

Sujet : Vers une méthode d'augmentation de la durée de vie par parachèvement des assemblages soudés des structures métalliques en service

Contexte et Objectifs :

Le sujet de thèse s'intéresse à la durabilité des structures métalliques assemblées par soudage ayant subi ou non des opérations de parachèvement à différents stades de leur durée de vie. Ces structures peuvent être terrestres (ponts métalliques, éoliennes) ou offshore (plateformes, éoliennes, navires).

Des travaux antérieurs portant sur l'étude de la fatigue des assemblages soudés en acier à haute limite d'élasticité (HLE), dans le cas de structures offshore, ont permis la mise en place de méthodes expérimentales permettant d'étudier l'influence de certains procédés de parachèvement sur la tenue en fatigue des joints soudés [1]. Les résultats montrent que la cinétique de fissuration est fortement influencée par l'état de contraintes (champ de contraintes résiduelles et concentration de contraintes) présent en pied de cordon de soudure [2]. Les opérations de parachèvement des assemblages soudés conduisent à une amélioration de cet état de contraintes (introduction de contraintes résiduelles de compression et/ou atténuation des concentrations de contraintes géométriques) et ainsi à une amélioration significative de la tenue à la fatigue des joints soudés en particulier dans le domaine des grandes durées de vie. Néanmoins, les travaux de la littérature se limitent souvent à des résultats expérimentaux, pour un seul rapport de charge, et pour un parachèvement initial (i.e. avant toute mise en service et donc vieillissement) des aciers HLE. De plus, la majorité des études menées concernent le grenailage de précontrainte et s'intéressent peu à d'autres méthodes de parachèvement tout aussi intéressantes d'un point de vue de l'augmentation de la durée de vie des assemblages soudés et qui présentent par ailleurs moins de contraintes de mise en œuvre sur site (pas de nécessité de mise en place d'une zone de confinement, équipements moins encombrants et moins coûteux), [3-5]. Cette thèse propose ainsi de compléter les travaux existants pour les étendre aux aciers classiques, utilisés dans la majorité des structures existantes, et pour tout type de chargement, grâce à l'utilisation d'outils numériques capables de simuler et de prédire, d'une part le comportement thermomécanique depuis la phase de soudage jusqu'au refroidissement (génération des contraintes résiduelles), et d'autre part l'effet des procédés de parachèvement étudiés.

D'un point de vue expérimental, des essais en fatigue sur éprouvettes vieilles (mécaniquement et/ou par corrosion) non parachevées et parachevées à différents stades de leur durée de vie seront menés. Ces essais permettront de quantifier l'effet bénéfique des deux méthodes de parachèvement identifiées (martelage US et refusion TIG) et à construire une base de résultats exploitables lors d'un dimensionnement / calcul / vérification en fatigue d'une structure soudée. Ce travail de thèse s'intéresse ainsi à la fois aux structures neuves (i.e. avant mise en service), soudées et parachevées, ainsi qu'aux structures déjà en service et ayant subi un vieillissement par fatigue ou par corrosion avant parachèvement. Dans le cadre d'une application aux EMR, les problématiques liées à l'entretien des structures existantes, sur site, justifient également l'intérêt de ces méthodes pour la prolongation de la durée de vie des structures.

La définition du mode opératoire de soudage et de parachèvement sera effectuée en se basant sur les recommandations de l'institut international de soudure, le savoir-faire développé au laboratoire SMC et le retour d'expérience de notre partenaire industriel SONATS Europe Technologies (pour le cas du martelage US).

Références:

- [1] I. Sas, J. Lukács, Post-treatment of welding joints of high strength steels I.: improving weld geometry - overview, *Multidiszciplináris tudományok*, 12. kötet, 1. sz. (2022), pp. 13–27.
- [2] N. T. Ninh, M. A. Wahab, The effect of residual stresses and weld geometry on the improvement of fatigue life, *Journal of Materials Processing Technology*, 48(1–4), (1995), pp. 581–588.
- [3] L. Dieng, D. amine, Y. Falaise, S. Chataigner, Parametric study of Finite Element modelling of shot peening on welded joints, *Journal of constructional steel research*, 130, (2017), pp. 234-247.
- [4] A. V. Hansen, H. Agerskov, J. Bjørnbak-Hansen, Improvement of fatigue life of welded structural components by grinding, *Welding in the World*, 51, (2007), pp. 61–67.
- [5] H. A. Al-Kharani, Fatigue life estimation of welded structures enhanced by combined thermo-mechanical treatment methods, *Journal of constructional steel research*, 187, (2021).

Encadrement :

Ce travail sera réalisé au laboratoire SMC de l'Université Gustave Eiffel situé sur le campus de Nantes.
L'encadrement sera assuré par :

Lamine Dieng (lamine.dieng@univ-eiffel.fr)

Emilie Lepretre (emilie.lepretre@univ-eiffel.fr)

Sahar Zouari (sahar.zouari@univ-eiffel.fr)