



# Améliorer la Durabilité d'Enrobés Bitumineux par Ajout de Chaux Hydratée : Intérêt pour les Infrastructures Urbaines



Didier Lesueur / Materials R&D Manager  
[didier.lesueur@lhoist.com](mailto:didier.lesueur@lhoist.com)



# Sommaire

- Améliorer la durabilité des enrobés bitumineux par ajout de chaux hydratée
- Comment ça marche ?
- Quelle amélioration de durabilité sur le terrain ?
- Conclusions



# Sommaire

- Améliorer la durabilité des enrobés bitumineux par ajout de chaux hydratée
- Comment ça marche ?
- Quelle amélioration de durabilité sur le terrain ?
- Conclusion



# La Chaux Hydratée



**CaO**  
Chaux Vive



**Ca(OH)<sub>2</sub>**  
Chaux Hydratée



**CaCO<sub>3</sub>**  
Calcaire



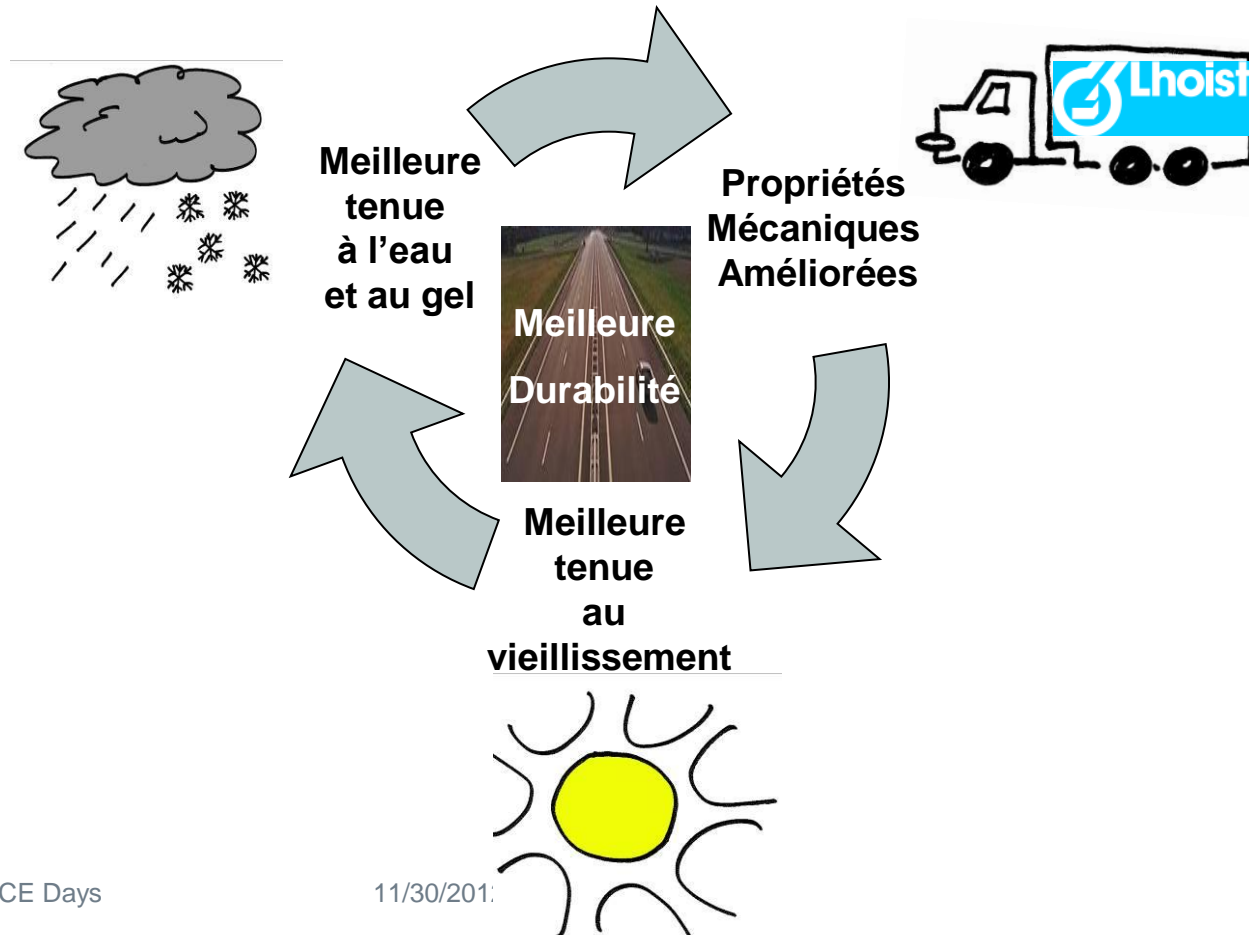
# La Chaux Hydratée

- **Produit Pulvérulent 0-90 $\mu$ m**
- **Normalisé**
  - EN 459-1 (Marqué CE)
  - ASTM C1097 / AASHTO M303
- **Densité**
  - vraie ~ 2.200kg/m<sup>3</sup>
  - apparente ~ 350-500kg/m<sup>3</sup>
- **Dosage facile dans l'enrobé**



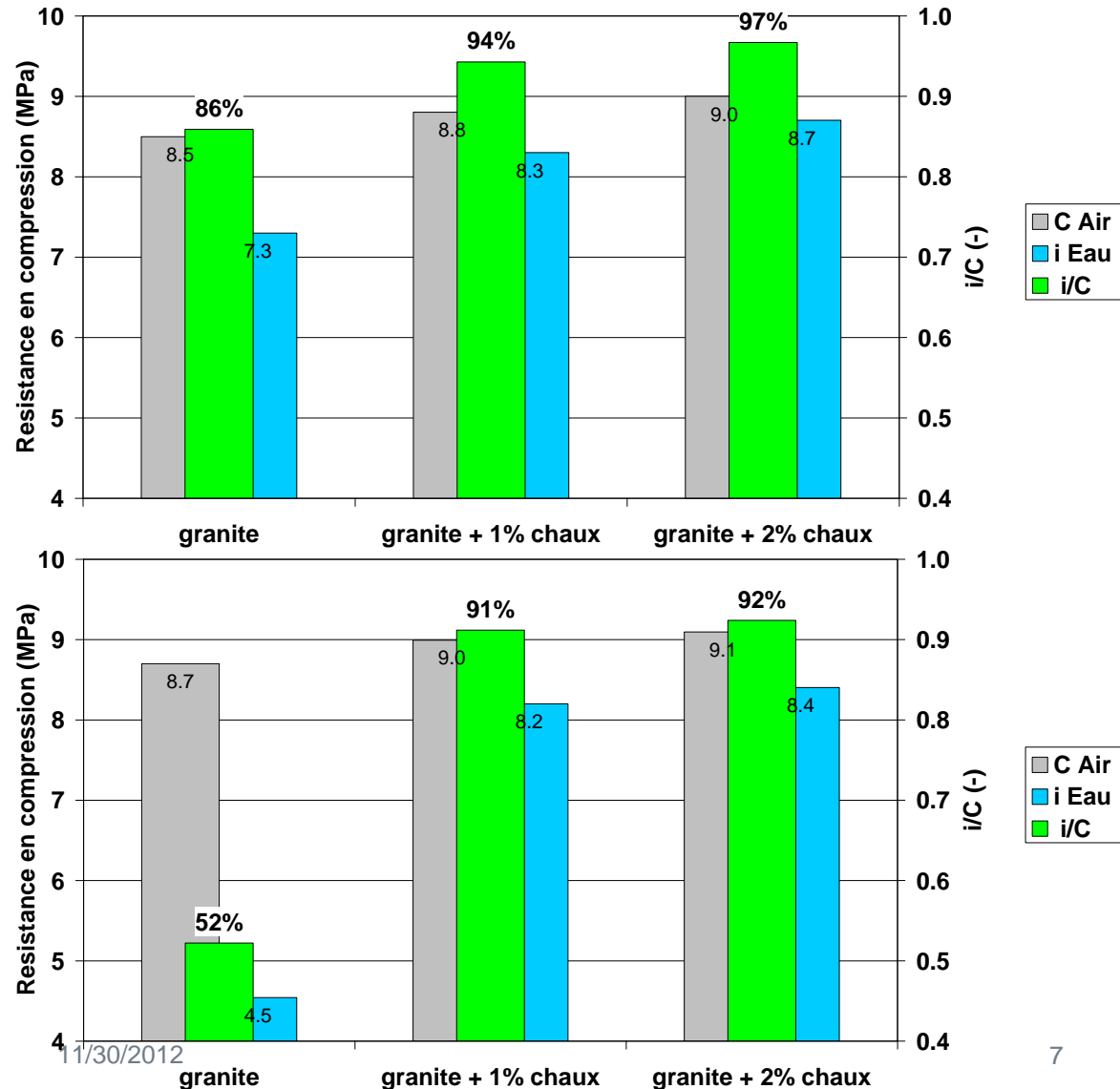
# Chaux Hydratée et durabilité des Enrobés Bitumineux

