

## Thèse Cifre ICA - CETIM (Saint-Etienne)

# Prise en compte des contraintes résiduelles dans l'estimation de la durée de vie d'une fixation filetée

**Référence CETIM : IDA-TH-290225**

### Résumé :

Les études statistiques faites sur des assemblages rompus montrent que plus de 50% des cas de rupture des vis sont dus à la fatigue, 75% de ces avaries sont localisées dans les filets et plus de 40% des avaries en fatigue sont dus à la non-maitrise du serrage.

Les travaux de recherche scientifiques sont nombreux en ce qui concerne la fatigue des structures, mais ils sont très limités en ce qui concerne la fatigue des fixations (capacité).

A ce jour, malgré la diversité des matériaux utilisés dans les fixations, des modes de fabrication des filets et des taraudages, des traitements thermiques et des niveaux de serrage, les capacités en fatigue des fixations utilisées par les industriels sont réduites à 3 valeurs de contraintes admissibles (citées dans la norme NF E 25030). Pour certaines applications particulières, le Cetim utilise et incite les industriels français à utiliser des formules basiques de la fatigue pour estimer les durées de vie des vis.

De plus, ces formules ne prennent pas en compte les contraintes résiduelles introduites par le procédé du roulage des filets. Celles-ci peuvent dépasser la limite d'élasticité de la vis sur une fine couche et atteindre quelque centaine de Mégapascal à une profondeur supérieure à 3 mm. En plus, elles ne sont pas reconnues par les référentiels normatifs utilisés par les industriels.

Pour soutenir ses clients et ses cotisants, le **CETIM** (**C**entre **T**echnique des **I**ndustries **M**écaniques) s'est engagé sur ce sujet de thèse pour maîtriser l'estimation de la durée de vie des éléments filetés, afin d'assurer une meilleure tenue en service des structures assemblées.

L'objectif de ces travaux de thèse est d'évaluer l'influence des contraintes résiduelles sur la capacité en fatigue des éléments filetés et de dégager des règles pratiques simples et facilement utilisables par la majorité des industriels mécaniciens.

Ces travaux seront réalisés sur des cas concrets et dans des contextes industriels. Des essais expérimentaux seront réalisés, afin d'évaluer les niveaux de contraintes résiduelles introduites par le roulage et l'impact des traitements thermiques sur ces contraintes résiduelles. Celles-ci seront ensuite reproduites numériquement, afin d'étudier leurs impacts sur la tenue en fatigue des fixations serrées aussi bien dans le domaine élastique que plastique.

L'objectif est d'enrichir les formulations existantes traitant de l'estimation des limites d'endurance et aboutir ainsi à une formulation propre aux éléments de fixations.

Ces travaux de thèse coupleront de la modélisation numérique structurale non-linéaire et de l'exploitation d'essais expérimentaux à réaliser à différents niveaux d'échelle (caractérisation micro et macroscopique suivi par des essais sur des assemblages mono-fixation).

**Mots clés :** Contrainte résiduelle, Roulage, Modélisation numérique (éléments finis), Assemblages boulonnés, comportement élasto-plastique, essais expérimentaux.

## Thèse Cifre :

Cette thèse Cifre sera réalisée avec le CETIM localisée sur le site de St-Etienne. La personne recrutée sera à 70% à St-Etienne et 30% à Toulouse.

## Durée :

36 mois avec un démarrage prévisionnel septembre 2024. Un contrat CDI avec le CETIM avec un démarrage anticipé est envisageable sous la forme d'un contrat CDD avant le démarrage des travaux de thèse.

## Laboratoire d'accueil :

Le laboratoire d'accueil est l'Institut Clément Ader (ICA), CNRS UMR 5312, au sein du groupe Modélisation des Systèmes et Microsystèmes Mécaniques (MS2M), à Toulouse.

<http://institut-clement-ader.org/>

## École Doctorale :

École doctorale d'inscription MEGeP (Mécanique, Energétique, Génie civil & Procédés)

<https://www.adum.fr/as/ed/page.pl?site=megep&page=inscription>

## Candidature :

Pour candidater à cette offre de thèse, merci d'envoyer :

- Un CV actualisé,
- Une copie d'une pièce d'identité,
- Une lettre de motivation soulignant l'adéquation avec le projet de recherche,
- Les relevés de notes obtenus dans le cadre d'un Master 2 ou/et d'un diplôme d'ingénieur,
- Une ou deux lettres de recommandation récentes (2024).

## Personnes à contacter :

- Alain DAIDIE : [alain.daidie@insa-toulouse.fr](mailto:alain.daidie@insa-toulouse.fr)
- Zouhair CHAIB : [Zouhair.Chaib@cetim.fr](mailto:Zouhair.Chaib@cetim.fr)

## Références bibliographiques :

- [1] T. Benhaddou, P. Stephan, A. Daidié, F. Alkatan, C. Chirol, JB. Tuery, "Effect of axial preload on durability of aerospace fastened joints", International Journal of Mechanical Sciences, Elsevier, Vol 137, March 2018, pp 214-223. DOI: 10.1016/j.ijmecsci.2018.01.023
- [2] Y. Fares, M. Chaussumier, A. Daidié, J. Guillot, "Determining the life cycle of bolts using a local approach and the Dang Van criterion", Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures, Vol 29, Issue 8, August 2006, DOI: 10.1111/j.1460-2695.2006.01029.x, pp 588-596.
- [3] F Kraemer, M. Klein, M. Oechsner, "Fatigue strength of metric steel screws depending on pre-load and nut type", Engineering Failure Analysis, Elsevier, Vol 112, 2020, pp 104484 2-11. DOI: 10.1016/j.engfailanal.2020.104484
- [4] [http://sventer.co.in/Tightening\\_method.html](http://sventer.co.in/Tightening_method.html)
- [5] W. Wallace, "The Yielding of Fasteners During Tightening", Distributor's Link Magazine, [www.linkmagazine.com](http://www.linkmagazine.com), <http://www.appliedbolting.com/pdf/yielding.pdf>
- [6] I. Chapman, J. Newnham, P. Wallace, "The Tightening of Bolts to Yield and Their Performance Under Load", Journal of Vibration and Acoustics, Vol 108, Issue 2, April 1986, pp 213-221. DOI : 10.1115/1.3269326