

Avis de Soutenance

Monsieur Sultan ALPAR

Spécialité : Energétique et thermique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

« Optimisation géométrique pour la réhabilitation thermique des enveloppes des bâtiments »

dirigés par Monsieur Rafik BELARBI et Monsieur Julien BERGER

Soutenance prévue le **mardi 02 décembre 2025** à 14h00

Lieu : La Rochelle Université
Pôle Communication Multimédia Réseaux
23 Av. Albert Einstein, 17000 La Rochelle
La Rochelle Université

Composition du jury proposé

| | | |
|-----------------------|--|-----------------------|
| M. Rafik BELARBI | La Rochelle Université | Directeur de thèse |
| M. Benjamin KADOCH | Université d'Aix-Marseille | Examineur |
| M. Nathan MENDES | Pontificia Universidade Católica do Paraná | Examineur |
| Mme Nadège BLOND | Université de Strasbourg | Examinatrice |
| Mme Laurence CHERFILS | La Rochelle Université | Examinatrice |
| M. Julien BERGER | La Rochelle Université | Co-directeur de thèse |
| Mme Sihem GUERNOUTI | CEREMA | Rapporteuse |
| M. Alain BASTIDE | Université de La Réunion | Rapporteur |

Résumé :

Le secteur du bâtiment représente près d'un tiers de la consommation énergétique mondiale et des émissions de gaz à effet de serre associées. L'amélioration des performances thermiques des façades constitue donc un facteur clé de réduction de la demande énergétique. Les approches actuelles de modélisation et de simulation demeurent toutefois limitées. Les façades sont généralement représentées comme des parois multicouches unidimensionnelles soumises à des conditions aux limites uniformes. En réalité, les sollicitations extérieures sont fortement hétérogènes : le rayonnement solaire varie spatialement en fonction de l'ombrage et de l'orientation, tandis que les transferts convectifs dépendent du vent et de la géométrie de la façade. De telles simplifications réduisent le rôle de la forme de la paroi à une condition aux limites figée, limitant ainsi sa contribution à la conception thermique. Cette thèse développe un cadre méthodologique dans lequel la géométrie de la façade est traitée comme une variable de conception explicite influençant directement le bilan énergétique aux limites. Le travail se déroule en quatre étapes. Premièrement, les équations gouvernantes de la conduction thermique sont formulées sous des conditions réalistes de rayonnement solaire à courte longueur d'onde et de convection, toutes deux spatialement non uniformes. Deuxièmement, des outils numériques sont établis en utilisant la Méthode des Éléments de Frontière pour le régime stationnaire et son extension par la Méthode de la Double Réciprocité pour les régimes transitoires. Ces méthodes permettent de résoudre efficacement des problèmes bidimensionnels avec des flux variables dans l'espace et dans le temps, tout en offrant un accès direct aux transferts de chaleur aux frontières. Troisièmement, plusieurs techniques de paramétrisation de formes sont étudiées — représentations explicites, à base de particules, et implicites — afin de relier la description géométrique aux procédures d'optimisation. Quatrièmement, le concept de problème de dimensionnement thermique est introduit, où les fonctions objectifs sont définies en termes de flux thermiques aux limites. Selon la saison, le problème de dimensionnement thermique prend en compte l'augmentation des transferts de chaleur ou, au contraire, les objectifs d'isolation thermique. Le problème d'optimisation est résolu à l'aide d'un algorithme basé sur le gradient. La méthodologie est vérifiée par comparaison avec des solutions analytiques, des modèles radiatifs en pixels et des solutions par différences finies. Des applications sont réalisées sur des études de cas dans des conditions climatiques réalistes. Les résultats montrent que des géométries de façades optimisées permettent d'accroître les apports solaires bénéfiques en hiver tout en réduisant les surchauffes estivales, sans ajout de matériau supplémentaire. Les comparaisons entre modèles unidimensionnels et bidimensionnels démontrent que les approches simplifiées sous-estiment les flux et peuvent induire en erreur dimensionnement, tandis que les formulations bidimensionnelles prennent en compte la non-uniformité introduite par la géométrie des façades dans la distribution des flux aux limites. La principale contribution scientifique réside dans l'établissement d'une formulation géométrie/thermique étroitement couplée : la géométrie modifie les flux de conduction, de convection et de rayonnement, tandis que le comportement thermique guide le design de la paroi.