

Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars 2011)

Proposition de stage pour l'année 2010-2011 (ne pas dépasser 1 page)

Date de la proposition : 08/11/2010

Responsable du stage / internship supervisor:			
Nom / name:	SIRVEN	Prénom/ first name :	Jean-Baptiste
Tél :	01.69.08.43.71	Fax :	01.69.08.78.84
Courriel / mail:	jean-baptiste.sirven@cea.fr		
Nom du Laboratoire / laboratory name: LRSI			
Code d'identification :	CEA/DEN/DANS/DPC/SCP	Organisme :	CEA
Site Internet / web site:	http://www.cea.fr/		
Adresse / address:	Bât 467, CEA Saclay, 91191 Gif sur Yvette		
Lieu du stage / internship place:	CEA Saclay		

Titre du stage / internship title: Optimisation du pilotage et de la sûreté des réacteur de 4 ^{ème} génération : Etudes pour le développement d'un système analytique LIBS-LIF permettant le suivi in situ de traceurs chimiques.
Résumé / summary Le projet de construction, à l'horizon 2020, d'un prototype de réacteur de 4 ^{ème} génération à neutrons rapides, refroidi au sodium (RNRNa), conduit le CEA à rechercher des solutions innovantes permettant d'améliorer les performances en termes de sûreté, de disponibilité, et de coût d'investissement. La chimie du caloporteur sodium (le fluide qui permet de transporter la chaleur produite par la réaction nucléaire hors du cœur du réacteur), notamment, doit pouvoir être suivie in-situ et en temps réel afin de pouvoir détecter le plus tôt possible des situations incidentelles telles que: <ul style="list-style-type: none">- les fissurations ou ruptures des gaines de combustible, qui entraîneraient le passage des produits de la fission des atomes d'uranium (normalement confinés dans ces gaines de combustible) dans le caloporteur. Ces produits de fission, tels que le césium, l'iode ou le zirconium doivent pouvoir être détectés à des concentrations de l'ordre de la ppb (partie par billion ou 10⁻⁹ soit 0.0000001 %).- la corrosion des circuits, qui est la conséquence de la présence d'oxygène dans le circuit du caloporteur. Les produits de corrosion, tels que le nickel ou le chrome doivent pouvoir être détectés à des concentrations de l'ordre de la ppm (partie par million ou 10⁻⁶ soit 0.0001 %).- les fuites entre le circuit primaire (circuit de sodium qui traverse le cœur du réacteur) et le circuit secondaire (circuit qui permet de transporter la chaleur échangée avec le circuit primaire vers la salle des machines, et ainsi de produire l'électricité en faisant tourner une turbine). Il existe plusieurs projets de RNRNa qui proposent différents fluides caloporteurs pour ce circuit secondaire (un autre circuit sodium, un circuit au plomb-bismuth...). Certaines techniques d'analyse ont déjà été développées et mises en place sur les réacteurs français précédents (Phénix et SuperPhénix) et sur des réacteurs étrangers mais elles ne fournissent pas la totalité des informations analytiques requises. Des études sont donc nécessaires pour concevoir et développer de nouvelles approches analytiques, mieux adaptées au besoin. Il est en particulier souhaitable de pouvoir effectuer l'analyse directe de la composition chimique du sodium liquide, pour réduire les temps de réponse et par là même accélérer le processus de décision en cas de détection d'anomalie. La technique LIBS (spectroscopie d'émission optique sur plasma produit par laser) a été envisagée pour cette application. Cette technique consiste à analyser la lumière émise par les atomes présents dans un plasma produit par laser sur la surface de l'échantillon à analyser (l'échantillon pouvant être solide, liquide ou gazeux). Cette lumière est caractéristique des éléments présents dans l'échantillon. Cette technique ne nécessite aucun prélèvement et aucun contact avec l'échantillon : le plasma est produit en focalisant un laser sur sa surface, et la lumière émise peut être collectée par un système optique approprié. Ce principe entièrement fondé sur l'optique permet l'utilisation de cette technique dans des environnements hostiles. Des études de faisabilité de la détection par LIBS du plomb dans le sodium liquide (à 150°C sous atmosphère d'argon ultra-pur) ont donc été réalisées. Cependant, les premiers résultats montrent que la LIBS ne permettra pas d'atteindre les limites de détection très basses qui doivent être atteintes, notamment dans le cas de la détection précoce de ruptures de gaine du combustible où les produits de fission doivent pouvoir être détectés dans le sodium à des concentrations de l'ordre de la ppb. Plusieurs techniques d'analyse optique dérivées de la LIBS ont été étudiées et permettraient d'abaisser ces limites de détection. La plus prometteuse est la LIBS couplée à la fluorescence atomique induite par laser (LIBS-LIF), qui consiste à faire fluorescer les atomes de l'élément cible présents dans le plasma LIBS. Cette technique nécessite l'utilisation d'un laser accordable en plus du laser utilisé pour l'ablation.
Objectif Les travaux réalisés dans le cadre de ce stage porteront sur la mise au point et l'optimisation du montage de LIBS-LIF. Une fois cette optimisation réalisée, une étude comparative pourra être menée entre les performances de la LIBS et celles de la LIBS-LIF pour l'application à la détection du plomb dans le sodium liquide. Ainsi ce stage sera très majoritairement expérimental. Ce stage permettra au candidat de développer des compétences pratiques en laser, optique non linéaire, spectroscopie et analyse élémentaire, mais également en sciences analytiques et en physico-chimie, dans le cadre d'un projet industriel devant mener à court-moyen terme à la construction d'un réacteur nucléaire de nouvelle génération. Ce travail sera réalisé au sein d'un laboratoire (Laboratoire de Réactivité des Surfaces et des Interfaces, LRSI) reconnu à l'échelle internationale et dans l'environnement scientifique exceptionnel du CEA de Saclay.
Toutes les rubriques ci-dessous doivent obligatoirement être remplies

Le stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : NON			
Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: NON			
Lasers et matière	OUI	Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	NON
Optique de la science à la technologie	OUI	Physique des plasmas	OUI

Fiche à transmettre (fichier pdf **obligatoirement**) sur le site <http://stages.master-omp.fr>