

Soutenance de thèse - Drouet Floriane

Titre de la thèse :

Spectroscopie gamma des noyaux $^{84,86}\text{Se}$, ^{83}As et ^{98}Y .

Directeur de thèse : THIAMOVA Gabriela

Encadrant de thèse : SIMPSON Gary



UNIVERSITÉ DE GRENOBLE



Laboratoire de Physique
Subatomique et de Cosmologie

Plan de la soutenance

□ Introduction

□ Expérience réalisée

- But de cette expérience
- Descriptif expérimental
- Techniques d'analyses

□ Analyse des noyaux $^{84,86}\text{Se}$ et ^{83}As

- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

□ Analyse du noyau ^{98}Y

- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

□ Conclusion

□ Perspectives

Plan de la soutenance

□ Introduction

□ Expérience réalisée

- But de cette expérience
- Descriptif expérimental
- Techniques d'analyses

□ Analyse des noyaux $^{84,86}\text{Se}$ et ^{83}As

- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

□ Analyse du noyau ^{98}Y

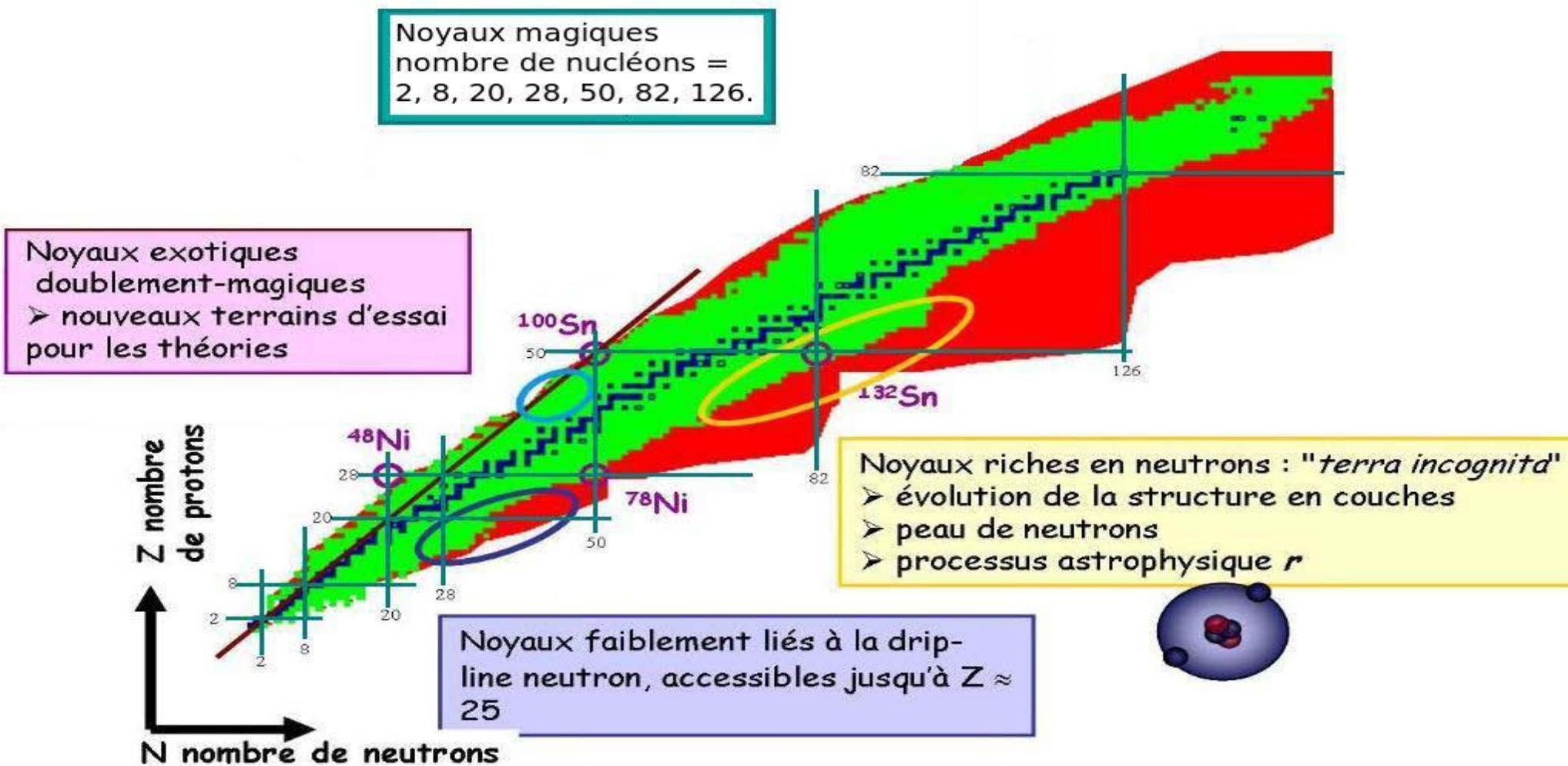
- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

□ Conclusion

□ Perspectives

Introduction

Buts : Etude de la **structure interne** du noyau atomique
+ détermination interaction nucléaire



Sujet de la thèse : Spectroscopie gamma des noyaux $^{84,86}\text{Se}$, ^{83}As et ^{98}Y .

Spectroscopie gamma : compréhension de l'interaction nucléon-nucléon loin de stabilité ou test des différents modèles et changements de forces nucléaires.

Etude la région proche de $N=50$:

Structures des états excités des noyaux autour de $N=50$ peu ou mal connus.

On cherche donc à déterminer :

- énergies des niveaux correspondants aux états excités à haut spin,
- présence ou non de changements de parité ou d'excitation de cœur ou de forme nucléaire.

Amélioration des connaissances de structure nucléaire **loin de la stabilité**
+ **interaction nucléaire**.

N=50

N=52

N=59

Z=39

Y88 106.65 d 4- * EC	Y89 64.10 h 1/2- EC	Y90 58.51 d 1/2- β-	Y91 3.54 h 2- β-	Y92 10.18 h 1/2- β-	Y93 18.7 m 1/2- β-	Y94 10.3 m 1/2- β-	Y95 5.34 s 0- β-	Y96 3.75 s (1/2-) β-	Y97 0.548 s (0-) β-	Y98 0.548 s (0-) β-	Y99 1.470 s (5/2+) β-	Y100 735 ms 1,-2- β-	Y101 448 ms (5/2+) β-
Sr87 9/2+ * 7.00	Sr88 0+ 82.58	Sr89 50.53 d 5/2+ β-	Sr90 28.78 y 0+ β-	Sr91 9.63 h 5/2+ β-	Sr92 2.71 h 0+ β-	Sr93 7.423 m 5/2+ β-	Sr94 75.3 s 0+ β-	Sr95 23.90 s 1/2+ β-	Sr96 1.07 s 0+ β-	Sr97 426 ms 1/2+ β-	Sr98 0.653 s 0+ β-	Sr99 0.269 s 3/2+ β-	Sr100 202 ms 0+ β-
Rb86 18.631 d 2- * EC,β-	Rb87 4.75E10 3/2- β- nos	Rb88 17.78 m 2- β-	Rb89 15.15 m 3/2- β-	Rb90 1.58 s 0- * β-	Rb91 58.4 s 3/2(-) β-	Rb92 4.492 s 0- β-	Rb93 5.84 s 5/2- β-	Rb94 2.702 s 3(-) β-	Rb95 377.5 ms 5/2- β-	Rb96 0.199 s 2+ β-	Rb97 169.9 ms 3/2(+) β-	Rb98 114 ms (1,0) * β-,β-2n,...	Rb99 50.3 ms (5/2+) β-
Kr85 10.756 y 9/2+ * β-	Kr86 0+ 17.3	Kr87 76.3 m 5/2+ β-	Kr88 2.84 h 0+ β-	Kr89 3.15 m (3/2+,5/2+) β-	Kr90 32.32 s 0+ β-	Kr91 8.57 s (5/2+) β-	Kr92 1.840 s 0+ β-	Kr93 1.286 s (1/2+) β-	Kr94 0.20 s 0+ β-	Kr95 0.75 s 1/2 β-	Kr96 0+ β-		
Br84 31.80 m 2- * β-	Br85 2.90 m 3/2- β-	Br86 55.1 s (2-) β-	Br87 55.60 s 3/2- β-	Br88 16.34 s (1,2-) β-	Br89 4.434 s (3/2-,5/2-) β-	Br90 1.910 s β-	Br91 0.541 s β-	Br92 0.343 s (2-) β-	Br93 102 ms (5/2-) β-	Br94 70 ms β-			
Se83 22.3 m 9/2+ * β-	Se84 3.1 m 0+ β-	Se85 31.7 s (5/2+) β-	Se86 15.3 s 0+ β-	Se87 5.29 s (5/2+) β-	Se88 1.53 s 0+ β-	Se89 0.41 s (5/2+) β-	Se90 β-						
As82 19.1 s (1+) * β-	As83 13.4 s (5/2-,3/2-) β-	As84 4.02 s 0+ β-	As85 2.021 s 0+ β-	As86 0.545 s 0+ β-	As87 0.48 s (3/2-) β-	As88 β-	As89 β-						
Ge81 7.6 s (9/2+) * β-	Ge82 4.60 s 0+ β-	Ge83 1.85 s (5/2+) β-	Ge84 966 ms 0+ β-	Ge85 535 ms 0+ β-									
Ga80 1.697 s (3) β-	Ga81 1.217 s (5/2-) β-	Ga82 0.599 s (1,2,3) β-	Ga83 0.31 s β-	Ga84 85 ms β-									

- $Q(\beta^-) > 0$
- $Q(\beta^-) - S_N > 0$
- $Q(\beta^-) > 0 + Q(EC) > 0$
- Stable par décroissance Bêta
- $Q(EC) > 0$
- $Q(EC) - S_p > 0$
- $Q(P) > 0$
- Naturellement abondant

Noyaux étudiés
dans ce manuscrit

Sujet de la

Spectroscopie
test des différences

Etude la réaction

Structures des noyaux

On cherche à déterminer
• énergies de réaction
• présence de réactions

A

stabilité ou

de la structure nucléaire.

lité

Plan de la soutenance

□ Introduction

□ Expérience réalisée

- But de cette expérience
- Descriptif expérimental
- Techniques d'analyses

□ Analyse des noyaux $^{84,86}\text{Se}$ et ^{83}As

- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

□ Analyse du noyau ^{98}Y

- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

□ Conclusion

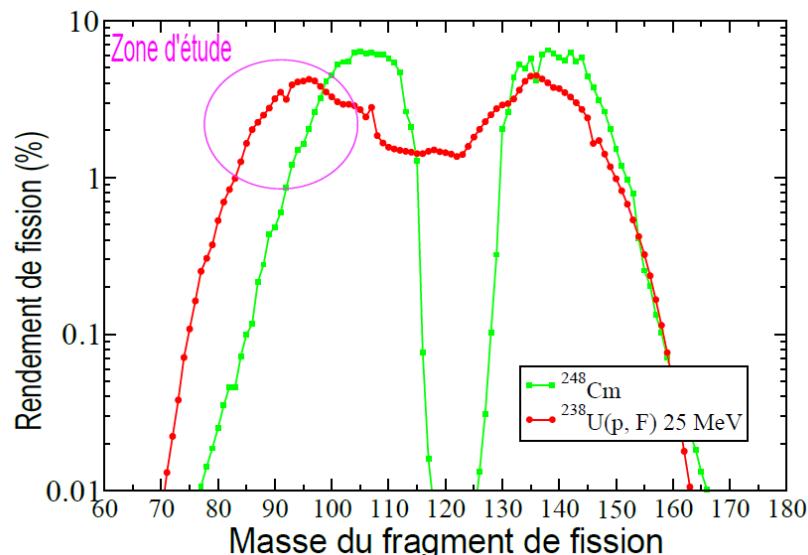
□ Perspectives

Expérience

Réaction utilisée : fission induite par un faisceau de protons de 25MeV sur une cible d' ^{238}U .

Peuple mieux les noyaux proches du noyau ^{78}Ni que les réactions de fission spontanée.

Réaction idéale pour étudier les fragments de fission impairs en protons car complémentaires seront toujours pairs en protons.



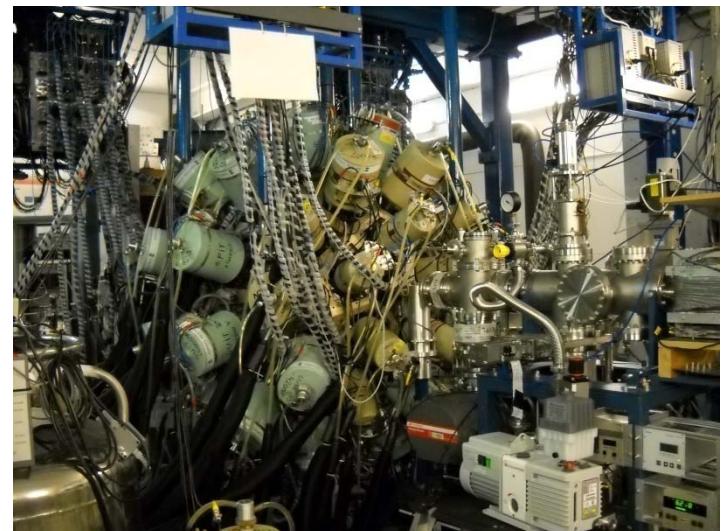
Rendements de fission calculés par V. Rubchenya [1]

JUROGAM II :

39 détecteurs germanium de haute pureté divisés en 2 catégories :

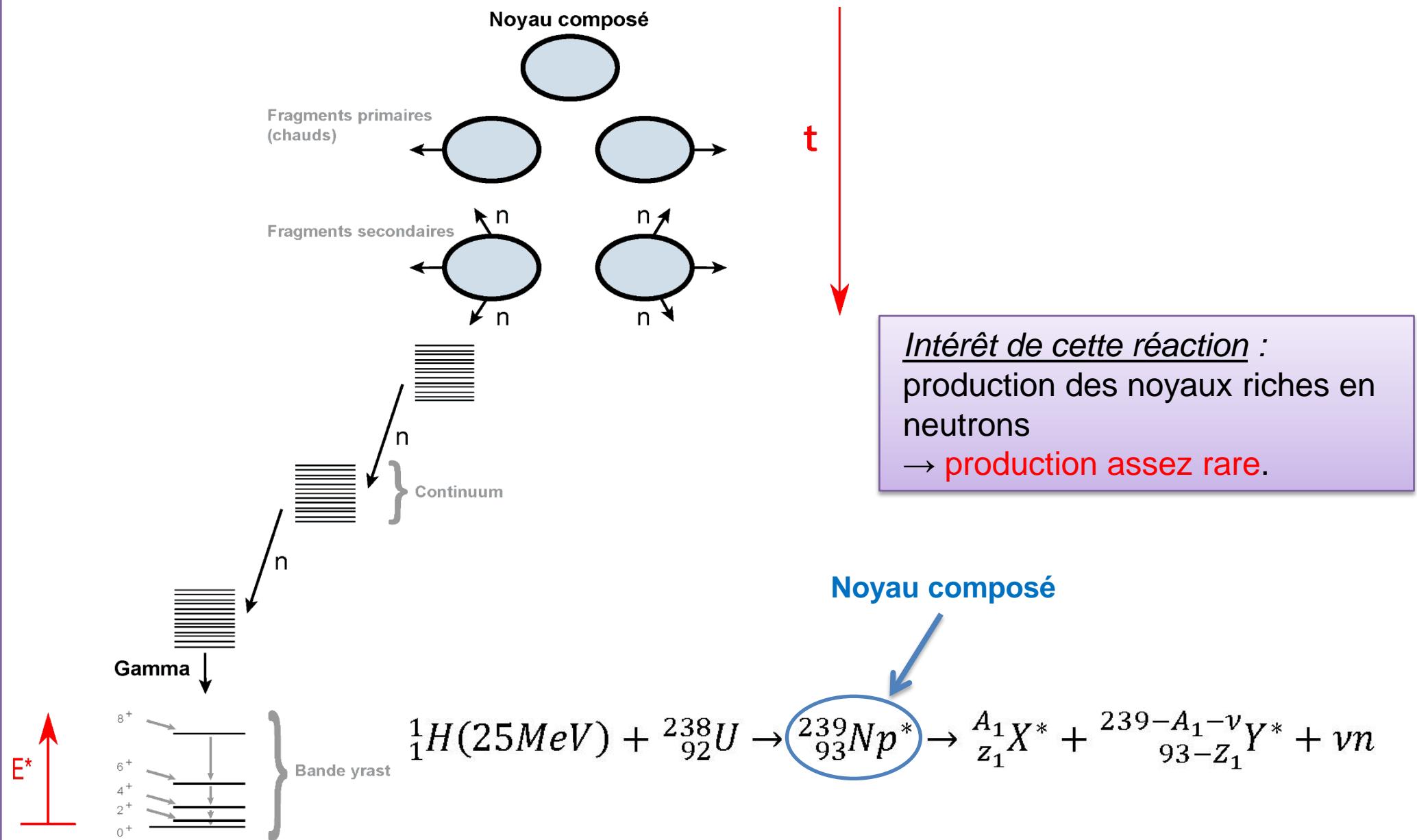
- 15 unités de géométrie tronconique (Phase1)
- 24 unités de géométrie trèfle (Clover).

