



# Anova Régénération Evaluation

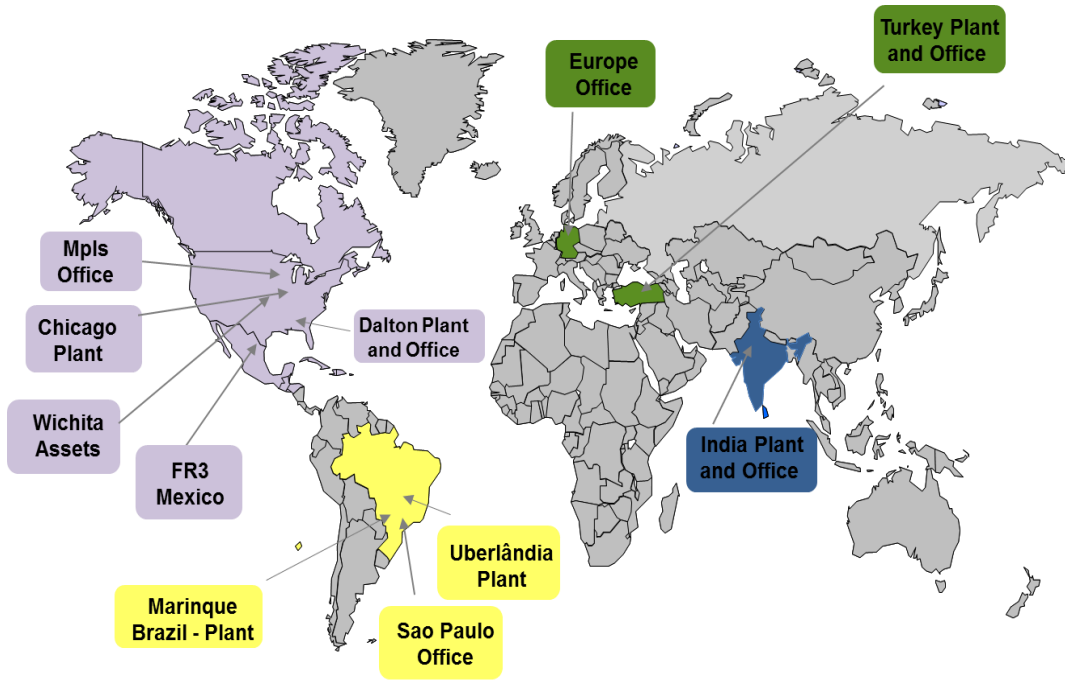
**Hassan Tabatabaee, Ph.D.**  
**Yvonnick Brion**  
**Hans Moolenaar**  
Cargill Industrial Specialties



March 15, 2017  
Paris, France

# Role de Cargill dans l'industrie du bitume

- Cargill est un grand fournisseur de produits pour l'agriculture, l'alimentaire, le financement et les marchés bio-industriels



# Agenda

- Définition de “Régénération”
- Evaluation analytique à l’échelle moléculaire
- Evaluation rhéologique du bitume
- Performances “équilibrées” de l’enrobé
- Conclusions

# Domaines d'emploi

Améliorer la  
Maniabilité

et

Réduire la  
Température

Faible  
% AE

Enrobés  
tièdes  
Additif

Fort  
% AE

Régénérant

Pas de fumées derrière  
le finisseur!



Anova 1501 WMA



Anova 1817  
Rejuvenator

Durabilité et résistance  
à la fissuration

# Additif retenu dans cette présentation

## Le régénérant Anova :

Description	Point Eclair	Viscosité à 60°C
<b>Anova 1817</b> (régénérant végétal)	>290°C	28.5 mPa.s
	TFOT	TFOT Visc Ratio
	<1%	1.1

