

Observations par IRM du séchage des matériaux de chaussée traités à l'émulsion de bitume

M. Goavec^a, P. Faure^a, V. Gaudefroy^b, S. Rodts^a, E. Keita^c, P. Coussot^a

^a Univ. Paris-Est, Laboratoire Navier (ENPC-IFSTTAR-CNRS), Champs sur Marne

^b IFSTTAR, Département MAST, MIT, Nantes

^c IFSTTAR, Département MAST, FM2D, Champs sur Marne

Keywords : Séchage, mélange granulaire, émulsion de bitume, IRM

1 Introduction

Les matériaux de chaussée dits “à froid”, formés d’un mélange de granulats et d’une émulsion de bitume, constituent une alternative plus économique et respectueuse de l’environnement aux matériaux de chaussée classiques. Ces mélanges incorporent une quantité significative d’eau, retardant la consolidation du mélange granulaire. Il est donc crucial de comprendre le déroulement du séchage au sein du matériau et notamment de savoir à quelle vitesse il se développe à différentes profondeurs dans le matériau, s’il induit des hétérogénéités de distribution du bitume, et quelle nature de lien il induit entre les grains.

Le séchage d’un matériau poreux « simple » contenant de l’eau pure se déroule essentiellement en trois temps : la vitesse de séchage reste constante pendant une période relativement longue au cours de laquelle la distribution du liquide reste homogène du fait de rééquilibrages capillaires, puis la vitesse chute rapidement ; la fin du séchage est caractérisée par la pénétration d’un front sec dans le milieu poreux [1]. Des modifications importantes des régimes et de la cinétique de séchage sont observées dès lors que le liquide interstitiel n’est pas de l’eau pure mais une solution ionique [2] ou une suspension de particules colloïdales [3] par exemple: des phénomènes de transport et d’accumulation d’éléments près de la surface libre de l’échantillon induisent des ralentissements importants du séchage et tendent parfois à maintenir une saturation en eau élevée dans les couches profondes du matériau.

On s’attend à ce que le séchage dans un milieu poreux granulaire contenant un fluide interstitiel tel que l’émulsion de bitume soit relativement complexe. Pour l’étudier nous avons recours à l’IRM, qui permet de suivre l’évolution de la distribution de l’eau à l’intérieur du matériau de façon non destructive.

2 Protocole et résultats

L’émulsion de bitume est une dispersion de gouttelettes de bitume dans de l’eau, stabilisées par des tensioactifs. Le bitume étant solide à température ambiante, l’eau permet d’en abaisser la viscosité et d’assurer sa répartition homogène à la surface des granulats. Ces derniers sont poly dispersés et de nature différente, ce qui impacte fortement les phénomènes physico-chimiques ayant lieu suite au contact de l’émulsion avec les granulats. Nous nous concentrons ici sur un mélange de cette émulsion et d’un milieu poreux modèle composé de sable de Fontainebleau.

L’IRM est la principale méthode employée ici pour étudier le séchage. Le spectromètre employé est un imageur 24/80 DBX de Bruker avec un aimant de 0,5T et une sonde accordée à 20MHz. Le diamètre utile est de 20cm et les gradients de champ magnétiques sont linéaires sur une hauteur de 10cm. La distribution en eau de l’échantillon a été mesurée selon son axe vertical à l’aide d’une

séquence double-écho, avec une résolution de 0,12mm. Le signal mesuré est proportionnel à la quantité d'eau liquide contenue dans une mince couche transversale située à une hauteur donnée. Les résultats se présentent sous forme de profils de saturation en eau en fonction de la hauteur d'un échantillon, séché par un flux d'air sec uniquement au niveau de sa face supérieure ($h = 1,75\text{cm}$).

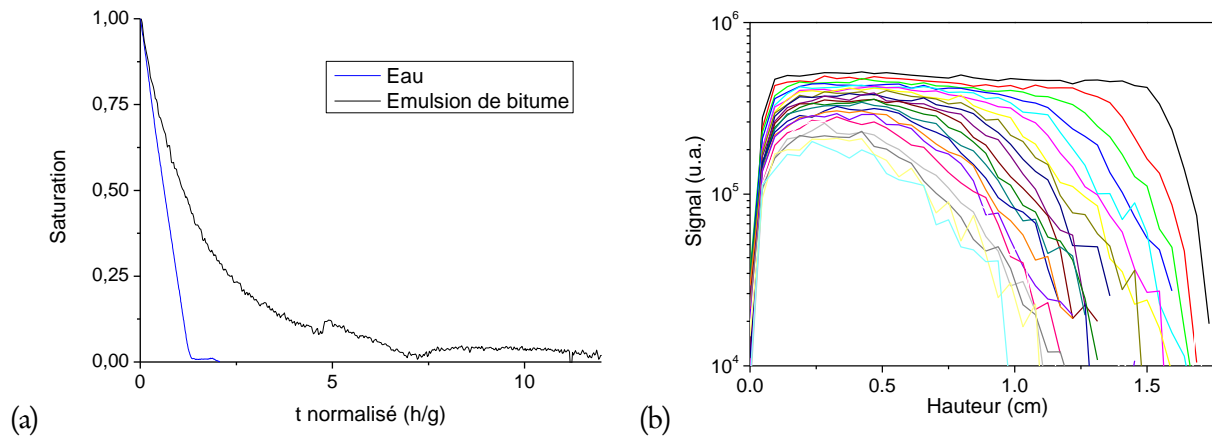


Figure 1: Courbe de séchage (a) et profils de saturation suivant la hauteur (b) d'un milieu poreux modèle initialement saturé en émulsion de bitume au cours du séchage (1profil/8h)

Nos résultats montrent (voir Figure 1) que le séchage d'un milieu poreux initialement saturé en émulsion de bitume diffère significativement de celui d'un milieu poreux saturé en eau. Dans ce dernier cas on observe pendant le premier régime une désaturation homogène qui se traduit par des profils de saturation plats et parallèles jusqu'à des saturations de l'ordre de 10%. Avec nos matériaux on observe au contraire pratiquement dès le départ une désaturation assez faible en profondeur accompagnée de la formation d'un front apparemment sec qui progresse vers l'intérieur du matériau. Ceci a un impact sur la vitesse de séchage qui est beaucoup plus faible qu'avec de l'eau pure en poreux simple. Cela peut être éventuellement lié à des phénomènes de transport; des expériences d'imbibition avec de l'eau de milieux poreux séchés au préalable permettront de déterminer comment se répartit le bitume au cours du séchage.

3 Conclusion

Ces résultats pourront être utilisés pour modéliser le séchage de ces systèmes, comme cela a été fait récemment pour le séchage du plâtre et de suspensions colloïdales dans un empilement granulaire. Les effets de la répartition et de la viscosité du bitume, la taille et la nature des granulats sur le séchage peuvent aussi être étudiés à l'IRM. Les résultats obtenus permettront de se rapprocher du matériau réel, afin d'en déduire un modèle de séchage adapté aux enrobés à froid.

Références

- [1] P. Coussot, Scaling approach of the convective drying of a porous medium, *Eur. Phys. J. B - Condens. Matter Complex Syst.*, 15, p. 557-566 (2000).
- [2] M. D. Seck, M. V. Landeghem, P. Faure, S. Rodts, R. Combes, P. Cavalié, E. Keita, et P. Coussot, The mechanisms of plaster drying, *J. Mater. Sci.*, 50, p. 2491-2501 (2015).
- [3] E. Keita, P. Faure, S. Rodts, et P. Coussot, MRI evidence for a receding-front effect in drying porous media, *Phys. Rev. E*, 87, p. 062303 (2013).