



Fissuration thermique des sous-couches EME-14

Description du problème et des modifications dans le SB 250 version 5.0

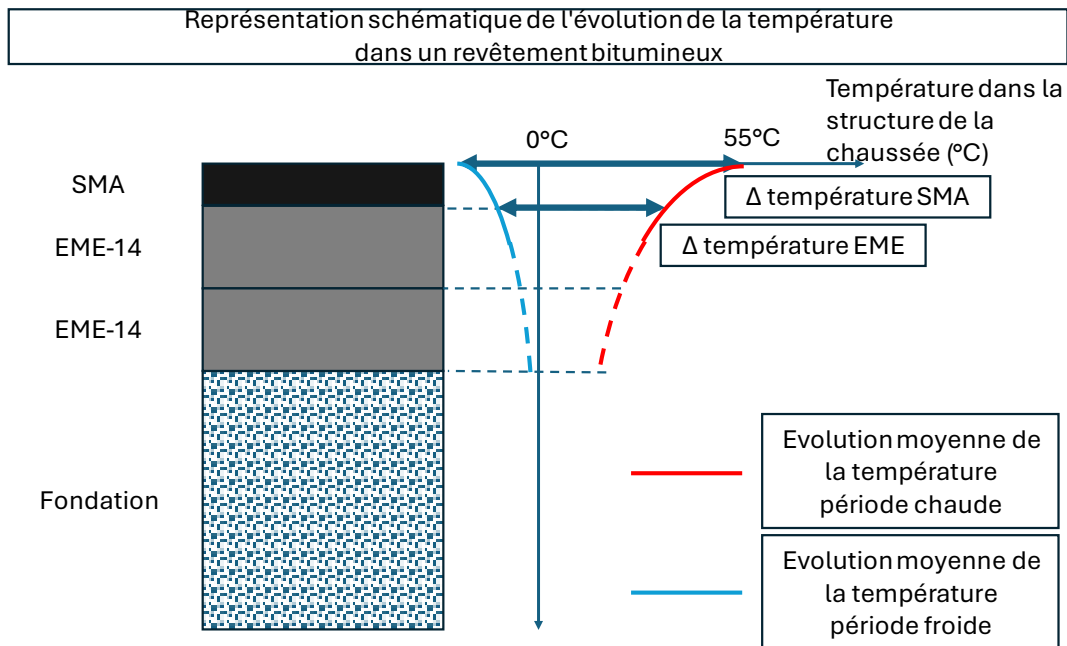
Introduction

Depuis 2010, l'EME-14 (enrobé à module élevé) est inclus dans le cahier des charges type SB 250 (<https://wegenverkeer.be/zakelijk/documenten/standaardbestek>) en tant qu'enrobé type pour sous-couches sur les autoroutes flamandes. Ce mélange développé en France et testé en profondeur sur des planches d'essais le long de la E19 à Kontich (De Backer et al., 2007) offre une résistance élevée à l'orniérage et à la fatigue grâce à un bitume routier dur. Néanmoins, des fissures longitudinales précoces apparaissent de plus en plus fréquemment ces dernières années, notamment au niveau des joints longitudinaux. Ces fissures apparaissent parfois rapidement après la mise en œuvre. Sur les routes dotées de sous-couches APO, ce phénomène est nettement moins présent. Le retrait thermique de l'EME est soupçonné d'être à l'origine de ces dégradations. Pour tenir compte de cette situation, le SB 250 version 5 (Agentschap Wegen en Verkeer [AWV], 2025) reprend des directives adaptées pour la finition des joints longitudinaux. Un suivi et des recherches supplémentaires restent nécessaires pour évaluer l'efficacité de ces mesures à l'avenir.