## Régénérant Anova : applications







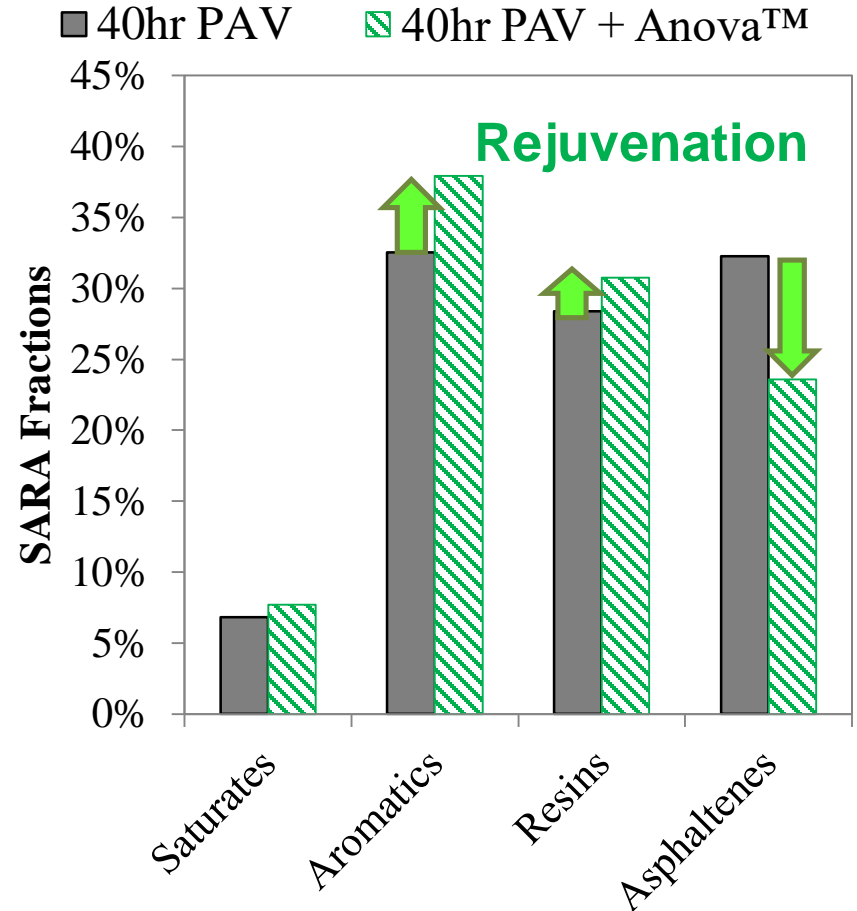
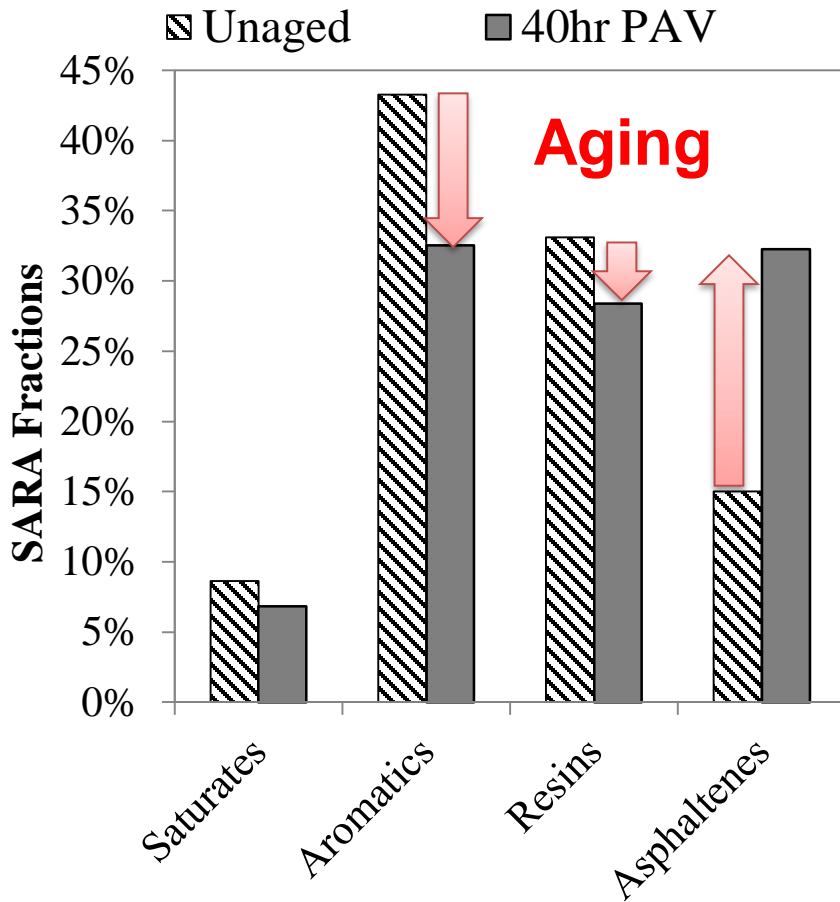
# Définitions

- “Régénération” est inexacte, mais un terme populaire.
- Un bon régénérant modifie l’impact de vieillissement sur les performances du bitume, les propriétés et la durabilité.
  - Besoin d’améliorer l’aspect économique en étant capable de recycler à fort taux de AE !

