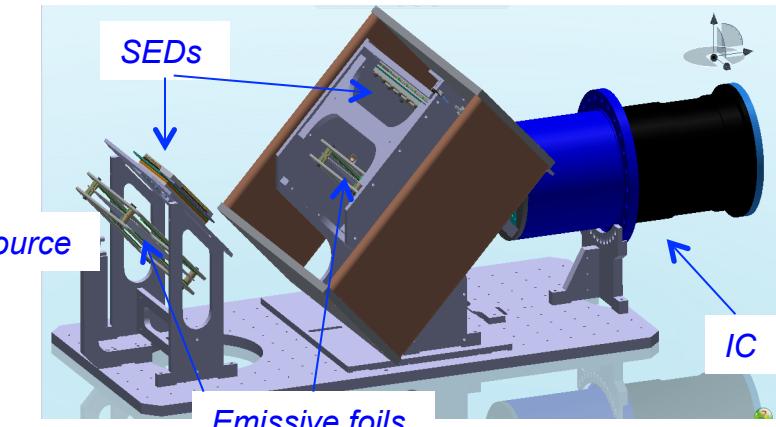
- Workshop NFS Avril 2014 : temps de faisceau demandé pour FALSTAFF trop important
→ possibilité de se combiner deux expériences?
- PAC NFS juin 2016

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
- Électronique et acquisition → définis
- DéTECTEURS TOF finaux → conception terminée

One arm of FALSTAFF



2016

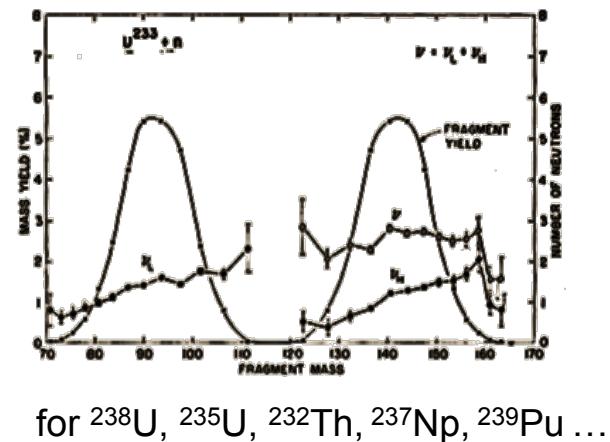
- Test (source et faisceaux) de la **nouvelle chambre axiale** (livraison attendue Mars 2016)
- Test détecteurs TOF finaux
- Intégration d'un bras complet dans la nouvelle chambre à réaction

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)



FINANCEMENT NEEDS

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