

Titre de la thèse

Développement de jumeaux numériques pour le suivi de l'étanchéité des bâtiments

Encadrement :

Frédéric GRONDIN, GeM/INGVER, Ecole Centrale Nantes

Syed Yasir ALAM, GeM/INGVER, Ecole Centrale Nantes

Mira RIZKALLAH, LS2N/SIMS, Ecole Centrale Nantes

contacts :

frederic.grondin@ec-nantes.fr

syed-yasir.alam@ec-nantes.fr

mira.rizkallah@ec-nantes.fr

Candidature en ligne :

<https://theses.doctorat-bretagne.fr/spi/cde-theses-2022/developpement-de-jumeaux-numeriques-pour/++add++Candidate>

Mots clé :

Jumeaux Numériques, Apprentissage automatique, Micro-diffusion, corrélation des images, matériaux de construction

Description du sujet de thèse :

Ce projet de thèse de doctorat sera réalisé dans le cadre du programme **AI for future industry** du projet NEXT de Nantes Université / Ecole Centrale Nantes / CHU de Nantes / INSERM.

L'**intelligence artificielle (IA)** peut être définie comme la capacité d'une machine à imiter le comportement humain intelligent, cherchant ainsi à utiliser des algorithmes inspirés par l'homme pour se rapprocher de problèmes conventionnels. Différentes branches de l'IA ont été appliquées ; cependant, la reconnaissance des formes et l'apprentissage automatique sont apparus comme les méthodes les plus émergentes pour la surveillance de la santé structurelle. La technologie de l'IA a déjà fait ses premiers pas dans l'ingénierie de la construction. Mais le **bâtiment** est un secteur industriel qui a pris du retard dans les transitions numériques et environnementales. Ce projet propose de répondre à ces deux problématiques en développant des **jumeaux numériques** des éléments du bâtiment, évoluant avec leur vieillissement, la dégradation et les réparations de façon identique au bâtiment.

Les jumeaux numériques pour le bâtiment et la ville sont assez récents et ont été développés avec deux objectifs respectivement : la relation avec des composants intelligents pour la régulation du confort de l'habitat, la prédiction de la circulation des transports en ville. Pourtant, selon le cabinet d'intelligence de marché **ABI Research**, plusieurs centaines de villes à travers le monde utiliseront bientôt cette technologie. A l'aube de l'application de la nouvelle **réglementation énergétique (RE2020)**, qui introduit un critère environnemental lié à l'analyse de cycle de vie du bâtiment, la maintenance doit être prédite de façon très précise afin de conserver durant plusieurs dizaines d'années la même consommation énergétique qu'à l'origine. En effet, le contrôle de l'étanchéité des bâtiments sur une durée de 50 ans est préconisé dans la RE2020. Ceci nécessite prioritairement un contrôle de l'étanchéité des éléments du bâtiment. De simples microfissures dans les parois, traversantes ou non, peuvent influencer de façon significative cette étanchéité avec le risque de condensation de la vapeur d'eau ou de phénomènes advectifs, conduisant à une perte d'isolation thermique et/ou à un vieillissement prématuré du bâtiment.

L'intérêt des jumeaux numériques de ces éléments du bâtiment est de prédire ces risques en proposant une solution de réparation. Il n'existe pas ou très peu de travaux sur l'utilisation de l'intelligence artificielle dans la modélisation numérique de l'étanchéité des bâtiments.

Afin de fournir des outils de contrôle « simples » aux usagers des bâtiments, ce projet propose de construire un code d'IA basé sur un apprentissage automatique capable de prédire les pertes d'étanchéité des éléments du bâtiment. L'apprentissage pourra se faire durant toute l'existence du bâtiment, alimenté par des fonctions liées à l'étanchéité. Ces fonctions seront identifiées par des essais en laboratoire, utilisant la technique de corrélation des images améliorée par la technique

de compression des champs de lumière. Une nouvelle loi de comportement reliant le développement des microfissures à la diffusion de vapeur d'eau constituera la fonction d'étanchéité du code d'IA.

Ce projet entre dans le cadre de la nouvelle réglementation énergétique des bâtiments (RE 2020) qui s'applique aux nouvelles constructions avec pour objectif de réduire l'empreinte carbone des bâtiments. Cela nécessite une meilleure maîtrise de l'isolation et de l'étanchéité des éléments pour une réduction de la consommation énergétique.

L'outil développé dans ce projet permettra de suivre en temps réel les pertes d'étanchéité afin de prévenir d'un besoin en maintenance avant une sur-consommation énergétique.

Profil recherché

La pluridisciplinarité du sujet nécessite un profil en mécanique numérique. Toutefois, il est aussi ouvert à des candidates et candidats ayant un profil en traitement de données ou en intelligence artificielle avec des compétences en expérimentation, ou un profil en génie civil avec des compétences confirmées en modélisation numérique et si possible des connaissances en intelligence artificielle.

Financement

La demande de bourse est en cours.

Lieu de réalisation de la thèse

Le/La doctorant/doctorante réalisera son projet de thèse dans deux équipes de recherche de deux laboratoires à l'Ecole Centrale Nantes :

- l'Unité Thématique de Recherche 'Approches de l'Ingénierie Verte' (INGVER) du GeM, co-animé par Frédéric Grondin.
- l'équipe Signal, Image et Son (SIMS) du LS2N.