Efficacité absolue : 5,5 % à 1,3 MeV.



JUROGAM II – Jyväskylä – Finlande [2]

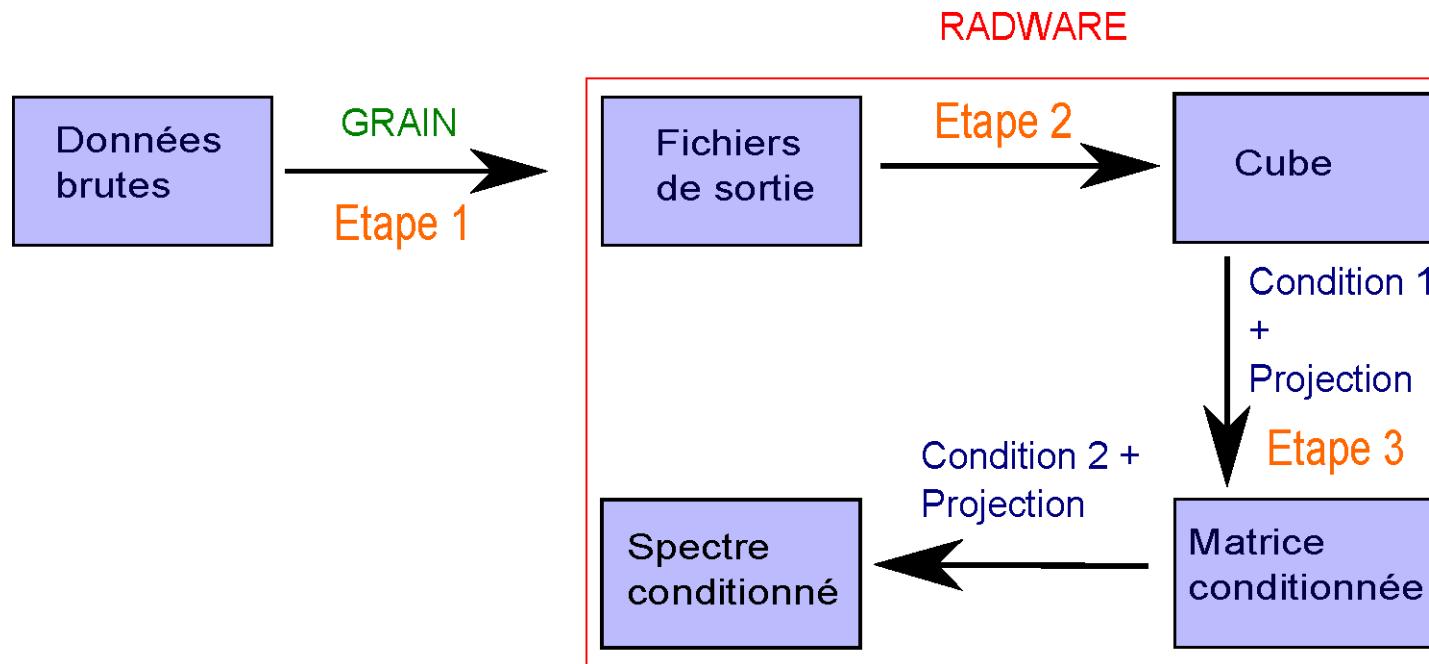
Mécanisme de production



Procédure d'analyse des données brutes issues de l'expérience étudiée :

Permet de créer des évènements de multiplicité 3 (γ) ou plus pendant $dt=150\text{ns}$ ou $dt=10\mu\text{s}$ dans notre étude.

*Nombre moyen d'évènements par seconde : $1,3 \cdot 10^4 / \text{s}$.
Nombre d'évènements total de multiplicité 3 ou plus : $6 \cdot 10^9 / \text{semaine}$.*



Pré-analyse et analyse

Matrice γ - γ conditionnée : ^{142}Ba (349,5 keV et 475,2 keV ou 631,1 keV)

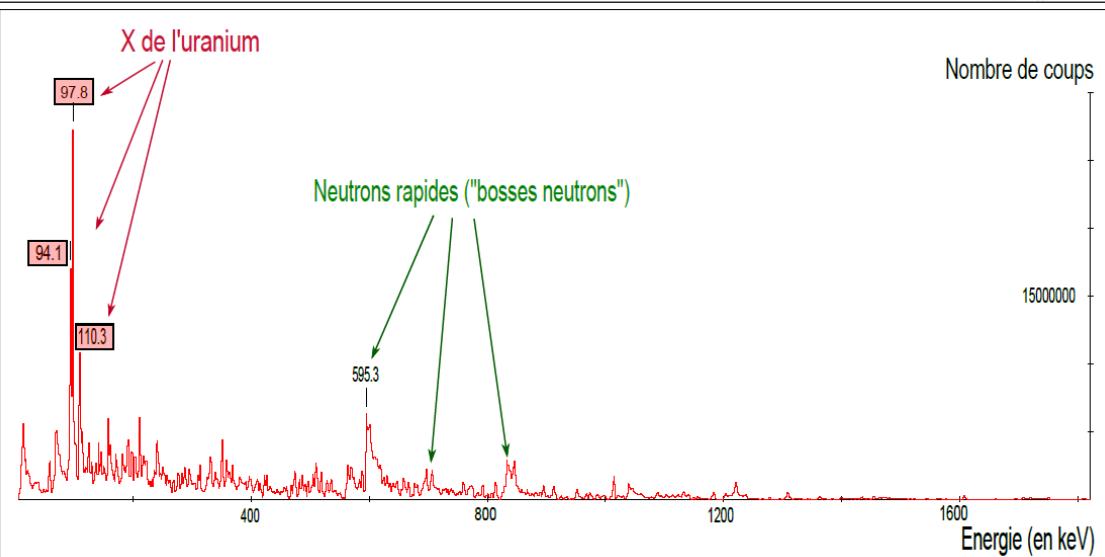
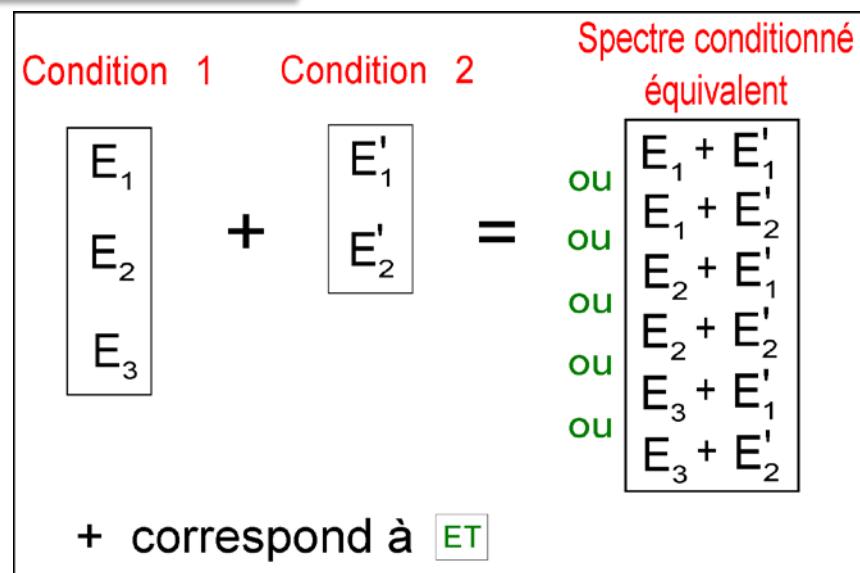
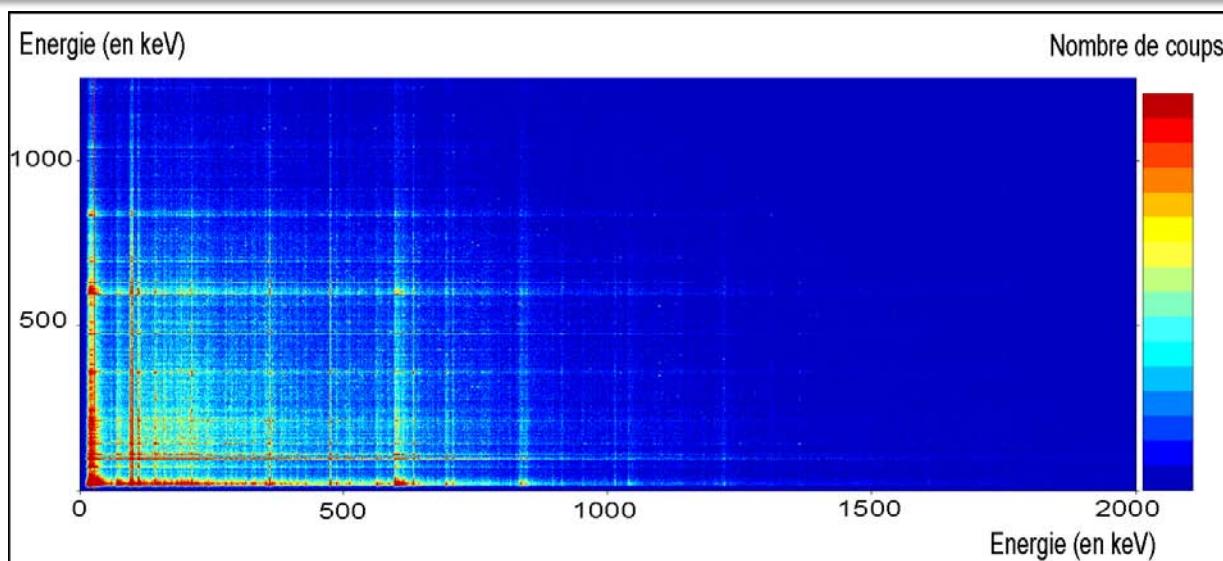


Schéma explicatif de l'analyse des données via des conditions.

Spectre total obtenu après pré-analyse, le bruit de fond est supprimé et seuls les évènements de multiplicité 3 ou plus sont représentés.

Plan de la soutenance

□ Introduction

□ Expérience réalisée

- But de cette expérience
- Descriptif expérimental
- Techniques d'analyses

□ Analyse des noyaux $^{84,86}\text{Se}$ et ^{83}As

- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

□ Analyse du noyau ^{98}Y

- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

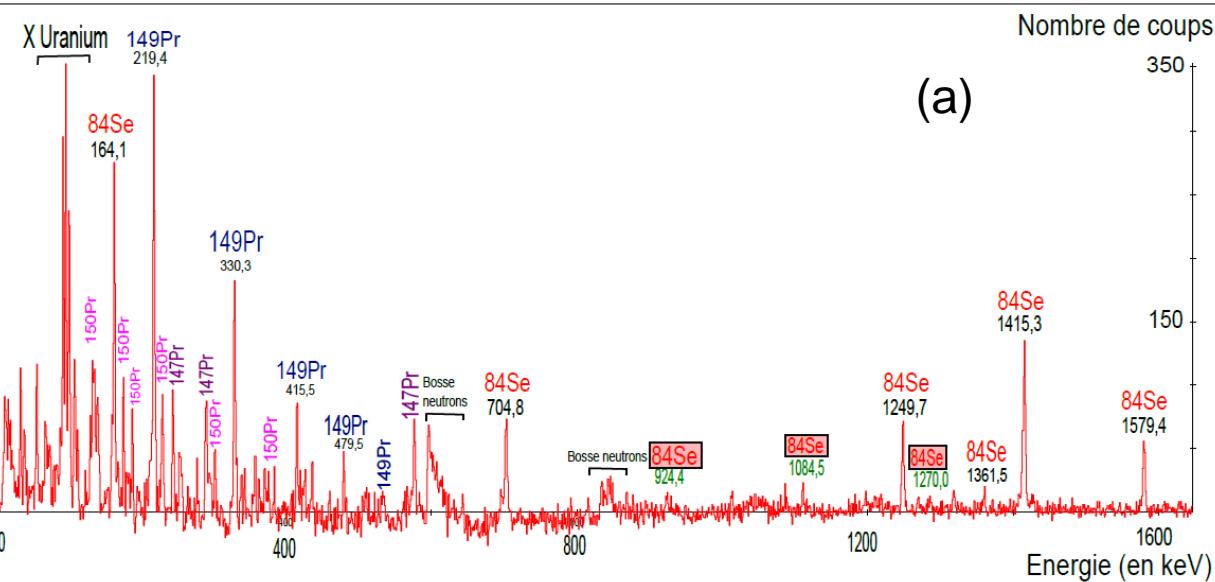
□ Conclusion

□ Perspectives

Etude du noyau ^{84}Se $Z=34 / N=50$

Test de l'interaction proton-proton (p-p)

Analyse du noyau ^{84}Se



Spectres obtenus avec Radware.

