



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

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

et le CETIM

recherchent un(e) candidat(e) pour une thèse

portant sur

**Etude de la sensibilité à la corrosion sous contrainte
de joints soudés en aciers inoxydables**

Les candidatures (CV + lettre de motivation + copie diplôme Master ou équivalent) sont à adresser avant le 09 mars 2021 à :

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

Eric Andrieu – 05 34 32 34 06 – eric.andrieu@ensiacet.fr

Nadège Ducommun – nadege.ducommun@cetim.fr

Laurent Jubin – laurent.jubin@cetim.fr

Contexte et présentation de la thèse

La corrosion sous contraintes (CSC) résulte de l'action conjuguée de contraintes et d'un milieu corrosif. Ces contraintes peuvent être soit des contraintes résiduelles de fabrication (traitement thermique, mise en forme, soudures...) soit des contraintes induites par un chargement extérieur (dilatation, pression...). La CSC est la deuxième forme de corrosion responsable d'avaries sur des assemblages soudés en acier inoxydable ; cela concerne des secteurs industriels et des équipements très divers, comme les échangeurs, les ballons d'eau chaude... Or, il est difficile de prédire et prévenir l'apparition de ces phénomènes qui dépendent de variables multiples ; cependant, la définition du périmètre d'utilisation sans risque des équipements est un besoin couramment exprimé.

L'étude proposée s'inscrit dans ce contexte, et a pour objectif d'analyser la sensibilité à la CSC de joints soudés en acier inoxydable en milieu contenant des ions chlorures. A terme, il s'agira, d'abord, d'acquérir des données en termes de sensibilité à la CSC en fonction des multiples variables influentes (T°C, teneur en ions Cl⁻, potentiel, gradient d'états métallurgiques, état d'oxydation dû à l'opération de soudage, décapage) et d'en déduire les domaines de sensibilité des assemblages soudés étudiés en fonction de ces principales variables. Il s'agira ensuite, sur la base de ces résultats, de mettre au point un test discriminant permettant de classer les assemblages soudés vis-à-vis de leur sensibilité à la CSC. La thèse reposera sur une approche expérimentale intégrant une caractérisation très fine des microstructures et des propriétés mécaniques des assemblages soudés, couplée à des essais de CSC en milieu contenant des ions chlorures. Une étude paramétrique sera réalisée de façon à identifier précisément les paramètres influents et les domaines de sensibilité à la CSC correspondants. L'étude sera réalisée sur deux aciers inoxydables : un acier austénitique, l'acier 316L, et un acier duplex austéno-ferritique, réputé plus résistant à la CSC dans ces milieux, l'acier 2205. L'acier inoxydable austénitique 304L servira de référence, et permettra également d'appréhender l'influence de la teneur en Mo sur ces processus. Il s'agira notamment, en lien avec la notion de PREN (Pitting Resistance Equivalent Number), d'analyser les mécanismes d'amorçage de fissures de CSC en relation avec la corrosion par piqûres.

Les travaux relatifs à cette thèse seront réalisés dans les locaux du CIRIMAT, sous la direction de Christine Blanc, et co-dirigés par Eric Andrieu, dans le cadre d'une collaboration avec le CETIM (Nadège Ducommun et Laurent Jubin). Des essais pourront également être réalisés dans les locaux du CETIM. Il s'agit ici soit d'un contrat CIFRE avec le CETIM soit d'un contrat direct avec le CETIM.

Début de la thèse : 01 Juin 2021

Lieu : CIRIMAT, Laboratoire situé au sein de l'ENSIACET/INPT à Toulouse + réalisation de quelques essais au CETIM.

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



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

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 + Eric Andrieu + Nadège Ducommun + Laurent Jubin) avant le 9 mars 2021 avec les documents suivants :

a) Curriculum Vitae

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, Eric Andrieu, Nadège Ducommun et Laurent Jubin.

ETAPE 3 : les meilleurs candidats vis-à-vis de cette thèse, sélectionnés sur la base de la qualité de leur dossier, seront convoqués à un entretien. Les entretiens se feront en visioconférence entre le 11 et le 19 mars 2021.