Fissures de retrait thermique

Contrairement aux chaussées en béton, où des joints doivent être activement prévus pour tenir compte du retrait thermique, les chaussées asphaltiques ne sont pas susceptibles de se fissurer sous l'effet du retrait thermique dans des conditions normales. Pourtant, dans la pratique, l'EME-B s'avère être une exception, en particulier au niveau des joints longitudinaux des bandes en EME adjacentes. Grâce à l'utilisation de bitume routier dur et à une formulation spécifique du mélange, l'EME-14 possède un module de rigidité beaucoup plus élevé que les enrobés APO classiques. Grâce à l'augmentation de la rigidité, le matériau est moins déformable et présente moins d'orniérage, mais il réagit également de manière plus rigide aux contraintes thermiques. En outre, l'EME-14 ne contient en règle générale que 2 à 3 % de vides, ce qui est inférieur aux sous-couches APO. L'EME est donc délibérément formulé avec une teneur en mastic plus élevée afin d'améliorer la résistance à la fatigue. Toutefois, cette faible porosité signifie également qu'il n'y a pratiquement pas de marge pour absorber les déformations thermiques, ce qui accélère l'accumulation des contraintes et entraîne des fissures.

Selon le *Vademecum Standaardstructuren* (AWV, 2023), les autoroutes flamandes sont généralement construites avec une couche de roulement en SMA sur deux couches d'EME-14. Ce sont principalement la couche de roulement et la sous-couche supérieure en EME qui subissent les plus grandes différences de température (figure 1). En été, la température de la chaussée peut atteindre 55 °C ou plus, tandis qu'en hiver, elle descend autour ou en dessous du point de gel. Une étude menée par le CRR (De Backer, 1980) montre que ces variations de température diminuent rapidement avec la profondeur: de 12 à 15 cm, les différences sont beaucoup plus faibles. La sous-couche de roulement en EME, d'une épaisseur de 7 à 11 cm, est donc située avec la couche de roulement dans la zone où la charge thermique est la plus importante. Cela peut expliquer pourquoi c'est précisément cette couche d'EME qui est la plus sensible au retrait thermique et à la fissuration.



Autre facteur qui augmente le risque de fissuration thermique: la largeur de la chaussée. A mesure que la route s'élargit, les contraintes thermiques augmentent également, car le matériau se dilate et se contracte sur des longueurs et des surfaces plus importantes. Cet effet est le plus prononcé sur les autoroutes à plusieurs voies ou sur les pistes de décollage et voies de circulation des aéroports. Dans des structures aussi larges, les contraintes thermiques sont plus susceptibles de s'accumuler sur de plus longues distances, ce qui augmente le risque de fissuration longitudinale, en particulier au niveau des joints, qui sont les points faibles de la chaussée.

Même si la couche de roulement en SMA est la plus thermiquement chargée, la sous-couche en EME-14 est le point le plus faible, compte tenu des caractéristiques spécifiques décrites ci-dessus et vu qu'elle ne contient pas de PMB, contrairement à la couche de roulement en SMA. Il est donc logique que les contraintes de retrait thermique se manifestent d'abord au niveau des joints longitudinaux de la sous-couche en EME. Lorsque ces joints s'ouvrent pendant les périodes froides en raison de contraintes thermiques, un effet de réflexion est également créé vers la couche de roulement en SMA située au-dessus. Des fissures de réflexion apparaissent alors à la surface de la chaussée, ce qui affecte l'intégrité structurelle et le confort de conduite.

Nouveau Standaardbestek SB 250 version 5.0 (AWV, 2025)

Afin d'anticiper rapidement ce phénomène dans l'attente de nouvelles visions, des directives actualisées ont été incluses dans la version 5.0 du SB 250, publiée récemment. Une attention particulière y est accordée à l'exécution et à la finition des joints longitudinaux des sous-couches en EME. Ces directives figurent au chapitre 16, paragraphe 2.4.2.4.A - NADEN IN ONDERLAGEN du SB 250.

Modification importante: le bord d'une couche en EME déjà posée doit être traité deux fois avec une couche de collage (bitume ou émulsion de bitume) avant la pose de la bande adjacente. Ce double traitement a pour but d'améliorer l'adhérence entre les bandes et d'augmenter la résistance à l'ouverture des joints sous l'effet des contraintes de retrait thermique.

En outre, il est prescrit que chaque bord longitudinal d'une couche d'enrobé doit, d'une part, être coupé mécaniquement avec un cylindre latéral (voir figure 2) sur une largeur d'au moins 0,05 m (mesurée au sommet), ou, d'autre part, être travaillé avec un rouleau de compactage de joint (voir figure 3) capable de travailler au moins sur toute l'épaisseur de la couche. Ce dernier point est particulièrement important pour les couches en EME, qui sont généralement plus épaisses que les sous-couches classiques. Un rouleau de compactage de joint standard est souvent insuffisant pour compacter toute la profondeur du joint, ce qui nécessite un rouleau adapté, plus grand, pour assurer un compactage homogène sur l'ensemble du joint (Centre de recherches routières [CRR], 2018).

