

# **Etude Expérimental de la Diffusion Inélastique du Neutron**

Greg Henning

# **La collaboration Eedin** (recurring cast)

- IPHC : Maëlle Kerveno, Philippe Dessagne, Greg Henning, Francois Claeys, Nicolas Dari Bako, Carole Chatel
- CEA DAM : Cyrille de Saint Jean, Stéphane Hilaire, Marc Dupuis
- CEA DES : David Bernard, Pierre Leconte, Gilles Noguierre

# **l'Histoire d'Eedin**

- Début de la collaboration suite à des échanges en meeting Jeff sur la problématique de l'inélastique de  $^{238}\text{U}$ .
- Soutenue par Needs, dès 2014 (existe déjà en 2013 avec équipe IPHC seule)
- 1<sup>ere</sup> réunion en septembre 2014 à Cadarache.
- Intègre le WP1 de Nacre

# Fonctionnement

- Deux réunions/workshop de ~2 jours par an
  - (Une à Cadarache, une à Strasbourg)
- D'autres actions ponctuelles/non récurrentes

- Sections efficaces  $^{238}\text{U}$  (n,n' gamma),  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{233}\text{U}$
- Sensibilité des données  $^{238}\text{U}$  à la structure
- Sensibilité des paramètres de réacteurs aux sections efficaces.
- Calculs de prééquilibre (QRPA, force gamma)
- Covariance pour Jeff 3.2
- EXCALIBUR et INTEGRAL, transmissions intégrales
- Delco

# Sections efficaces $^{238}\text{U}$ ( $n, n'\gamma$ )

- Mesurées avec Grapheme par l'IPHC au JRC-Geel
- Publication à l'automne 2021 en combinant résultats expérimentaux et comparaison à 3 codes de réactions nucléaires plus derniers développements théoriques sur la description microscopique du Pré équilibre (CEA/DAM).

PHYSICAL REVIEW C  
covering nuclear physics

Highlights Recent Accepted Collections Authors Referees Search Press About Staff

Measurement of  $^{238}\text{U}(n, n'\gamma)$  cross section data and their impact on reaction models

M. Kerveno, M. Dupuis, A. Bacquias, F. Belloni, D. Bernard, C. Borcea, M. Boromiza, R. Capote, C. De Saint Jean, P. Dessagne, J. C. Drohé, G. Henning, S. Hilaire, T. Kawano, P. Leconte, N. Nankov, A. Negret, M. Nyman, A. Olacel, A. J. M. Plompen, P. Romain, C. Rouki, G. Rudolf, M. Stanoiu, and R. Wynants  
Phys. Rev. C **104**, 044605 – Published 6 October 2021