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

ETAPE 5 : Les candidats recevront une information quant à leur classement.

Le (la) candidat(e) retenu(e) s'engagera alors fermement dans la procédure de dépôt CIFRE auprès de l'ANRT avec Christine Blanc, Eric Andrieu, Nadège Ducommun et Laurent Jubin ou, le cas échéant, dans la constitution du dossier de thèse.



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

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

and CETIM

are searching for a candidate for PhD Thesis

entitled

**Study of the stress corrosion cracking susceptibility
of stainless steel welded joints**

Application forms (CV + letter of motivation + certificate of Master Degree)
must be sent before March 9st 2021 to:

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

Eric Andrieu – 05 34 32 34 06 – eric.andrieu@ensiacet.fr

Nadège Ducommun – nadege.ducommun@cetim.fr

Laurent Jubin – laurent.jubin@cetim.fr

Description of the PhD Thesis

Stress corrosion cracking (SCC) results from the combined action of stresses and a corrosive environment. Stresses can be either residual stresses (heat treatment, shaping, welding, etc.) or stresses induced by external loading (expansion, pressure, etc.). SCC is the second form of corrosion that causes damage to welded stainless steel assemblies; this concerns a wide range of industrial sectors and equipments, such as heat exchangers, hot water tanks, etc. Predicting and preventing the occurrence of these phenomena that depend on multiple variables is still difficult; however, knowledge of safe areas of equipment use is a commonly expressed need.

In this context, the specific objectives of the proposed study are to analyse the susceptibility to SCC of welded stainless steel assemblies in chloride ion-containing environments. In the long term, it will be necessary, first, to acquire data in terms of susceptibility to SCC according to the multiple influent variables ($T^{\circ}\text{C}$, Cl^- , potential, gradients of metallurgical states, oxidation state due to welding, pickling) and to deduce from those results the SCC susceptibility domains of welded assemblies according to the main variables. Then, the aim will be to design a discriminant test for assessing the susceptibility of assemblies to SCC. The thesis will be based on an experimental approach combining a very fine characterization of the microstructures and mechanical properties of welded assemblies, and associated with SCC tests in chloride ions-containing environments. A parametric study will be performed to accurately identify the relevant influencing parameters and corresponding SCC sensitivity domains. The study will be carried out on two stainless steels: an austenitic steel, the 316L steel, and an austeno-ferritic duplex steel, known to be more resistant to SCC in these environments, the 2205 steel. The 304L austenitic stainless steel will serve as a reference, and will also allow to understand the influence of the Mo content on these processes. This will include, in connection with the concept of PREN (Pitting Resistance Equivalent Number), the analysis of SCC crack initiation mechanisms in relation to pitting corrosion.

The PhD work will be performed in the CIRIMAT, under the supervision of Christine Blanc, and co-supervised by Eric Andrieu, in the framework of a collaboration with CETIM (Nadège Ducommun and Laurent Jubin). Some experimental tests will be performed in Cetim. This thesis corresponds either to a CIFRE contract, or to a direct contract with Cetim.

Beginning: 1st June 2021

Laboratory: CIRIMAT is located in ENSIACET/INPT in Toulouse. Some tests will be performed in Cetim.

Salary: 1620 € / month (net salary)

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.



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

STEP 1: Application should be submitted by e-mail (Christine Blanc + Eric Andrieu + Nadège Ducommun + Laurent Jubin) before March 9st 2021 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, Eric Andrieu, Nadège Ducommun and Laurent Jubin.

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 March 11th to 19th 2021.

STEP 4: Shortlisted candidates will be ranked.

STEP 5: Candidates will receive official notification concerning the selection and ranking.

The selected candidate will then be involved definitively in the ANRT process conducted by Christine Blanc, Eric Andrieu, Nadège Ducommun and Laurent Jubin to obtain a financial support from the ANRT, or directly in the signature of the PhD thesis forms.