



Etude et simulation de la détection des particules chargées en coïncidence avec les gammas

Aurélie VANCRAEYENEST
Groupe Matière Nucléaire, IPN-Lyon
Directeur de Thèse : Pr Daniel GUINET



Sommaire

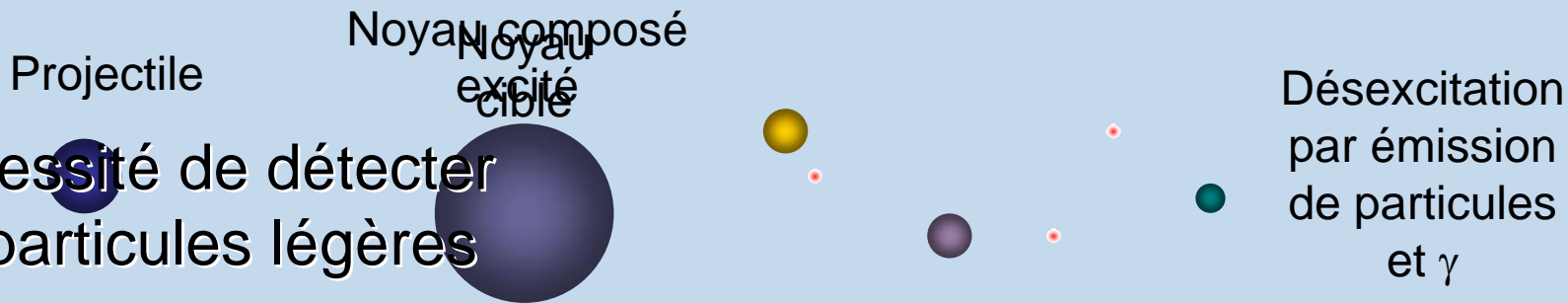
- Contexte
- Les outils
 - EvapOR et GammaWare
 - Geant4 et Root
- Simulation d'une réaction
 - Fusion évaporation
 - Particules légères chargées et Gammas
 - Détection par AGATA
- Conclusions et perspectives

Contexte

- Axe de recherche: caractérisation de noyaux par réactions de fusion-évaporation
 - Utilisation de faisceaux radioactifs: SPIRAL1 et 2
 - Nécessité de détection des particules légères chargées et gammas en coïncidence
- Objectifs de la thèse:
 - Valider les outils de simulations: EvapOR-GW-Geant4
 - Simuler et préparer les expériences à venir
 - Développement d'un ancillaire spécifique aux PLC

Réaction de fusion-évaporation

- Réaction de fusion-évaporation étudiée en expérience

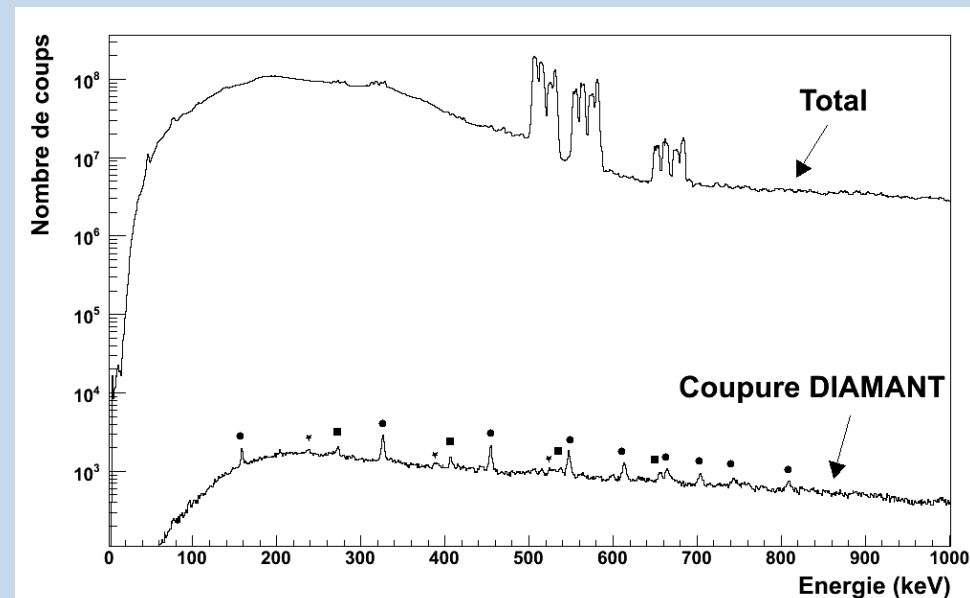


- Nécessité de détecter les particules légères

- S'affranchir du bruit radioactif

- Et les gammas efficacement

- Sélectionner les voies de désexcitation
- Obtenir les propriétés des noyaux



Les outils :

