

PROBLÉMATIQUE

La pose d'enrobés en période froide (température ambiante inférieure à 10 °C) est délicate et peut conduire à des dégradations prématurées du revêtement. Les dégradations les plus souvent observées sont l'arrachement, la pelade et la fissuration du revêtement. De plus, la surchauffe des granulats effectuée à la centrale d'enrobage afin d'obtenir une température du mélange adéquate sur le chantier peut provoquer l'oxydation du bitume. Ce bulletin présente divers mécanismes de dégradation et propose des moyens visant à réduire les risques de contre-performance du revêtement.

MÉCANISMES DE DÉGRADATION

L'ensoleillement, le facteur de refroidissement éolien, la basse température ambiante et la température de la surface à recouvrir influent directement sur le taux de refroidissement de l'enrobé et réduisent la maniabilité du mélange. La vitesse de la cure des liants d'accrochage et l'adhésion du nouvel enrobé sur la surface à recouvrir diminuent aussi avec la baisse de la température ambiante. La perte de maniabilité du mélange et l'augmentation de la viscosité du bitume avec la baisse de la température favorisent la ségrégation des gros granulats au moment de la répartition du mélange dans le finisseur et entraînent des difficultés de compactage. Si une compacité plus faible est obtenue, la teneur en vide est plus élevée et la cohésion est plus faible, ce qui permet à l'eau de pénétrer partiellement dans l'enrobé. L'eau présente dans l'enrobé est soumise à l'action des pneumatiques, ce qui peut occasionner suffisamment de pression hydrostatique pour faciliter l'arrachement des particules. Le gel de l'eau provoque le même phénomène d'arrachement. Les particules fines s'arrachent d'abord, laissant une apparence rugueuse au revêtement. Par la suite, les gros granulats sont arrachés sous l'action du trafic. L'eau pénètre alors plus facilement, ce qui accélère le processus de dégradation (1).

La cohésion du mélange, c'est-à-dire la durabilité des liens qui retiennent les particules et le bitume ensemble, est fonction de la compacité du mélange (% de vide), de la teneur en bitume et de l'affinité entre le bitume et les granulats. Il est reconnu qu'une faible teneur en liant et la présence de poussière adhérent aux granulats contribuent à accélérer le phénomène d'arrachement. Il faut donc que la teneur en bitume effectif, qui représente la véritable teneur en bitume agissant sur la cohésion de l'enrobé, soit suffisante au moment de la pose. L'utilisation

de granulats absorbants ou une teneur en filler élevée permet l'ajout d'une grande quantité de liant, mais peut conduire à une diminution de la teneur en bitume effectif.

La sévérité des phénomènes décrits précédemment est fonction de la vitesse de refroidissement de l'enrobé. Le refroidissement rapide d'un enrobé posé en couche mince peut entraîner des problèmes de compactage. Par exemple, un enrobé de moins de 5 cm d'épaisseur (125 kg/m²) refroidit rapidement par temps froid, et l'équipement de compactage peut ne pas avoir suffisamment de temps pour bien le densifier. En conditions estivales, la circulation sur un enrobé fraîchement posé tend à sceller la surface du revêtement, contribuant ainsi à imperméabiliser le mélange, ce qui n'est pas le cas dans des conditions météorologiques défavorables.

TRAVAUX PAR TEMPS FROID

L'approche présentant le moins de risque de contre-performance consiste à effectuer les travaux par temps sec lorsque la température ambiante est supérieure à 10 °C. Lorsqu'elle est inférieure à 10 °C, il est préférable de prendre des précautions pour prévenir l'apparition prématurée des dégradations.

Durant le transport, une bâche doit recouvrir complètement le chargement d'enrobé afin d'en réduire la vitesse de refroidissement (bulletin *Info DLC*, vol. 7, n° 9, septembre 2002). Il est reconnu que le malaxage de l'enrobé dans le finisseur ne permet pas, à lui seul, d'homogénéiser sa température. La variabilité de température pendant le chargement et le transport favorise le phénomène de ségrégation et conduit à des variations de la compacité, ce qui augmente le risque d'arrachement. Pour des travaux d'importance, l'utilisation d'une trémie tampon entre le camion et le finisseur peut être envisagée pour assurer l'homogénéisation de la température.

Il importe de bien compacter les enrobés lorsqu'ils sont chauds. Le tableau 1 présente la vitesse de refroidissement d'un enrobé fabriqué avec un bitume de classe PG 64-34, mis en place en août par une température de 20 °C et en octobre par une température de 0 °C. Une fois livré au chantier à une température de 160 °C, le temps nécessaire pour atteindre 120 °C (température minimale de pose), puis 80 °C (température minimale de compactage) est fonction de la température ambiante et de l'épaisseur du revêtement. La température de l'enrobé diminue évidemment plus vite en octobre qu'en août.

Une augmentation de 50 % de l'épaisseur de pose double le temps de compactage. Le report de la pose de la couche de roulement au printemps suivant peut s'avérer avantageux si l'épaisseur requise de la couche de surface est faible et si l'enrobé plus épais de la couche de base peut servir de couche de roulement durant un hiver.

