

**Pôle des Etudes Doctorales**  
**Centre des Etudes Doctorales Sciences et Techniques et Sciences Médicales**

## **AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT**

**Monsieur CHARIF Omar**  
**Présentera ses travaux de recherche en vue de l'obtention du Doctorat**



**Formation Doctorale : Sciences et Techniques de l'Ingénieur**  
**Discipline : Physique**  
**Spécialité : Énergétique**

**Le 05/12/2025 à 09H30 à la Salle des Conférences, Bâtiment F, Faculté des Sciences et Techniques de Tanger, UAE**

**Sous le thème**

**Etude expérimentale et numérique du microclimat urbain et de son impact sur les performances énergétiques des bâtiments avec l'intégration de la végétation et de l'eau**

**Devant le jury composé de :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Etablissement</b>	<b>Qualité</b>
<b>Pr. DIANI Mustapha</b>	<b>FST de Tanger, UAE</b>	<b>Président</b>
<b>Pr. AHACHAD Mohammed</b>	<b>FST de Tanger, UAE</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>Pr. EL MANKIBI Mohamed</b>	<b>ENTPE de Lyon, France</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>Pr. TASCA-GUERNOUTI Sihem</b>	<b>CEREMA de Nantes, France</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>Pr. DERFOUFI Soufiane</b>	<b>FST de Tanger, UAE</b>	<b>Examineur</b>
<b>Pr. BOZONNET Emmanuel</b>	<b>LaSIE, Université de La Rochelle, France</b>	<b>Examineur</b>
<b>Dr. M'SAOURI EL BAT Adnane</b>	<b>PANDO2 de Paris, France</b>	<b>Invité</b>
<b>Pr. ROMANI Zaid</b>	<b>ENA de Tétouan</b>	<b>Co-Directeur</b>
<b>Pr. DRAOUI Abdeslam</b>	<b>FST de Tanger, UAE</b>	<b>Directeur</b>

**Structure de recherche: UAE/U04FSTTg: Materials, Systems and Energy Engineering Laboratory (MaSEEL) - FST de Tanger**

## Résumé



Le phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) constitue un enjeu majeur pour les villes à forte densité, particulièrement en période estivale. Ce phénomène affecte directement le confort thermique extérieur et amplifie la consommation énergétique des bâtiments en raison du recours accru à la climatisation. Selon les estimations des Nations Unies, 66 % de la population mondiale habitera en ville d'ici 2050, rendant impérative une analyse préalable de l'ICU dès la phase de conception des projets urbains afin d'en atténuer les effets.

L'intensification de ce phénomène résulte de la combinaison de facteurs météorologiques liés au changement climatique et de paramètres architecturaux et urbanistiques. Si l'ICU présente un impact positif en hiver en réduisant les besoins en chauffage, il amplifie considérablement les besoins en climatisation en été, notamment dans les régions à climat chaud. La complexité de ce phénomène réside dans les multiples interactions entre la morphologie urbaine et les processus physiques thermo-aérauliques. Parmi les solutions durables envisageables, l'intégration de la végétation (toitures, façades, trottoirs) et d'éléments hydriques s'est révélée particulièrement prometteuse pour atténuer l'effet d'ICU. De nombreuses études ont démontré les multiples bénéfices de ces stratégies passives, notamment en termes d'économie d'énergie, de gestion des eaux pluviales et d'amélioration du microclimat urbain.

Le secteur du bâtiment représente actuellement plus de 35 % de la consommation énergétique mondiale et génère environ 38 % des émissions de gaz à effet de serre. Face à l'urbanisation croissante, il devient essentiel de modéliser les interactions entre le microclimat urbain et les performances énergétiques des bâtiments, afin de concevoir des espaces urbains plus résilients et économes en énergie.

Ce travail de thèse s'inscrit dans la continuité d'un projet de recherche mené au sein de l'équipe de recherche en Transferts Thermiques et Énergétique (UAE/U10FST) du laboratoire MaSEEL (UAE/U04FSTTg). L'objectif principal est d'analyser et de modéliser les interactions thermo-aérauliques dans des blocs urbains avec cours intérieures, en tenant compte de l'impact de la végétation et des éléments hydriques (bassins, sols végétalisés, murs végétalisés). Le principal verrou scientifique réside dans l'absence d'outils de simulation énergétique intégrant dynamiquement les effets microclimatiques locaux.

Pour lever cette limitation, une approche couplée, à la fois expérimentale et numérique, a été mise en œuvre. Une maquette à échelle réduite 1/10 (Urban Block Courtyard – UBC) a été conçue, construite et instrumentée afin de collecter des données microclimatiques précises sous conditions climatiques réelles. En parallèle, un modèle numérique innovant combinant PYTHON, TRNSYS18 et CONTAM a été développé pour simuler de manière intégrée les transferts radiatifs, convectifs, conductifs et évaporatifs au sein des cours intérieures. Ce modèle a été validé par confrontation avec les données expérimentales, garantissant sa fiabilité pour des applications prédictives.

Les résultats obtenus montrent que l'introduction de végétation et d'un bassin d'eau dans une cour intérieure permet de réduire significativement la température de surface (jusqu'à 14,5 °C) et d'améliorer sensiblement le confort thermique. L'étude révèle qu'un verdissement partiel (30 % de la surface) produit déjà un effet rafraîchissant important, tandis qu'une couverture végétale supérieure à 70 % présente un effet de saturation, au-delà duquel les gains supplémentaires deviennent marginaux. La combinaison des trois stratégies passives (végétation horizontale, végétation verticale et bassin d'eau) offre les meilleurs résultats, avec une réduction de la charge thermique pouvant atteindre 49 % par rapport à une cour minérale conventionnelle. Une étude prospective a également été conduite dans le cadre de scénarios climatiques futurs (horizons 2050 et 2080), confirmant le rôle adaptatif et la pertinence de ces stratégies passives face au réchauffement climatique attendu.

Les simulations démontrent que l'intégration de la végétation et des surfaces d'eau dans les cours intérieures constitue une solution viable et efficace pour maintenir des conditions de confort acceptable même dans un contexte climatique futur dégradé.

Ce travail ouvre ainsi des perspectives concrètes pour une conception bioclimatique intégrée, particulièrement adaptée aux conditions du climat méditerranéen. Les résultats obtenus fournissent des recommandations opérationnelles pour les architectes, urbanistes et décideurs, permettant d'orienter la conception de bâtiments et d'espaces urbains plus durables, plus confortables et mieux adaptés aux défis climatiques actuels et futurs.

**Mots clés :** Microclimat urbain, bâtiment avec cours intérieures, simulation énergétique, végétation, surface d'eau, maquette à échelle réduite, mesures expérimentales.