Article

PDF

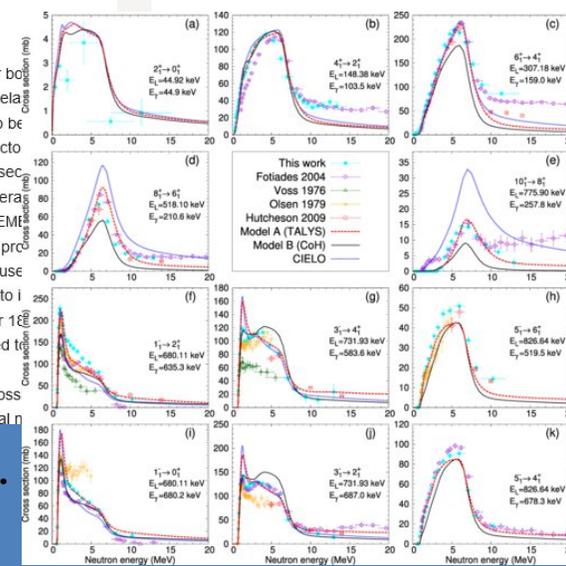
HTML

Export Citation

>

## ABSTRACT

A better knowledge of  $(n, xn)$  reaction cross sections is important for both reaction modeling and energy applications. This article focuses on inelastic scattering of neutrons off  $^{238}\text{U}$  for which improvements are needed to be constrain evaluations and solve inconsistencies in nuclear power reactor calculations. A new precise measurement of  $(n, xn\gamma)$  reaction cross section of  $^{238}\text{U}$  has been performed at the GELINA (Geel Electron LINear Accelerator) neutron facility operated by EC-JRC-Geel (Belgium) with the GRAPHEM (GeRmanium array for Actinides PRecise MEasurements) setup. The proton-ray spectroscopy method coupled to time-of-flight measurements is used to extract  $(n, xn\gamma)$  cross section values which can be further combined to the total neutron inelastic scattering cross section. Cross section data for 16 transitions (five never measured before) are presented and compared to data in the literature. Emphasis is especially given to the uncertainty determination to produce partial cross section data as accurate as possible within the intrinsic limitations of the experimental method. The use of additional

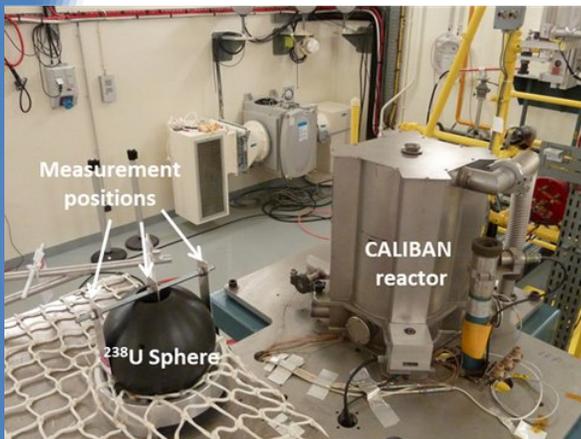


Measurement of  $^{238}\text{U}(n, n'\gamma)$  cross section data ...  
M. Kerveno et al., Phys. Rev. C 104, 044605

# Validation de la section efficace $^{238}\text{U}(n, n')$ par mesures intégrales

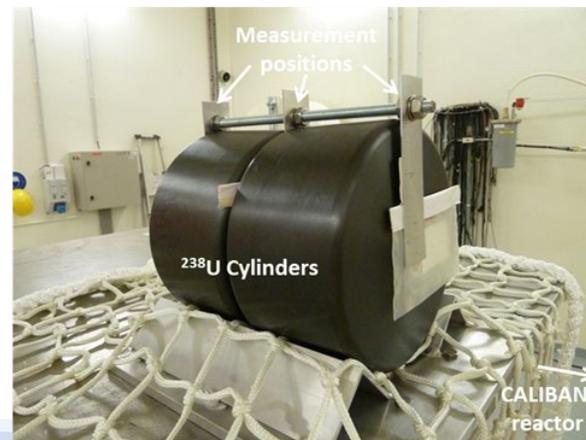
- Forte sensibilité du fonctionnement du réacteur à la section efficace  $^{238}\text{U}(n, n')$ .
- Mesures intégrales par transmissions auprès de Caliban et dans le hall cible de Gelina, notamment.
- Les expériences intégrales suggèrent - 10% par rapport à JEFF-3.1.1 pour  $(n, n'_{\text{cont}})$  entre 2 et 5 MeV incident.

Sphere Experiment (January 2014)



- 1 sphere ( $\phi = 17\text{cm}$ ) with a central cavity ( $\phi = 5\text{cm}$ )
- Metallic  $^{\text{nat}}\text{U}$  with 0.2% impurities and 1.5% Mo
- 3 measurements positions ( $\sim 6\text{cm}$  and  $12\text{cm}$  attenuation)
- Mean distance  $\sim 60\text{cm}$  to the reactor z-axis

Cylinder Experiment (October 2014)



