

LA CHAUX HYDRATÉE
Un additif éprouvé
Pour des chaussées bitumineuses plus durables



European Lime Association
Association européenne de la Chaux
Europäischer Kalkverband

Plus que jamais, les gestionnaires d'infrastructures de transport doivent :

- obtenir une meilleure rentabilité de leurs investissements dans les structures de chaussée,
- minimiser la gêne aux usagers lors des opérations de maintenance qu'elles soient préventives ou curatives.

Ainsi, pour maximiser la durée de vie des chaussées, ces gestionnaires nécessitent des moyens fiables et reconnus afin de minimiser les principaux modes de dégradation des matériaux bitumineux que sont :

Désenrobage

Le désenrobage se produit lorsque le lien physique entre le bitume et le granulat s'affaiblit, généralement en conséquence d'une mauvaise tenue à l'eau (adhésivité passive déficiente). Cela débouche sur des dégradations telles que l'arrachement de granulats qui peuvent dégénérer en nids de poule.



Désenrobage

Orniérage

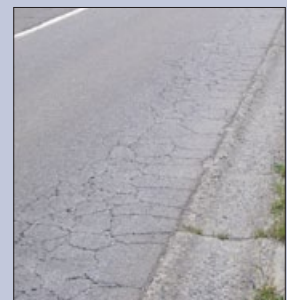
L'orniérage correspond à l'apparition de déformations permanentes au niveau des couches supérieures de la chaussée. Il provient souvent de déformations irréversibles au sein des couches bitumineuses supérieures. Des situations de trafic lourd intense et lent ainsi que des températures élevées favorisent ce type de dégradation.



Orniérage

Vieillessement chimique

Le vieillissement chimique du bitume modifie les propriétés mécaniques des matériaux bitumineux, les rendant plus fragiles. Ce vieillissement, qui implique notamment des réactions d'oxydation au sein du bitume, génère un durcissement du liant qui diminue la capacité de l'enrobé à relaxer les contraintes. Des fissures se développent alors et la qualité de roulement se dégrade.



Vieillessement chimique

Fissuration

Comme décrit plus haut, la fissuration peut apparaître en conséquence du vieillissement des enrobés. Cependant la fissuration peut provenir également de la répétition des charges roulantes (fatigue) et/ou des contraintes thermiques liées notamment aux variations journalières de température (cycle jour/nuit). Ces effets se combinent à ceux du vieillissement et l'ensemble évolue vers une fissuration généralisée provoquant au final la ruine de la chaussée, accélérée par des infiltrations d'eau à travers les fissures.



Fissuration

Depuis plus de 50 ans, la chaux hydratée est l'additif de référence dans le Monde pour améliorer la tenue à l'eau des enrobés bitumineux. Cependant, au fur et à mesure de son emploi, d'autres propriétés se sont révélées et ont pu être quantifiées à la fois au laboratoire et sur chantier. En conséquence, la chaux est maintenant reconnue comme un additif polyvalent pour les enrobés bitumineux.

Comment la chaux hydratée contribue-t-elle à augmenter la durabilité des chaussées ?

Lorsque la chaux hydratée est ajoutée à l'enrobé, elle réagit avec le granulat, améliorant la liaison bitume-granulat. De plus, la chaux hydratée réagit avec certains composés polaires du bitume, limitant la quantité de composés hydrophiles. Ces composés sont facilement déplacés par l'eau, et contribuent ainsi au désenrobage. Au contraire, la chaux provoque la formation de sels de calcium insolubles qui maintiennent l'eau hors du système.



Indirect Tensile Strength (©BRRC)

Contrairement à un filler classique, la chaux hydratée présente une réactivité chimique. Lorsque la chaux hydratée est ajoutée dans l'enrobé, elle réagit avec le bitume, neutralisant certains composés indésirables. Elle augmente également le module élastique à haute température et la ténacité de l'enrobé. Cela signifie respectivement un moindre risque d'orniérage et de fissuration par fatigue. A basse température, l'effet rigidifiant ne provoque pas de risque additionnel de fissuration, puisqu'il devient alors similaire à celui obtenu avec des fines inertes.



Wheel Tracking Test (©BRRC)

La chaux hydratée limite le vieillissement des enrobés en ralentissant celui de la plupart des bitumes. Ceci provient des réactions acido-basiques entre les composés polaires du bitume et la chaux hydratée. Ces réactions isolent les composés polaires qui sont plus sensibles à l'oxydation, limitant ainsi la quantité d'espèces chimiques oxydables. En conséquence, la chaussée maintient sa souplesse originale plus longtemps et voit son niveau de résistance à la fissuration plus longtemps conservé en présence de chaux hydratée.



Rotating Cylinder Ageing Test (©BRRC)

Les phénomènes de fissuration peuvent trouver leur origine dans la formation de microfissures qui coalescent pour former des macrofissures. La chaux hydratée permet de ralentir la propagation de ces microfissures de manière plus importante qu'un filler inerte. Ceci est généralement expliqué par la formation d'une couche de bitume liée à la surface de la chaux, en conséquence des réactions bitume-chaux, qui augmente la fraction volumique d'obstacles à la propagation des microfissures. Ceci limite ainsi la formation de macrofissures et donc, le risque de fissuration de l'enrobé.