- La chaux hydratée améliore plusieurs propriétés qui conditionnent la durabilité des enrobés bitumineux



# La Chaux Hydratée améliore la tenue au sel de déverglçage

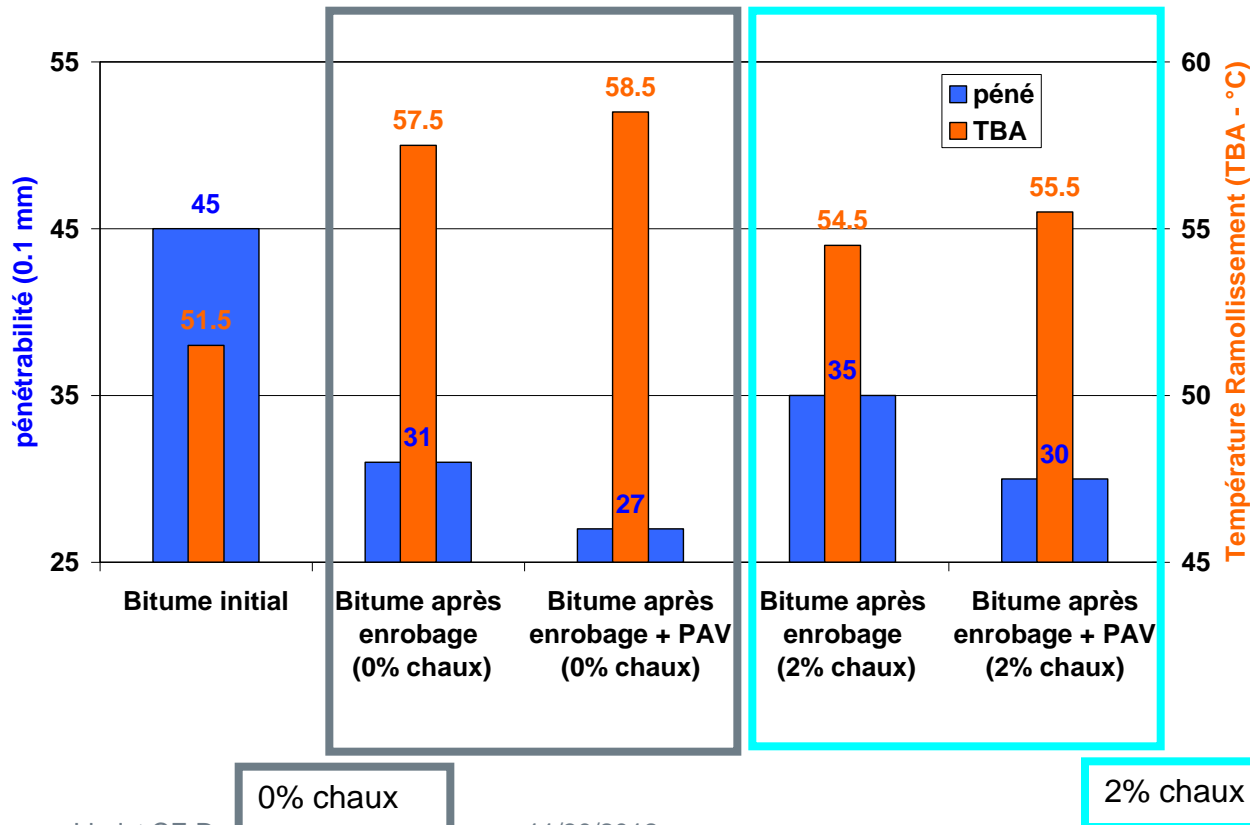
- Duriez standard NF EN 12697-12 B
  - 7j à 18 C
- Duriez sévèrisé
  - 14j à 40 C dans 2% NaCl



source : étude Epsilon pour CG88, 2012

# La Chaux Hydratée ralentit le vieillissement du bitume

- Le bitume durcit moins et se fragilise moins



*pénétrabilité et température de ramollissement du bitume extrait de BBSG après enrobage et vieillissement accéléré (PAV ~3-5ans sur site)*

