

## AVIS DE PRESENTATION DE THESE EN SOUTENANCE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME NATIONAL DE DOCTEUR

**Monsieur Mohamad EL KADRI**

Présentera ses travaux intitulés :

**« Modèle thermo-neurophysiologique du corps humain pour l'étude du confort thermique en conditions climatiques hétérogènes et instationnaires »**

Spécialité : **Génie civil**

**Le 28 mai 2020 à 13H30**

Lieu :

**CSTB de Nantes**

11 Rue Henri Picherit,  
44300 Nantes

Composition du jury :

**M. ALLARD Francis**  
**M. DEMOUGE François**  
**M. DE OLIVEIRA Fabrice**  
**M. INARD Christian**  
**M. KUZNIK Frédéric**  
**M. MENEZO Christophe**  
**Mme MUSY Marjorie**  
**Mme SIROUX Monica**

**Professeur, la Rochelle Université**  
**Directeur de recherche, CSTB**  
**Directeur de recherche, CSTB**  
**Professeur, La Rochelle Université**  
**Professeur, INSA de Lyon**  
**Professeur, Université Savoie Mont Blanc**  
**Directrice de recherche, HDR, CEREMA**  
**Professeure, INSA Strasbourg**

### Résumé :

Dans ces travaux de thèse, nous avons développé un nouveau modèle de thermorégulation du corps humain basé sur la neurophysiologie et nommé Neuro Human Thermal Model (NHTM). Il est dédié à prédire les variables physiologiques dans des environnements instationnaires et hétérogènes. De plus, ce modèle est couplé au modèle de confort thermique de Zhang pour prédire la sensation et le niveau de confort thermique des occupants dans les espaces intérieurs.

Le système passif du modèle NHTM est basé sur celui du modèle de Wissler. Ce système est couplé à un système actif basé sur les signaux des thermorécepteurs. Le système passif consiste en 21 cylindres représentant les segments du corps humain. Chaque élément est divisé en 21 couches dont 15 pour les tissus et 6 pour les vêtements. Puis, chaque couche est divisée en 12 secteurs angulaires. Le modèle NHTM calcule la production de chaleur par le métabolisme, le transfert de chaleur par conduction entre les tissus et les échanges de chaleur par convection et rayonnement entre le corps et l'environnement. Le système actif calcule les mécanismes physiologiques grâce aux signaux des thermorécepteurs cutanés et centraux. Ces signaux sont calculés par le modèle de Mekjavic et Morrisson qui ont développé également le modèle de frissonnement utilisé dans le modèle NHTM. Le débit sanguin cutané est calculé par le modèle de Kingma. Par manque de données expérimentales, le modèle de sudation est basé sur l'approche du signal d'erreur des températures cutanée et centrale. Une comparaison a été effectuée entre le modèle de sudation de Wissler et celui de Fiala et al. Au vu des résultats obtenus, ce dernier a été retenu. Le modèle NHTM est en capacité de pouvoir simuler plusieurs types de populations. Pour ce faire, une analyse de sensibilité a été effectuée, grâce à la méthode de Morris, sur les paramètres des systèmes passif et actif pour déterminer les paramètres les plus influents. Ensuite, afin d'optimiser le modèle NHTM, un algorithme génétique a été utilisé pour déterminer le vecteur des paramètres qui correspond à la population des expérimentations de Munir et al. Les résultats ainsi obtenus ont été comparés aux modèles développés par différents auteurs et ont montré que le modèle NHTM est le plus performant dans la très grande majorité des cas.

Le modèle NHTM a été couplé au modèle de Zhang pour pouvoir calculer la sensation et le confort thermique. Le modèle de Zhang a été choisi pour sa capacité à calculer les sensations et les niveaux de confort thermique locaux qui correspondent aux segments du corps humain dans des environnements hétérogènes. Il est aussi capable de calculer ces réponses lors des transitions thermiques. Ce modèle effectue le calcul grâce aux sorties du modèle NHTM à savoir les températures cutanées et de l'œsophage.