

**École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes
Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers de Rabat**

Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

Monsieur Abdessamad IDOUANAOU

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Sciences de l'Ingénieur

Spécialité : Génie Énergétique

Le 19 Décembre 2025 à 16h00 au Grand Amphi à l'ENSAM de Rabat

Intitulé de la thèse :

**OPTIMISATION DES STRATÉGIES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO₂ DANS LES
BÂTIMENTS DE SERVICES MAROCAINS : MODÉLISATION THERMIQUE, TOITURES
VÉGÉTALISÉES ET MURS TROMBE PHOTOVOLTAÏQUES**

Président :

Pr. Najma LAAROUSSI, PES, EST, Université Mohammed V, Rabat

Directeur de thèse :

Pr. Mustapha MALHA, PES, ENSAM, Université Mohammed V, Rabat

Co-Directeur de thèse :

Pr. Saïd KARDELLASS, MCH, ENSAM, Université Mohammed V, Rabat

Rapporteurs :

Pr. Najma LAAROUSSI, PES, EST, Université Mohammed V, Rabat

Pr. Amine HAJJI, MCH, EST, Université Mohammed V, Rabat

Examineurs :

Pr. Khalid ZNIBER, PES, FS, Université Hassan II Casablanca

Pr. Hasna LOUAHLIA, PES, Université de Caen Normandie, France

Invité :

Dr. Slimane SMOUH, PES, Chef de service industrie chez AMEE.

Résumé :

Dans le contexte de la transition énergétique au Maroc, cette thèse explore trois stratégies visant à réduire les émissions de CO₂ dans les bâtiments de services. Premièrement, l'étude de la modélisation thermique dynamique avec différents modèles de transfert convectif révèle que le choix du modèle influence fortement la précision des prédictions, avec des variations allant jusqu'à 36 % pour le chauffage et 34 % pour la climatisation. Les modèles adaptatifs sont les plus fiables, surtout dans les zones arides. Deuxièmement, l'évaluation des toitures végétalisées montre que des végétaux hauts et denses permettent de réduire la climatisation estivale (jusqu'à 4,75 %) grâce à l'ombrage et à l'évapotranspiration, mais peuvent accroître les besoins de chauffage en hiver (jusqu'à +20,2 %), nécessitant des ajustements saisonniers. Troisièmement, un mur Trombe photovoltaïque optimisé (triple vitrage, ouvertures contrôlées, ventilation hybride) permet de réduire de 46 % les consommations énergétiques et d'atteindre un bilan net-négatif de CO₂ pendant cinq mois. Des solutions Power-to-X sont proposées pour garantir une neutralité carbone annuelle. Ces résultats démontrent l'efficacité des stratégies passives et hybrides pour adapter les bâtiments marocains aux défis climatiques et énergétiques.

Mots-clés :

Bâtiments de services, CO₂, toitures végétalisées, mur Trombe, simulation thermique, stratégie passive.

Abstract:

In the context of Morocco's energy transition, this thesis explores three strategies to reduce CO₂ emissions in service buildings. First, the study of dynamic thermal modeling using various convective heat transfer models shows that the choice of model significantly affects prediction accuracy, with variations of up to 36% for heating and 34% for cooling. Adaptive models prove to be the most reliable, especially in arid zones. Second, the evaluation of green roofs in office buildings demonstrates that tall and dense vegetation can reduce summer cooling demand by up to 4.75% through shading and evapotranspiration, but may increase winter heating needs by up to 20.2%, highlighting the need for seasonal design adjustments. Third, an optimized photovoltaic Trombe wall system combining triple glazing, dynamic vent control, and hybrid ventilation reduces heating and cooling electricity consumption by 46% and achieves net-negative CO₂ emissions for five months of the year. To ensure year-round carbon neutrality, Power-to-X strategies are recommended for managing surplus solar energy through long-term storage. These findings highlight the effectiveness of passive and hybrid strategies in significantly lowering the carbon footprint of Moroccan service buildings and adapting to varied climatic contexts.

Keywords:

Service buildings, CO₂ emissions, green roofs, Trombe wall, thermal simulation, passive strategy.