



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 une thèse

portant sur

**Etude de la sensibilité à la fragilisation par
l'hydrogène de métal déposé en Alliages 82 et 52**

Les candidatures (CV + lettre de motivation + copie diplôme Master ou équivalent) sont à adresser avant le 02 octobre 2020 à :

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

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

Pierre Joly - pierre.joly@framatome.com

Contexte et présentation de la thèse

Dans les réacteurs nucléaires électrogènes de type REP (Réacteurs à Eau Pressurisés), l'intégrité des composants mécaniques du circuit primaire, sous pression, doit être assurée, et la démonstration doit en être justifiée, en toute circonstance de fonctionnement. Ces démonstrations utilisent en particulier les concepts et outils de la mécanique de la rupture. Certains équipements comportent dans leur enceinte sous pression, des composants en alliage à base Nickel (métaux de base et métaux déposés des soudures) qui ont un comportement ductile, et dont la résistance à la déchirure doit être caractérisée. Ces caractérisations sont usuellement faites par des essais de résistance à la déchirure réalisés aux températures de fonctionnement (vers 320°C), dans l'air. Néanmoins, la littérature rapporte que la résistance à la déchirure à basse température (inférieure à 100°C) de ces zones soudées pourrait être abaissée par une exposition au milieu « eau primaire REP ». Le mécanisme de « fragilisation » suspecté pourrait être associé à la présence d'hydrogène.

L'étude proposée a pour objectif d'analyser la sensibilité à la fragilisation par l'hydrogène des alliages 82 et 52, sous forme de métal déposé par soudage. Cela suppose d'une part, de mettre en évidence la fragilisation des matériaux dans le milieu d'étude, et d'autre part, d'analyser les processus élémentaires de diffusion et piégeage de l'hydrogène pour ce type de matériau. La thèse reposera sur une approche expérimentale intégrant une caractérisation très fine des microstructures, une analyse des propriétés mécaniques du matériau d'étude, des essais mécaniques réalisés en autoclave, ou à l'air, après exposition des éprouvettes au milieu REP simulé. De plus, les processus élémentaires de diffusion et piégeage de l'hydrogène seront étudiés en faisant appel à des protocoles expérimentaux originaux basés notamment sur la mise en œuvre de la microscopie à force atomique en mode KFM d'échantillons modèles préalablement chargés en hydrogène.

Les travaux relatifs à cette thèse seront réalisés dans les locaux du CIRIMAT, sous la direction de Christine Blanc, et co-dirigés par Lydia Laffont, dans le cadre d'une collaboration avec Framatome (Pierre Joly). Des essais pourront également être réalisés dans les locaux de Framatome. Il s'agit ici d'un contrat CIFRE avec Framatome.

Début de la thèse : 01 février 2021

Lieu : CIRIMAT, laboratoire situé au sein de l'ENSIACET/INPT à Toulouse + réalisation de quelques essais chez Framatome / Centre technique du Creusot.

Salaire : 1620 € net / mois

Profil du (de la) candidat(e) : le(la) candidat(e) devra posséder de solides connaissances dans le domaine des matériaux métalliques. Des compétences pour ce qui concerne les problématiques de durabilité de ces matériaux constituent aussi un prérequis. La personne recrutée devra également apprécier l'expérimentation et le travail en équipe.

Chaque candidat(e) devra suivre les instructions ci-dessous.

ETAPE 1 : les candidatures doivent être adressées par E-mail (Christine BLANC + Lydia LAFFONT + Pierre JOLY) avant le 2 octobre avec les documents suivants :

a) Curriculum Vitae



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

b) lettre de motivation : le(la) candidat(e) devra expliquer ses motivations par rapport à la thèse et montrer en quoi ses envies et ses compétences sont en adéquation avec le sujet proposé.

c) copie du diplôme de Master 2 ou équivalence

ETAPE 2 : toutes les candidatures seront étudiées par Christine Blanc, Lydia Laffont et Pierre Joly.