Coïncidences des transitions d'énergies :

1454,5 keV et 666,8 keV pour le spectre (a) et 1454,5 keV et 1579,4 keV pour le spectre (b)

Fragment de fission complémentaire majoritaire :

$$Z_{\text{tot}} = Z_{\text{E1}} + Z_{\text{E2}}$$

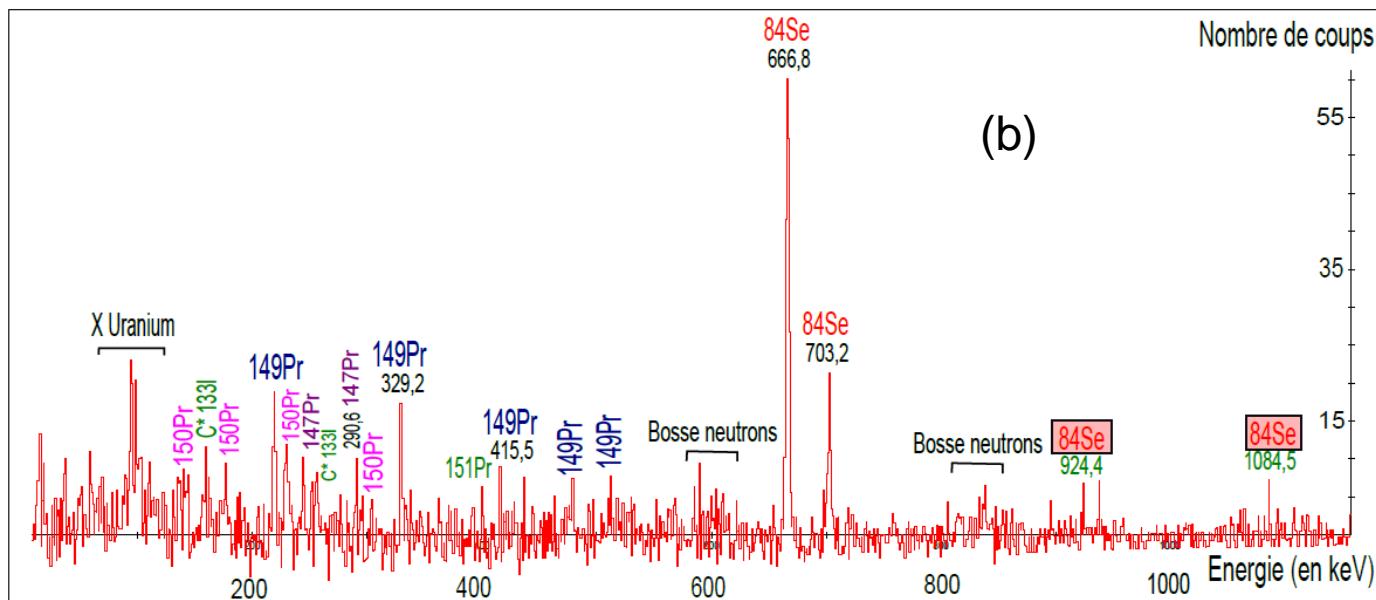
$$Z_{E2} = Z_{tot} - Z_{E1}$$

avec : $Z_{\text{tot}} = Z_{\text{U}} + Z_{\text{H}} = 93$

$$A_{\text{tot}} = A_{E1} + A_{E2} + \nu n$$

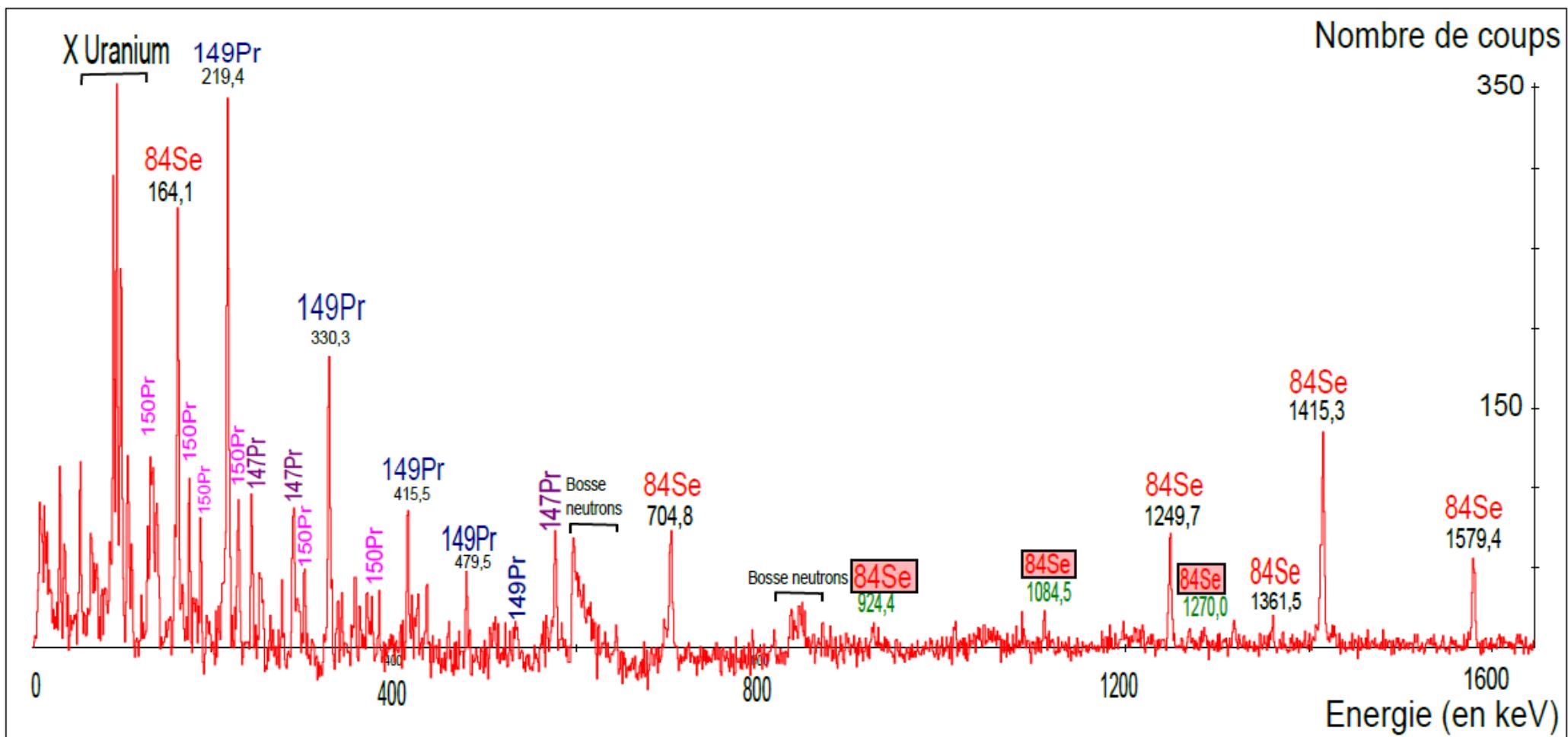
$$A_{E2} = A_{tot} - A_{E1} - \nu n$$

avec : $A_{\text{tot}} = A_{\text{U}} + A_{\text{H}} = 239$



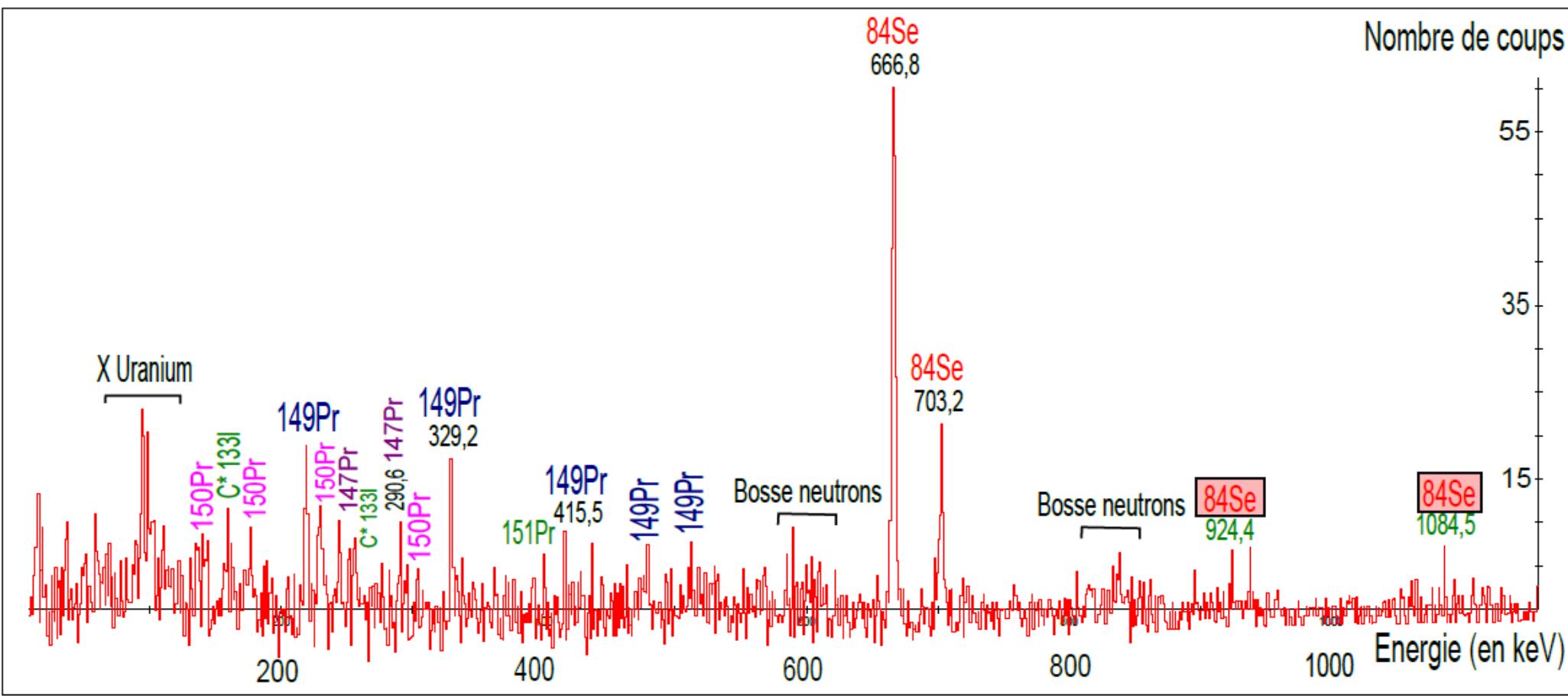
Analyse du noyau ^{84}Se

(a)



Analyse du noyau ^{84}Se

(b)



Etude du noyau ^{84}Se

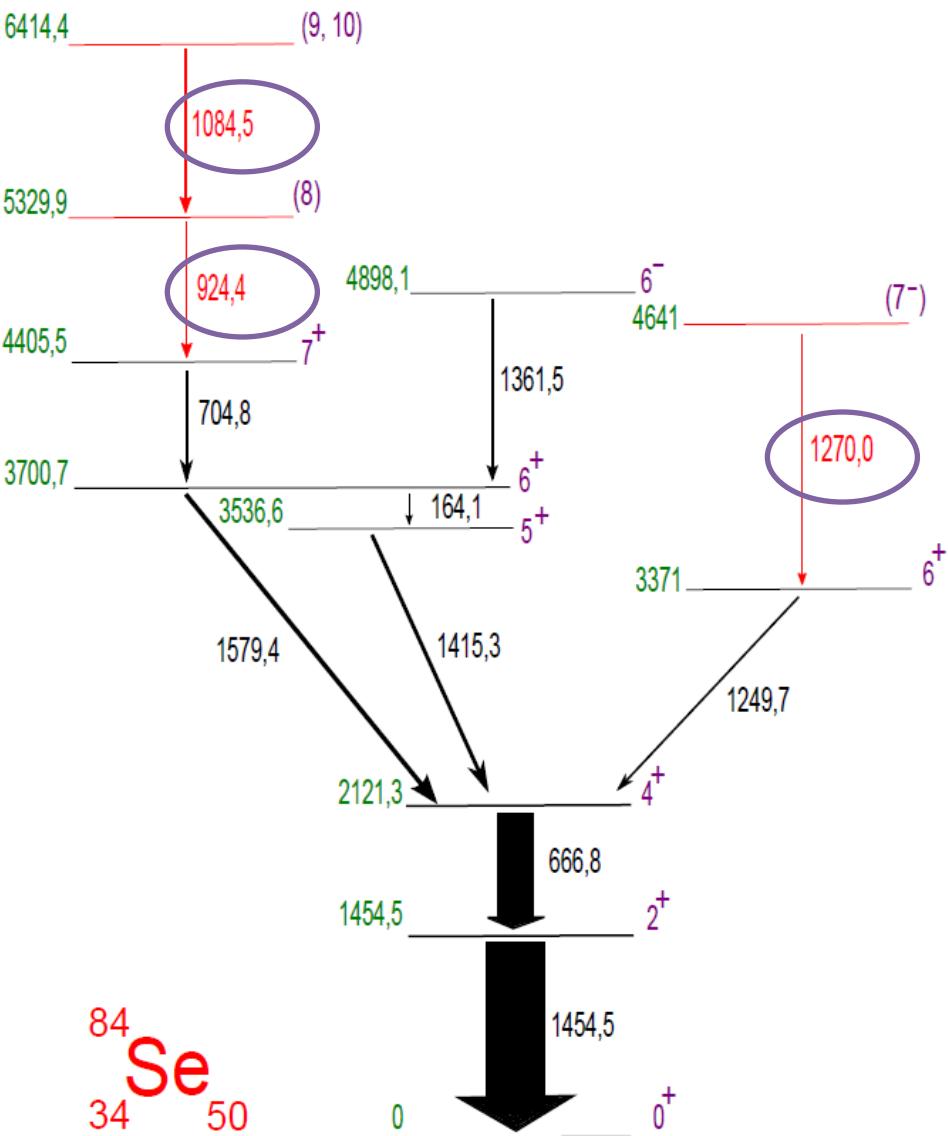


Schéma de niveaux expérimental du noyau ^{84}Se – En rouge nouvelles transitions, en vert les énergies des états excités, et en violet les spins de ces états.

Attribution de spins :

- par corrélations angulaires,
- par comparaison avec résultats calculs théoriques, étude systématique avec les noyaux voisins,
- corrélation entre tous ces éléments.

Corrélations angulaires :

Suivant caractère de la transition

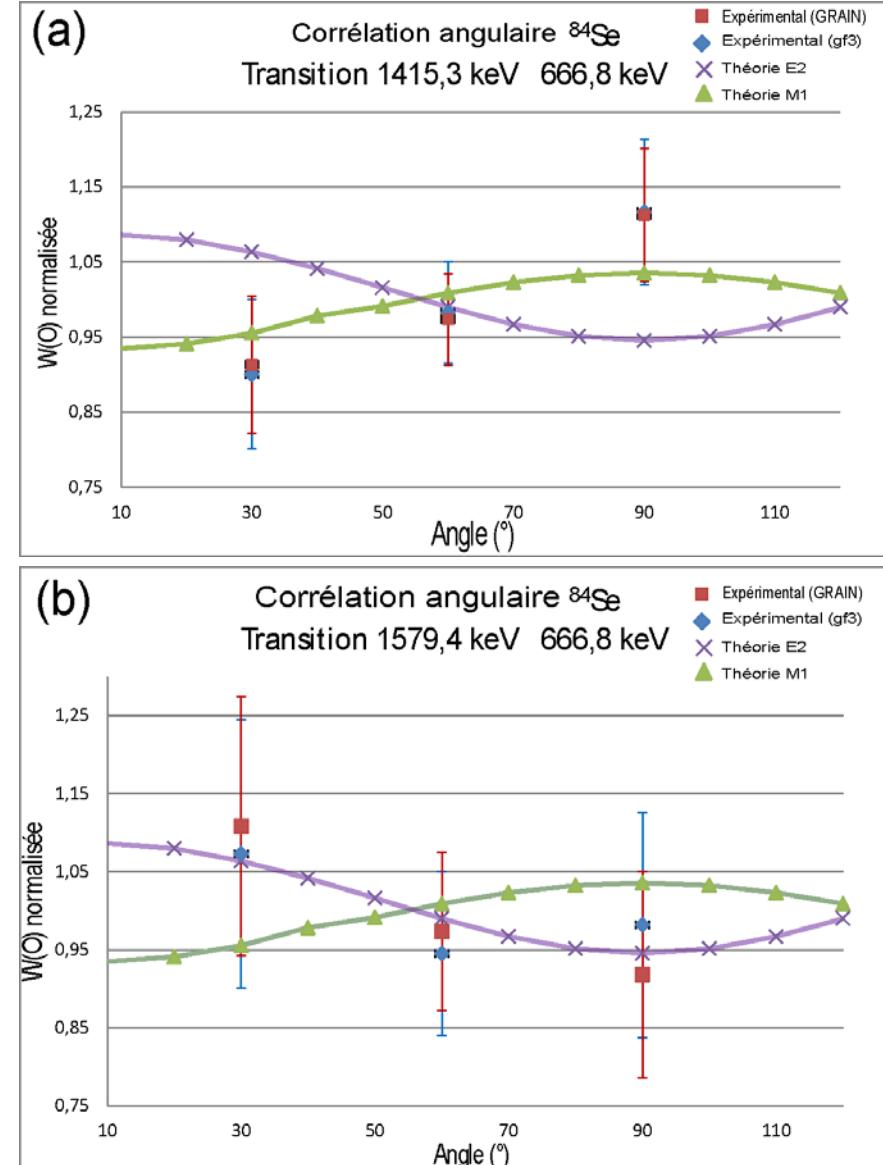
→ probabilité d'émettre un rayonnement γ entre un E_i et un E_F est différente selon l'angle considéré.

Emission anisotrope par rapport à une direction privilégiée.

L'étude de cette anisotropie permet d'obtenir l'assignation de la **multipolarité de la transition**.

