

Facteurs influençant la durabilité des produits de marquage à base de résine époxydique (époxy)

Introduction

Pour assurer la visibilité de la signalisation horizontale et ainsi améliorer la sécurité des usagers de la route, plus de 80 000 km de lignes sont tracées ou rafraîchies annuellement, ce qui représente un budget d'environ 30 millions de dollars. Les travaux de marquage sont réalisés à 75 % en régie par huit camions traceurs, dont deux appliquent des produits à base de résine époxydique.

Les orientations ministérielles favorisant le recours aux produits de plus grande durabilité ont fait en sorte que l'utilisation des résines époxydiques a augmenté au fil des ans. L'époxy est un produit de marquage à deux composants (résine et catalyseur) devant être mélangé dans un ratio 2/1 pour obtenir les propriétés physico-chimiques et les performances de durabilité recherchées (2 à 4 ans)⁽¹⁾.

Le présent Info-DLC brosse un portrait global des facteurs qui peuvent influencer sur la durabilité des produits de marquage à l'époxy et propose une hypothèse pour expliquer un nouveau phénomène d'arrachement.

Facteurs d'influence (arrachement prématuré)

Plusieurs facteurs influencent sur la durabilité et provoquent des problématiques d'arrachement.

- Lorsque le ratio résine/catalyseur n'est pas respecté ou que le mélange n'est pas homogène, la réaction chimique est inadéquate et les propriétés du mélange final se trouvent modifiées, ce qui accentue l'arrachement. Dans un tel cas, un phénomène de noircissement survient dans les 24 à 72 heures suivant l'application, confirmant ainsi que l'époxy ne durcira pas adéquatement (figure 1).
- L'état de la chaussée joue un rôle crucial quant à l'adhérence de l'époxy. Par exemple, s'il y a présence d'un joint de fissuration ou une problématique de « désenrobage », l'arrachement prématuré du marquage à l'époxy pourrait survenir.
- Lorsque l'époxy est appliqué sur une vieille chaussée dont le bitume est oxydé, les liens entre l'époxy et la chaussée sont très forts. Cependant, un arrachement prématuré peut survenir puisque les granulats de surface, auxquels l'époxy se lie, peuvent être facilement fracturés ou arrachés sous l'effet d'une

Figure 1 : Phénomène de noircissement



force externe telle que celle exercée par les équipements de déneigement.

- Lorsque la chaussée est sale, l'époxy adhère majoritairement aux saletés se trouvant à sa surface. Les liens forts entre l'époxy et la chaussée sont donc limités et parfois même inexistants.
- Les conditions météorologiques au moment de l'application peuvent également jouer un rôle important dans la durabilité du marquage. Lorsque la chaussée est humide ou lorsque la température est très froide et que le taux d'humidité de l'air est très élevé, comme c'est le cas au début ou à la fin de saison de marquage, il se crée de la condensation entre l'époxy appliqué à chaud (40 °C à 50 °C) et la chaussée. Cette fine couche d'eau interfère grandement dans la création des liens entre le marquage et la chaussée, et, dans les cas extrêmes, l'époxy n'adhère pas à la chaussée.

Nouvelle problématique d'arrachement

En 2009 et 2010, de nouveaux phénomènes d'arrachement précoce ont été observés et avaient comme principales caractéristiques de survenir dans les conditions suivantes :

- Lorsque le marquage à l'époxy était appliqué sur un marquage de courte durée (alkyde ou produit à base d'eau) avec un bon taux de présence (1, 2 ou 3 +)⁽²⁾, l'arrachement pouvait même être observé dès la première application d'époxy (figure 2).
- Lorsque plusieurs couches d'époxy étaient appliquées sur un même tronçon, l'arrachement pouvait survenir dès le deuxième rafraîchissement (3^e couche d'époxy) (figure 3).

Figure 2 : Marquage à l'époxy sur un marquage à l'alkyde

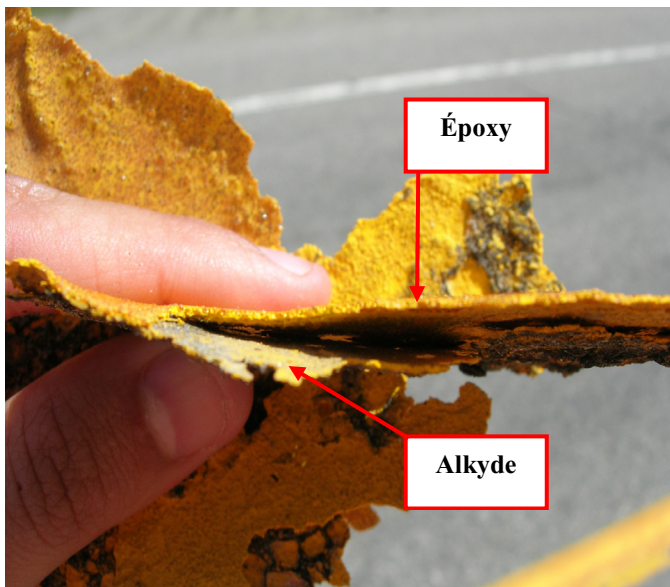


Figure 3 : Arrachement d'époxy appliqué sur un marquage à l'époxy (2 couches)