*source : étude LCPC 2001*

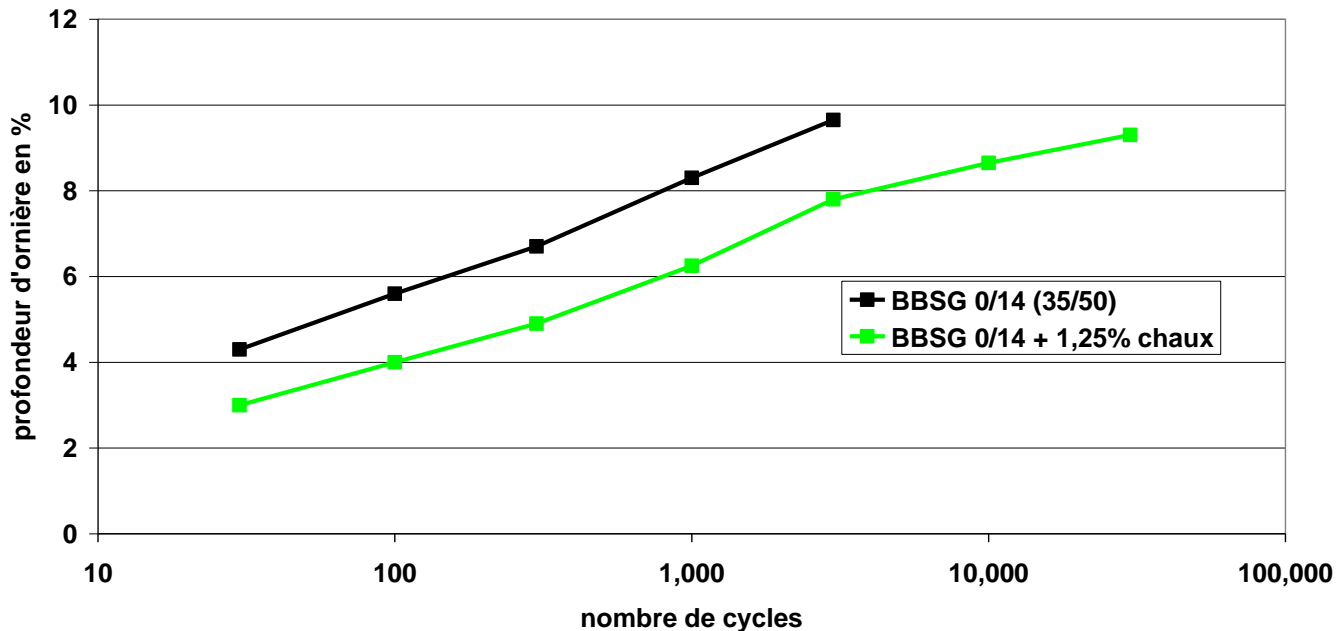
0% chaux

2% chaux



# La Chaux Hydratée rigidifie l'enrobé...

- Effet mobilisable à haute température pour améliorer la tenue à l'orniérage

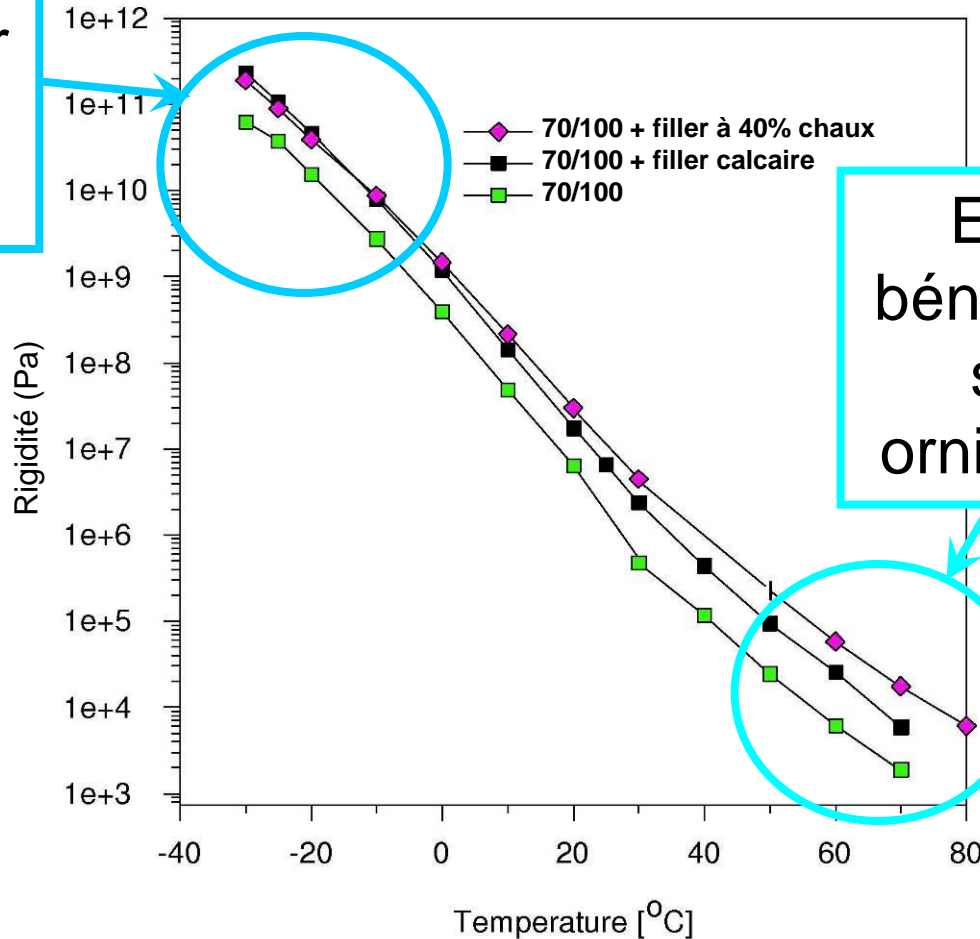


*profondeur  
d'ornière  
de BBSG*

*source : étude  
LCPC 1999*

# ... sans le fragiliser à basse température

Pas d'effet négatif sur fissuration



Effet bénéfique sur orniérage

