

**École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes**  
Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

## **AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT**

**Monsieur Youssef HAMIDI**

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

**Le Samedi 11 Mars 2023 à 10H au Grand amphi à l'ENSAM de Rabat**

**Intitulé de la thèse**

**ETUDE ET ÉVALUATION DES TECHNIQUES INNOVANTES DE  
REFROIDISSEMENT PASSIF ET SEMI-PASSIF LIÉES À LA PERFORMANCE  
ÉNERGÉTIQUE DES BATIMENTS : VERS DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE DANS LA  
RÉGION MÉDITERRANÉENNE**

**Devant le Jury composé de :**

**Président :**

Pr. Mohamed ASBIK, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

**Directeur de thèse :**

Pr. Mustapha MALHA, PH, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

**Co-Directeur de thèse :**

Pr. Denis BRUNEAU, HDR, ENSAP, Université de Bordeaux, Bordeaux, France

**Rapporteurs :**

Pr. Mhamed MOUQALLID, PES, ENSAM, Université Moulay Ismail, Meknès

Pr. Moulay Ahmed HAMDY ALAOUI, PES, Faculté des sciences, Université Moulay Ismail, Meknès

Pr. Abdelhamid KHABBAZI, PES, EST de Salé, Université Mohammed V de Rabat

**Examineur :**

Pr. Abdellah BAH, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

**Invité :**

Pr. Saïd KARDELLASS, PA, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat





جامعة محمد الخامس بالرباط  
Université Mohammed V de Rabat

**Résumé :** L'augmentation continue du coût de l'énergie et les impératifs environnementaux ont fait de la performance énergétique un enjeu essentiel pour tous les secteurs économiques. Le bâtiment est l'un des principaux consommateurs d'énergie dans la région méditerranéenne ; secteur hautement opérationnel où toute amélioration des performances énergétiques se reflète durablement sur la consommation, du fait de la durée de vie importante des bâtiments. De ce point de vue, les Matériaux à Changement de Phase (MCP) offrent une solution prometteuse pour améliorer l'inertie thermique de l'enveloppe du bâtiment, et par conséquent diminuer sa consommation énergétique. L'approche de cette thèse est d'évaluer le potentiel d'économie

d'énergie par l'intégration de MCP dans les conditions climatiques méditerranéennes. Dans ce but, un modèle numérique décrivant le comportement thermique d'une brique cellulaire intégrant des MCPs a été développé. En plus de l'enveloppe du bâtiment, le confort d'été peut être contrôlé par l'utilisation de systèmes semi-passifs, dans ce sens nous avons développé un système de ventilation naturelle couplé à un échangeur air-terre et un système de refroidissement radiatif nocturne. Cette approche nous a permis, selon une méthodologie combinant modélisation, expérimentation et validation, de valider les modèles développés pour ces systèmes, et d'évaluer leurs performances dans différentes conditions climatiques.

**Mots-clés :** Economies d'énergie, matériaux à changement de phase, performance énergétique, refroidissement radiatif nocturne, ventilation naturelle.

**Abstract:** The constant rise in energy costs and environmental imperatives have made energy performance a key issue for all economic sectors. The building industry is one of the major energy consumers in the Mediterranean region; it is an eminently strategic sector in which any improvement in energy performance has a lasting effect on consumption, due to the long life of buildings. From this point of view, Phase Change Materials (PCM) offer a promising solution for the improvement of the thermal inertia of the building envelope, and consequently decrease its energy consumption. The approach of this thesis is to evaluate the energy saving potential by integrating PCMs in the Mediterranean climate conditions. For this purpose, a numerical model describing the thermal behavior of a cellular brick integrating PCMs has been developed.





جامعة محمد الخامس بالرباط  
Université Mohammed V de Rabat

In addition to the building envelope, the summer comfort can be controlled by the use of semi-passive systems, in this sense we have developed a natural ventilation system coupled with an air-earth exchanger and a night radiative cooling system. According to a methodology combining modeling, experimentation and validation, this approach allowed us to validate the models developed for these systems, and to evaluate their performances under different climatic conditions.

**Keywords:** Energy performance, energy savings, natural ventilation, phase change materials, radiative sky cooling.



