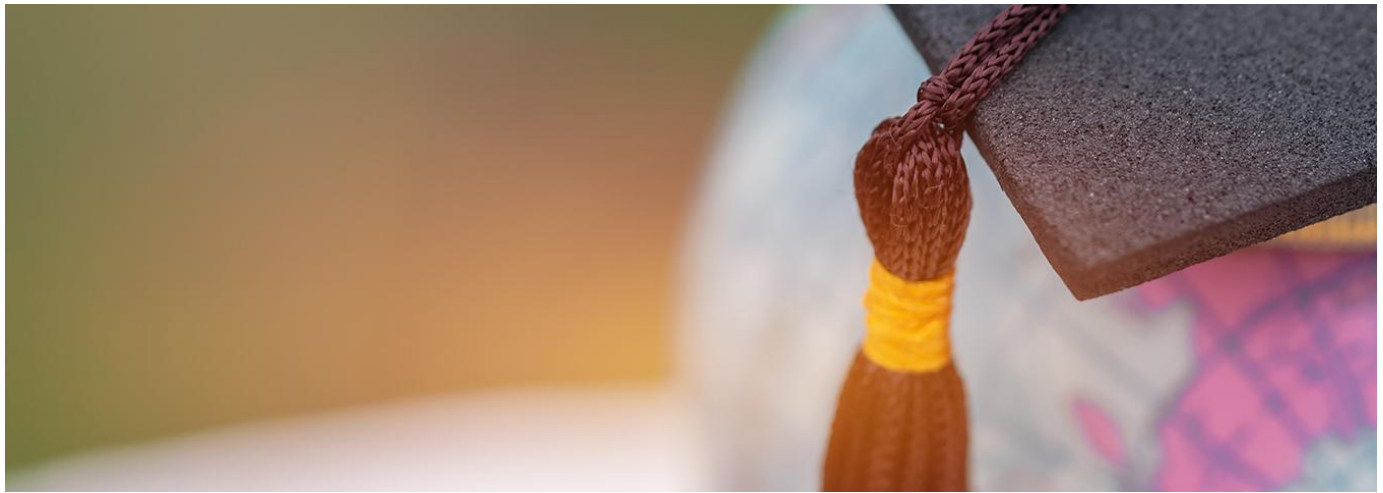




Soutenance de thèse d'Andressa Cristina BORGES CHAVES

Andressa Cristina BORGES CHAVES soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés " *Design et performance des enrobés recyclés à froid avec des liants biosourcés*", travaux dirigés par Messieurs Cédric SAUZEAT, Flavien GEISLER et Salvatore MANGIAFICO

/// Résumé de la thèse

Cette recherche vise à étudier les performances mécaniques et rhéologiques des matériaux bitumineux recyclés à froid avec des liants conventionnels et biosourcés, à travers l'analyse des propriétés des liants, de leurs interactions et des mécanismes de diffusion. Cette thèse est divisée en trois campagnes expérimentales. La campagne 1 présente l'étude du comportement mécanique et de l'évolution des enrobés recyclés produits avec émulsion et mousse, utilisant du bitume conventionnel et du bioliant. Les propriétés des enrobés d'émulsion bitume

et de bioliant ont été suivies, notamment la résistance à la compression au cours d'une période de cure de 90 jours sous différentes conditions (18 °C/50 % HR et 35 °C/20 % HR). En parallèle, des essais sur des mélanges mousses (bitume, 50 % bitume – 50 % bioliant, et bioliant) ont été réalisés, notamment des essais de résistance à la traction indirecte (ITS) et des essais triaxiaux, en considérant différentes teneurs en liant. De plus, les liants extraits des mélanges à émulsion à différents temps de cure ont été analysés par spectroscopie FTIR et par calorimétrie différentielle à balayage (DSC), afin d'étudier les transformations chimiques. Les résultats de cette campagne montrent une augmentation de la résistance mécanique des mélanges produits avec émulsion au cours du temps. L'évaluation des propriétés chimiques a montré une augmentation des indices carbonyle et sulfoxyde lors de la comparaison des différentes périodes de cure. Les mélanges produits avec mousse ont montré que le bioliant réduit les propriétés de cohésion. Cependant, lorsqu'il est combiné avec le bitume, une amélioration relative de cette résistance est observée. La campagne expérimentale 2 présente une étude sur la caractérisation du comportement viscoélastique du bitume 160/220, du liant RAP, du bioliant, ainsi que des mélanges suivants : 25 % liant RAP + 75 % bioliant, 50 % liant RAP + 50 % bioliant et 75 % liant RAP + 25 % bioliant. Les essais ont été réalisés au DSR, incluant des balayages fréquentiels (10 à 0,01 Hz) à des températures entre –30 et 40 °C. Les données obtenues ont permis la construction de courbes maîtresses basées sur le principe TTSP. Ces résultats ont également été modélisés à l'aide du modèle 2S2P1D. Pour les échantillons composés à 100 % de bioliant, des essais complémentaires ont été réalisés, notamment des essais de viscosité en régime permanent au DSR. Les résultats ont montré que le liant 160/220 et le liant RAP présentent un comportement typique des matériaux bitumineux, le liant RAP étant plus rigide. Le bioliant a présenté un comportement non thermo-rhéologiquement simple, ainsi que des valeurs de module complexe plus faibles par rapport aux autres liants. Les essais de viscosité sur le bioliant ont montré qu'à des températures inférieures à 40 °C, celui-ci présente un comportement non newtonien. Le modèle 2S2P1D a montré un bon ajustement pour la majorité des liants, à l'exception de l'échantillon 100 % bioliant et du mélange 25 % liant RAP + 75 % bioliant. La campagne 3 traite de l'étude de la diffusion entre liants dans le DSR, dans laquelle deux liants étaient mis en contact. Les essais ont été réalisés à 35 °C et à des fréquences de 1, 3 et 10 Hz, permettant le suivi de l'évolution du module complexe au cours du temps. Un modèle numérique basé sur la deuxième loi de Fick a été développé. Le modèle simulait l'évolution de la concentration au cours du temps. Une loi de mélange basée sur une relation logarithmique entre la

norme du module complexe et la concentration locale en liant a été implémentée afin d'estimer la réponse viscoélastique équivalente du système. Le coefficient de diffusion a été traité comme paramètre d'ajustement et calibré à partir de la comparaison entre les résultats expérimentaux et simulés. La comparaison entre les données expérimentales et les résultats numériques a montré que le modèle est capable de reproduire la tendance du processus de diffusion.

/// Composition du jury

M. Cédric SAUZEAT	Professeur	ENTPE	Directeur de thèse
Mme Kamilla VASCONCELOS	Maîtresse de conférences	Polytechnic School of the University of São Paulo	Rapporteure
M. Michael WISTUBA	Professeur	Technische Universität Braunschweig	Rapporteur
M. Emmanuel CHAILLEUX	Professeur	Université Gustave Eiffel	Examineur
M. Flavien GEISLER	Docteur	Eiffage Route	Co-encadrant de thèse
M. Salvatore MANGIAFICO	CR	ENTPE	Co-encadrant de thèse