

SERVICE DE METROLOGIE NUCLEAIRE

INDUSTRIAL RISK

MASTER THESES

Academic year 2022-2023

Prise en compte des effets d'environnement dans les calculs de fatigue des composants nucléaires (in collaboration with Tractebel Engie)

V. Lacroix (valery.lacroix@tractebel.engie.com), P.E. Labeau (pierre.etienne.labeau@ulb.be)

Dans le cadre de la prolongation de l'exploitation des centrales nucléaires (LTO = Long Term Operation), certaines études de composants sont à reprendre afin de justifier leur validité au-delà de la durée d'exploitation initiale prévue dans les études de conception.

La tenue à la fatigue fait partie de ces analyses à mettre à jour. La fatigue est un phénomène de dégradation qui apparaît sous chargements cycliques, lorsque le composant est soumis à différents transitoires thermiques ou mécaniques par exemple. Plus le nombre de cycles augmente, plus l'endommagement augmente. Dès lors, on comprend aisément, que si la durée de vie d'une centrale nucléaire augmente au-delà de la durée initialement prévue à la conception, le nombre de cycles augmentera au-delà du nombre de cycles justifié lors de cette même conception. Il convient donc de réactualiser les études à la fatigue afin de vérifier que l'endommagement reste acceptable sur base du nouveau nombre de cycles correspondant à cette extension de durée de vie.

Cependant, en plus de l'actualisation du nombre de cycles, cette justification doit également être réalisée en prenant en compte l'influence de l'environnement dans lequel se situe le composant à analyser (eau primaire) et le type de chargement auquel il est soumis. Ce phénomène de dégradation combinant chargement cyclique/environnement/type de chargement porte le nom de "fatigue environnementale". La prise en compte de ces effets d'environnement sont codifiés de manière plus ou moins complexe dans des normes américaines (code ASME et Nuclear Regulatory Guides) mais également françaises (code RCC-M).

Tractebel a développé dans le cadre des LTO des unités Doel 1/2 et Tihange 1 des outils de calculs permettant d'incorporer ces effets d'environnement dans les calculs à la fatigue réalisés par des logiciels éléments finis.

Plus récemment, les logiciels éléments finis ont également implémenté les différentes codifications afin de prendre en compte les effets d'environnement directement dans leurs calculs. La validation et l'utilisation de cette implémentation au sein du logiciel éléments finis dédié (logiciel SYSTUS) n'a pas encore été testée, analysée et validée de façon approfondie par Tractebel.

Le sujet de mémoire proposé consistera d'abord à comprendre et maîtriser les concepts de fatigue et de fatigue environnementale ainsi que la façon dont ils sont calculés chez Tractebel par les outils développés en interne. Dans un second temps, une étude de l'implémentation des effets d'environnement dans le logiciel de calculs éléments finis sera à réaliser. Finalement, cette implémentation devra être validée par l'élaboration de cas-tests simples. Cette validation se fera en comparant les résultats donnés d'une part directement par le logiciel et d'autre part par les outils développés par Tractebel. Si des écarts étaient observés, une analyse approfondie devra être menée afin d'en déterminer les raisons et de proposer des solutions correctives.

