

## DRF : Sujet de thèse SL-DRF-20-0717

### DOMAINE DE RECHERCHE

---

Neutronique / Physique corpusculaire et cosmos

### INTITULÉ DU SUJET

---

Modélisation et tests d'une source compacte de neutrons basée sur l'accélérateur IPHI

### RÉSUMÉ DU SUJET

---

Les faisceaux de neutrons sont utilisés pour de nombreuses applications en science des matériaux, en ingénierie, en archéologie ou dans l'étude d'œuvres d'art, domaines pour lesquels ils sont complémentaires à d'autres analyses non-destructives, comme la radiographie X. Ces faisceaux sont traditionnellement fournis par des réacteurs nucléaires de recherche et des sources de spallation. Le choix de la source dépend des caractéristiques du faisceau de neutrons voulues (spectre en énergie, fréquence des pulses de neutrons, etc). Aujourd'hui une grande partie des réacteurs arrivent en fin de vie Ainsi le réacteur de recherche Orphée a-t-il fermé en octobre 2019. Pour pallier à la diminution du temps de faisceau de neutrons disponible (limitant le nombre d'expériences pouvant être réalisées), de nouvelles sources alternatives sont en cours de développement. Ces dernières, appelées CANS (Compact Accelerator Neutron Sources) produisent des neutrons lors de réactions nucléaires de particules chargées (proton, deutons) sur une cible, dont le matériau dépend du type et de l'énergie des particules incidentes. Un CANS est en cours de développement au CEA-Saclay (des tests et des mesures sont en cours) auprès de l'installation IPHI-neutrons avec pour objectif à plus long terme de développer la source SONATE. IPHI-neutrons utilise des faisceaux de protons de haute intensité (>10mA) et basse énergie (3MeV) sur une cible de béryllium ou de lithium. Les neutrons produits à des énergies supérieures > 100 keV sont ensuite modérés pour atteindre des énergies inférieures à 50 meV. Ces nouvelles installations ont l'avantage d'être moins chères et plus souples que les réacteurs nucléaires. Toutefois, compte tenu de leur moindre puissance par rapport aux réacteurs, les flux de neutrons y sont moins importants. C'est pourquoi il est nécessaire d'optimiser au maximum ces installations et donc d'être capable de modéliser leur fonctionnement, depuis la production des neutrons primaires jusqu'à leur utilisation finale.

Ce sujet de thèse propose de réaliser une simulation intégrale d'un CANS, dans le cadre du projet de développement IPHI-neutrons. Cette simulation intégrera la production des neutrons primaires dans la cible, la propagation de ces neutrons et leur ralentissement par un modérateur froid ainsi que leur transport jusqu'au point de mesure par un collimateur optimisé, permettant de réduire le bruit de fond sur le dispositif expérimental. Enfin, on modélisera également l'utilisation du faisceau de neutrons pour une application de radiographie. Ces simulations s'appuieront sur des tests et des mesures réalisés sur l'installation IPHI-neutrons. Ces dernières viseront à caractériser le faisceau de neutrons (énergie, distribution spatiale, flux) ainsi que du bruit de fond gammas au point de détection. L'étudiant participera activement à l'installation des équipements, aux tests et à l'analyse des données.

Cette thèse est financée en interne par le CEA.

### FORMATION NIVEAU MASTER RECOMMANDÉ

---

Master 2

### INFORMATIONS PRATIQUES

---

Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'univers

Service de Physique Nucléaire  
Laboratoire études du noyau atomique (LENA)  
Centre : Saclay  
Date souhaitée pour le début de la thèse : 01/10/2020

## **PERSONNE À CONTACTER PAR LE CANDIDAT**

---

Loïc THULLIEZ  
CEA  
DRF/IRFU/DPhN/LEARN  
CEA Saclay  
DRF/IRFU/DPHN  
Orme des merisiers Bat 703  
91191 Gif-sur-Yvette CEDEX  
Téléphone : +33 1 69 08 74 53  
Email : [loic.thulliez@cea.fr](mailto:loic.thulliez@cea.fr)

## **UNIVERSITÉ / ÉCOLE DOCTORALE**

---

Paris-Saclay  
PHENIICS

## **DIRECTEUR DE THÈSE**

---

Antoine DROUART  
CEA  
DSM/IRFU/SPhN/Structure Noyau  
CEA/Saclay