Pour corrélation angulaire γ - γ , l'émission d'un rayonnement γ pour un noyau non orienté est isotrope → cas d'une cascade → corrélation entre la direction du γ_1 et celle du γ_2 → **Probabilité d'orientation du spin après l'émission du premier γ , fonction de la multipolarité de la transition.**

$$W(\theta) = 1 + (a_2(I_i, I, I_f) P_2(\cos(\theta)) + a_4(I_i, I, I_f) P_4(\cos(\theta)))$$



Procédure à suivre pour des calculs de modèle en couches :

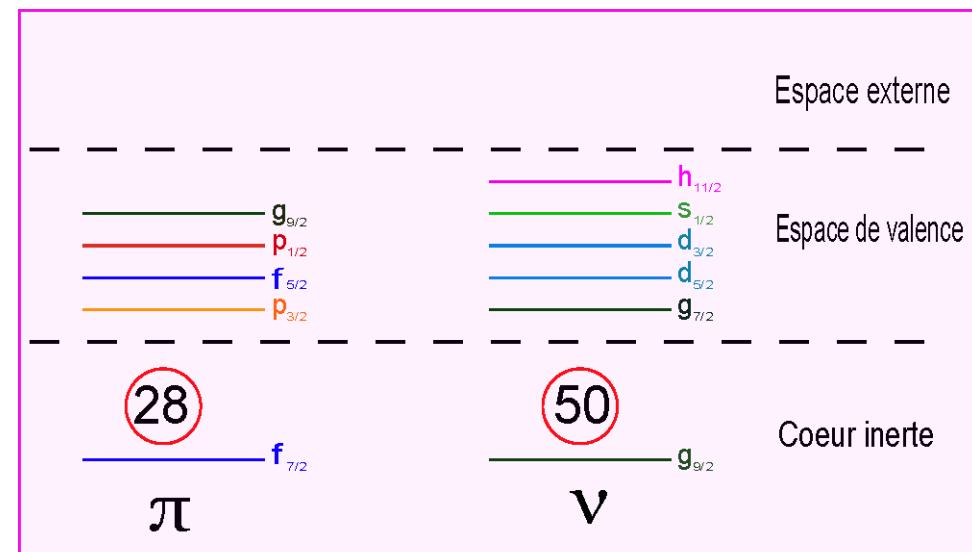
- Résolution d'un problème à A corps

$$H = \sum_{i=1}^A \left[\frac{p_i^2}{2m_i} + U(r_i) \right] + \left[\sum_{k>i=1}^A V_{NN}(i, k) - \sum_{i=1}^A U(r_i) \right] = H_0 + H_{\text{résiduel}}$$

Construction de H :

- 1) Potentiel d'interaction nucléon-nucléon libres.
- 2) On élimine la répulsion de cœur dur.
- 3) Troncation de l'espace de total à l'espace de valence.

On obtient les éléments de matrice à deux corps et on effectue le calcul dans l'espace de valence avec les éléments de matrice à deux corps calculés → possibilité d'ajuster ces éléments empiriquement.



Interaction utilisée pour les noyaux ayant $N=50$: ^{84}Se , ^{83}As

Interaction $jj44b$ avec cœur ^{56}Ni – **Espace de valence $Z=N=28-50$**

Orbitales actives neutrons : $d_{5/2} s_{1/2} d_{3/2} g_{7/2} h_{11/2}$ – Orbitales actives protons : $p_{3/2} f_{5/2} p_{1/2} g_{9/2}$

Eléments de matrice ajustés empiriquement par A.F. Lisetskiy *et al.* (PRC 70 044314, 2004) sur les isotopes $^{57}\text{Ni}_{29}$ - $^{78}\text{Ni}_{50}$ et les isotones $^{79}\text{Cu}_{50}$ - $^{100}\text{Sn}_{50}$.

Code de calcul utilisé : Nushell

Interaction utilisée pour le noyau ayant $N=52$: ^{86}Se

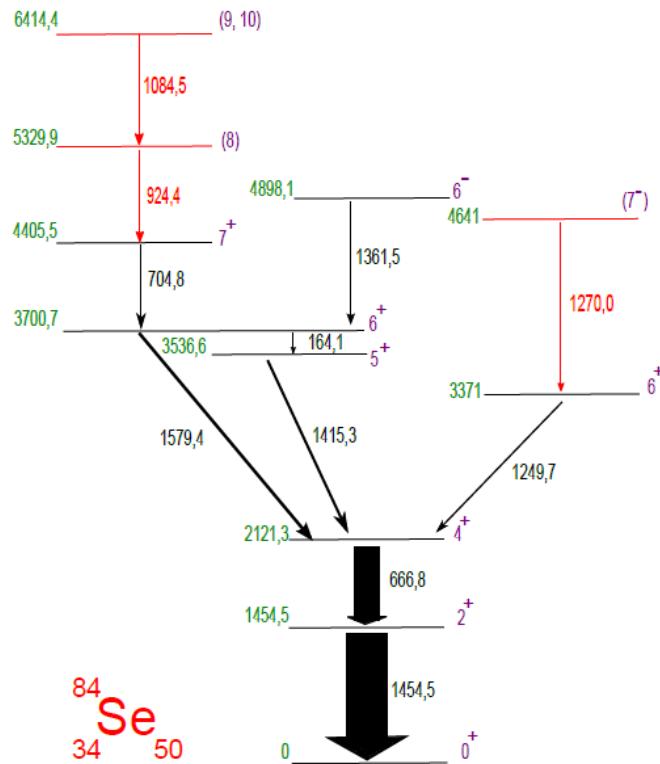
Interaction $gwbxg$ avec cœur ^{78}Ni – **Espace de valence $Z=28-50$ et $N=50-70$**

Orbitales actives neutrons : $d_{5/2} s_{1/2} d_{3/2} g_{7/2}$ – Orbitales actives protons : $p_{1/2} g_{9/2}$

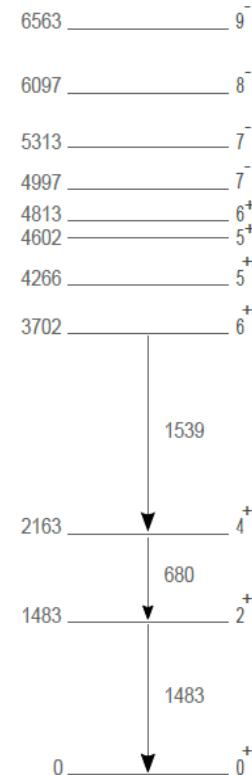
Eléments de matrice ajustés empiriquement, c'est une interaction résiduelle de l'interaction nommée gwb . Interaction p-p, n-n, p-n.

Code de calcul utilisé : NushellX

Résultats concernant le noyau ^{84}Se

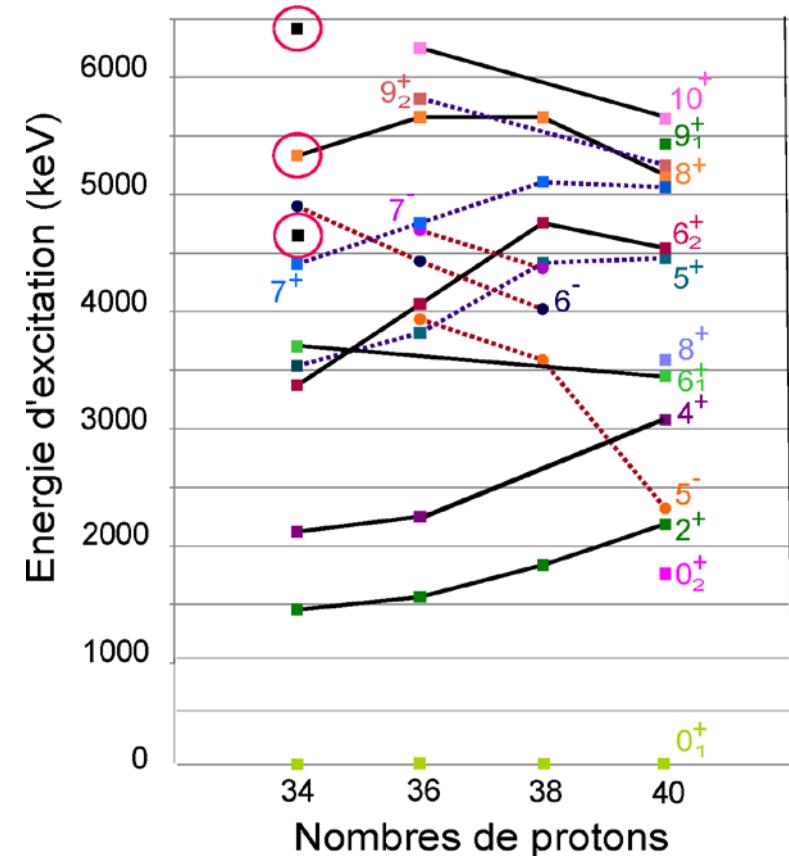


Résultats expérimentaux



Calculs modèle en couches
avec interaction jj44b

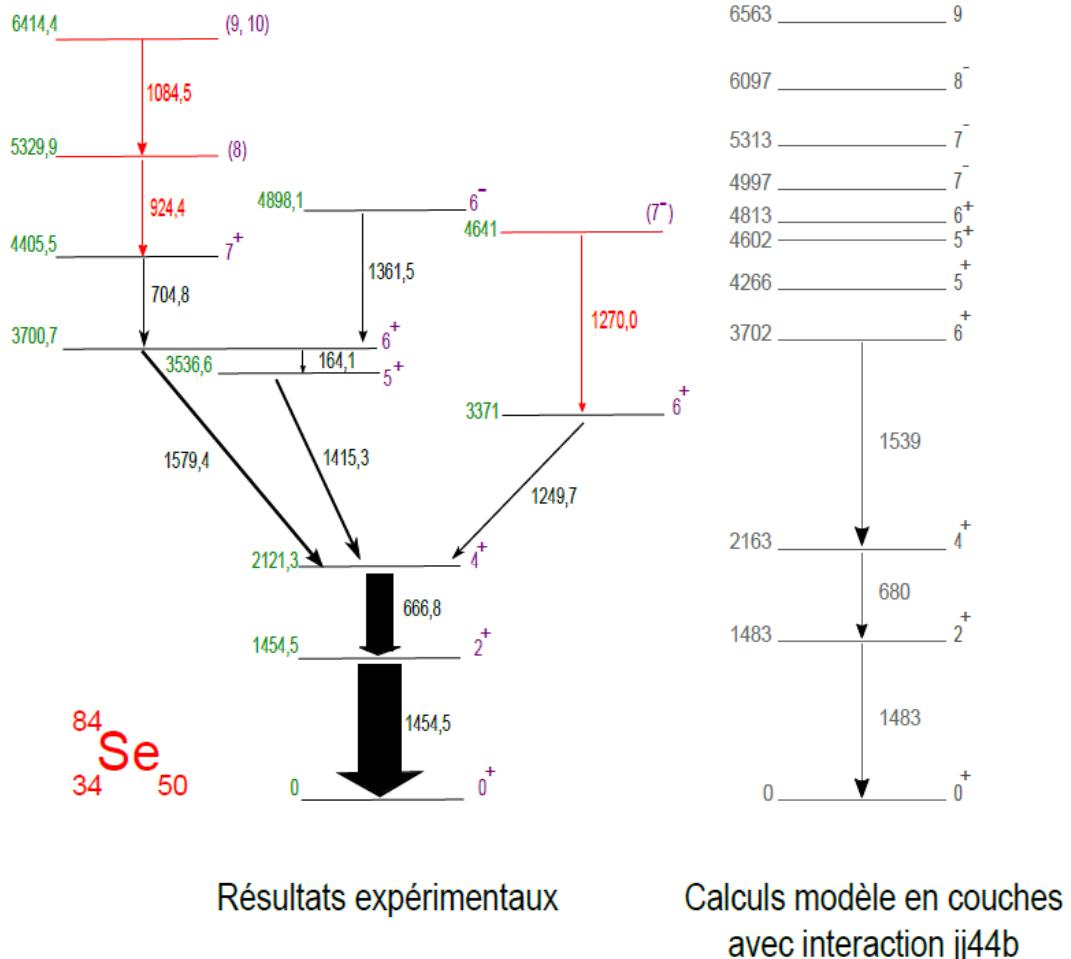
Bon accord à bas spins avec les résultats des calculs théoriques.
Au dessus de 4 MeV d'énergie d'excitation → cœur excité, excitation de cœur à prendre en compte.



Evolution des états de spins moyens de 4 isotones pair-pair ayant $N=50$:

^{84}Se {Z=34} (ce travail), ^{86}Kr {Z=36} [3], ^{88}Sr {Z=38} [4], ^{90}Zr {Z=40} [5].

Conclusion étude du noyau ^{84}Se

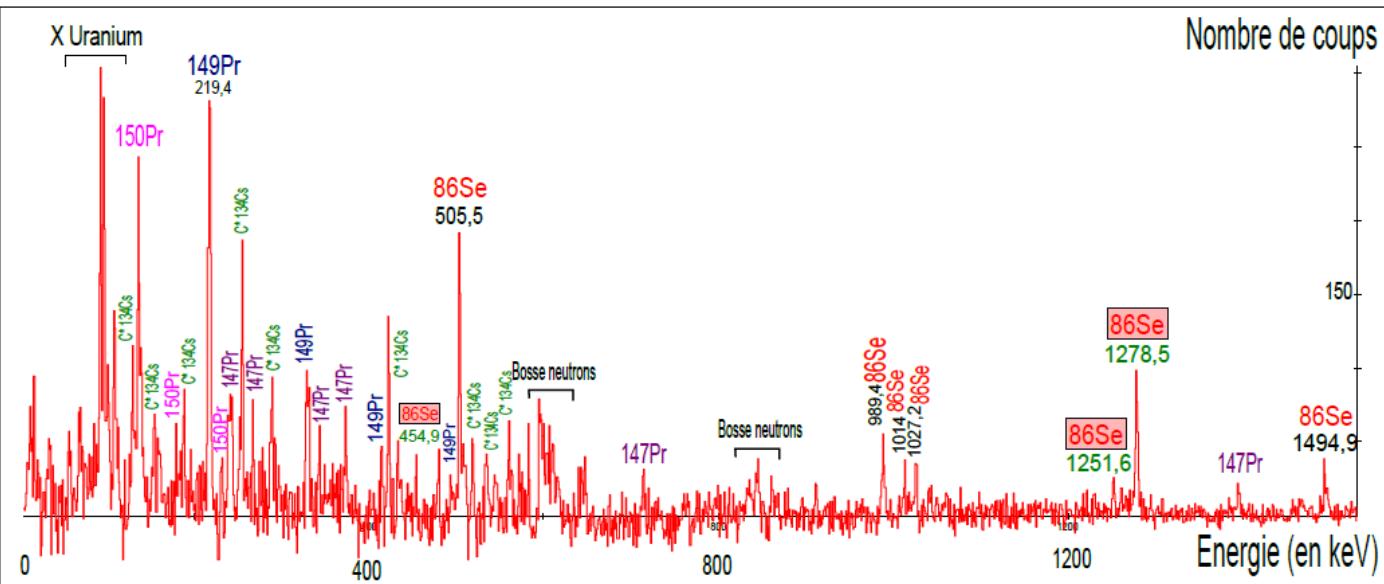


- 3 nouvelles transitions.
- Corrélations angulaires ne permettent pas d'assigner de nouveaux spins aux états → nécessité de plus de statistiques.
- Calcul de modèle en couches OK jusqu'à 4 MeV d'énergie d'excitation, puis discordance avec résultats expérimentaux. **Excitation de cœur** à mieux intégrer dans les interactions utilisées.
- Etude systématique des isotones ayant N=50 en corrélation avec les résultats de calculs de modèle en couches permet une proposition de spins pour les nouveaux états excités.

