

La chaux hydratée, Un additif pour des revêtements bitumineux durables

Joëlle PETIT

FEDIEX – Section chaux

RESUME	SAMENVATTING
<p><i>L'ajout de chaux hydratée permet de diminuer les dégâts provoqués par l'humidité → la chaux est donc considérée comme un additif incontournable dans la composition d'un revêtement bitumineux durable.</i></p> <p><i>L'ajout de chaux hydratée permet :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>d'éliminer le phénomène de désenrobage (stripping), c'ad le manque d'adhésion pouvant exister entre la surface de l'agrégat et le bitume en présence d'eau ;</i> - <i>de diminuer l'orniérage (rutting), c'ad la déformation permanente des revêtements;</i> - <i>de réduire l'oxydation et le vieillissement des revêtements;</i> - <i>de diminuer la fissuration (cracking), c'ad le vieillissement anticipé dû à de fortes fluctuations de température.</i> 	<p><i>Het toevoegen van kalkhydraat laat een vermindering van de vochtschade toe → kalkhydraat wordt dus beschouwd als een onvermijdelijke toevoegsel in de samenstelling van duurzame bitumineuze verhardingen.</i></p> <p><i>Het toevoegen van kalk heeft als voordeel :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>het uitschakelen van het onthullingsfenomeen (stripping), met andere woorden het gebrek aan hechting tussen de oppervlakte van de aggregaten en het bitumen in aanwezigheid van water;</i> - <i>het verminderen van de spoorvorming (rutting), dwz de permanente vervorming van de verhardingen;</i> - <i>het verminderen van de oxidatie en de veroudering van de verhardingen;</i> - <i>het verminderen van de scheurvorming (cracking), dwz de vroegtijdige veroudering door grote temperatuurschommelingen.</i>

1. Effets de la chaux hydratée dans les revêtements bitumineux

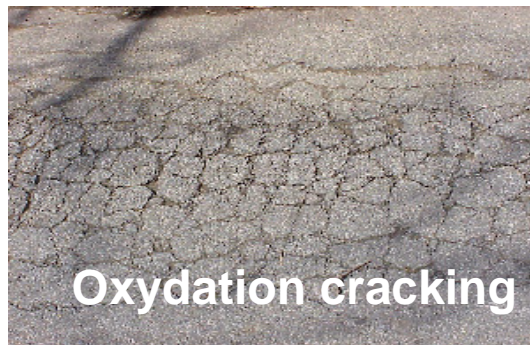
Nous avons tous un double but commun en matière de revêtements routiers :

- Avoir un retour financier optimal des investissements.
- Minimiser les perturbations de circulation suite aux entretiens et réparations.

L'ajout de **chaux hydratée** dans la composition des revêtements hydrocarbonés rencontre ces deux objectifs majeurs.

De nombreuses références internationales ont prouvé que l'ajout de chaux hydratée permet de diminuer les dégâts provoqués par l'humidité → la chaux est donc considérée comme un **additif incontournable** dans la composition d'un hydrocarboné durable (réf.1, réf.2).

Voici quelques dégâts des routes les plus fréquents et la solution apportée par la chaux hydratée qui agit comme un additif multi-fonctionnel dans les revêtements bitumineux (réf.3, réf.4, réf.5, réf.6, réf.7).



Problèmes rencontrés	Solution apportée par la chaux
<i>Domages dûs à des infiltrations d'eau.</i>	
<p>Les dommages dus aux infiltrations d'eau apparaissent par un manque d'adhésion pouvant exister entre la surface de l'agrégat et le bitume en présence d'eau. Ceci est à l'origine de nombreux problèmes comme le désenrobage (stripping), l'arrachement (ravelling), la présence de nids de poule (pothole), ...</p>	<p>La chaux hydratée ajoutée à des revêtements bitumineux réagit avec les agrégats en renforçant le lien entre les agrégats et le mastic. En neutralisant les charges répulsives présentes à la surface des agrégats et des particules de bitume, l'ajout de chaux hydratée permet de renforcer ces liens. En effet, la chaux hydratée réagit avec les particules hautement polaires des bitumes, en favorisant la formation de sels de calcium insolubles, répulsifs par rapport à l'eau.</p>
<i>Rutting ou orniérage</i>	
<p>L'orniérage est la déformation permanente causée par des charges importantes dépassant la limite d'élasticité du revêtement. Ce phénomène est aggravé par un trafic lourd et une densité de trafic élevée.</p>	<p>Comparée à d'autres fillers minéraux, la chaux n'est pas chimiquement inerte. La chaux, présente dans le mélange bitumineux, réagit en neutralisant les effets indésirables de certains composés présents dans le bitume et provoque une rigidification du mastic à haute température. Le résultat est un revêtement bitumineux plus résistant à l'orniérage. Etant donné le caractère moins réactif de la chaux à basse température, l'ajout de chaux hydratée n'a pas d'influence négative par rapport au comportement à basse température.</p>
<i>Oxydation et vieillissement</i>	
<p>L'oxydation et le vieillissement du bitume génèrent des revêtements moins élastiques et plus fragiles. Ce vieillissement est dû à la réaction avec l'air, l'évaporation des volatils et l'altération de la configuration moléculaire. Des mises en charge élevées dues à un trafic important et au poids des camions</p>	<p>Même si les mécanismes précis ne sont pas encore connus, la pratique a montré que l'ajout de chaux hydratée diminue la vitesse de vieillissement du revêtement bitumineux. De manière générale, la chaux hydratée fixe certaines molécules hautement polaires présentes dans les bitumes, de sorte que</p>

augmentent la menace de détérioration de ces revêtements fragilisés.	celles-ci soient moins réactives par rapport aux agents oxydants.
<i>Cracking ou fissuration</i>	
La fissuration est due à un vieillissement anticipé du revêtement bitumineux suite à de fortes fluctuations de température, ce qui a pour conséquence une perte d'élasticité du revêtement.	La chaux réagit avec certaines molécules du bitume pour former des molécules plus grandes entourées d'une chaîne organique et aptes à résister à des micro-fissurations à l'origine de fissurations plus importantes.