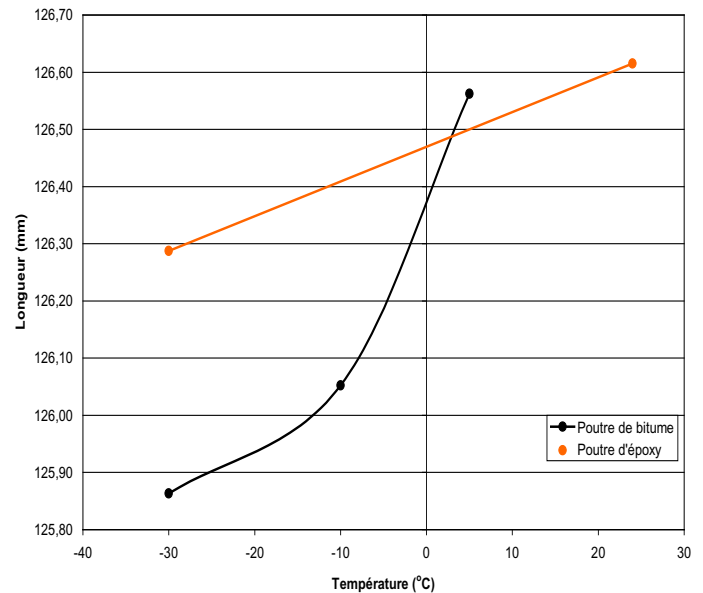
Essais en laboratoire

Pour expliquer ces phénomènes, des essais en laboratoire ont été réalisés sur huit poutres fabriquées avec deux sortes d'époxy et neuf poutres confectionnées avec trois bitumes. Pour déterminer la différence d'élongation causée par la dilatation thermique, nous avons mesuré l'élongation des poutres d'époxy et des poutres de bitume à différentes températures.

La figure 4 montre que l'élongation moyenne d'une poutre d'époxy entre -30 °C et 60 °C est d'environ 0,37 % ou 470 µm, tandis que l'élongation moyenne d'une poutre de bitume entre -30 °C et 5 °C est d'environ 0,56 % ou 700 µm. On observe aussi qu'il y a un point d'inflexion près de 0 °C, ce qui tend à confirmer que la tension superficielle de cisaillement entre le marquage et la chaussée est accentuée par les cycles de gel-dégel.

Même s'il y a seulement environ 12 % de bitume en volume dans un enrobé, la différence d'élongation causée par la dilatation thermique est assez importante pour créer des fissures dans l'enrobé⁽³⁾.

Figure 4 : Longueurs moyennes des poutres d'époxy et de bitume en fonction de la température



Hypothèse

À partir des nombreuses observations en chantier et des essais en laboratoire, nous pouvons émettre l'hypothèse suivante pour expliquer les nouvelles problématiques d'arrachement :

En durcissant, le marquage à l'époxy rétrécit légèrement, ce qui crée un retrait différentiel. Ce retrait entraîne une tension superficielle de cisaillement entre le produit de marquage existant, sur lequel la nouvelle couche d'époxy adhère fortement, et la chaussée. Cette tension superficielle de cisaillement affaiblit les liens reliant le marquage existant et la chaussée, et provoque des microfissures. Par la suite, la différence d'élongation thermique entre le marquage à l'époxy et la chaussée, les cycles de gel-dégel, l'application de couches subséquentes d'époxy et l'entretien hivernal accentuent la microfissuration et favorisent l'infiltration d'eau entre la chaussée et le produit de marquage existant. L'ensemble de ces phénomènes contribue à l'affaiblissement des liens entre le marquage existant et la chaussée et, ultimement, l'arrachement prématuré du marquage.

Conclusion

Les résultats de ces analyses donnent de nouvelles pistes de recherche sur les causes possibles d'arrachement prématuré des produits de marquage à base de résine époxydique, ce qui permettra de mieux orienter les recherches futures aussi bien en laboratoire que sur les sites d'expérimentation.

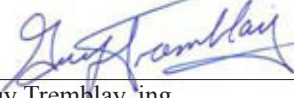
Ces résultats serviront également de guide pour cibler les interventions et les orientations prioritaires du Ministère sur son réseau routier.

RESPONSABLES :

Michel Tremblay, ing., MBA
Service de l'exploitation

Frédéric Boily, M. Sc., chimiste
Service des matériaux d'infrastructures

DIRECTEUR :


Guy Tremblay, ing.
Direction du laboratoire des chaussées

Références

- (1) TREMBLAY, Michel. (Mars 2001) « La signalisation horizontale », *Info-DLC*, vol. 6, no 3, ministère des Transports du Québec
- (2) TREMBLAY, Michel. (Mai 2004) *Guide d'inspection de la durabilité du marquage*, ministère des Transports du Québec, 14 p.
- (3) TREMBLAY, Michel, et Frédéric BOILY (2011) *Facteurs influençant la durabilité des produits du marquage à base de résine époxydique*, Direction générale des infrastructures et des technologies, ministère des Transports du Québec, 26 p.