

Proposition d'un sujet de thèse 2024

Année universitaire 2024

Titre du sujet :	Contribution des matériaux « biosourcés » dans la résilience à long terme des chaussées
Établissement :	Université Gustave Eiffel - https://www.univ-gustave-eiffel.fr/
Discipline(s) :	Mécanique des solides déformables, Science des matériaux
Spécialité(s) :	Lois de comportement des matériaux anélastiques, calcul structurel
Structure de recherche :	Département « Matériaux et Structures » (MAST), Laboratoires (MIT) et (LAMES)
Localisation :	Université Gustave Eiffel, Campus de Nantes (Bouguenais, 44)
Contact(s) :	Olivier Chupin, Chercheur au laboratoire LAMES Tél. : (+0/33)2 40 84 57 86, Mél. : olivier.chupin@univ-eiffel.fr Ferhat Hammoum, Chercheur au laboratoire MIT Tél. : (+0/33)2 40 84 57 67, Mél. : ferhat.hammoum@univ-eiffel.fr

1- Contexte et objectifs

Les besoins de mobilité, et les contraintes liées à la préservation de l'environnement et au changement climatique nécessitent de développer des infrastructures de transport à la fois plus durables, moins émettrices de gaz à effet de serre, plus économes en ressources et en énergie et plus résilientes. Afin de répondre aux besoins de transport de demain, nous devons prendre en compte deux changements majeurs :

1) le mode de déplacement avec les véhicules automatiques utilisant l'infrastructure comme support pour le guidage et les véhicules de transport de marchandise qui se déplacent en mode convoi guidé (« platooning »).

2) un réchauffement climatique qui s'est accentué rapidement durant ces dernières années avec une température plus élevée que la moyenne relevée en France et des amplitudes de température plus marquées durant les saisons froides.

L'outil actuel de calcul des structures de chaussées réalise un dimensionnement pour une durée de 30 ans sans prendre en compte l'évolution du vieillissement, l'endommagement en fonction des conditions climatiques variables, les temps de repos ou de récupération des matériaux et le caractère dissipatif inhérent à certains matériaux « biosourcés ». Plus généralement, la connaissance du comportement mécanique de ces matériaux et de leurs évolutions dans le temps constituent une étape indispensable pour améliorer nos outils de conception. Pour être en

mesure de quantifier les effets du réchauffement climatique et ses conséquences sur les infrastructures routières, il est nécessaire de faire le lien entre les lois d'évolution de l'endommagement menées en laboratoire et les travaux plus « prospectifs » sur l'impact du réchauffement climatique sur la durée de vie des infrastructures de chaussées. L'objectif de ce travail de thèse est d'améliorer notre méthodologie dans la prise en compte de l'endommagement en associant la température et les charges complexes.

2-Problématique de la thèse

Les travaux de thèse menés sur la propagation de fissures dans un milieu viscoélastique en conditions isothermes (I. Santos, 2020) ont permis d'élaborer une modélisation intrinsèque de la fissuration par fatigue des enrobés bitumineux afin de faire la correspondance entre différents types d'essais de fatigue. Ce premier travail réalisé sur un matériau modèle nécessite une généralisation sur des matériaux standards et alternatifs. A partir des connaissances acquises, une investigation sur la dépendance entre l'endommagement et la température sera possible.

Dans ce contexte, les laboratoires MIT et le LAMES souhaitent recruter un doctorant pour renforcer une thématique de recherche conjointe associant l'élaboration de matériaux à faible empreinte carbone et l'étude de leurs performances à la fois en laboratoire et dans les structures de chaussées. L'objectif est d'évaluer le comportement thermo-hydromécanique à long terme des matériaux économes en énergie et en ressources naturelles (matériaux recyclés, intégrant des matériaux « biosourcés » ou des sous-produits industriels par exemple). Une amélioration des outils de calcul des structures passe nécessairement par des couplages à prendre en compte entre les caractéristiques du matériau et les conditions environnementales.