2. Ajout de chaux hydratée aux mélanges bitumineux

La méthode la plus courante est l'ajout direct dans le malaxeur - au même titre que les agrégats – de la chaux hydratée pure ou du mélange filler/chaux hydratée.

3. Spécifications de la chaux hydratée

La chaux est définie conformément aux spécifications de la NBN EN 459 – Chaux de construction.

Dans le cadre des revêtements bitumineux, la chaux est :

- Soit un additif conforme à la NBN EN 459-1
- Soit un filler additivé de chaux hydratée conformément à la NBN EN 13043 ; 4 catégories sont prévues fonction de la teneur en chaux hydratée dans le mélange.

Extrait de la norme EN 13043 :

Table 29 — Categories for minimum values of calcium hydroxide content

Calcium hydroxide content Percentage by mass	Category <i>K_a</i>
≥ 25	<i>K_{a25}</i>
≥ 20	<i>K_{a20}</i>
≥ 10	<i>K_{a10}</i>
< 10	<i>K_{aDeclared}</i>
No requirement	<i>K_{aNR}</i>
NOTE In EN 459-2 the test result is described as calcium oxide content. For the calculation of the calcium hydroxide content, the calcium oxide content is multiplied by a factor of 1,3213.	

En tant que constituant pour revêtements bitumineux, la chaux hydratée doit être marquée CE.

4. En pratique, ...

La chaux est utilisée depuis des décennies aux Etats-Unis en tant qu'additif pour revêtements bitumineux. Quelques 50 millions de tonnes d'enrobés (10 %) sont ainsi produits par an. Les chercheurs et autorités américaines estiment que la chaux hydratée augmente la durée de vie du revêtement de plus de 38%. Lors d'une étude récente réalisée par l' « University Lincoln of Nebraska » datant de février 2008 (réf.8), le pourcentage optimum d'ajout de chaux hydratée a été déterminé à 1,5% par rapport à la masse globale des agrégats dans le mélange.

En France, l'ensemble des marchés de travaux du groupe SANEF (réseau SAPN et SANEF soit un réseau total de plus de 1800 Km) imposent depuis 2003, pour toutes les couches de roulement, l'ajout de 1% minimum de chaux dans la masse totale des granulats dosé dans le filler d'apport.

Aux Pays-Bas, les fillers additivés sont prescrits depuis 1999.

En Belgique, l'ajout de chaux hydratée est prévue dans les enrobés à squelette pierreux type SMA. Ceci représente quelques 900 000 tonnes d'enrobés par an.

5. Essais en cours au niveau belge

En collaboration avec le Centre de Recherches Routières, nous avons entrepris une campagne de caractérisation de fillers calcaires additivés à la chaux hydratée avec impact sur le comportement des revêtements bitumineux.

Nous comptons ainsi confirmer les effets bénéfiques du filler calcaire et de la chaux hydratée et démontrer les avantages de la combinaison de ces deux matières premières.

Certaines planches d'essais sur chantier sont actuellement en cours.

6. Au niveau européen

Le Comité directeur de EuLA – European Lime Association - a approuvé en septembre 2008, la création d'un groupe d'expert « Asphalt Paving (AP) Expert Team ». La mission de ce groupe est de promouvoir l'introduction de la chaux hydratée dans les revêtements bitumineux en réponse aux nouvelles contraintes de trafic et de budget auxquelles nous sommes confrontés.

7. Conclusions

Parce qu'elle réagit à la fois avec le granulats et le bitume, la chaux hydratée modifie le comportement global des revêtements bitumineux.

On peut donc aujourd'hui évoquer un **rôle d'agent modifiant multifonctionnel**, qui dépasse le simple phénomène de l'amélioration de l'adhésivité bitume-granulats, et ce à des dosages

relativement faibles de l'ordre de 1% à 1,5% de chaux hydratée par rapport à la masse globale des agrégats dans le mélange.

De nouvelles perspectives s'offrent à nous, sachons saisir cette opportunité afin de garantir longue vie à nos routes !

REFERENCES

- [1] EuLA – European Lime Association, 2008, « Hydrated Lime – A proven additive for durable asphalt pavements »
- [2] Sebaaly, P.E., Hitti, E., and Weitzel, D. "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.
- [3] Schneider, M.; Schellenber, K.; Ritter, H.-J.; Schiffner, H.-M. "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, Cologne
- [4] 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
- [5] S.Vansteenkiste, J.De Visscher, F.Vervaecke, A.Vanelstraete and R.Reynaert, 'Validation of the indirect tensile strength ratio (ITSR) as a performance indicator for water sensitivity of asphalt pavements', Proceedings of the 4th Eurasphalt & Eurobitume Congress, Copenhagen, 21-23 May 2008.
- [6] Dallas N. Little, Didier Lesueur and Jon Epps. " Effect of hydrated lime on the rheology, fracture and aging of bitumes and on the performance of asphalt mixtures", AIPCR/PIARC, Use of modified bituminous binders, special bitumens and bitumen with additives in road pavements, March 1999, P. 200
- [7] Jaskula P., Judycki J., " 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.
- [8] Francisco Thiago S. Aragão, Ph.D. Graduate Student "Research on Fatigue of Asphalt Mixtures and Pavements in Nebraska", February 2008.