Etude du noyau ^{86}Se $Z=34 / N=52$

Test des interactions p-p / n-n / n-p

Analyse du noyau ^{86}Se



Spectre obtenu avec
Radware –
Coïncidence des
transitions d'énergies
704,1 keV et 863,8 keV

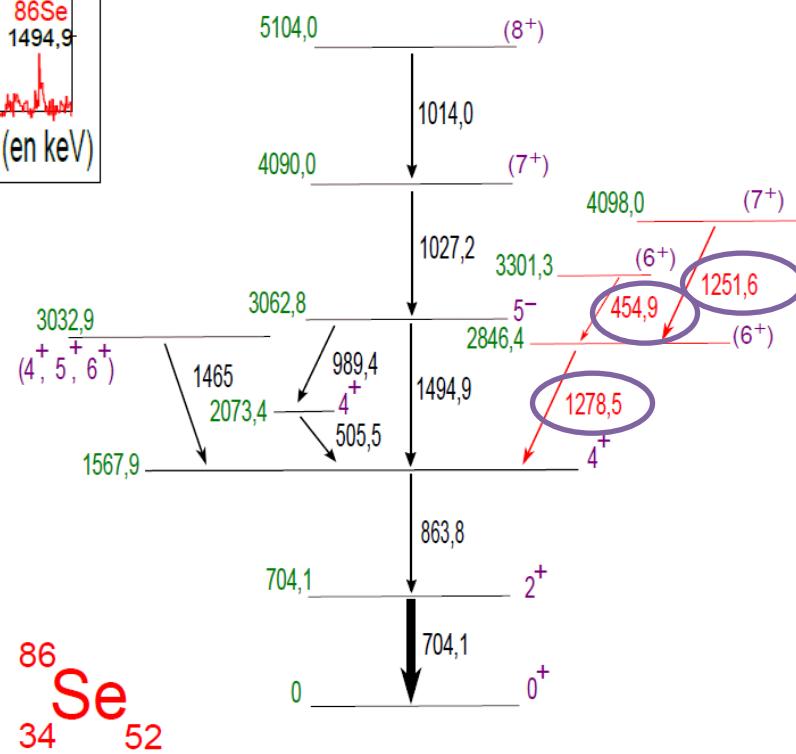
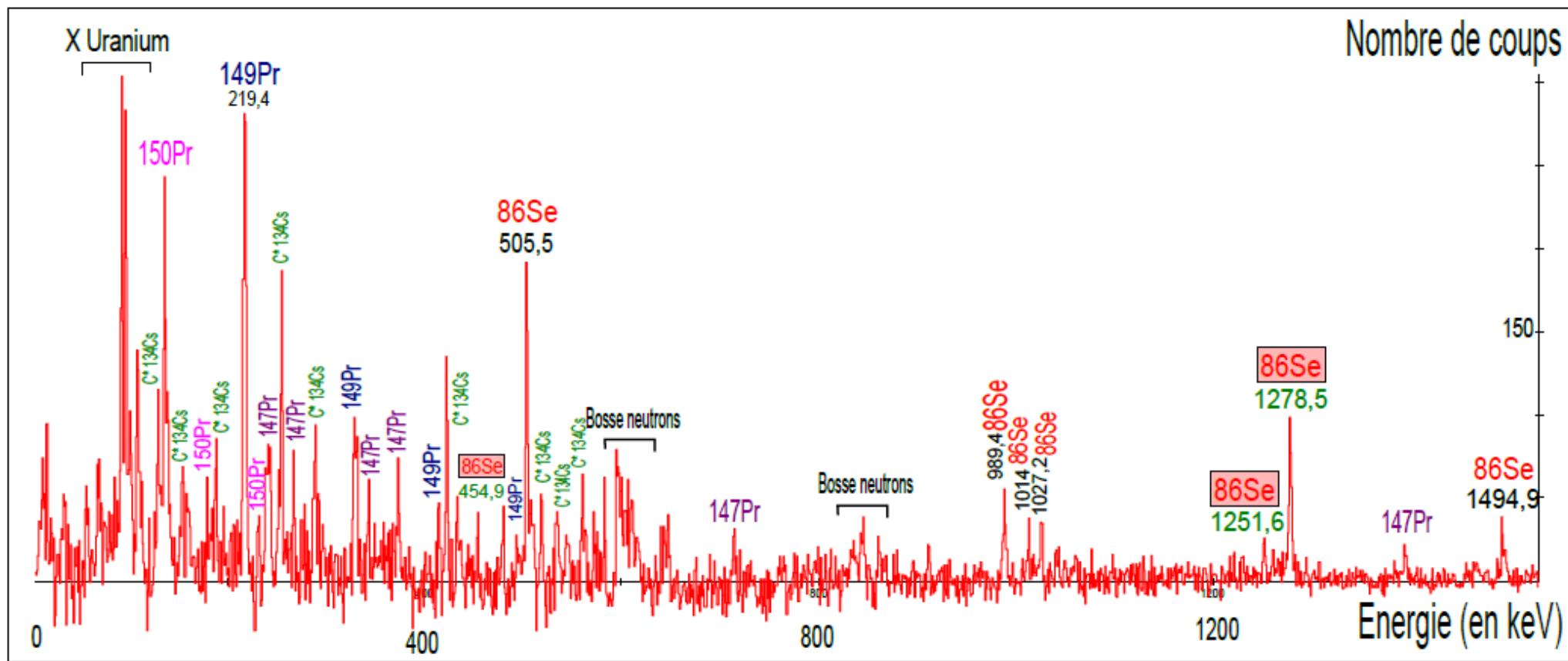
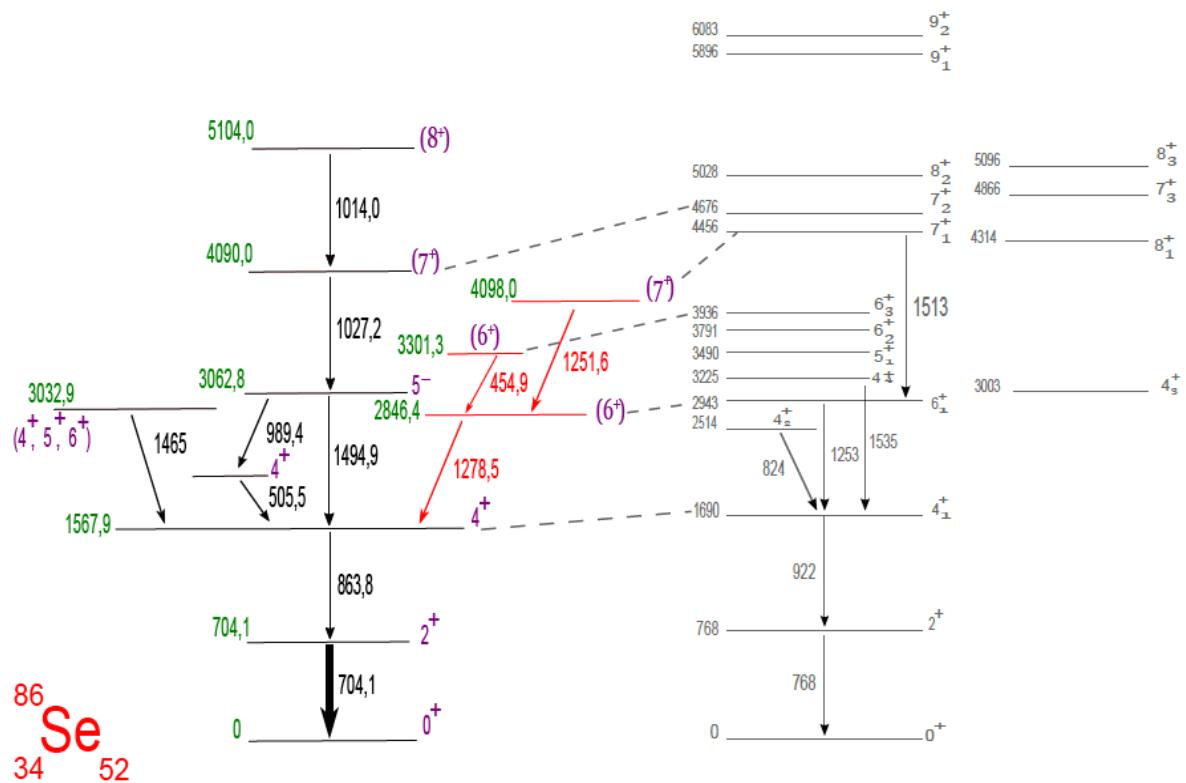


Schéma de niveaux expérimental du noyau ^{86}Se – En rouge nouvelles transitions, en vert les énergies des états excités, et en violet les spins de ces états.

Analyse du noyau ^{86}Se



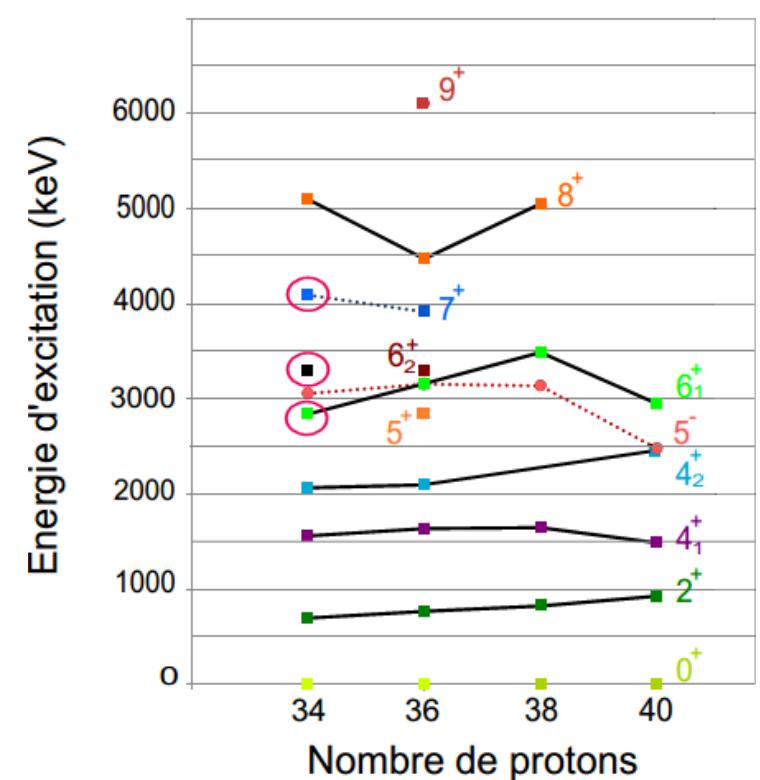
Résultats concernant le noyau ^{86}Se



Résultats expérimentaux

Calculs modèle en couches
avec interaction gwbxg

Bon accord pour une énergie inférieure à 4 MeV.
A basses énergies, 2 neutrons de valence occupent l'orbitale ($d_{5/2}$), où ils peuvent se coupler et contribuer aux niveaux 0^+ , 2^+ , 4^+ . Pour les autres niveaux excités → **plusieurs possibilités**.



Evolution des états de spins moyens de 4 isotones pair-pair ayant $N=52$:

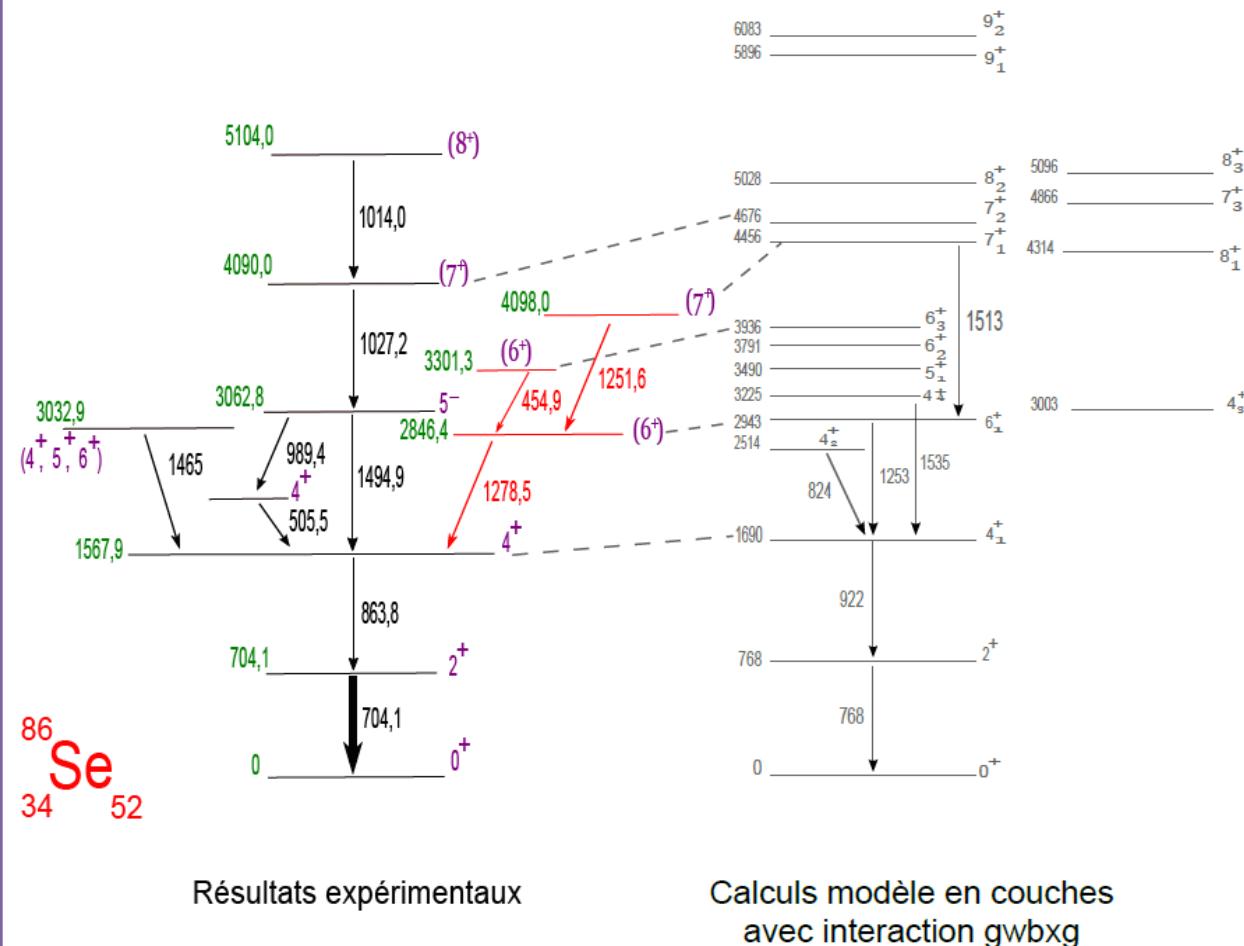
^{86}Se { $Z=34$ } (ce travail), ^{88}Kr { $Z=36$ } [6], ^{90}Sr { $Z=38$ } [7], ^{92}Zr { $Z=40$ } [8].

[6] Czerwinski et al. PRC 88 044314

[7] Hwang et al. PRC 40 015106

[8] Firestone Table of Isotopes 1996

Conclusion étude du noyau ^{86}Se

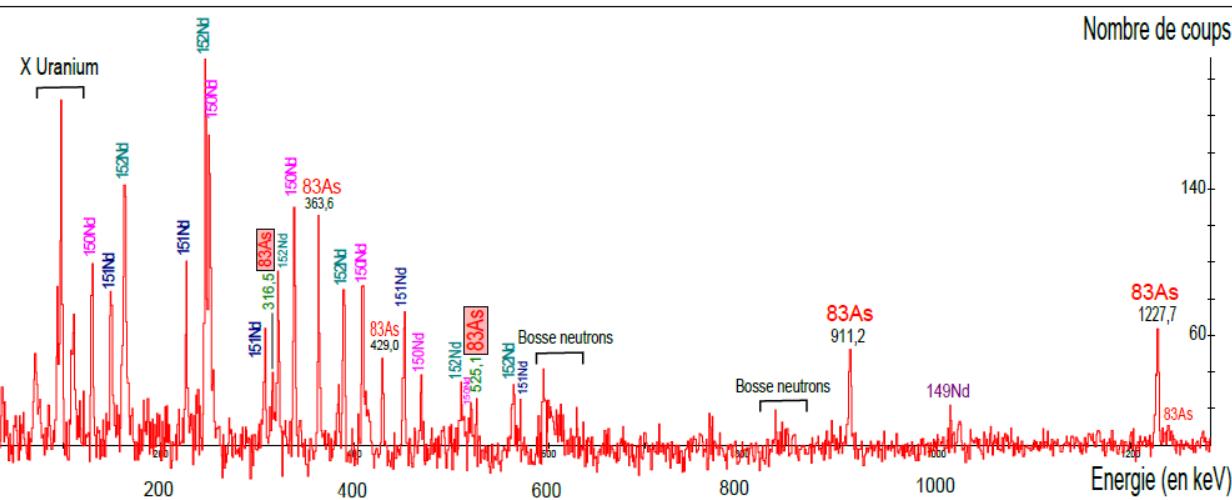


- 3 nouvelles transitions.
- Calcul de modèle en couches OK jusqu'à 4 MeV d'énergie d'excitation, puis discordance avec résultats expérimentaux. Excitation de cœur à mieux intégrer dans les interactions utilisées.
- Etude systématique des isotones ayant $N=52$ en corrélation avec les résultats de calculs de modèle en couches permet une proposition de spins pour les nouveaux états excités.