EvapOR et GammaWare

➤ EvapOR

Entrée: noyau cible, noyau projectile, énergie

- Noyau composé et ses caractéristiques
- Voies de désintégration résidus d'évaporation
- Particules légères générées

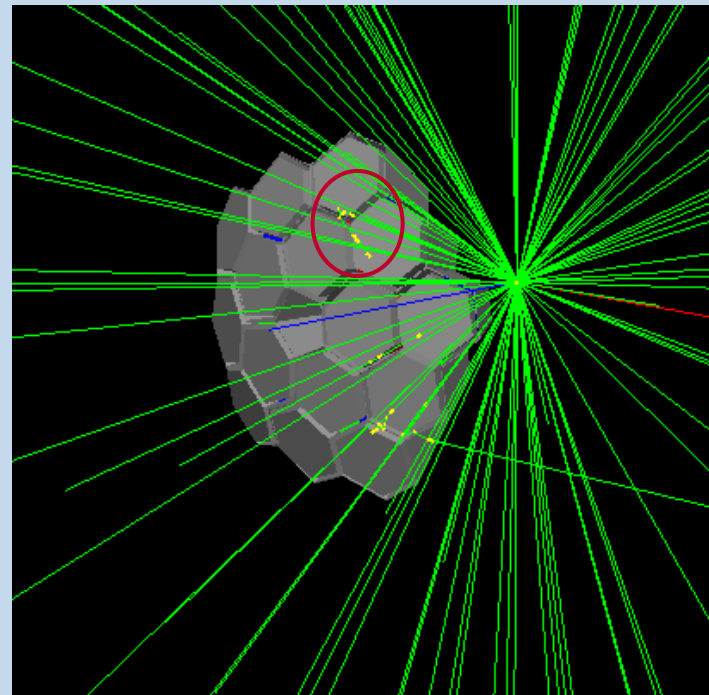
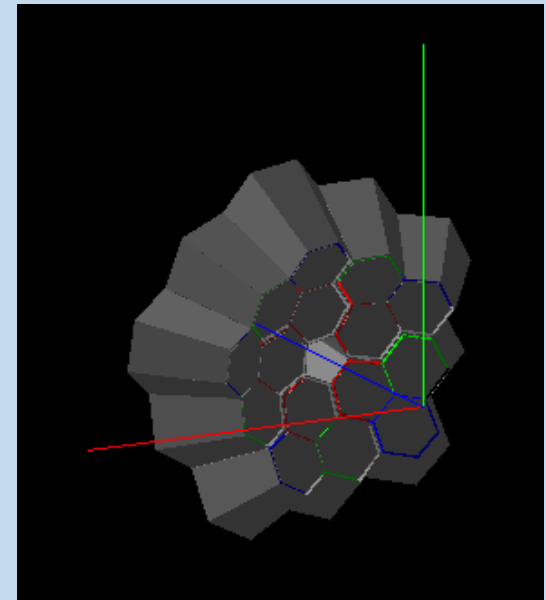
➤ GammaWare

Entrée: Schéma de niveau d'un noyau

- Cascade de gamma parmi les voies possibles
- Spectres conditionnés par la sélection de voies de désexcitation

Les outils : Geant4 et Root

- Geant4:
 - Ecrit en C++
 - Simulation de détecteur...
géométrie, matériau, etc...
 - ...Pour la physique
Interaction particules-
matière
- Root:
 - Ecrit en C++
 - Environnement orienté
objet pour l'analyse des
données



Simulation d'une réaction : résidus et particules légères

➤ Réaction:



➤ EvapOR:

➤ Résidus d'évaporation

➤ Sections efficaces

⇒ Entrée cascade de γ

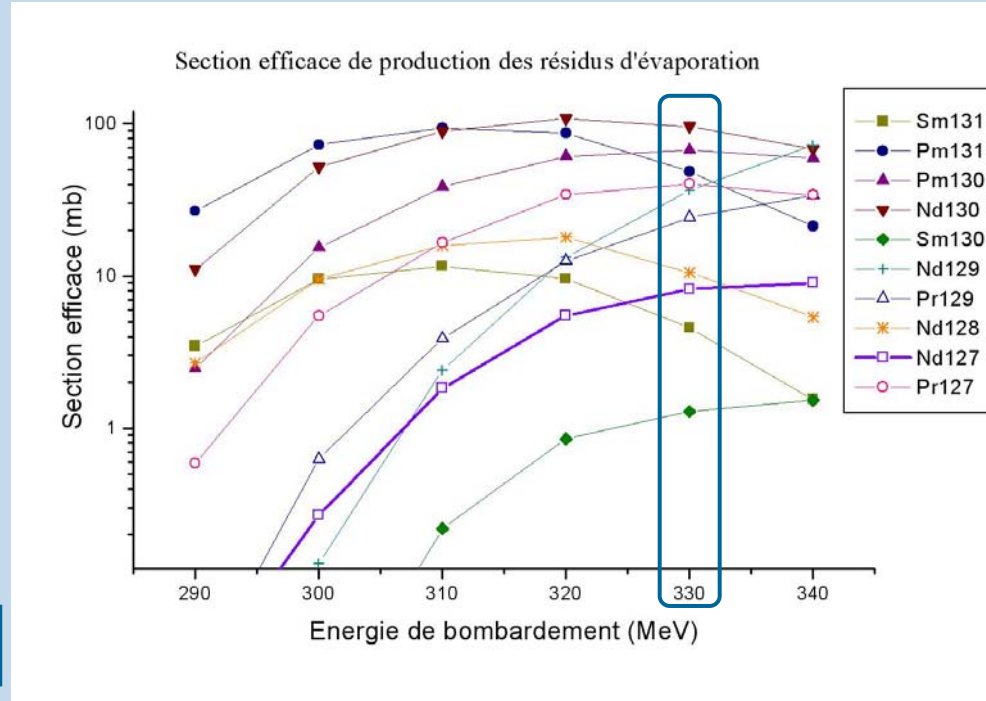
➤ À 330 MeV

$^{130}\text{Nd} > ^{130}\text{Pm} > ^{131}\text{Pm} > ^{127}\text{Pr}$

➤ Expérience E404aS à 330 MeV

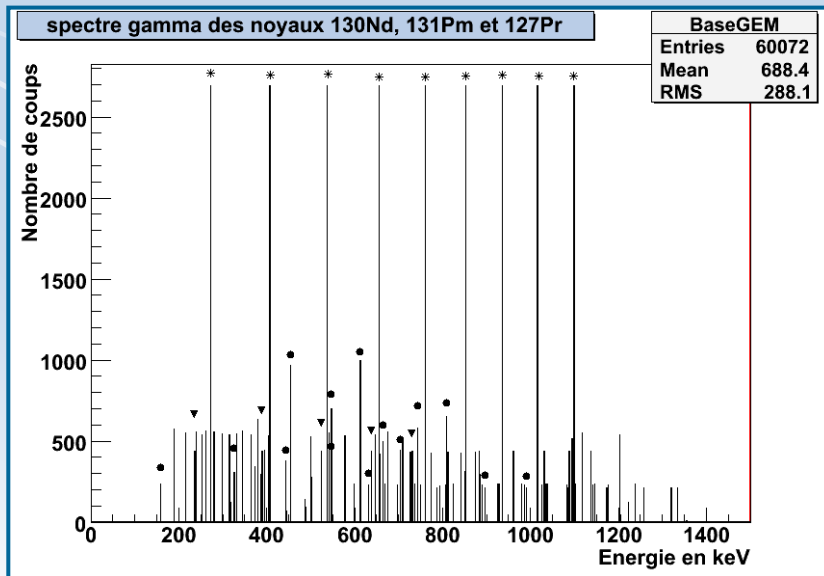
$^{130}\text{Nd} > ^{130}\text{Pm} > ^{127}\text{Pr}$

