



## Analyse des rayons gamma retardés de la fission thermique de l'U-235 mesurés sur le spectromètre FIPPS

**Spécialité** Physique nucléaire

**Niveau d'étude** Bac+4/5

**Formation** Ingenieur/Master

**Unité d'accueil** [DPhN/LEARN](#)

**Candidature avant le** 04/05/2025

**Durée** 3 mois

**Poursuite possible en thèse** non

**Contact** [Materna Thomas](#)  
+33 1 69 08 40 91  
[thomas.materna@cea.fr](mailto:thomas.materna@cea.fr)

### Résumé

Le stage consistera à développer un code d'analyse semi-automatique de spectres bidimensionnels. Il sera appliqué aux données du spectromètres FIPPS pour étudier la production des rayons gamma retardés de la fission thermique de l'U-235.

### Sujet détaillé

L'anomalie des antineutrinos de réacteur, à savoir un déficit significatif, de  $5.5 \pm 1.2$  % dans le nombre d'antineutrinos détectés à courte distance des réacteurs reste une énigme. Les résultats de plusieurs expériences de grande envergure, dont celle menée par notre laboratoire avec le détecteur STEREO auprès du réacteur à haut flux de Grenoble, confirment l'anomalie mais rejette l'hypothèse proposée initialement, celle d'une oscillation des antineutrinos vers un état stérile. L'hypothèse actuellement retenue est l'existence de biais dans la prédiction obtenue à partir des spectres beta de référence, mesurés dans les années 80 avec le spectromètre magnétique BILL auprès du réacteur de Grenoble. La prédiction de spectres des antineutrinos directement à partir des données nucléaires actuelles, et donc sans utiliser les mesures BILL, est également possible mais les incertitudes sont dominées par des erreurs et/ou des lacunes dans les données de décroissance beta (effet Pandémonium).

Le stage consistera à poursuivre le développement d'un code d'analyse de spectres bidimensionnels basé sur des méthodes de Machine Learning. Ce code sera utilisé pour extraire dans les données du spectromètre FIPPS de l'ILL les productions précises de rayons gamma retardés de différents noyaux produits lors de la fission thermique de l'U-235 et de les comparer aux valeurs calculées avec les données nucléaires actuelles (rendements de fission, données de décroissance). Ces résultats permettront à terme d'évaluer un modèle de la fonction force beta développé dans notre laboratoire permettant de corriger l'effet Pandémonium.

De bonnes connaissances en physique nucléaire et un attrait marqué pour l'expérimentation et l'analyse des données sont indispensables. Ce stage requière de très bonnes compétences en programmation. Une connaissance de l'environnement ROOT et des techniques de Machine Learning sont un atout sans être une obligation.

---

**Mots clés**

Spectroscopie gamma, fission nucléaire, désintégration beta

**Compétences**

Analyse de spectres de rayons gamma

**Logiciels**

C++, ROOT, python

---

## **Analysis of delayed gamma rays from U-235 thermal fission measured on the FIPPS spectrometer**

### **Summary**

The internship will consist in developing a semi-automatic software tool for the analysis of two-dimensional spectra. It will be applied to data from the FIPPS spectrometer to study the production of delayed gamma rays from the thermal fission of U-235.

### **Full description**

The reactor antineutrino anomaly, namely a significant deficit of  $5.5 \pm 1.2$  % in the number of antineutrinos detected at short distance from the reactors remains an enigma. The results of several large-scale experiments, including the one carried out by our laboratory with the STEREO detector at the high flux reactor of Grenoble, confirm the anomaly but reject the hypothesis initially proposed, an oscillation of antineutrinos towards a sterile state. The current hypothesis is the existence of biases in the prediction obtained from reference beta spectra, measured in the 1980s with the BILL magnetic spectrometer at the Grenoble reactor. The prediction of antineutrino spectra directly from actual nuclear data, and thus without using the BILL measurements, is also possible but the uncertainties are dominated by errors and/or gaps in the beta decay data (Pandemonium effect).

The aim of the internship is to complete the development of a two-dimensional spectra analysis code based on Machine Learning techniques. This code will be used to extract in data from the FIPPS spectrometer (ILL) the precise production of delayed gamma-rays from various nuclei produced during the thermal fission of U-235, and to compare them with values calculated with current nuclear data (fission yields, decay data). These results will later be used to evaluate a model of the beta force function developed in our laboratory with the aim of correcting for the Pandemonium effect.

A good knowledge of nuclear physics and a strong interest in experimentation and data analysis are essential. This internship requires very good programming skills. Knowledge of the ROOT environment and Machine Learning techniques is an asset, but not a requirement.

### **Keywords**

Gamma-ray spectroscopy, nuclear fission, beta decay

### **Skills**

Gamma-ray spectra analysis

### **Softwares**

C++, ROOT, python