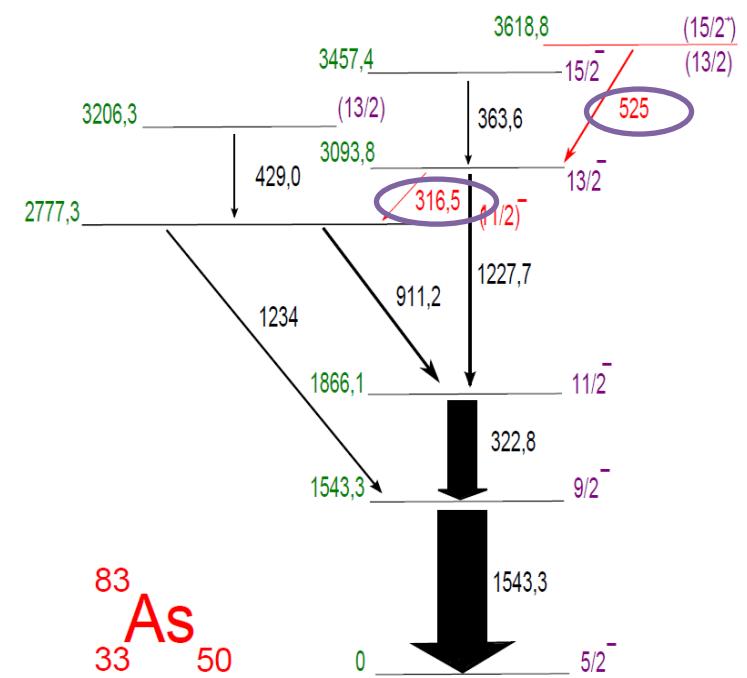
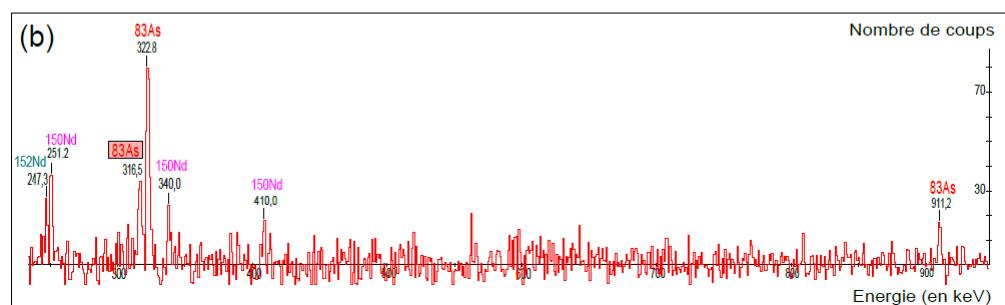
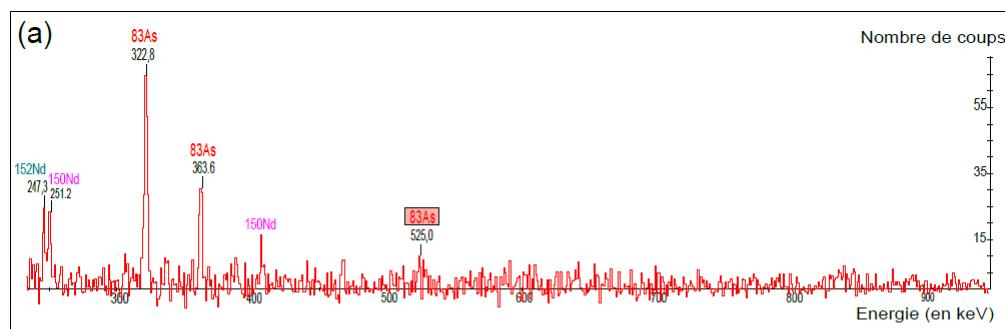
Etude du noyau ^{83}As $Z=33 / N=50$

Test de l'interaction proton-proton (p-p)

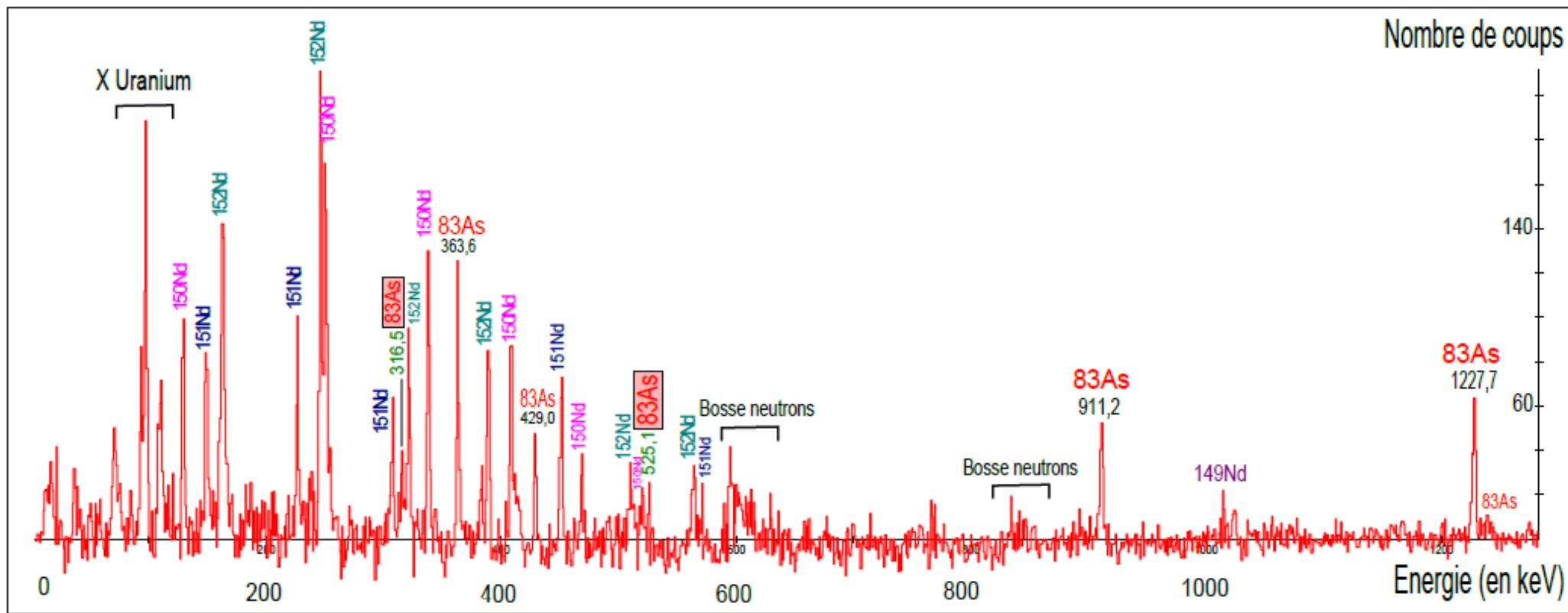
Analyse du noyau ^{83}As



Spectre obtenu avec Radware – Coïncidence des transitions d'énergies 1543,3 keV et 322,8 keV

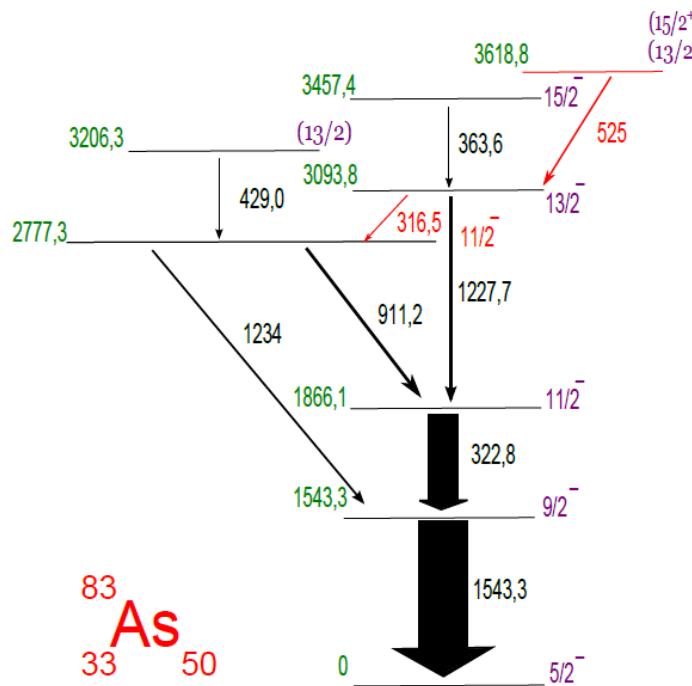


Analyse du noyau ^{83}As

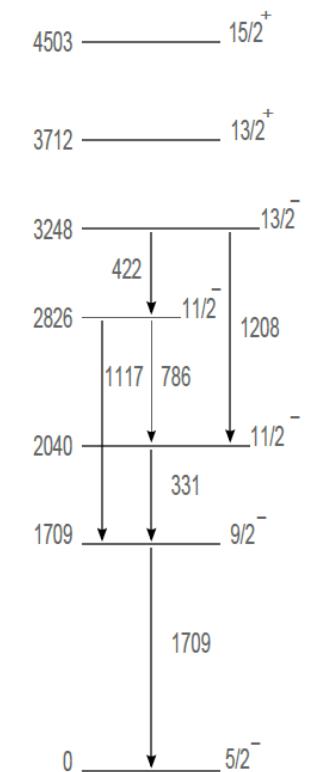


Résultats concernant le noyau ^{83}As

- 2 nouvelles transitions
- Assignation de spins par comparaison avec résultats calculs de modèle en couches.
- A confirmer avec corrélations angulaires ou autres mais avec plus de statistiques.



Résultats expérimentaux



Calculs modèle en couches avec interaction jj44b

Etats excités bien reproduits par calculs modèle en couches. Etat à 2777,3 keV $\rightarrow 11/2^-$. Etats du $5/2^-$ au $13/2^- \rightarrow$ forte configuration $\pi([p_{3/2}f_{5/2}]^5)$ avec un maximum de 2 paires brisées. Au dessus : différentes possibilités. Proposition d'assignation de spins : $(13/2)$ ou $15/2^+$.

Plan de la soutenance

□ Introduction

□ Expérience réalisée

- But de cette expérience
- Descriptif expérimental
- Techniques d'analyses

□ Analyse des noyaux $^{84,86}\text{Se}$ et ^{83}As

- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

□ Analyse du noyau ^{98}Y

- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

□ Conclusion

□ Perspectives

Etude du noyau ^{98}Y $Z=39 / N=59$

Etude de la coexistence de forme

Etude du noyau ^{98}Y

Noyaux de la région $A \approx 100 \rightarrow$ propriété remarquable : rapide changement dans leur état fondamental d'un état sphérique à un état déformé lors du passage de 58 à 60 neutrons.

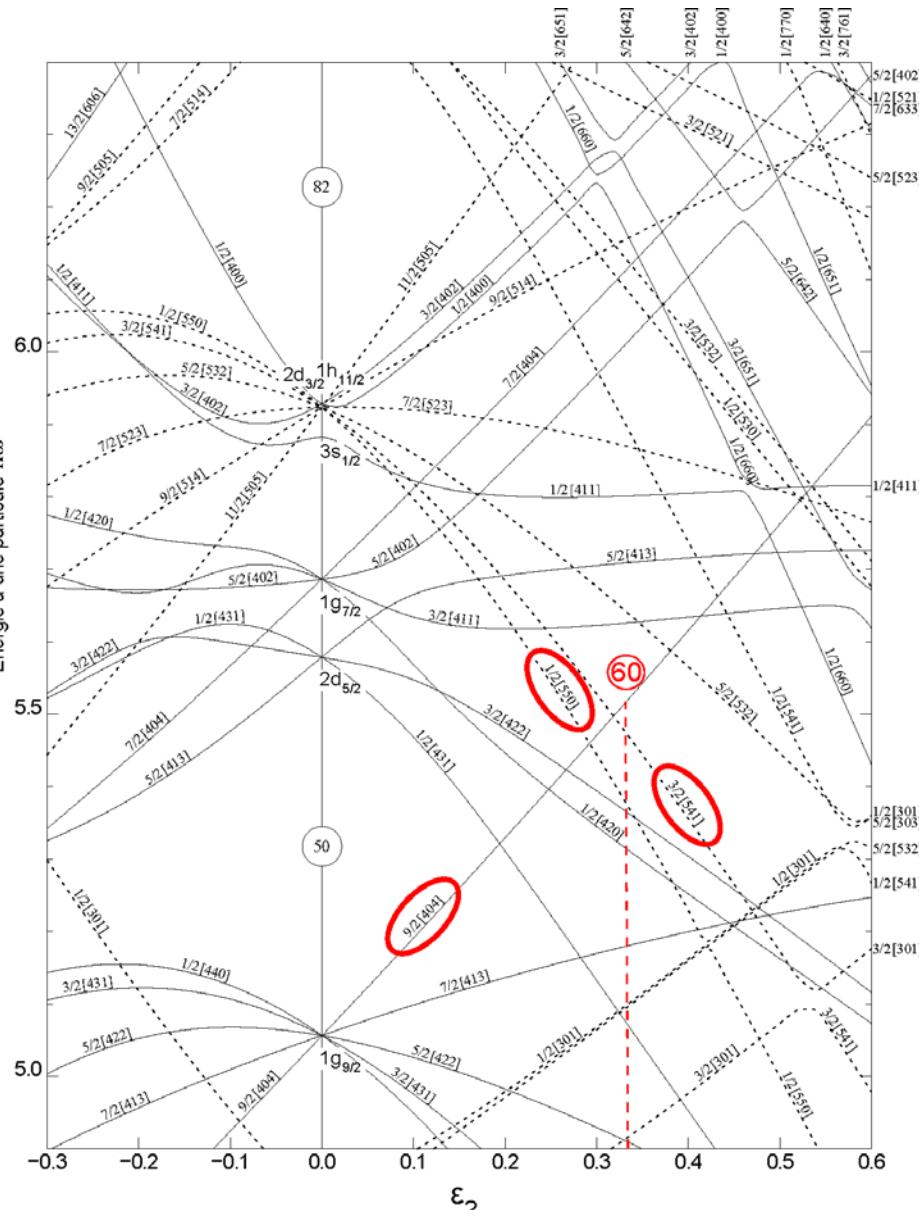
	N=56			N=59		
Z=40	Zr96 3.9E19 y 0+ β^- 2.30	Zr97 16.91 h 1/2+ β^-	Zr98 30.7 s 0+ β^-	Zr99 2.1 s (1/2+) β^-	Zr100 7.1 s 0+ β^-	Zr101 2.1 s (3/2+) β^-
Z=39	Y95 10.3 m 1/2- β^-	Y96 5.34 s 0- β^-	Y97 3.75 s (1/2-) * β^-	Y98 0.548 s (0)- * β^-	Y99 1.470 s (5/2+) β^-	Y100 735 ms 1,-2- * β^-
Z=38	Sr94 75.3 s 0+ β^-	Sr95 23.90 s 1/2+ β^-	Sr96 1.07 s 0+ β^-	Sr97 426 ms 1/2+ β^-	Sr98 0.653 s 0+ β^-	Sr99 0.269 s 3/2+ β^-
	Rb93 5.84 s 5/2- β^-	Rb94 2.702 s 3(-) β^-	Rb95 377.5 ms 5/2- β^-	Rb96 0.199 s 2+ β^-	Rb97 169.9 ms 3/2(+) β^-	Rb98 114 ms (1,0) * β^-

Noyaux avec 59 neutrons sont à la limite de ce changement de forme nucléaire \rightarrow leurs études peuvent donner des indications sur les rôles que jouent chacune des orbites dans la stabilisation de la déformation.