➤ **Génération d'évènements réalistes de type évaporatifs**

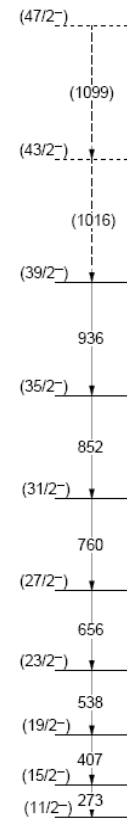


Simulation d'une réaction : génération de gamma

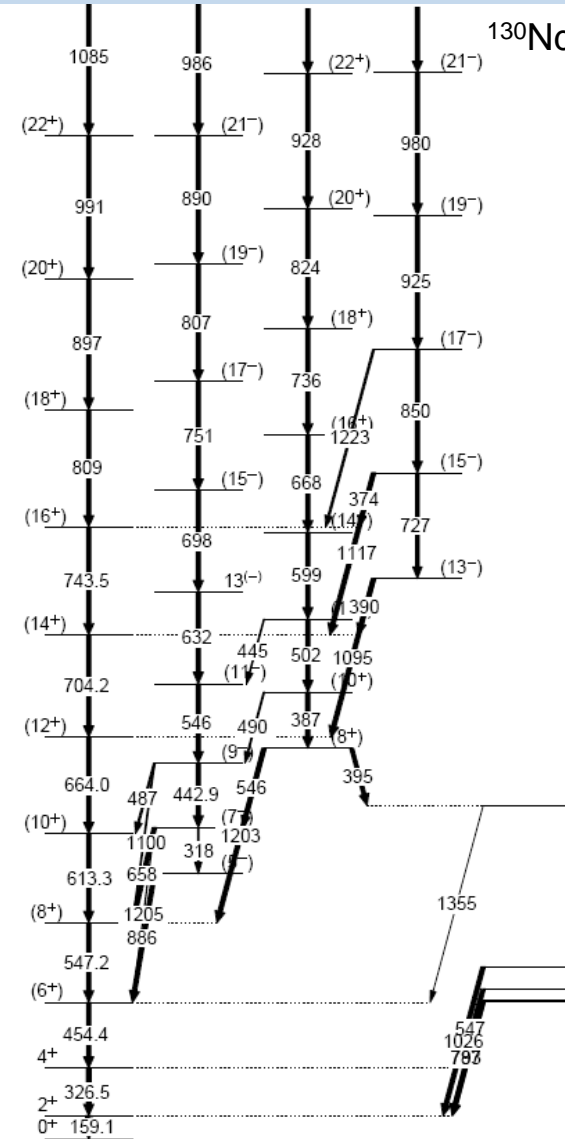
- Schéma de niveau expérimental de chaque résidus
- Sections efficaces des différents noyaux résiduels
- Moment angulaire et énergie
- ⇒ Génération des gammas