3-Verrous scientifiques :

- Identifier le comportement thermo-viscoélastique des matériaux non standards;
- Evaluer la dépendance de l'endommagement à la température ;
- Proposer une méthodologie ou un modèle pour estimer la résistance à la fatigue sur une plage de température déterminée afin de prendre en compte la variabilité climatique et les temps de repos.

4-Déroulement de la thèse :

Les travaux de thèse concernent à la fois l'échelle du matériau et de la structure. L'association des deux échelles est primordiale pour répondre aux enjeux concernés :

-à l'échelle du matériau, il s'agira d'identifier le comportement viscoélastique puis de cerner le comportement thermomécanique vis-à-vis de la fatigue pour différents modes de sollicitation et différentes températures. Pour cela, le doctorant pourra utiliser les différents moyens d'essai du laboratoire, la nouvelle presse hydraulique du laboratoire, permettant de réaliser des essais en traction/compression et en torsion. L'objectif sera de contribuer à la caractérisation de matériaux fabriqués en laboratoire ou prélevés sur chaussées, de définir des lois d'évolution de l'endommagement en fonction des conditions environnementales. A partir des travaux antérieurs (I. Santos, 2020), le doctorant proposera et validera un modèle d'endommagement de l'essai de fatigue prenant en compte la température imposée.

-à l'échelle de la structure, il s'agira de réaliser des calculs numériques d'une structure de chaussée type soumise à la fois à une température variable et à un chargement imposé puis d'analyser les résultats de ces calculs. Ces analyses permettront de valider la loi d'endommagement déterminée à l'échelle du matériau.

Mots-clefs : viscoélasticité, liant « bio-sourcé », enrobé bitumineux, fatigue mécanique, loi de dommage, paramètres intrinsèques, modélisation, corrélation d'image, champ de déplacement, champ de température

Qualifications : Les candidats doivent être titulaires soit d'un Master ou équivalent en mécanique des matériaux pour le génie civil au sens large, avec une expérience en développement numérique et expérimentation avec des essais de caractérisation mécanique, les projets multidisciplinaires proposés nécessiteront des intérêts larges et une volonté d'explorer de nouveaux sujets, d'acquérir de nouvelles compétences et la capacité d'échanger avec des collègues de différentes disciplines.

La connaissance du comportement en viscoélasticité et/ou du codage sera un plus. Les compétences utiles spécifiques (mais non les prérequis essentiels) incluent les mesures thermiques et l'analyse d'imagerie.

Les candidats doivent être curieux et intellectuellement ambitieux. Le candidat retenu travaillera de manière indépendante et contribuera efficacement aux efforts de l'équipe. Elle/il communiquera bien en français et/ou en anglais (oral/écrit). La connaissance du français (ou la volonté d'apprendre) sera utile.

Procédure de candidature et de sélection : Cette allocation doctorale est conditionnée à la réussite d'une sélection en deux étapes, dont la première étape est annoncée ici. Si le projet vous intéresse, merci de soumettre votre candidature par e-mail à Olivier Chupin (Olivier.chupin@univ-eiffel.fr) et Ferhat Hammoum (ferhat.hammoum@univ-eiffel.fr) au plus tard le 20 mars 2024.

Postulez tôt, car les candidats présélectionnés seront sélectionnés pour des entretiens hebdomadaires, pour être interviewés en visioconférence ou sur place (selon l'emplacement du candidat) en mars ou début avril, jusqu'à ce qu'un candidat approprié soit trouvé. A l'issue de ces entretiens, un candidat sera présélectionné et participera ensuite à la sélection de l'École doctorale SIS (Nantes ED SIS 602) vers le 13-17 mai 2024, pour le deuxième et dernier tour de sélection.

La candidature, en anglais ou en français, doit comprendre :

- Le CV du candidat (pas plus de 2 pages)
- Une courte lettre expliquant sa motivation pour ce poste et ce projet
- Notes des cours de Master (les deux dernières années d'études)
- Une lettre de recommandation d'une personne ayant supervisé les travaux de laboratoire du candidat (par exemple le directeur du projet/stage de Master) – merci de demander au répondant d'envoyer la lettre de recommandation directement par e-mail à ferhat.hammoum@univ-eiffel.fr