Plusieurs calculs de champ moyen prédisent une déformation oblate stable \rightarrow aucune preuve expérimentale.

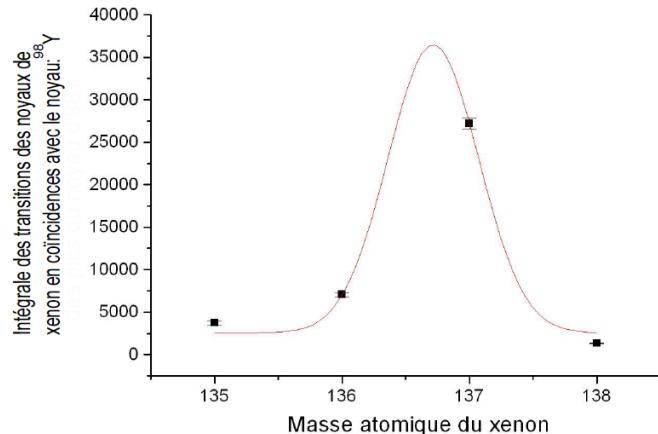
Les orbitales neutrons [9]:

- **(1/2⁻)[550]** et **(3/2⁻)[541]** originaires des états sphériques $h_{11/2}$ sont proches de la surface de Fermi avec 60 neutrons et un paramètre de déformation $\varepsilon_2=0,4$, déclinent vers le bas.
- **(9/2⁺)[404]** croît, elle est de nature résistante à la déformation → retarde l'apparition de la déformation.
- A partir de $N=60$, **(9/2⁺)[404]** peut être vidée → noyau aura le maximum de déformation de cette région avec $\varepsilon_4=0,4$.

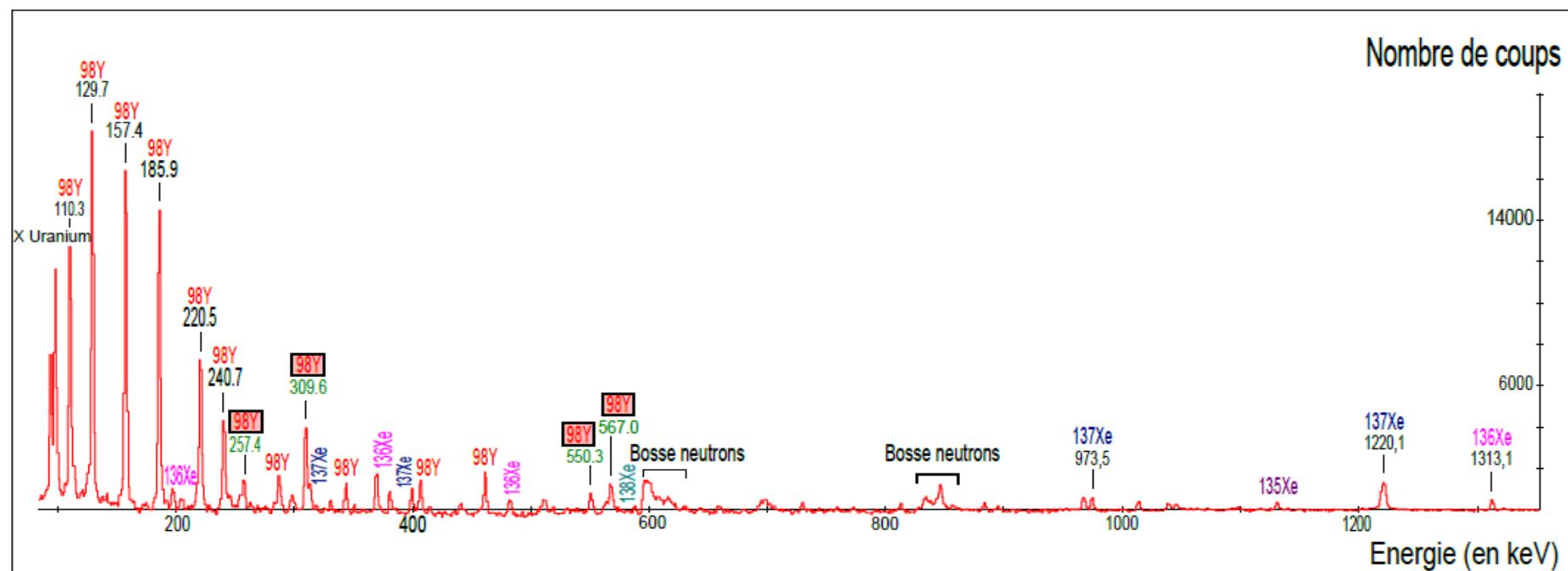


Analyse du noyau ^{98}Y

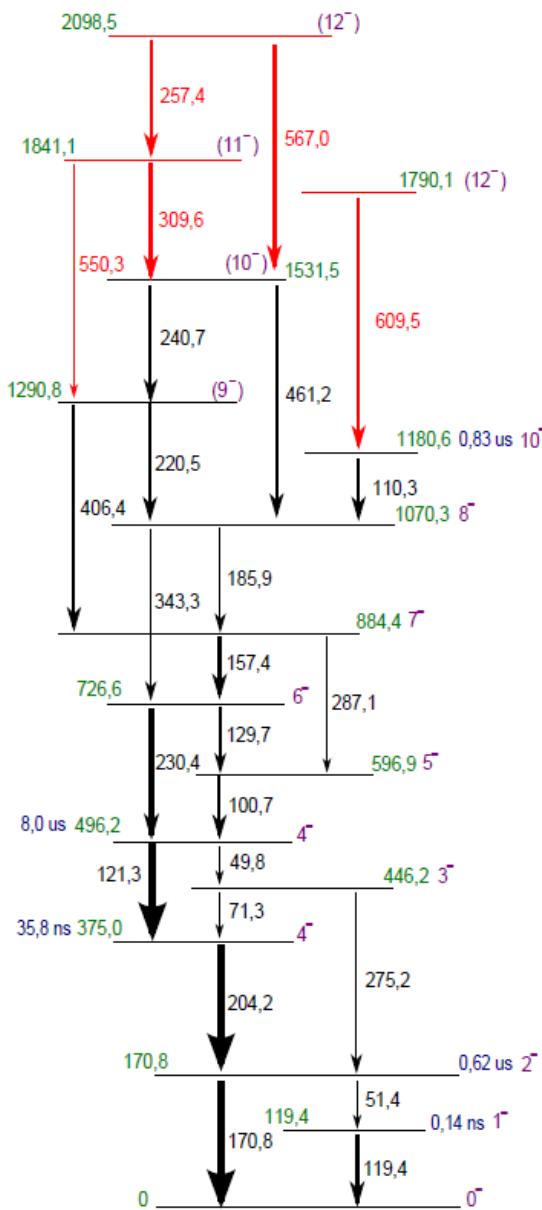
Centroïde de la Gaussienne = 136.72 ± 0.71



Spectre obtenu avec Radware –
Coïncidence des transitions d'énergies 119,4 keV ou 204,2 keV ou 121,3 keV ou 129,7 keV ou 157,8 keV ou 186,1 keV et 100,7 keV



Résultats concernant le noyau ^{98}Y

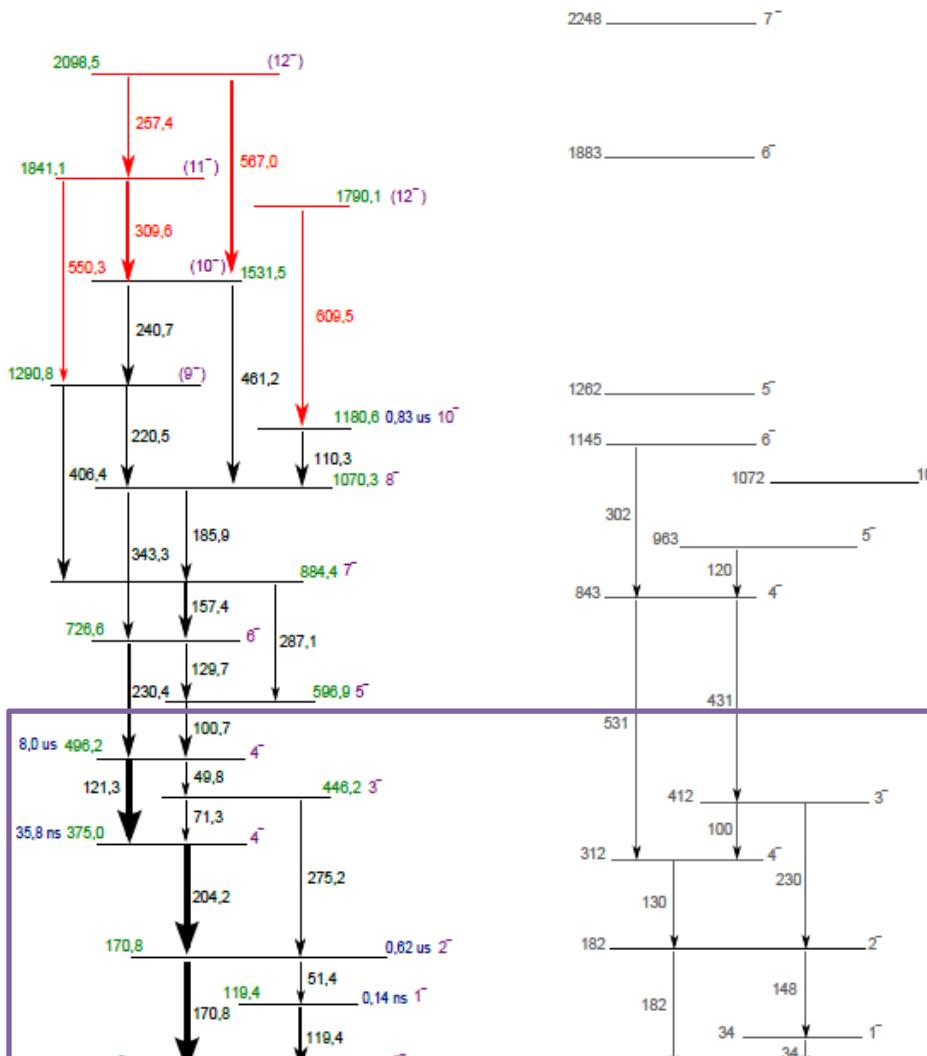


- 5 nouvelles transitions dont 1 au dessus de l'isomère 10⁻.
- Assignation de spins par comparaison avec résultats calculs théoriques utilisant les modèles collectifs.

2 modèles collectifs utilisés :

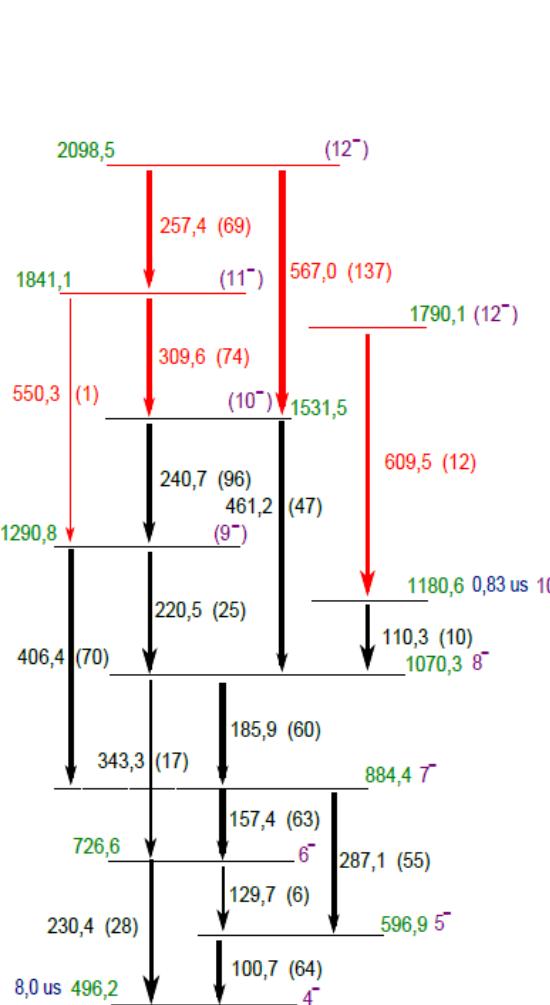
- **Modèle GICM** : (Modèle de Couplage Intermédiaire Généralisé) Généralisation du couplage intermédiaire aux noyaux impairs-impairs sphériques.
Noyaux = cœurs pair-pair en vibration couplés à 2 nucléons extérieurs (p impair et n impair).
- **Modèle QPRM** : (Quasi-Particle Rotor Model)
Modèle de champ moyen avec paramètres dérivés empiriquement.

