

- **Nom et prénom** : ASFOUR Sarah

- **Laboratoire de thèse** : Cerema Centre Est, Clermont Ferrand en collaboration avec l'institut Blaise Pascal

- **Directeur de thèse** : Evelyne TOUSSAINT

- **Date de soutenance** : 9 décembre 2016

- **Noms des personnes composants votre jury** :

- Evelyne TOUSSAINT, directrice de thèse
- Frédéric BERNARDIN, co-directeur
- Jean Michel PIAU, examinateur
- Jean Michel Pereira, examinateur
- Ferhat HAMMOUM, rapporteur
- Christophe PETIT, rapporteur
- Teddy CHEN-CHONG, président de jury

- **Titre** : Récupération d'énergie dans les chaussées pour leur maintien hors gel

- **Résumé de thèse** :

Les opérations de maintenance des routes en conditions hivernales sur réseaux routiers constituent un enjeu important pour maintenir l'offre de mobilité en situation dégradée. Elles génèrent des coûts d'exploitation directs et indirects élevés, liés en particulier à l'utilisation intensive de fondants routiers. Par ailleurs, leur impact environnemental doit être pris en considération. Nous étudions ici une structure de chaussée non soumise à ce type d'astreinte, grâce à la présence d'une couche de liaison drainante dans laquelle circule un fluide chaud, permettant ainsi d'éviter le dépôt de neige ou la formation de glace en surface. Dans le cadre d'une démarche en faveur de l'emploi d'énergie renouvelable, un tel dispositif pourrait permettre de récupérer l'énergie thermique disponible en surface de chaussée en période chaude, de l'acheminer vers un lieu de stockage (ex : géothermie) et de l'utiliser en période froide. Nous étudions ici la fonction d'échangeur de chaleur entre le fluide et la chaussée, la fonction de stockage externe à la chaussée n'étant pas abordée hormis dans la revue bibliographique. La structure de chaussée considérée comporte trois couches d'enrobés. La couche de roulement et la couche de base sont constituées de matériaux classiquement utilisés dans les chaussées, à base de liants hydrocarbonés. Le matériau de la couche de liaison possède une porosité supérieure à 20%. La structure de chaussée est supposée avoir un dévers de l'ordre de 2%. Une chaussée expérimentale instrumentée a été mise en oeuvre pour recueillir des grandeurs thermo physiques de la chaussée. Un modèle thermo-hydrigue 2D est développé numériquement pour calculer la distribution de température dans le corps de chaussée lorsque l'on injecte un fluide à température d'entrée donnée, en haut de dévers. Les paramètres du modèle sont identifiés à partir des données expérimentales recueillies sous diverses sollicitations climatiques. On analyse dans un premier temps la sensibilité de la distribution de température en surface de chaussée aux différents paramètres du modèle (conductivité hydraulique, dévers, conductivités thermiques, chaleurs massiques), afin d'optimiser les procédures nécessaires au contrôle sous contraintes de températures positives en tout point. Dans une deuxième partie, des données expérimentales recueillies durant une période estivale d'un mois ont servi à valider le modèle thermique 1D. Une maquette de

laboratoire a également permis d'identifier des paramètres en milieu saturé et non saturé. La dernière partie de thèse est consacrée au calcul des quantités énergétiques récupérables pendant la période estivale à l'aide des données de la réglementation thermique RT2012. Elles sont comparées aux quantités énergétiques de chauffage nécessaires pendant la période hivernale en s'appuyant sur des données de la RT2012 et des données de la Direction Interdépartementale des Routes Massif (DIR MC) ; l'objectif final étant de déterminer les performances énergétiques du système.