*rigidité de mastics (bitume + 50% filler) et du bitume 70/100 correspondant en fonction de la température*

*source : Wortelboer et al. (ESHA/LCPC), E&E 1996*

# Sommaire

- Améliorer la durabilité des enrobés bitumineux par ajout de chaux hydratée
- Comment ça marche ?
- Quelle amélioration de durabilité sur le terrain ?
- Conclusions



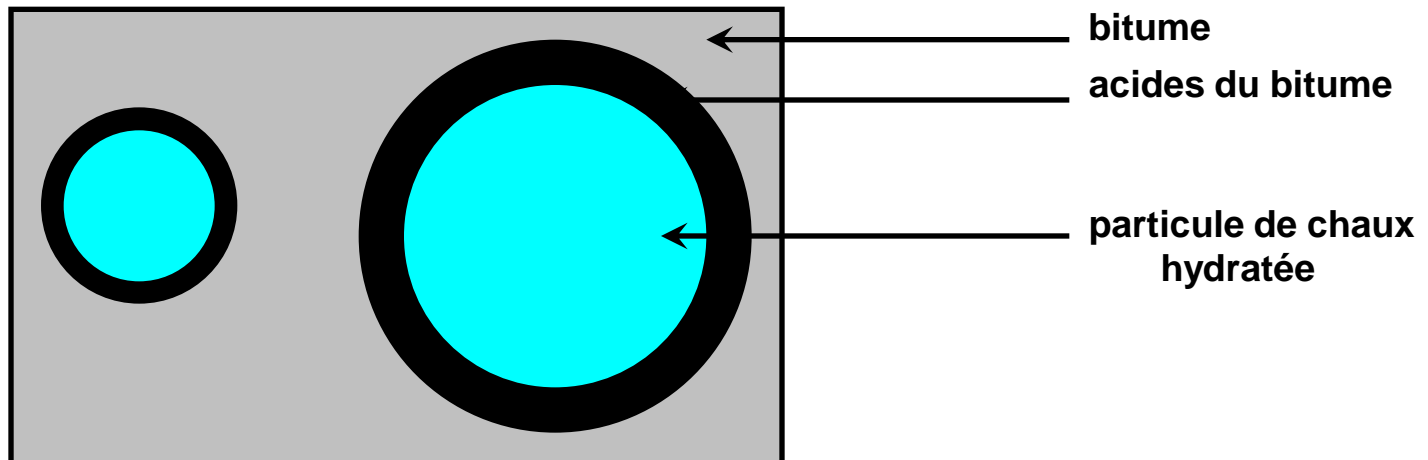
## Mécanismes (1/3) : Actions sur le Granulat