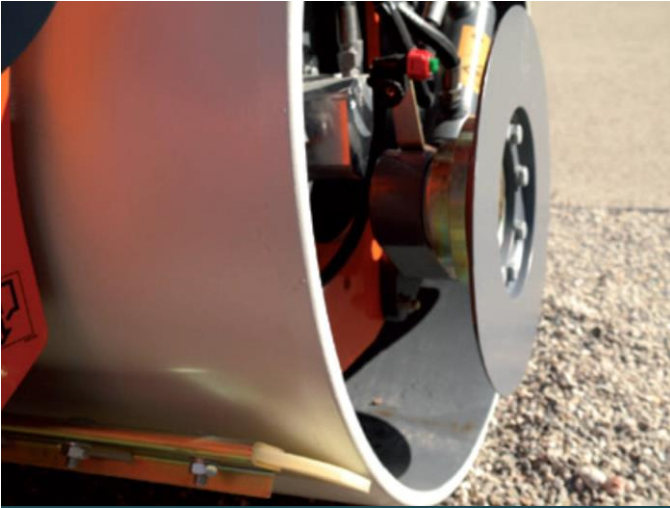


Figure 2 - Cylindre latéral monté sur rouleau



Figure 3 - Rouleau de compactage de joint (CRR, 2018)

L'objectif de ces mesures est de renforcer structurellement les joints longitudinaux afin de les rendre plus résistants aux contraintes causées par le retrait thermique et de réduire ainsi considérablement le risque d'ouverture des joints et de fissuration par réflexion vers la couche de roulement. Ces modifications représentent une première étape dans la maîtrise du phénomène de fissuration dans les sous-couches en EME-14 à base de bitume routier dur. Le suivi ultérieur des planches d'essais et l'expérience pratique montreront à quel point ces mesures contribuent effectivement à augmenter la durabilité du revêtement.

L'avenir

Bien que les directives mises à jour dans la version 5.0 du SB 250 (AWV, 2025) représentent une étape importante dans la maîtrise des fissures de retrait thermique dans les sous-couches en EME, il existe également des stratégies alternatives qui peuvent contribuer à une solution plus durable à court et à long terme.

Une première mesure pratique consiste à éviter autant que possible les joints longitudinaux. L'utilisation d'asphalteuses plus larges permet de poser des bandes plus larges en une seule passe, ce qui réduit considérablement le nombre de joints longitudinaux. Moins de joints signifie moins de points faibles potentiels là où les contraintes thermiques peuvent se concentrer et provoquer des fissures. Toutefois, il convient de garder à l'esprit que les contraintes thermiques dans les joints restants peuvent être plus importantes avec des bandes plus larges, car la distance sur laquelle le matériau se dilate ou se contracte thermiquement augmente. Pour faire face à ces contraintes accrues, on pourrait envisager de créer des joints flexibles à l'extérieur des frayées aux emplacements de ces joints, à la fois dans la sous-couche en EME supérieure et dans la couche de roulement en SMA, exactement l'une au-dessus de l'autre. Ce joint est ensuite rempli d'un matériau élastique et imperméable qui peut absorber les mouvements thermiques sans engendrer de fissuration. Parallèlement, l'étanchéité du revêtement est maintenue, ce qui est essentiel pour la durabilité de la structure. A l'heure actuelle, la réalisation de joints joliment superposés reste un défi dans la pratique.

En outre, la période de mise en œuvre joue également un rôle important dans la sensibilité finale au retrait des couches d'enrobé. Lorsqu'une couche d'enrobé est posée pendant les mois chauds d'été, les structures et les fondations environnantes sont déjà soumises à une dilatation thermique maximale. Par conséquent, l'enrobé est appliqué sur un support qui est dans son état le plus dilaté, ce qui permet de mettre en œuvre la bande d'enrobé à sa largeur maximale. Lorsque les températures chutent en hiver, le risque de retrait thermique de cette couche d'enrobé est beaucoup plus important que si la mise en œuvre avait lieu pendant une période moins chaude. Dans ce dernier cas, la couche d'enrobé ne subit qu'une partie de la différence de température annuelle potentielle entre l'été et l'hiver, ce qui réduit la probabilité de développer des contraintes thermiques critiques. Bien que la plupart des travaux sur les autoroutes et les aéroports soient souvent programmés pendant les mois d'été pour des raisons pratiques, ce facteur devrait certainement être pris en compte lors de la programmation de travaux d'asphaltage avec des mélanges rigides tels que l'EME.