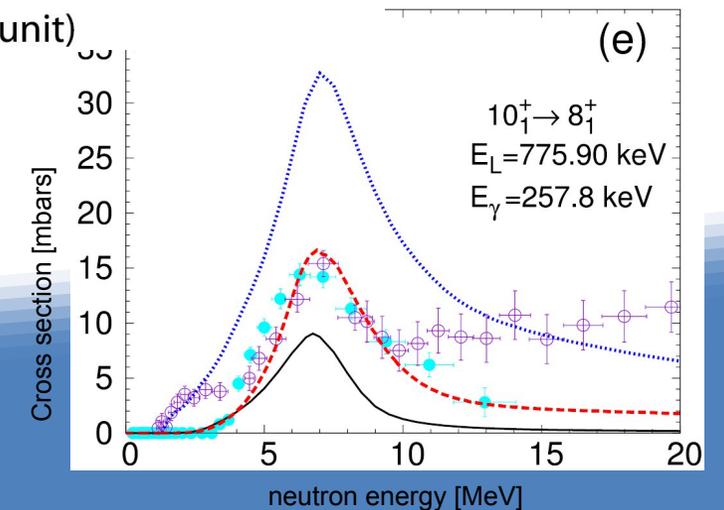
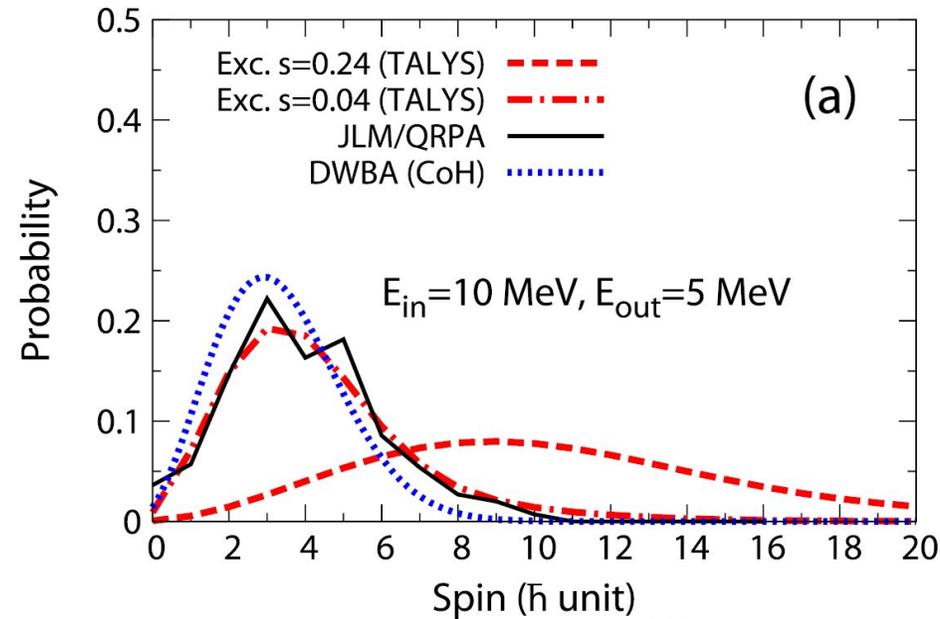
- 2 cylinders ( $\phi = 18\text{cm}$ ,  $h = 9\text{cm}$ )
- Metallic  $^{\text{nat}}\text{U}$  with 0.3% impurities
- 3 measurements positions ( $9\text{cm}$  and  $18\text{cm}$  attenuation)
- Mean distance  $\sim 60\text{cm}$  to the reactor z-axis