^{131}Pm



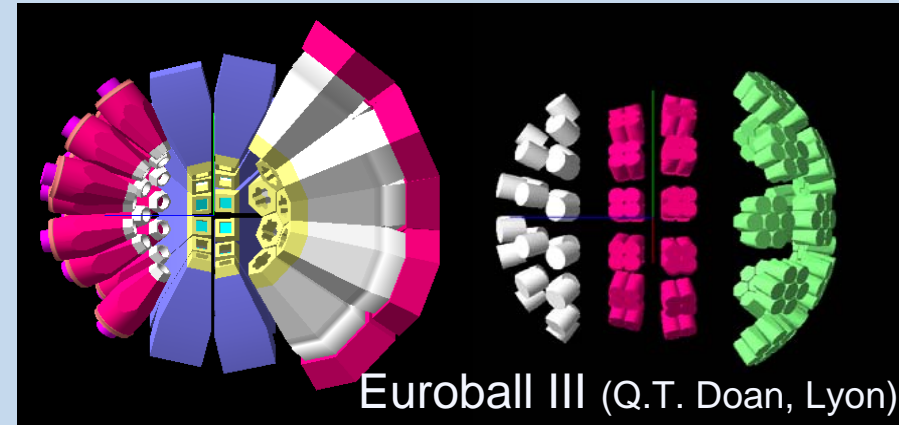
^{130}Nd



AGATA : spectromètre 4π

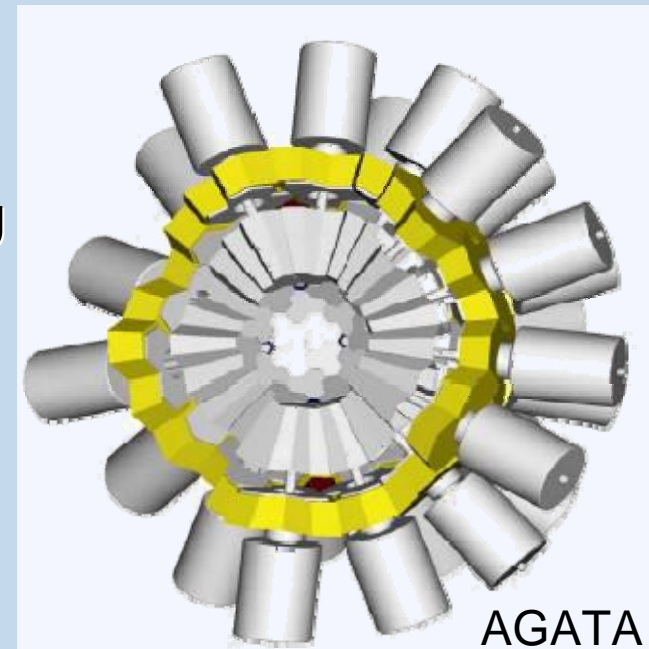
➤ Aujourd'hui :

- Rejection anti-Compton par enceinte BGO
- ⇒ Angle solide de Ge: 2π
- Segmentation faible
- ⇒ Élargissement Doppler des pics



➤ Demain: AGATA

- Reconstruction par algorithme de tracking
- ⇒ Plus d'enceinte BGO
- ⇒ Angle solide Ge $\approx 4\pi$
- 36 segments par cristal
- ⇒ Réduction de l'élargissement Doppler



Simulation d'une réaction :

Simulation de la détection par AGATA

➤ AGATA:

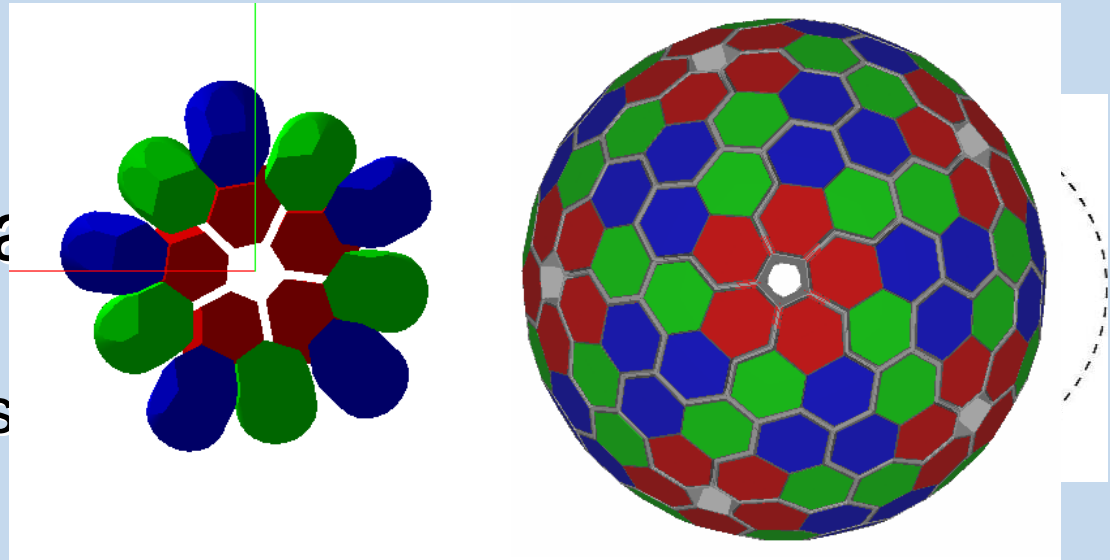
- Détecteur multisegmenté gamma
- Reconstruction des évènements par algorithmes