- **Calcium à la surface du granulat**
  - Meilleure affinité du bitume pour calcium que silice
- **Précipitation de carbonate de calcium**
  - Augmentation de rugosité limitant le désenrobage
- **Floculation des particules argileuses**
  - Mécanisme similaire au traitement des sols



## Mécanismes (2/3) : Interactions chimiques avec le Bitume

- Réaction entre la chaux hydratée (basique) et les acides du bitume
  - ~5% du bitume adsorbé en surface
  - Fraction adsorbée riche en acides





## Mécanismes (2/3) : Interactions chimiques avec le Bitume

- **Acides = tensioactifs anioniques :**
  - Les (mauvais) tensioactifs anioniques sont écartés de la surface du granulat



Amélioration de la tenue à l'eau

- **Acides = plus susceptibles à l'oxydation :**
  - Ils sont ainsi neutralisés

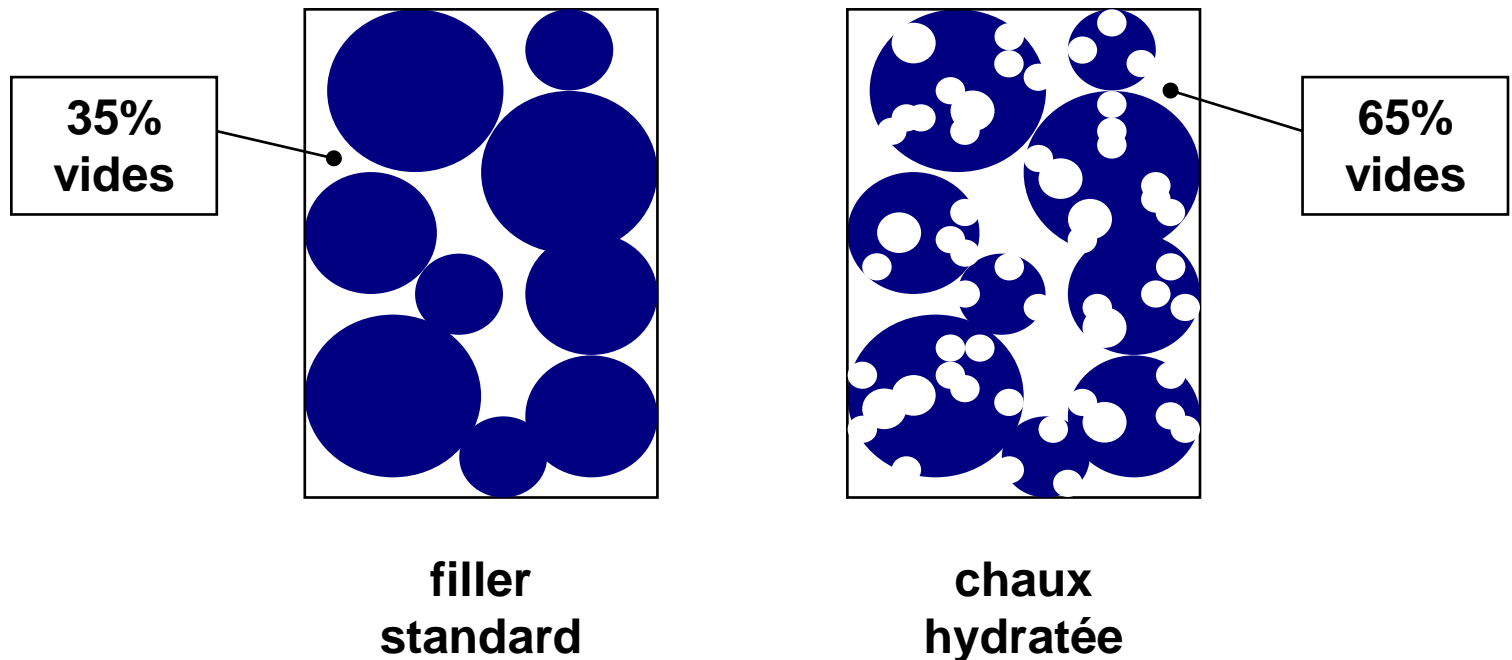


Résistance au vieillissement



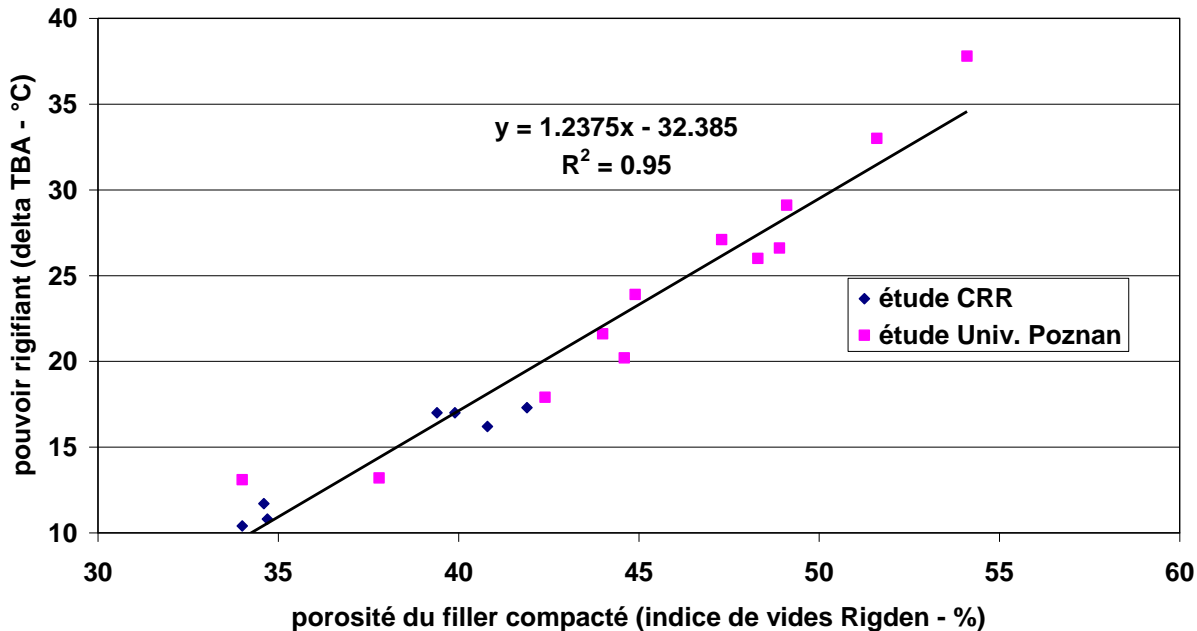
## Mécanismes (3/3) : Interactions physiques avec le Bitume

- La chaux hydratée a une forte porosité qui donne un indice de vides Rigden élevé (essai NF EN 1097-4)



# Mécanismes (3/3) : Interactions physiques avec le Bitume

- Un fort indice Rigden génère un fort effet rigidifiant (essai NF EN 13179-1)



