

TITRE : Apport des analyses numérique et expérimentale dans l'étude des contacts de type impact-glissement

NOM : DELLI COLLI

Prénom : Matteo

RESUME :

L'industrie nécessite de réaliser de tests expérimentaux d'usure pour estimer la durée de vie de certains composants. Ces tests sont de plus en plus exigeants en termes de représentativité, surtout que leur endommagement représente des risques pour la sécurité. Ceci est le cas des faisceaux tubulaires supportés avec jeu dans les centrales nucléaires. Pour cette raison, FRAMATOME a développé ses propres bancs d'essais (bancs AURORE) pour étudier l'usure par impact-glissement de ces composants. Chaque banc d'essais est lui-même une structure élancée et supportée avec jeu à échelle réduite, excitée par des forces magnétiques et immergée dans un milieu aqueux à haute température et haute pression. Mis à part l'enjeu de réaliser des essais dans un tel environnement extrême, d'autres défis sont présents : la répétabilité des résultats, étant les conditions d'impact issus de la réponse dynamique d'un système non-linéaire ; la mesure des grandeurs de contact, posant la représentativité des essais des contraintes sur l'instrumentation.

Cette thèse a donc deux objectifs : identifier des conditions de fonctionnement de ces bancs d'essais qui donnent des caractéristiques d'impact égales pendant un essai et répétables entre différents essais ; estimer les grandeurs de contact à partir des mesures réalisées.

Pour ce faire, une approche numérique et expérimentale a été choisie. Plusieurs modèles numériques ont été mis en place car les phénomènes ont lieu sur des échelles temporelles et spatiales différentes. La dynamique du système impactant est modélisée comme un oscillateur à impact avec deux degrés de liberté, soumis à une force magnétique et à des forces liées à l'écrasement du fluide dans le jeu entre le tube et son support. La prise en compte de cet effet est possible grâce à la résolution de l'équation de Reynolds modifiée pour prendre en compte également une partie de l'inertie de l'eau. Ce modèle permet de réaliser des analyses paramétriques et de trouver des conditions de fonctionnement adéquates. Un autre modèle masse-ressort-amortisseur a été réalisé pour estimer les grandeurs de contact. Un modèle aux éléments finis du banc complet a été développé pour accéder à la pression de contact entre le tube et son support. Ensuite, la réalisation de tests expérimentaux d'usure et l'analyse post-mortem des échantillons ont permis de valider les résultats numériques obtenus. Les résultats de cette étude montrent le rôle de la fréquence d'excitation du système impactant pour obtenir des essais avec des caractéristiques des impacts (position, vitesse, angle et fréquence) égales et répétables entre plusieurs essais. Notamment, des impacts avec ces caractéristiques sont possibles si la fréquence d'excitation est au-delà de celle du premier mode de vibration du système impactant. De plus, dans ces conditions testées, l'effet de l'écrasement du fluide résulte négligeable sur les caractéristiques des impacts. Par conséquent, des essais similaires peuvent être réalisés en air et en eau. Concernant l'estimation des grandeurs de contact à partir des mesures, les analyses montrent un degré de cohérence variable selon les conditions d'impact. La raison est que les systèmes mécaniques sur lesquels ces mesures sont faites présentent des modes de vibrations avec des périodes du même ordre de grandeur que les périodes des contacts. En général, le plus les forces d'impact sont élevées, majeure est la vibration de ces systèmes et donc mineure est la cohérence de la mesure par rapport à la réelle dynamique du contact. Par rapport au système mécanique pour mesurer le déplacement, il est fort probable que sa dynamique pendant le contact pilote le temps de contact. Concernant les régimes de frottement (adhérence, glissement) à partir des mesures de force, leur interprétation devient encore plus complexe en milieu aqueux.

MOTS-CLÉS : impact-glissement, oscillateurs à impact, Reynolds, éléments finis, usure, analyses surfaciques post-mortem

Laboratoire (s) de recherche : LaMCoS

Directeur de thèse : DESCARTES Sylvie, BOU-SAÏD Benyebka, MASSI Francesco

Composition du jury :

MEZIANE, Anissa, Professeur des Universités, Université de Bordeaux, Rapporteur

BRUNETIERE, Noël, Directeur de Recherche, Université de Poitiers, Rapporteur

CICONE, Traian, Professeur des Universités, Université de Bucarest, Examineur

MASSI, Francesco, Professeur des Universités, Université La Sapienza, Co-encadrant

FAYARD, Jean-Luc, Docteur, CEA – Direction des Energies, Examineur

FALCAND, Carole, Senior Expert en Tribologie, Framatome, Examinatrice

DESCARTES, Sylvie, Ingénieur de recherche HDR, INSA Lyon, Directrice de thèse

BOU-SAÏD, Benyebka, Professeur des Universités, INSA Lyon, Co-directeur de thèse

MAROUF, Nabil, Docteur, Framatome, Invité