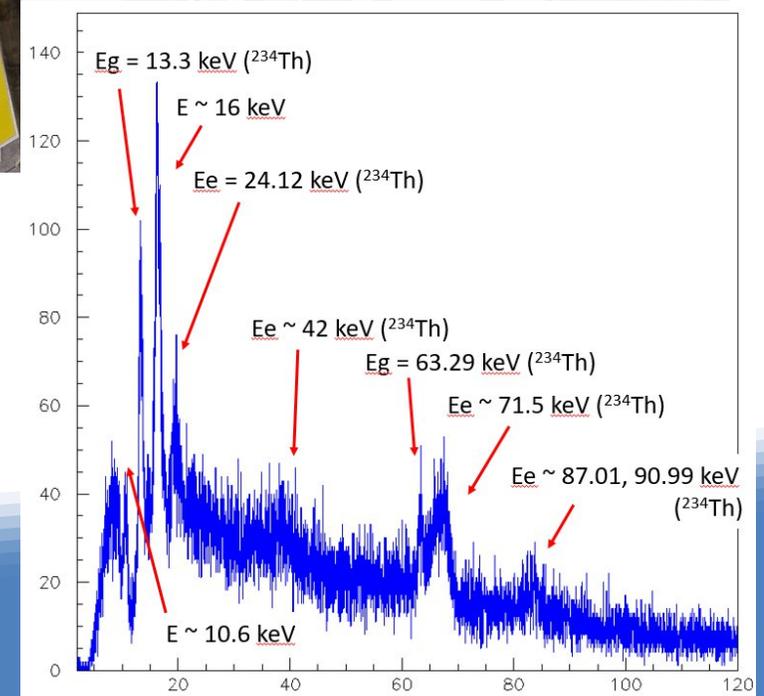
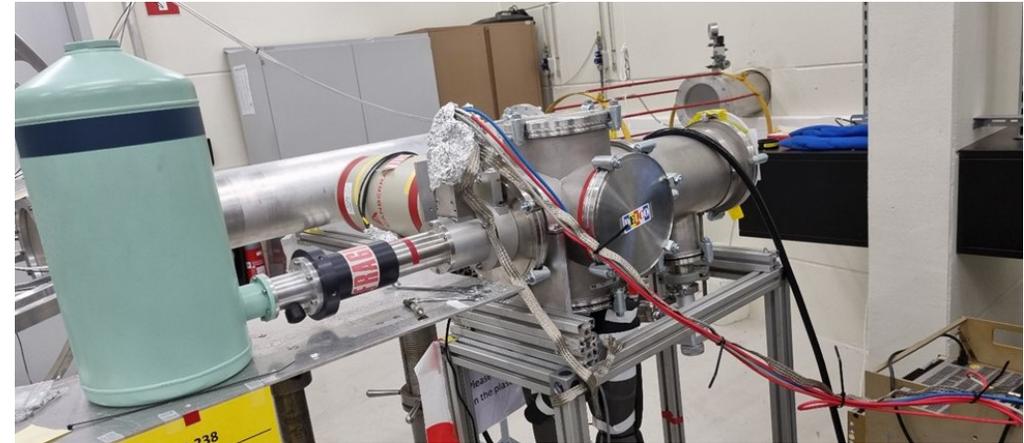
Figure 11: Photograph of the INTEGRAAL experimental setup, close to the GELINA target.

# Calculs microscopiques de prééquilibre

- Calculs QRPA pour le prééquilibre des réactions (n,n')
- Permet d'améliorer les distributions de spins dans le canal d'entrée par rapport au modèle statistique des excitons.
- Meilleurs accords pour les transitions de la bande rotationnelle fondamentale.



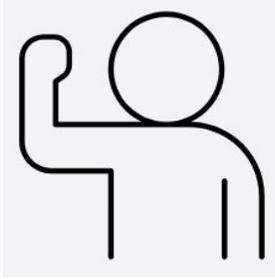
- Prototype de système de détection d'électrons de conversion.
- Pour pallier la conversion de transitions d'importance dans les actinides.
- Module d'acquisition, câbles, ... financés par Nacre



# Les apports de Needs/Nacre

- Financement thèse CEA/DES, codirection IPHC/DES depuis 2019 F. Claeys
- Financement thèse NEEDS/Nacre IPHC depuis 2021 N. Dari Bako

# Forces et faiblesses



- Toute la chaîne *de la mesure à l'évaluation* en une seule collaboration
- Permet une vraie synergie entre les équipes ;
- Bénéfices importants vis à vis de la description théorique
- Meilleure compréhension des enjeux réacteurs
- .....



- “dépendances” à Eedin qui varie selon les laboratoires de la collaboration.

# Projets

- Résultats (n,n' gamma)  $^{233}\text{U}$  et interprétation
- Mesures (n, n' gamma)  $^{239}\text{Pu}$
- Mesures de structure  $^{238}\text{U}$
- Mesure de capture par transmission sur  $^{239}\text{Pu}$  ?
- Délivrables :
  - XS dans EXFOR
  - Evaluation/fichier
  - Inclusion dans Talys d'amélioration issues de nos travaux