➤ Différentes configurations possibles:

- Démonstrateur : 5 triples clusters
- 1 Pi, 4 Pi ...
- Ancillaires

➤ Tracking gamma

- Reconstruction
- Et des énergies



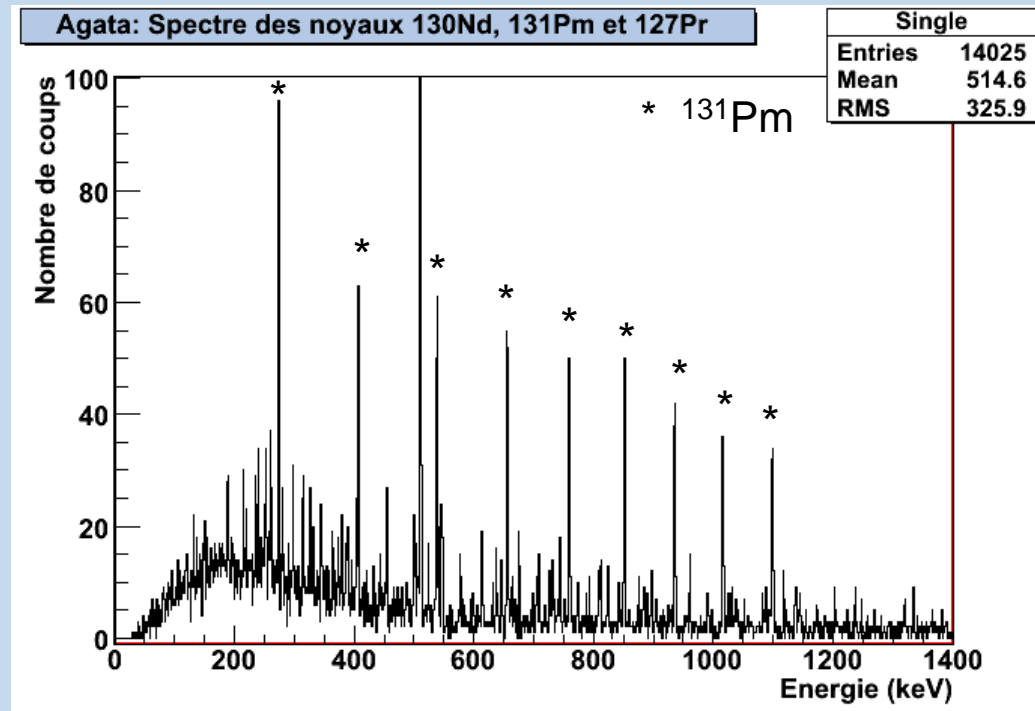
AGATA Démonstrateur

AGATA 4 pi

Simulation d'une réaction :

