



Centre Inter universitaire de Recherche et d'Ingénierie des Matériaux (UMR CNRS 5085)

**le CIRIMAT / UMR CNRS 5085
(INPT – ENSIACET Toulouse)**

et la société FRAMATOME

**recherchent un(e) candidat(e) pour un stage
Ingénieur fin d'études / Master 2**

portant sur

**Caractérisation fine de la peau interne des tubes de
générateur de vapeur en inconel 690**

Les candidatures (CV + lettre de motivation) sont à adresser avant le 23
Novembre 2020 à :

Lydia Laffont – 05 34 32 34 37 – lydia.laffont@ensiacet.fr

Christine Blanc – 05 34 32 34 07 – christine.blanc@ensiacet.fr

Contexte et présentation du stage

Le relâchement des produits de corrosion, notamment du nickel 58, des tubes de Générateur de Vapeur (GV) des Réacteurs à Eau sous Pression (REP) est responsable d'une partie importante de la contamination du circuit primaire et des circuits auxiliaires. En effet, lors du passage dans le cœur du réacteur en fonctionnement, le nickel 58 (^{58}Ni) relâché des tubes en alliage base nickel (Inconel 690) est activé sous flux neutronique en cobalt 58 (^{58}Co) qui se redépose ensuite sur la surface des circuits. Cette contamination en ^{58}Co a des conséquences importantes sur l'exploitation des tranches. Afin de réduire ce Terme Source en ^{58}Co , il est essentiel de bien comprendre et de maîtriser le phénomène de relâchement des tubes de GV. Ce stage s'inscrit pour la société Framatome dans la démarche de maîtrise du terme source en produits de corrosion, via le phénomène de relâchement, afin de limiter la contamination volumique et surfacique du circuit primaire.

L'étude proposée a pour objectif d'analyser l'effet de l'état de surface interne des tubes de GV sur le relâchement. La démarche expérimentale qui sera mise en œuvre consistera en une caractérisation fine de l'état de surface interne du tube à l'aide d'un profilomètre optique 3D combinant le mode microscope confocal, interférométrique et à variation de focus et d'un microscope optique 3D afin d'appréhender la surface réelle de plusieurs tubes de GV. En effet, par le passé, les mesures de la rugosité via le paramètre Ra (obtenu avec des profilomètres optiques) n'ont pas permis de différencier significativement les tubes entre eux, alors qu'au microscope électronique à balayage (MEB), les tubes apparaissent parfois très différents.

Cette démarche qui comprend deux étapes permettra d'une part, de mettre en évidence les paramètres adéquats pour quantifier l'état de surface, et d'autre part, de relier ces paramètres géométriques à la microstructure ou aux hétérogénéités chimiques à l'aide du MEB.

Cette étude sera réalisée dans le cadre d'un CDD, d'une durée de 6 mois (1^{er} mars 2021 – 31 août 2021). Elle pourra se poursuivre potentiellement par une thèse. Les travaux relatifs à cette étude seront réalisés dans les locaux du CIRIMAT, sous la direction de Mme Lydia Laffont, et co-encadrés par Mme Christine Blanc, dans le cadre d'une collaboration avec l'équipe « chimie » de la société Framatome.

Début du CDD : 01 Mars 2021

Profil du (de la) candidat(e) : le(la) candidat(e) devra posséder de solides connaissances en Sciences des Matériaux. Des compétences sur les méthodes d'analyse de surface et en métallurgie constituent aussi un prérequis. La personne recrutée devra également apprécier l'expérimentation et le travail en équipe.

Lieu : CIRIMAT, laboratoire situé au sein de l'ENSIACET/INPT à Toulouse

Salaire : ~1534 € brut / mois



Centre Inter universitaire de Recherche et d'Ingénierie des Matériaux (UMR CNRS 5085)

**CIRIMAT / UMR CNRS 5085
(INPT – ENSIACET Toulouse)**

and FRAMATONE

**are searching for a candidate for a Master 2
Internship**

entitled

**Characterization of internal surface state of steam
generator tube made on alloy 690**

Application forms (CV + letter of motivation) must be sent before 23 November 2020 to:

Lydia Laffont – 05 34 32 34 37 – lydia.laffont@ensiacet.fr

Christine Blanc – 05 34 32 34 07 – christine.blanc@ensiacet.fr

Description of the internship

An important part of the activity and the contamination of the Reactor Coolant System (RCS) of Pressurized Water Reactors (PWRs) mainly originates from the activation of corrosion products released by the very large surface area of Steam Generator (SG) tubes made of nickel base alloys (alloy 600 ~ 75% Ni, 15% Cr, 10% Fe, alloy 690~ 60% Ni, 30% Cr, 10% Fe). The released isotope ^{58}Ni is activated into the isotope ^{58}Co that contaminates all the surfaces of the RCS. In order to reduce this radioactivity and hence the radiation exposure during the maintenance and associated operation costs, it is necessary to control and minimize the release. For the Framatome company, this internship is part of the process of controlling the source term in corrosion products, via the release phenomenon, in order to limit the volume and surface contamination of the primary circuit.

The study aims to analyze the influence of internal surface state of steam generator tube made on alloy 690 on the release of corrosion products. The experimental methodology will consist of the precise characterization of the internal surface area by using 3D optical profilometer combining interferometry, confocal and focus variation and/or 3D optical microscope of several generator tubes. In the past, roughness measurements via the Ra parameter (determined by optical profilometer) did not allow the tubes to be significantly differentiated from each other, whereas under a scanning electron microscope (SEM) the tubes sometimes look very different.

This 2-step methodology will allow to determine the adequate parameters to quantify the surface area, and to relate these geometric parameters to the microstructure or chemical heterogeneities using SEM.

The study will be performed in the framework of a 6-month fixed-term contract (1st march 2021 – 31 august 2021). It will be probably continued in the framework of a PhD thesis. The work will be performed in the CIRIMAT, under the supervision of Lydia Laffont, and co-supervised by Christine Blanc, as part of a collaboration with the "chemistry" team of the company Framatome.

Beginning: 1st march 2021

To apply: Applicants must have a significant knowledge concerning material sciences. Knowledge on analyses of surface and metallurgy will be an advantage. The internship corresponds to an experimental work.

Laboratory: CIRIMAT is located in ENSIACET/INPT in Toulouse.

Salary: ~ 1534 € before tax / month