Le logiciel PaveCool (2) permet de calculer avec précision les délais de compactage en tenant compte de divers paramètres, comme la température ambiante et celle de la surface existante, le vent, l'ensoleillement, la température maximale de malaxage, le type et la température de l'enrobé, et le grade de performance du bitume. La température maximale de malaxage est spécifiée au *Cahier des charges et devis généraux* (CCDG) ou par le fournisseur de liant et doit être respectée pour éviter l'oxydation prématurée du bitume. Notons que certains bitumes modifiés exigent des températures de compactage plus élevées que celles qui sont indiquées dans PaveCool.

Le mode de compactage doit être adapté aux travaux par temps froid. L'usage de rouleaux pneumatiques est requis afin de bien sceller la surface de l'enrobé. Le cylindrage doit suivre immédiatement l'épandage. Le nombre de rouleaux (vibrants et pneumatiques) doit être augmenté de façon à permettre le compactage de l'enrobé encore chaud aux températures spécifiées. Pour atteindre cet objectif, il doit y avoir un bon synchronisme entre la quantité de l'enrobé produite à la centrale, la vitesse du finisseur et la capacité de compactage de l'équipement sur le chantier.

Bien qu'une basse température ralentisse la cure des émulsions d'accrochage, il est recommandé d'appliquer le liant prévu entre deux couches de revêtement sans modifier le taux d'application, même si le mélange sous-jacent a été posé récemment. Deux applications peuvent être nécessaires, en prenant garde de ne pas dépasser la dose maximale prescrite au devis, ce qui pourrait provoquer la lubrification de l'interface plutôt que le collage des deux couches.

Les températures froides favorisent la ségrégation, notamment pour les mélanges plus grossiers. On peut donc choisir en automne un enrobé moins sensible à la ségrégation, par exemple le ESG-14 ou le EB-14 au lieu du EB-20 en couche de base, à condition de respecter les critères de résistance à l'orniérage. Également, il peut être avantageux de remplacer un bitume modifié avec des polymères par un bitume non modifié, plus facile à mettre en œuvre.

Finalement, les joints compactés à froid sont plus sensibles à l'arrachement que les joints compactés à chaud. La pose du revêtement bitumineux sur la pleine largeur est recommandée en utilisant deux finisseurs, placés à une faible distance l'un de l'autre afin de compacter le joint longitudinal à la température la plus chaude possible. Sinon, l'utilisation d'éléments préchauffants fixés sur le côté du finisseur doit être envisagée.

Ces recommandations s'appliquent lorsque la température ambiante est supérieure à 0 °C. Lorsqu'elle est inférieure à 0 °C, des moyens additionnels doivent être mis en œuvre pour préchauffer la surface à recouvrir et pour maintenir l'enrobé à la bonne température. La mise en œuvre de tels moyens se traduit généralement par une augmentation des coûts et une prolongation des délais.

Notons enfin que la pose d'un enrobé sur une surface granulaire gelée peut résulter en une fatigue prématurée du revêtement (fissuration) à la suite du dégel de la chaussée, et que la pose d'un enrobé sur une surface bitumineuse gelée augmente les risques de décollement de l'enrobé (pelade).

CONCLUSION

Il est reconnu que la fabrication et la pose d'enrobés par temps froid représentent une augmentation des coûts, généralement de l'ordre de 15 % (3), en raison d'une plus grande demande énergétique pour le chauffage des granulats, des précautions à prendre sur le chantier et de la production journalière plus faible (journées plus courtes). Les dégradations se traduisent souvent par une diminution de la durée de vie des interventions et par des besoins accrus en matière d'entretien. Le devancement des interventions d'entretien et de réfection a des conséquences économiques significatives.

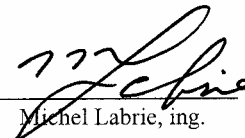
Les enrobés posés par temps froid sont plus sujets à des contre-performances et à l'apparition prématurée de dégradations telles que l'arrachement et la fissuration, comparativement aux mêmes enrobés posés dans des conditions météorologiques favorables. Le choix du type de mélange, l'épaisseur de pose, la méthode de compactage et la température ambiante sont des éléments qu'il faut considérer pour diminuer les risques de contre-performance. La pose de la couche de base à l'automne et de la couche de surface l'année suivante peut être une bonne solution.

La pose d'enrobés par temps froid n'est pas souhaitable. C'est une opération délicate et il importe de réaliser la mise en œuvre en suivant les recommandations de ce bulletin.

RÉFÉRENCES

- (1) Roberts F.L., et al, 1996, *Hot mix asphalt materials, mixture design and construction*, Second Edition, National Center for Asphalt Technology, chap. 8, Performance/distress of HMA, Disintegration, p. 507.
- (2) Minnesota Department of Transportation, le logiciel PaveCool, http://www.mrr.dot.state.mn.us/research/MnROAD_Project/restools/cooltool.asp
- (3) Ministère des Transports du Québec, *Manuel administratif, Instructions techniques*, vol. II, I.T. 125.2, Québec, sept. 2002, p. 4 et 17.

RESPONSABLES : Pierre Langlois, M.ing.
Guy Bergeron, ing., M.Sc.
Service des chaussées

DIRECTEUR : 
Michel Labrie, ing.

Épaisseur	20 août - 20 °C		20 octobre - 0 °C	
	120 °C	80 °C	120 °C	80 °C
40 mm	5 min	26 min	4 min	17 min
60 mm	11 min	50 min	8 min	33 min

Tableau 1 : Temps de compactage d'un enrobé avec bitume PG 64-34 (livré à 160 °C) pour atteindre 120 °C et 80 °C