

Modélisation thermo-visco-élasto-plastique du comportement des bitumes et enrobés bitumineux sous sollicitations cycliques. Application aux essais de module complexe et d'orniérage.

Jamel Neji, Ilhem Borcheni, Mohamed Boudabbous

Laboratoire des Matériaux, Optimisation et Energie pour la Durabilité (LAMOED), Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, ENIT, BP 37, 1002 Tunis Belvédère, Tunisie.

jamel.neji@enit.rnu.tn

Thème : Mettre en **gras souligné** le thème de votre soumission :

- **Modèles de comportement,**
- **Modélisation multi-échelle,**
- Méthodes expérimentales et caractérisation,
- **Méthodes numériques,**
- Fatigue et rupture,
- Matériaux biologiques et tissus mous,
- Matériaux élastomères intelligents,
- Comportement dissipatif, amortissement
- Applications industrielles.

Mots clefs : Loi de comportement visco-élasto-plastique, modèle analytique, module complexe, déformation permanente, modélisation numérique.

Résumé :

Les enrobés bitumineux sont des matériaux à différents composants tels que les granulats, les fines, les liants bitumineux et les espaces vides, ce qui en fait des composites complexes. La microstructure résultant de l'arrangement des différentes phases est déterminante dans la réponse globale de ces enrobés. Au premier ordre on peut en considérer deux phases : le squelette granulaire et le mastic bitumineux, formé des éléments fins et du bitume, conférant à l'enrobé le caractère « mou ».

Ce travail consiste en une modélisation du comportement des bitumes et des enrobés bitumineux, en petites et grandes déformations. Un modèle rhéologique monodimensionnel généralisé baptisé "2S2P1D", partant du modèle analogique de Huet-Sayegh, a été utilisé dans le domaine des petites déformations. Ce modèle permet de simuler correctement à la fois le comportement visco-élastique linéaire des bitumes et celui des enrobés bitumineux. A partir de ce modèle, une transformation originale –indépendante du modèle– permettant de prédire le module complexe de l'enrobé à partir de celui du bitume est proposée, puis validée. Une suite de cette investigation a consisté en une actualisation du modèle thermo-visco-élasto-plastique « DBN » (Di Benedetto-Neifar) pour une prévision du comportement de l'enrobé bitumineux sous diverses sollicitations (mécaniques et/ou thermiques), en cherchant le lien entre les petites et les grandes déformations. Des simulations grâce à des modélisations tridimensionnelles aux éléments finis de deux essais cycliques fondamentaux largement répandus (l'essai au module complexe et l'essai d'orniérage) sont aussi présentées. Des liens pertinents entre les propriétés des bitumes et des enrobés ont été mis en évidence

Une application directe est de prédire les comportements mécaniques des enrobés bitumineux sous charges de trafic, en prenant en compte le cumul des déformations permanentes, à des plages de températures et de fréquences difficilement accessibles expérimentalement.

Références

- [1] JC M., «On the dynamical theory of gases» *Phill. Trans. Royal Soc.*, n° 1157, pp. 49-88, 1867.
- [2] JC M., «On the dynamical theory of gases» *Phill. Mag.*, vol. 35, n° 1235, pp. 129-145 et 185-217, 1868.
- [3] Olard F. and Di Benedetto H., «General “2S2P1D” Model and Relation Between the Linear Viscoelastic Behaviours of Bituminous Binders and Mixes» *International Journal of Road Materials and Pavement Design*, vol. 5, pp. 185-224, 2003.
- [4] Di Benedetto H., Olard F., Sauzéat C. and Delaporte B., «Linear viscoelastic behaviour of bituminous materials: From binders to mixes» *Road Materials and Pavement Design*, vol. 5, pp. 163-202, 2004b.
- [5] Tschoegl N., *The phenomenological theory of linear viscoelastic behaviour. An introduction*, Springer, 1989.
- [6] Cost T. L. and Becker E. B., «A multidata method of approximate Laplace transform inversion» *Int. J. Numer. Methods Eng.*, vol. 2, pp. 207-219, 1970.
- [7] Hammoum F., Chailleux E., Nguyen H., Erhlicher A., Piau J. and Bodin D., «Experimental and numerical analysis of crack initiation and growth in thin film of bitumen» *Road Materials Pavement Design*, vol. 10, pp. 39-61, 2009.
- [8] Masood, G.G. " Experimental and Numerical Investigation of stabilized unbound Granular Pavement Materials" AL Mustansiriyah University College of Engineering Highway and Transportation Engineering Department MSc Thesis, 2013.
- [9] Hasni H., H. Alavi A., Chatti K., Lajnef N., “A self-powered surface sensing approach for detection of bottom-up cracking in asphalt concrete pavements: Theoretical/numerical modeling”, 2017.
- [10] Chehab, G. and Kim, R. “Viscoelastoplastic Continuum Damage Model Application to Thermal Cracking of Asphalt Concrete”. *Concrete Journal of Materials in Civil Engineering* Volume 17, Issue 4, pp. 384-392, July/August 2005.
- [11] Arabani, M.; Jamshidi, R.; Sadeghnejad, M. “Using of 2D finite element modeling to predict the asphalt mixture rutting behavior”, *Construction and Building Materials*, Vol. 68, 183-191, 2014. doi:10.1016/j.conbuildmat.2014.06.057