Thermal Stress Restrained Specimen Test (©BRRC)



MÉTHODE D'AJOUT DE LA CHAUX HYDRATÉE À L'ENROBÉ BITUMINEUX

La chaux hydratée peut être ajoutée à l'enrobé bitumineux de différentes manières. Les plus courantes sont :

Ajout en centrale d'enrobage

Dans le Monde entier, la chaux hydratée est surtout utilisée dans sa forme sèche pure, mais peut également être mélangée à un filler calcaire pour former un filler actif (mixed filler). Selon le type de centrale utilisée, la chaux peut être incorporée directement dans le tambour ou le malaxeur de la même manière qu'un filler d'apport.

Ajout de chaux hydratée sèche au granulat

Cette méthode consiste à ajouter des quantités contrôlées de chaux hydratée sèche au granulat humide sur les tapis convoyeurs. La chaux hydratée adhère à la surface humide du granulat.

Ajout de lait de chaux au granulat

Cette méthode utilise un lait de chaux, mélange de chaux et d'eau, qui est ajouté en quantités contrôlées au granulat. Cette méthode garantit une excellente répartition de la chaux hydratée à la surface des granulats. Le granulat traité peut alors être envoyé directement dans la centrale d'enrobage, où il peut être stocké en tas quelques temps, permettant une meilleure réaction de la chaux avec les surfaces granulaires et les particules argileuses.

SPÉCIFICATIONS POUR LA CHAUX HYDRATÉE DANS LES ENROBÉS BITUMINEUX :

La chaux hydratée est utilisée depuis plusieurs décennies aux Etats-Unis où elle est incorporée dans environ 50 millions de tonnes d'enrobé bitumineux chaque année. Certains états rendent son ajout obligatoire. Aux Etats-Unis, les chercheurs et les gestionnaires considèrent que la chaux hydratée prolonge la durée de vie d'un enrobé d'environ 38%.^[1]

En Europe, la chaux hydratée est également employée depuis de nombreuses années. Des développements récents montrent son rôle polyvalent dans des enrobés à chaud comme à froid, ainsi que dans des opérations de retraitement en place. Son usage évite des dégradations prématurées et augmente la durée de vie.^{[2], [3], [4], [5], [6], [7].}

La chaux hydratée est **définie** dans la norme Européenne :
EN 459 : Chaux de construction

La chaux hydratée peut être **spécifiée** :

- **Comme un additif selon la norme Européenne** :

EN 13108 : Mélanges bitumineux. Spécifications des Matériaux

- **Comme un filler mixte selon la norme Européenne** :

EN 13043 : *Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aéroports et d'autres zones de circulation*

Suite à un long travail de recherche, certains pays Européens ont décidé de rendre obligatoire, que ce soit à l'échelle locale ou nationale, l'ajout de chaux hydratée dans des formules d'enrobé bitumineux pour leur réseau routier.

^[1] P.E. Sebaaly, E. Hitti and D. Weitzel, "Effectiveness of lime in Hot Mix Asphalt Pavements", *Journal of the Transportation Research Board*, N° 1832, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2003, pp. 34-41.

^[2] M. Schneider, K. Schellenber, H-J. Ritter, H-M. Schiffner, "Improvement of asphalt properties by addition of Hydrated Lime" – field test/mixing (AIF-No. 12542N), Report-No. 2/02, Research Foundation for Lime and Mortar, Annastr. 67 – 71; D-50968 Cologne

^[3] P.C. Hopman, A. Vanelstraete, A. Verhasselt, "Active filler as asphalt modifier", AIPCR/PIARC, *Use of modified bituminous binders, special bitumens and bitumen with additives in road pavements*, March 1999, P. 199

^[4] A. Sainton, D. Puiatti, D. Walter. "Modification du bitume et des enrobés bitumineux par ajout de chaux hydratée", *Revue Générale des Routes et Aéroports*, N° 770, Février 1999 - France

^[5] D. N. Little, D. Lesueur and J. Epps, "Effect of hydrated lime on the rheology, fracture and aging of bitumen and on the performances of asphalt mixtures", AIPCR/PIARC, *Use of modified bituminous binders, special bitumens and bitumen with additives in road pavements*, March 1999, P. 200

^[6] P. Jaskula, J. Judycki, "Evaluation of effectiveness of hydrated lime additive in protecting asphalt concrete against water and frost", *The 6th International Conference, Environmental Engineering*, Vilnius, May 26-27, 2005, s.5.

^[7] D. Lesueur, "Hydrated lime: A proven additive for durable asphalt pavements-Critical Literature Review", *Report to the European Lime Association / Asphalt Task Force*, Bruxelles: EuLA, September 2010 (download from www.euLa.be).