# Sommaire

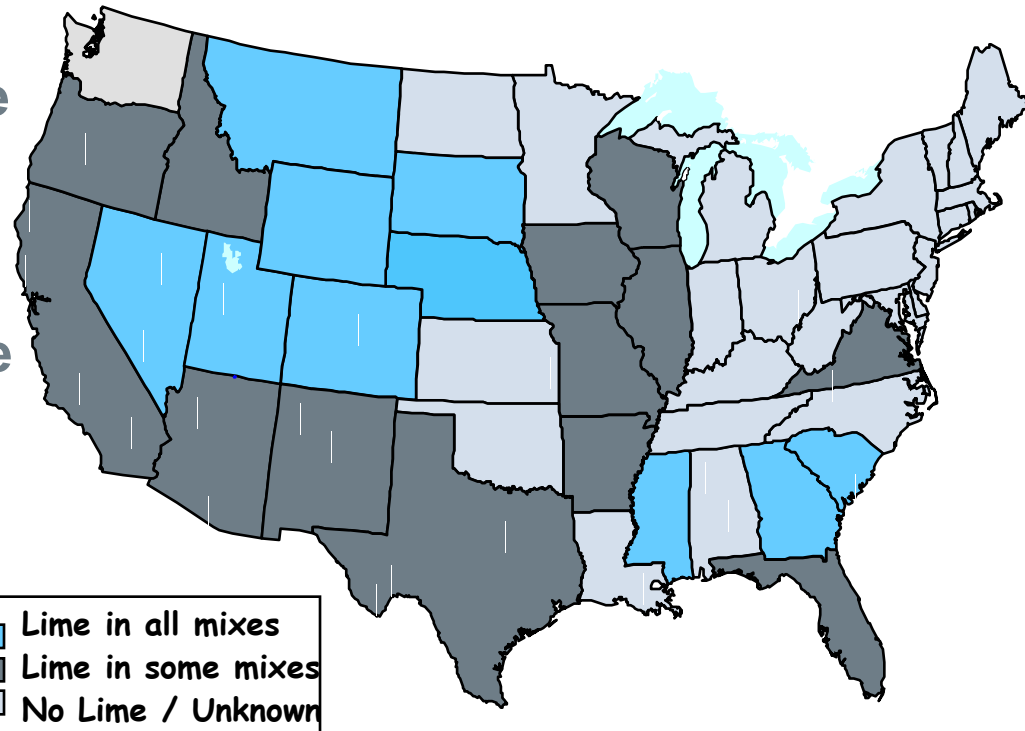
- Améliorer la durabilité des enrobés bitumineux par ajout de chaux hydratée
- Comment ça marche ?
- Quelle amélioration de durabilité sur le terrain ?
- Conclusions



# Quel retour d'expérience dans le Monde ?

- ~40 Mt/an d'enrobés modifiés à la chaux hydratée aux Etats-Unis

- 20 à 50% de durée de service additionnelle avec 1 à 2% chaux selon les gestionnaires de réseau



*sources :*  
**Aschenbrener**  
**(CODOT), 2002**

**Hicks + Scholtz**  
**(Univ. Oregon), NLA**  
 Lhoist CE Days **2004**



## Quel retour d'expérience en Europe ?

- ~0,7 Mt/an d'enrobés modifiés à la chaux hydratée aux Pays-Bas
  - Obligatoire (2 %) dans enrobés drainants (70 % du réseau autoroutier)
  - Déficit en chaux hydratée = dégâts prématurés
  
- ~1% des enrobés à la chaux hydratée en Autriche, France, Royaume Uni et Suisse



*photo :*  
[www.holland.com](http://www.holland.com)

## Quel retour d'expérience en France ?

- **SANEF demande 1,5 % de chaux hydratée pour tous ses enrobés de surface**
  - Expérience 20-25% de durée de service additionnelle
- **DIR Nord-Ouest réalise un chantier en ce moment**
  - A84 non loin de Caen
  - 20 000 t de BBSG 0/14 sur 8 cm
  - Suivi orchestré par le SETRA



*photo:*  
**SANEF**

# Quel retour d'expérience en France ?

- **Enrobés « montagne »**
  - 1-2% de chaux hydratée
  - Tenue au climat (amplitudes thermiques, humidité) et au relief (virages, pentes)
- **Développement dans l'Est**
  - Nombreux CG depuis 2009 (CG25 pionnier)
  - CG88 : Essai Duriez sévéré (14j / 40 C / 2% saumure)
  - CG52 : BBSG cl. 3 au 50/70 + 1,5% chaux hydratée (moins de fissuration sans orniérage)
  - **Suivi en cours**



*photo :  
RD 486 (Col de Grosse Pierre - 88)*

# Sommaire

- Améliorer la durabilité des enrobés bitumineux par ajout de chaux hydratée
- Comment ça marche ?
- Quelle amélioration de durabilité sur le terrain ?
- Conclusions



# Conclusions

- **La chaux hydratée améliore la durabilité des enrobés bitumineux**
  - Tenue à l'eau et au gel
  - Vieillissement
  - Propriétés mécaniques
  
- **Les mécanismes d'actions sont connus**
  - Effets sur le granulat (surface, floculation des argiles)
  - Effets sur le bitume (chimique, physique)





# Conclusions

- **Augmentation de la durabilité des enrobés bitumineux**
  - Retour d'expérience des Etats-Unis et d'Europe
  - Durée de service accrue de 20-25%
- **Intérêt principal en milieu urbain**
  - Limiter les opérations de maintenance





**Merci  
pour votre attention**



**didier.lesueur@lhoist.com  
plus d'infos sur [www.asphacal.fr](http://www.asphacal.fr)**