ETAPE 3 : les meilleurs candidats vis-à-vis de cette thèse, cela sur la base de la qualité de leur dossier, seront identifiés et convoqués à un entretien. Les entretiens se feront en visioconférence entre le 5 et le 9 octobre.

ETAPE 4 : les candidats convoqués à un entretien seront classés.

ETAPE 5 : Le(la) candidat(e) retenu(e) sera informé(e) de la décision par email. Les autres candidats recevront également une information quant à leur classement.

Le (la) candidate s'engagera alors fermement dans la procédure de dépôt CIFRE auprès de l'ANRT avec Christine Blanc, Lydia Laffont et Pierre Joly.



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 PhD Thesis

entitled

Analysis of the susceptibility to hydrogen embrittlement of deposited alloys 82 and 52

Application forms (CV + letter of motivation + certificate of Master Degree) must be sent before October 2nd 2020 to:

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

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

Pierre Joly - pierre.joly@framatome.com



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

Description of the internship

In pressurized water reactors (PWR), the integrity of the structural components in the primary circuit, under pressure, is to be maintained and demonstrated during the whole operating period. Some equipments contain components constituted of Ni base alloy (base and deposited metals), which feature a ductile behaviour. Their ductile fracture resistance has to be evaluated. This is commonly done by performing J- Δa tests at in-service temperature (320°C), in air. However, literature shows that ductile fracture resistance at low temperatures (lower than 100°C) of welded zones can be lowered by an exposure to the PWR primary medium. The “embrittlement” mechanism is suspected to be linked to the presence of hydrogen in the tested materials.

The study aims to analyze the susceptibility to hydrogen embrittlement of deposited alloys 82 and 52. This will be done by studying, on one side, the embrittlement of the material in the in-service environment, and, on the other side, the elementary mechanisms of hydrogen diffusion and trapping. The PhD thesis will be based on an experimental approach, which will combine an in-depth analysis of the microstructures, study of the mechanical properties of the material studied, tests performed in autoclaves, or in air after an exposure to a simulated PWM primary medium. Furthermore, the elementary processes of hydrogen diffusion and trapping will be studied by using an original experimental approach based in particular on an AFM/KFM study performed on model samples previously charged in hydrogen.

The PhD work will be performed in the CIRIMAT, under the supervision of Christine Blanc, and co-supervised by Lydia Laffont, in the framework of a collaboration with FRAMATOME (Pierre Joly). Some experimental tests will be performed in Framatome. This thesis corresponds to a CIFRE contract.

Beginning: 1st February 2021

Laboratory: CIRIMAT is located in ENSIACET/INPT in Toulouse. Some tests will be performed in Framatome (Technical center Le Creusot)

Salary: 1620 € after tax / month

To apply: Applicants must have a significant knowledge concerning material sciences. Knowledge on the durability of those materials will be an advantage. The internship corresponds to an experimental work.

Each candidate needs to follow the instruction below.

STEP 1: Application should be submitted by E-mail (Christine BLANC + Lydia LAFFONT + Pierre JOLY) before October 2nd containing the following documents:

- a) Curriculum Vitae
- b) Cover letter : Explain what your motivation is and why you would like to apply for this thesis. List your skills that would fit closer to the requirements of this project.
- c) Certificate of Master's Degree (or equivalent) with transcripts of records

STEP 2: All applications will be reviewed by Christine Blanc, Lydia Laffont and Pierre Joly.



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

STEP 3: The best candidates for this position, based on their merit, will be shortlisted and invited for an interview. Interviews will be organised via videoconference from October 5th to 9th.

STEP 4: Shortlisted candidates will be ranked.

STEP 5: The finally selected candidate will receive official notification

The selected candidate will then be involved definitively in the ANRT process conducted by Christine Blanc, Lydia Laffont and Pierre Joly to obtain a financial support from the ANRT.