



20 mars 2024

**le CIRIMAT / UMR CNRS 5085  
(Institut Carnot Chimie Balard Cirimat)  
(Toulouse INP – ENSIACET)**

**recherche un(e) candidat(e)  
pour une thèse**

intitulée

**Hydrogène et corrosion des alliages d'aluminium,  
une interaction à la base d'un processus  
autocatalytique à maîtriser**

Les candidatures (CV + lettre de motivation) sont à adresser au plus tard le 12 avril 2024 à 12h00 (Paris) à :

**Christine Blanc – +33 (0)5 34 32 34 07 – [christine.blanc@toulouse-inp.fr](mailto:christine.blanc@toulouse-inp.fr)**

## Contexte et présentation de la thèse

Dans le contexte d'une économie mondiale circulaire, la prise en compte de la rareté des matériaux et de la durabilité des structures est une exigence pour les citoyens, et donc pour les chercheurs. Dans de très nombreux domaines d'application, le retour d'expérience sur le comportement en service des structures montre que la résistance à la corrosion des matériaux utilisés reste un problème majeur dans de nombreuses conditions d'emploi. **Construire un modèle de prédiction des durées de vie des structures est un enjeu essentiel qui répond à un besoin industriel et sociétal, en matière d'aide à la sélection et à la conception des matériaux comme à la conception, l'emploi et la maintenance des systèmes et des structures.** Cela suppose, sur la base de la compréhension des mécanismes de corrosion, d'identifier des indicateurs d'endommagement et de performance des matériaux pour proposer des lois d'endommagement physiquement fondées. Aujourd'hui, pour ce qui concerne les mécanismes de corrosion, le regard est en général porté sur les couplages microstructure / environnement / état de contrainte. Or, depuis plusieurs années, des travaux sont menés au Cirimat sur l'effet de l'hydrogène sur les mécanismes de corrosion : les résultats ont montré que l'hydrogène accélère significativement les cinétiques de corrosion. **Cette problématique du couplage hydrogène / corrosion doit être intégrée dans la prédiction du vieillissement et de la durée de vie des produits comme des outils de production, et concerne tous les secteurs industriels.** Cela est encore plus vrai aujourd'hui avec le développement d'une **économie centrée sur l'hydrogène** qui repose sur des systèmes de production, de transport, de stockage de l'hydrogène pour lesquels le(s) matériau(x) utilisé(s) peu(ven)t donc se retrouver en situation de corrosion en présence d'hydrogène gazeux ou issu de réactions se produisant en solution aqueuse. **La thèse proposée a pour objectif de proposer un modèle de prédiction des durées de vie des structures exposées à cette situation de couplage corrosion / hydrogène.**

Cette thèse a été sélectionnée par le Comité d'Orientation Stratégique de l'Institut Carnot Chimie Balard Cirimat, qui rassemble un large panel d'industriels qui ont relevé l'intérêt scientifique, technologique et industriel majeur de ce projet de thèse. Dans le cadre de la thèse, le travail portera sur des alliages d'aluminium et considèrera des conditions de corrosion caractéristiques du domaine des industries aéronautiques et du transport. Il s'agit de proposer un modèle transposable à d'autres matériaux et d'autres secteurs d'application. La démarche adoptée pour mener à bien ce travail peut être décrite en trois phases :

- phase 1 : Identification de paramètres microstructuraux critiques vis-à-vis du couplage hydrogène / corrosion basée sur la mise en œuvre d'une approche multi-échelle maîtrisée.
- phase 2 : Identification d'indicateurs d'endommagement traduisant les effets de l'hydrogène sur le comportement en corrosion des matériaux et d'indicateurs de performance.
- phase 3 : Formulation de lois d'endommagement

Mots clés : hydrogène, corrosion, prédiction de durée de vie, modèle.

