

Chaînage de codes pour le calcul thermo-élasto-hydrodynamique d'un joint de pompe primaire.

E. Galenne (EDF R&D, Dépt. AMA)

Contexte et objectifs

Les groupes motopompes primaires (GMPP) assurent la circulation du fluide primaire et le refroidissement du cœur des centrales nucléaires, et sont à ce titre un composant essentiel pour la sûreté des installations. L'étanchéité dynamique des GMPP est réalisée par l'intermédiaire de trois joints montés en cascade.

Le premier joint, appelé joint 1, assure l'essentiel de la perte de pression entre la pression du circuit primaire (155 bars) et la pression atmosphérique. Le joint est constitué d'un ensemble tournant, solidaire de l'arbre de la pompe, et d'un ensemble flottant (figure 1). Chaque ensemble est constitué d'une glace en céramique, d'une clame et d'un support

en acier. La distance minimale entre les deux glaces en fonctionnement nominal est de l'ordre de 15 μm , et dépend de l'équilibre des forces qui s'exercent sur l'ensemble flottant.

Depuis 1998, plusieurs problèmes de dérive du débit de fuite du joint n°1 ont affecté le parc nucléaire français, conduisant dans certains cas à des arrêts fortuits de tranches. Un projet a donc été initié avec pour objectif, notamment, de construire un modèle numérique thermo-élasto-hydrodynamique (TEHD) du comportement du joint. Ce modèle est basé sur un chaînage entre le *Code_Aster* et un logiciel spécifiquement développé pour cette étude par le Laboratoire de Mécanique des Solides de l'Université de Poitiers.

Modèle thermo-élasto-hydrodynamique

Pour étudier le comportement global du joint, il est indispensable de prendre en compte l'effet des déformations de la structure sur l'écoulement du fluide, et réciproquement. Le choix a été fait d'utiliser des matrices de coefficients d'influence pour réaliser le couplage. Le modèle TEHD du joint est donc réalisé en trois étapes :

- étude du comportement thermomécanique du joint avec le *Code_Aster* : modélisation 2D axisymétrique, avec un calcul mécanique élastique non linéaire (contact) (figure 2) ;
- calcul des matrices de coefficients d'influence avec le *Code_Aster* : les coefficients sont calculés par petites perturbations du champ de pression et de flux thermique à l'équilibre ;
- modélisation du fluide (figure 3), calcul de la position d'équilibre et prise en compte de l'interaction fluide-structure par un logiciel externe. Les matrices sont construites grâce à des boucles python dans le fichier de commandes Aster. L'approche par matrices de coefficients d'influence est justifiée a posteriori en montrant que le comportement thermomécanique de la structure est quasi linéaire autour de la position d'équilibre approchée. Le modèle thermo-élasto-hydrodynamique ainsi construit est validé par comparaison des résultats numériques avec des valeurs expérimentales du débit de fuite du joint.

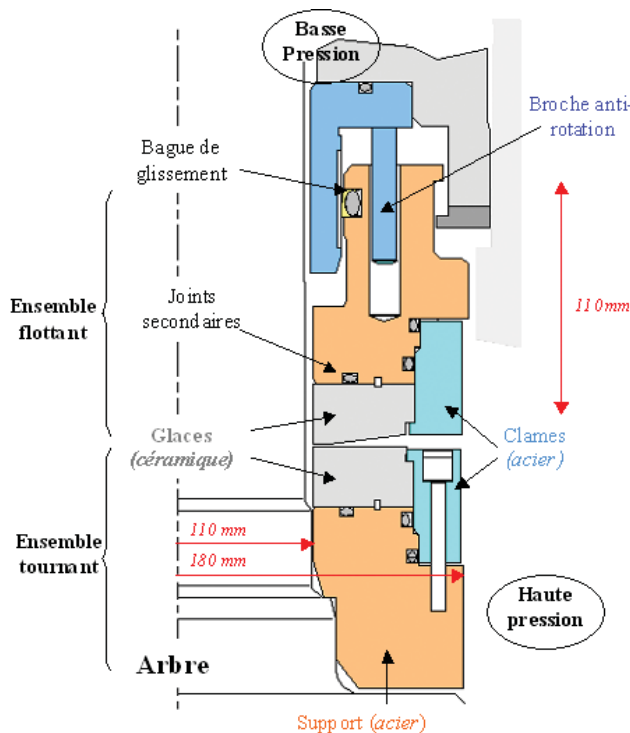
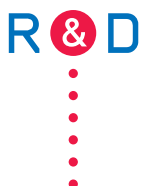


Figure 1 : Schéma du joint et dimensions caractéristiques



Chaînage de codes pour le calcul thermo-élasto-hydrodynamique d'un joint de pompe primaire.

E. Galenne (EDF R&D, Dépt. AMA)

Étude du comportement d'un joint 8 pouces

Une étude est réalisée à partir de ce modèle pour caractériser le fonctionnement du joint 8 pouces, équipant les GMPP du parc 1300-1450MW. L'analyse des résultats obtenus permet de montrer que les effets des déformations d'origine mécanique (différentiel de pression) sont prépondérants sur les déformations d'origine thermique (gradient de température de 5°C environ) sur le comportement du joint. L'influence des conditions d'exploitation (pression et température), des paramètres géométriques et des frottements sur le débit de fuite est ensuite étudiée.

Ainsi, le chaînage entre le Code_Aster et un code de calcul fluide par matrices de coefficients d'influence permet de résoudre une problématique industrielle. Un modèle 3D du joint est en cours de développement afin d'étudier l'effet d'un mésalignement de l'ensemble flottant. ■

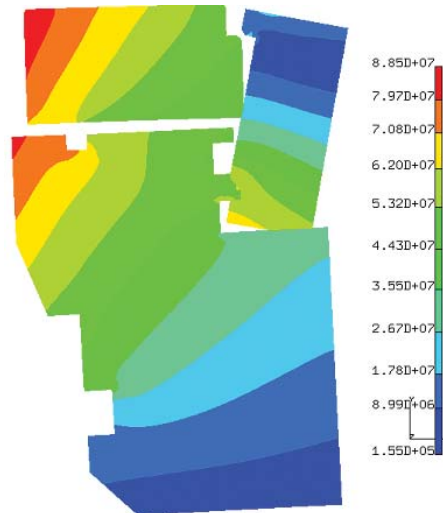


Figure 2 : Contraintes de von Mises (en Pa) et déformée (x 200) de l'ensemble tournant

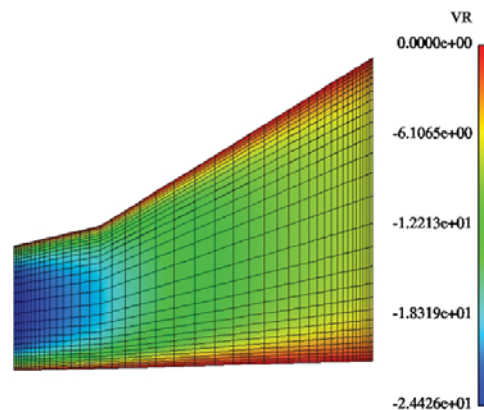


Figure 3 : Vitesse radiale du fluide (en $m.s^{-1}$)