

## ETUDE EXPERIMENTALE ET NUMERIQUE DU COMPORTEMENT AU GEL ET AU DEGEL DES ENROBES BITUMINEUX PARTIELLEMENT SATURES

Application à l'interprétation de dégradations subites de chaussées bitumineuses en période hivernale

L'apparition massive de nids de poule sur chaussées bitumineuses a été observée en cours d'hiver sur de très courtes périodes de temps, caractérisées par l'alternance entre températures positives et négatives accompagnée de précipitations pluvieuses. Ceci a conduit à rechercher un mécanisme spécifique de dégradation de couches d'enrobés bitumineux (EB) lié au comportement au gel des EB partiellement saturés en eau. Celui-ci a été étudié en laboratoire à partir d'essais à déformation libre ou empêchée, avec ajout de chaux pour certaines formules d'EB. Ces essais ont montré l'apparition de déformations de gonflement ou contraintes importantes induites lors du gel de l'eau interstitielle. D'autres essais utilisant l'IRM ont permis de visualiser le phénomène au sein du matériau. Sur la base de ces essais, nous proposons une loi de comportement thermo-viscoélastique avec changement de phase pour les EB. Un programme aux éléments finis a été développé (FreeFem++) pour intégrer cette loi dans le calcul de structures ; ce code couple les équations mécaniques et de diffusion de la chaleur prenant également en compte le changement de phase à travers la chaleur latente de solidification de l'eau interstitielle. Après validation du logiciel, celui-ci a été appliqué au calcul de structures bitumineuses bicouches représentatives des couches supérieures d'une chaussée. Les résultats mettent alors en évidence l'apparition de contraintes d'arrachement élevées à l'interface entre couches générées par le gel, susceptibles d'expliquer la formation de nids de poule. Un essai de laboratoire sur bicouche a confirmé la fragilisation de l'interface induite dès le premier cycle de gel.

Mots-clés : *enrobé bitumineux partiellement saturé, gel/dégel, essai de gonflement libre, essai de gonflement empêché, thermo-viscoélasticité, déformation de gonflement, problème de Stefan, méthode des éléments finis, couplage thermique/mécanique, nids de poule.*

Visa du Directeur de Recherche

F. HAMMOUM