### **CONTACTS :**

**Christine Blanc – +33 (0)5 34 32 34 07 – [christine.blanc@toulouse-inp.fr](mailto:christine.blanc@toulouse-inp.fr)**

**Début de la thèse : 01 octobre 2024**

**Profil du(de la) candidat(e) :** le(la) candidat(e) devra posséder de solides connaissances dans le domaine des matériaux métalliques et en particulier en corrosion. La personne recrutée devra également apprécier l'expérimentation et le travail en équipe.

**Lieu :** CIRIMAT / Toulouse INP

**Salaire :** 2610 € brut / mois ce qui équivaut à un salaire de 2044 € net / mois avant impôt



**March 20 2024**

**CIRIMAT / UMR CNRS 5085  
(Institut Carnot Chimie Balard Cirimat)  
(INPT – ENSIACET Toulouse)**

**is searching for a candidate for a PhD Thesis**

entitled

**Hydrogen and corrosion of aluminum alloys, an  
interaction leading to an autocatalytic process**

Application forms (CV + letter of motivation) must be sent before April 12<sup>th</sup> 2024  
at 12:00 am to:

**Christine Blanc – +33 (0)5 34 32 34 07 – [christine.blanc@toulouse-inp.fr](mailto:christine.blanc@toulouse-inp.fr)**

# PhD Thesis

In the context of a circular global economy, the scarcity of materials and the durability of structures must be taken into account by citizens, and therefore by researchers. In many fields of application, feedback on the in-service behavior of structures shows that the corrosion resistance of the materials used remains a major problem in many conditions of use. **Building a model for predicting the service life of structures is an essential challenge that meets an industrial and societal need, in terms of aiding the selection and design of materials, as well as the design, use and maintenance of systems and structures.** Based on an understanding of corrosion mechanisms, this means identifying indicators of damage and material performance, and proposing physically-based damage equations. Today, when it comes to corrosion mechanisms, the focus is generally on microstructure/environment/stress state couplings. However, for several years now, Cirimat has been working on the effect of hydrogen on corrosion mechanisms: results have shown that hydrogen significantly accelerates corrosion kinetics. **This hydrogen/corrosion coupling issue needs to be integrated into the prediction of the ageing and lifetime of products and production tools alike, and concerns all industrial sectors.** This is even more true today, with the development of a **hydrogen-based economy** associated with hydrogen production, transport and storage systems, where the material(s) used may be subject to corrosion in the presence of hydrogen gas or corrosion-induced hydrogen in aqueous solution. **The aim of this thesis is to propose a model for predicting the service life of structures exposed to this corrosion/hydrogen coupling situation.**

This thesis has been selected by the Strategic Orientation Committee of the Institut Carnot Chimie Balard Cirimat, which brings together a large panel of experts from industry who have noted the major scientific, technological and industrial interest of this thesis project. Within the framework of the thesis, the work will focus on aluminum alloys and will consider corrosion conditions typical of the aeronautics and transport industries. The aim is to propose a model that can be transposed to other materials and application sectors. The methodology adopted to carry out this work can be described in three phases:

- phase 1: Identification of critical microstructural parameters with regard to hydrogen/corrosion coupling, based on a controlled multi-scale approach.
- phase 2: Identification of damage indicators reflecting the effects of hydrogen on the corrosion behavior of materials, and of performance indicators.
- phase 3: Formulation of damage equations

Keywords: hydrogen, corrosion, lifetime prediction, model.

## **CONTACTS :**

**Christine Blanc – +33 (0)5 34 32 34 07 – [christine.blanc@toulouse-inp.fr](mailto:christine.blanc@toulouse-inp.fr)**

**Beginning: 1<sup>st</sup> october 2024**

**To apply:** Applicants must have a significant knowledge concerning material sciences and corrosion phenomena. The internship corresponds to an experimental work.

**Laboratory:** CIRIMAT located in ENSIACET/Toulouse INP

**Salary:** 2610 € gross / month which equals a salary of 2044 € net / month before taxes