Simulation de la détection par AGATA

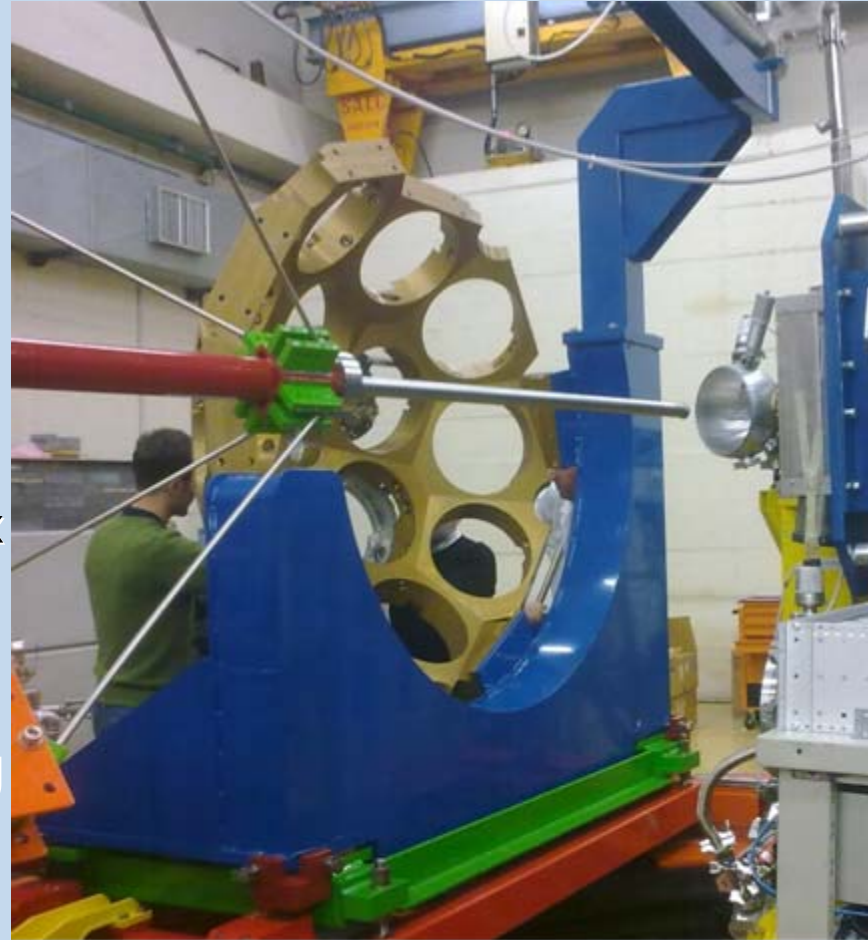
- Spectre simulé:
 - résidus les plus produits
 - AGATA Démonstrateur
- ⇒ Raies expérimentales
- ⇒ Domination de certains noyaux
- ⇒ Intensités d'un même résidus
- ⇒ Présence du 511 keV
- *Améliorations:*
 - *Améliorer les rapports d'embranchement des voies*
 - *Ne pas générer les γ de hautes énergies*



➤ ***Ensemble de simulation
EvapOR GW AGATA validé***

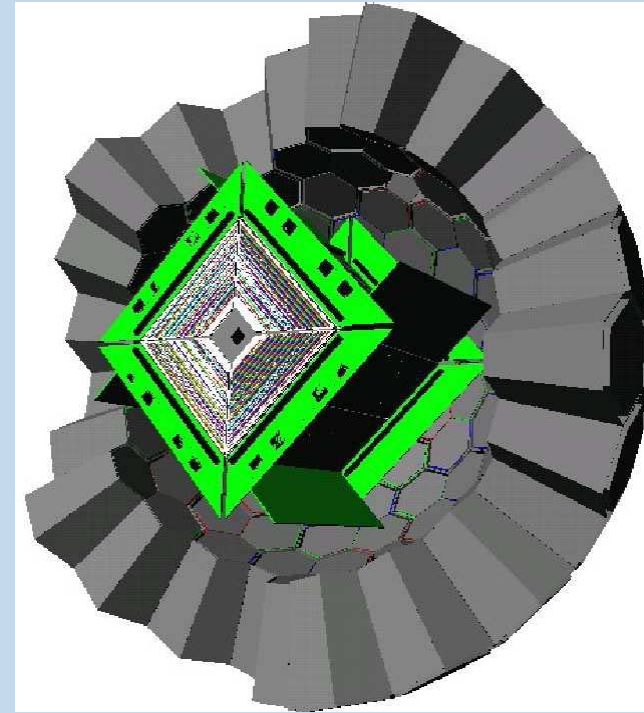
Conclusions

- Génération d'évènements réalistes:
 - Réaction de fusion-évaporation
 - Sections efficaces de production
 - Particules légères (p, d, alpha)
 - Cascade de gamma
 - Résidus et sections efficaces
 - Schémas de niveau expérimentaux
- Simulation de la détection des gammas
 - AGATA Démonstrateur + tracking
 - Toutes les raies expérimentales
 - Favorisation 'artificielle' de voies
 - Apparition d'un pic à 511 keV



Perspectives

- Génération d'évènements réalistes:
 - Cascade de gamma
 - Modifier les rapports d'embranchements
 - Introduire des conditions sur l'entrée dans le schéma de niveau
- Simulation de la détection
 - AGATA Démonstrateur + ancillaire + tracking
 - Introduire les particules légères dans les simulations
 - Ajouter un ancillaire pour la détection des PLC
 - Développer un ancillaire spécifique PLC
 - Faire des coïncidences entre gammas et particules légères



Merci pour votre attention