Comparaison exp/théorie pour le noyau ^{98}Y

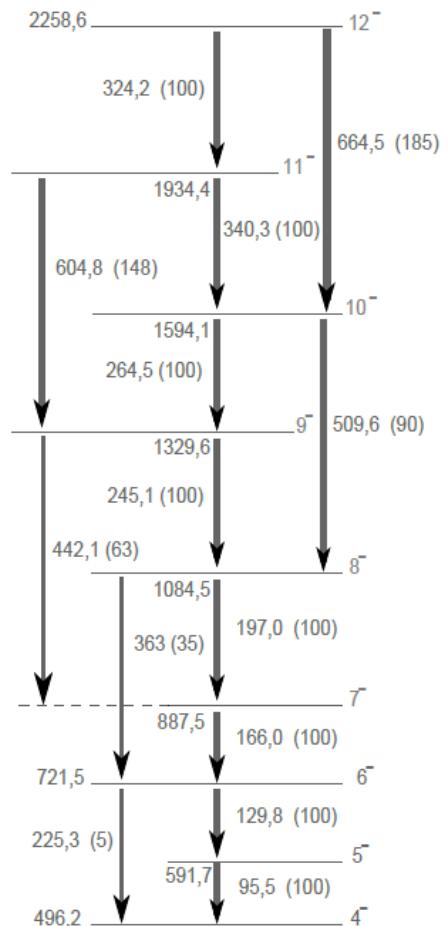


Résultats expérimentaux

Résultats calculs théoriques
Modèle GICM

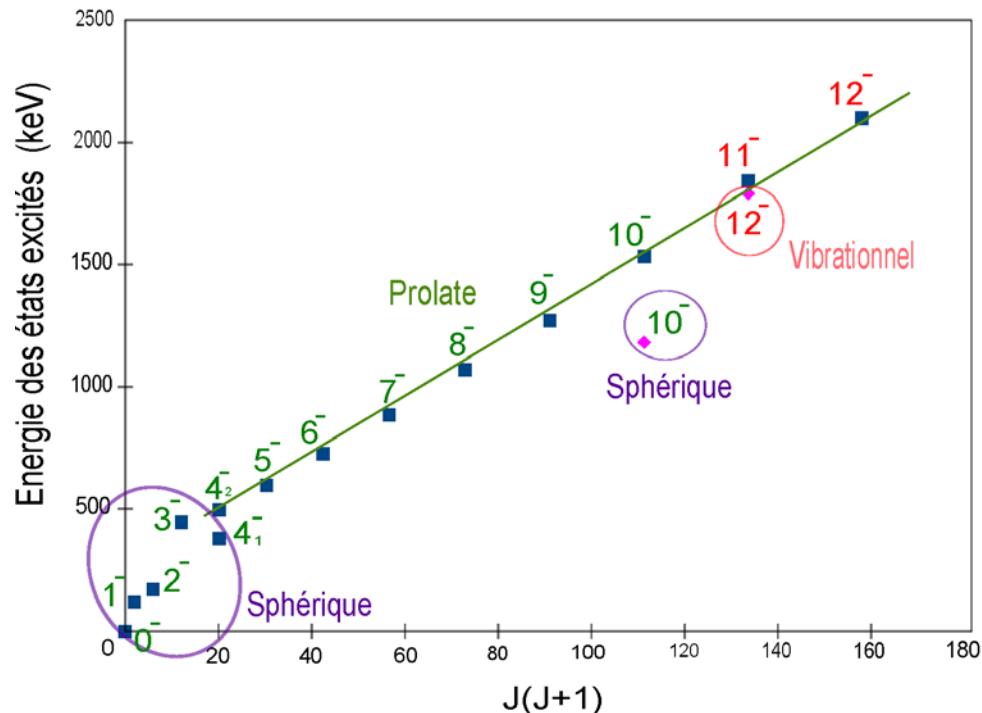
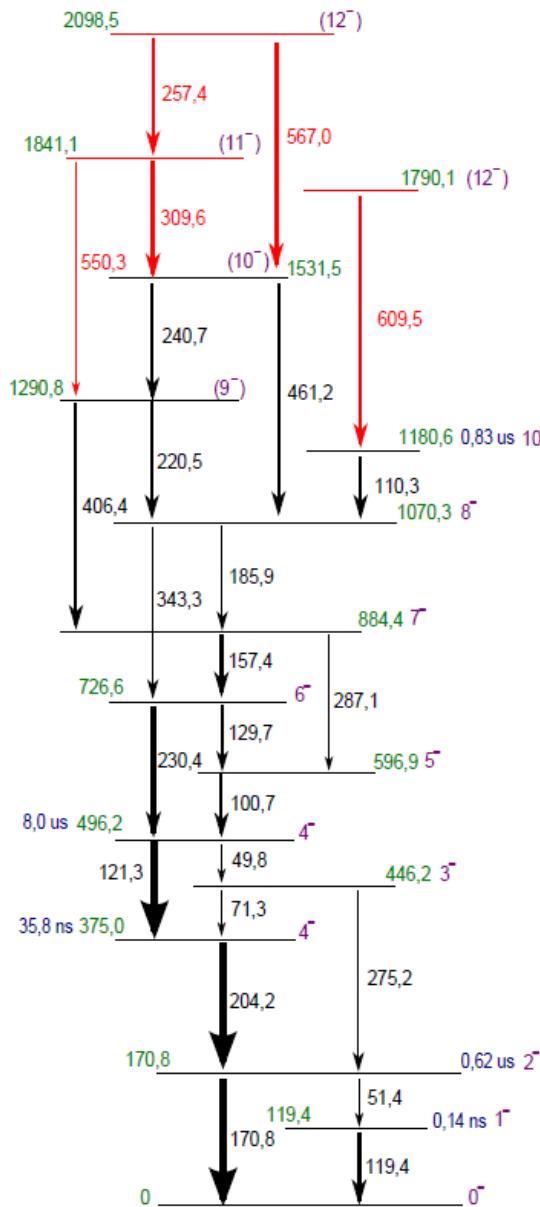


Résultats expérimentaux



Résultats calculs théoriques
Modèle QPR

Interprétations concernant le noyau ^{98}Y



- Prolongation de la bande rotationnelle 4^- .
- Identification de la nature de l'état isomérique $10^- \rightarrow$ nature sphérique.
- Identification de l'état $12^- \rightarrow$ vibrationnel.
- Etats prédis oblates avec les calculs de champ moyen n'ont pas été identifiés \rightarrow leurs existences restent donc encore aujourd'hui une question ouverte.

Plan de la soutenance

□ Introduction

□ Expérience réalisée

- But de cette expérience
- Descriptif expérimental
- Techniques d'analyses

□ Analyse des noyaux $^{84,86}\text{Se}$ et ^{83}As

- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

□ Analyse du noyau ^{98}Y

- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

□ Conclusion

□ Perspectives

Structure des noyaux $^{84,86}\text{Se}$, ^{83}As :

- Huit nouvelles transitions ont pu être déterminées concernant les noyaux $^{84,86}\text{Se}$ et ^{83}As .
- Propositions d'assignations de spins ont été effectuées par comparaison avec des calculs théoriques et des études systématiques.
- Les configurations nucléaires des états sphériques ont aussi été indiquées.
- Les états de ces noyaux à basses énergies sont bien reproduits par les interactions utilisés dans les calculs de modèle en couches → noyau ^{78}Ni peut être considéré comme doublement magique à priori.
- Pour confirmer, il serait nécessaire d'étudier des noyaux plus proches du ^{78}Ni , et de mesurer leurs masses, les énergies de séparation de deux neutrons ou l'état 2^+ du noyau ^{78}Ni .

Structure du noyau ^{98}Y :

- Cinq nouvelles transitions ont pu être déterminées concernant le noyau ^{98}Y .
- Propositions d'assignations de spins ont été effectuées par comparaison avec des calculs utilisant deux modèles théoriques collectifs : GICM et QPRM. La structure des états 0^- , 1^- , 2^- , 3^- et 4^-_1 a été confirmée comme sphérique par les calculs GICM et la structure de la bande 4^- a été expliquée par les calculs QPRM.
- Les configurations nucléaires des états sphériques et déformés ont aussi été indiquées.
- Pour compléter ce travail, il serait nécessaire de mesurer le moment magnétique/quadrupolaire des états isomériques des noyaux de cette région, afin de déterminer si les états isomériques sont sphériques ou déformés.

Plan de la soutenance

□ Introduction

□ Expérience réalisée

- But de cette expérience
- Descriptif expérimental
- Techniques d'analyses

□ Analyse des noyaux $^{84,86}\text{Se}$ et ^{83}As

- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

□ Analyse du noyau ^{98}Y

- Motivations
- Techniques d'analyses
- Résultats expérimentaux
- Interprétation

□ Conclusion

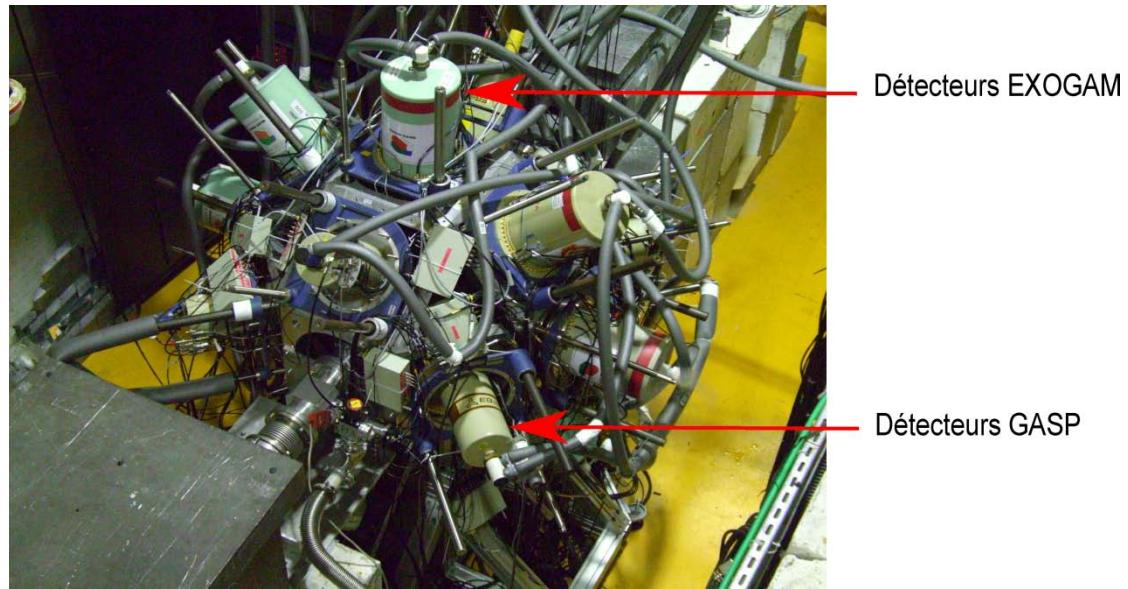
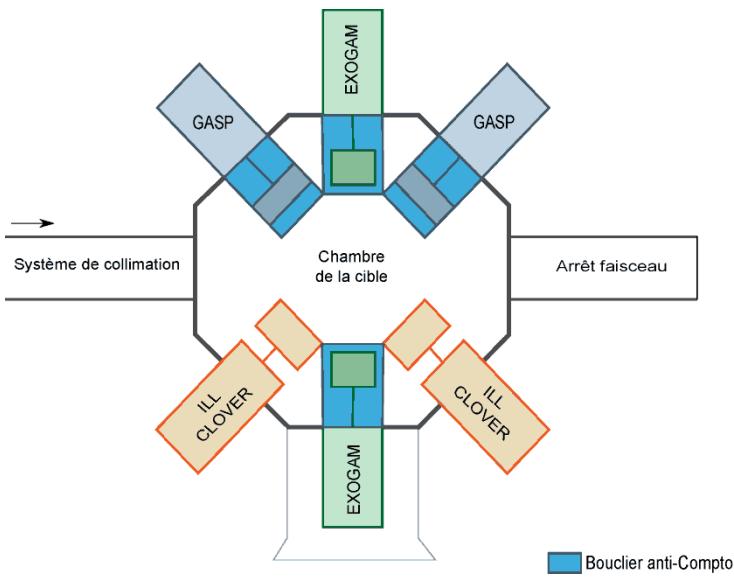
□ Perspectives

EXOGAM à l'ILL (2012-2013) :

Utilisation des noyaux ^{235}U et ^{241}Pu comme cibles fissiles → permet de produire des noyaux peu produits par fission spontanée. Accès aux noyaux au nord-est du ^{78}Ni et au-delà du noyau ^{132}Sn . (Fois 30 par rapport à Jyväskylä)

Dispositif expérimental :

- 8 détecteurs germanium de type clovers segmentés EXOGAM.
- 6 détecteurs germanium coaxiaux de grand efficacité : GASP.
- 2 détecteurs germanium « clover » provenant du spectromètre Lohengrin de l'ILL.



Pour compléter travail concernant ^{98}Y → propositions d'expériences au RIKEN au Japon :

- Mesure des moments magnétiques des états isomériques des noyaux de la région proche de $A=100$.
- Etude des états isomériques des noyaux $^{96,97}\text{Rb}$, ^{97}Sr et ^{99}Zr .
- Aucune preuve sans équivoque de la coexistence des états déformés prolate et oblate n'a été encore obtenue pour les noyaux riches en neutrons ayant $N=60$, et au-delà.
- Plusieurs calculs de champ moyen ont prédit cette coexistence de forme.

Ce type de mesure pourra permettre de déterminer si les états isomériques sont sphériques ou déformés → améliorer les connaissances concernant le phénomène de coexistence de forme nucléaires.

Merci de votre attention

Remerciements :

J.C. Angélique, J.M. Daugas, P. Dessagne, M. Ramdhane, O. Stezowski.
Membres du jury

G. Thiamova, G. Simpson.
Directeurs de thèse

Et bien d'autres...



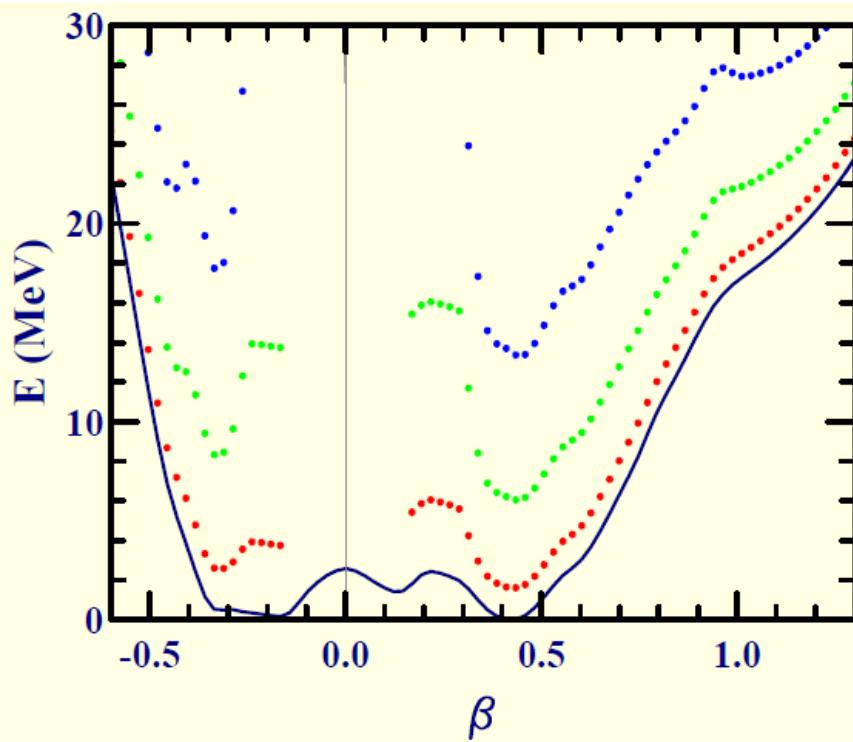
UNIVERSITÉ DE GRENOBLE



Nombre de paires de détecteurs touchés

Corrélations angulaires

Angle/au centre du 1ier cristal	Nombre de paires de détecteurs	Angle/au centre du 1ier cristal	Nombre de paires de détecteurs	Angle/au centre du 1ier cristal	Nombre de paires de détecteurs	Angle/au centre du 1ier cristal	Nombre de paires de détecteurs	Angle/au centre du 1ier cristal	Nombre de paires de détecteurs	Angle/au centre du 1ier cristal	Nombre de paires de détecteurs	Angle/au centre du 1ier cristal	Nombre de paires de détecteurs
1	0	30	458	59	810	88	2900	117	420	146	144	175	0
2	0	31	1396	60	1254	89	1274	118	1537	147	540	176	0
3	0	32	120	61	420	90	492	119	264	148	144	177	0
4	0	33	0	62	432	91	660	120	432	149	0	178	0
5	0	34	108	63	1704	92	336	121	444	150	168	179	0
6	0	35	384	64	1533	93	1258	122	1228	151	1392	180	0
7	0	36	108	65	504	94	2072	123	1010	152	462	181	324
8	0	37	836	66	711	95	564	124	348	153	516	182	0
9	0	38	1750	67	924	96	604	125	820	154	168	183	0
10	736	39	562	68	954	97	1100	126	339	155	144	184	0
11	0	40	656	69	1959	98	390	127	930	156	480	185	0
12	0	41	228	70	288	99	600	128	156	157	0		
13	0	42	644	71	882	100	420	129	360	158	0		
14	368	43	912	72	495	101	598	130	168	159	462		
15	0	44	262	73	1776	102	408	131	918	160	138		
16	0	45	258	74	504	103	1207	132	504	161	324		
17	0	46	120	75	666	104	384	133	1106	162	0		
18	0	47	108	76	192	105	754	134	108	163	0		
19	0	48	120	77	634	106	276	135	144	164	0		
20	0	49	995	78	420	107	710	136	108	165	0		
21	322	50	324	79	1099	108	492	137	306	166	0		
22	138	51	3633	80	516	109	420	138	318	167	0		
23	492	52	108	81	618	110	519	139	324	168	324		
24	0	53	288	82	576	111	946	140	684	169	0		
25	0	54	144	83	600	112	264	141	300	170	0		
26	360	55	1030	84	378	113	478	142	630	171	0		
27	3708	56	339	85	1088	114	944	143	624	172	648		
28	120	57	834	86	576	115	952	144	330	173	0		
29	512	58	264	87	552	116	842	145	912	174	0		



Energie des états dans le ^{97}Rb en fonction de la déformation. La ligne continue bleue correspond à l'état fondamental, les points rouges spin ~ 8 , points verts : spin ~ 16 et les points bleus : spin ~ 24 .

Schéma du dispositif expérimental pour mesurer les moments magnétiques (facteur g) :