Une autre approche, plus structurelle, consiste à repenser le mélange EME lui-même. En reconsidérant l'utilisation de bitume routier dur et en le remplaçant par un liant modifié par des polymères basé sur un bitume routier avec une valeur de pénétration moins basse, on peut viser un mélange avec une réponse thermique réduite. Cela pourrait réduire considérablement la sensibilité au retrait, sans renoncer complètement aux avantages structurels de l'EME. Cette piste de réflexion est déjà partiellement incluse dans la version 5.0 du SB 250 (AWV, 2025) sous la forme du type de mélange AHV (Asfalt voor HavenVerharding).

Ce type de mélange est essentiellement une variante de l'EME-14, mais il est basé sur un bitume polymère. Bien que l'AHV ait été initialement développé pour des applications dans des infrastructures portuaires très lourdement chargées, le concept offre également des perspectives d'utilisation sur les autoroutes, où les charges thermiques et structurelles vont de pair.

Le choix du liant n'est pas le seul facteur d'influence. Le module de rigidité et les vides jouent également un rôle lors de la conception. Il est donc important de ne pas opter pour des vides du mélange EME trop faibles au moment de la conception. Une porosité trop faible augmente la rigidité et diminue la flexibilité, ce qui rend le mélange plus sensible au retrait thermique. Une rigidité plus élevée que nécessaire aura aussi un effet négatif sur la sensibilité thermique.

Il est également important de ne pas poser un mélange trop compacté pendant la mise en œuvre. Dans la pratique, un compactage excessif entraînera une porosité plus faible que celle prévue lors de la formulation, ce qui augmentera encore le risque d'accumulation de contraintes et de fissures. Actuellement, le SB 250 n'impose pas de limite supérieure à la rigidité lors de la conception, ni de limite inférieure aux vides d'un EME-14 lors de l'exécution. Il est donc crucial de veiller au taux de compactage pendant la mise en œuvre, qui est en équilibre avec les exigences fonctionnelles du mélange et de la formulation du mélange. Une adéquation judicieuse entre la résistance à la fatigue, le module de rigidité, la flexibilité thermique et le taux de compactage est essentielle pour optimiser la durabilité des sous-couches en EME.

D'autres essais sur le terrain, des études en laboratoire et le suivi de planches d'essais seront nécessaires pour évaluer ces alternatives en termes de performance, de durabilité et de rentabilité. Toutefois, il apparaît clairement que la maîtrise de la fissuration thermique à l'avenir repose sur un équilibre entre l'exécution technique, l'optimisation des mélanges et l'utilisation de matériaux innovants.

Auteur

Bart Beaumesnil

T +32 2 766 03 96

b.beaumesnil@brrc.be



Références

Agentschap Wegen en Verkeer (AWV). (2023). Vademecum standaardstructuren.

https://wegenenverkeer.be/sites/default/files/uploads/documenten/Vademecum_Standaardstructuren

Agentschap Wegen en Verkeer (AWV). (2025). Standaardbestek 250 voor de wegenbouw (version 5.0).

<https://www.vlaanderen.be/departement-mobiliteit-en-openbare-werken/infrastructuurprojecten/standaardbestekken>

De Backer, C. (1980). Les températures dans les structures routières. La technique routière, XXV(2), 1-29.

De Backer, C., Denolf, K., De Visscher, J., Glorie, L., Heleven, L., Maeck, J., Vanelstraete, A., Vansteenkiste, S. & Vervaecke, F. (2007). Enrobés à module élevé (EME): de la conception à la mise en œuvre (Compte rendu de recherche No. CR 43/07). Centre de recherches routières (CRR).

Centre de recherches routières (CRR). (2018). Code de bonne pratique pour la mise en œuvre des revêtements bitumineux (Recommandations CRR No. R 96).