Trois grands mécanismes pour traiter le bitume vieilli sont envisagés:

-  **1. Ramollisseur soluble:**  
Augmente le pouvoir solvant et agit comme diluant
-  **2. Compatibilisant:**  
Interrompt les associations entre asphaltènes
3. “Non-balancing” ramollisseur:  
Faible viscosité de la fraction générique “saturé”  
(SARA)

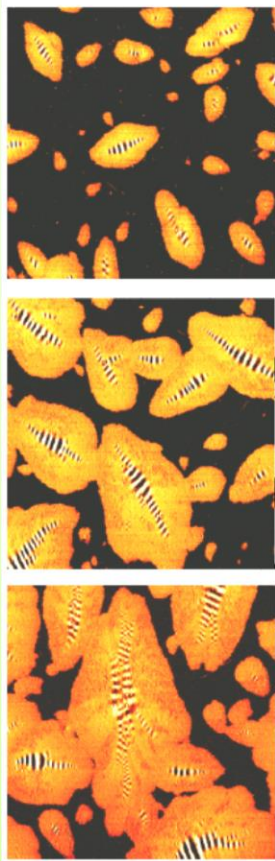
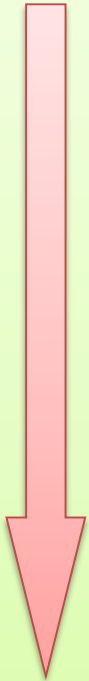
# Régénération des fractions bitume



# Inversion de phase du bitume vieilli

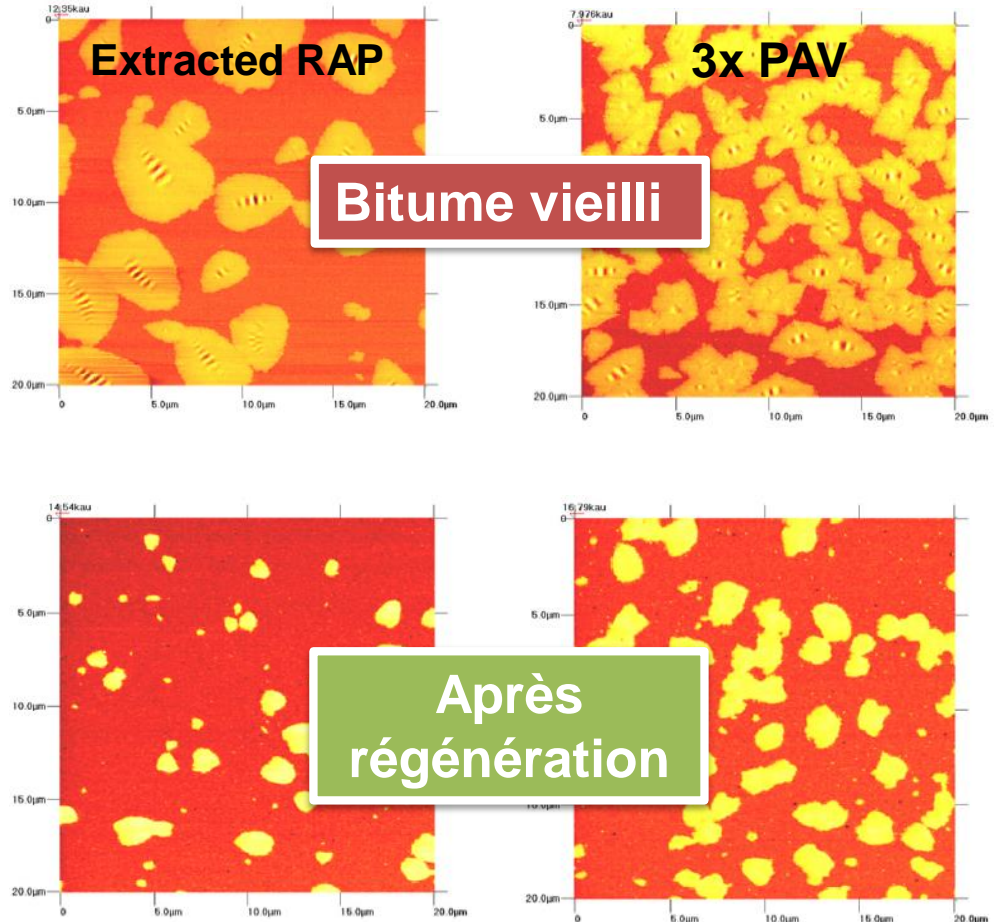
## Microscopie

Augmentation des paraffines



Augmentation % asphaltènes et de l'indice colloïdal

(Image from Pauli et. al., 2014)



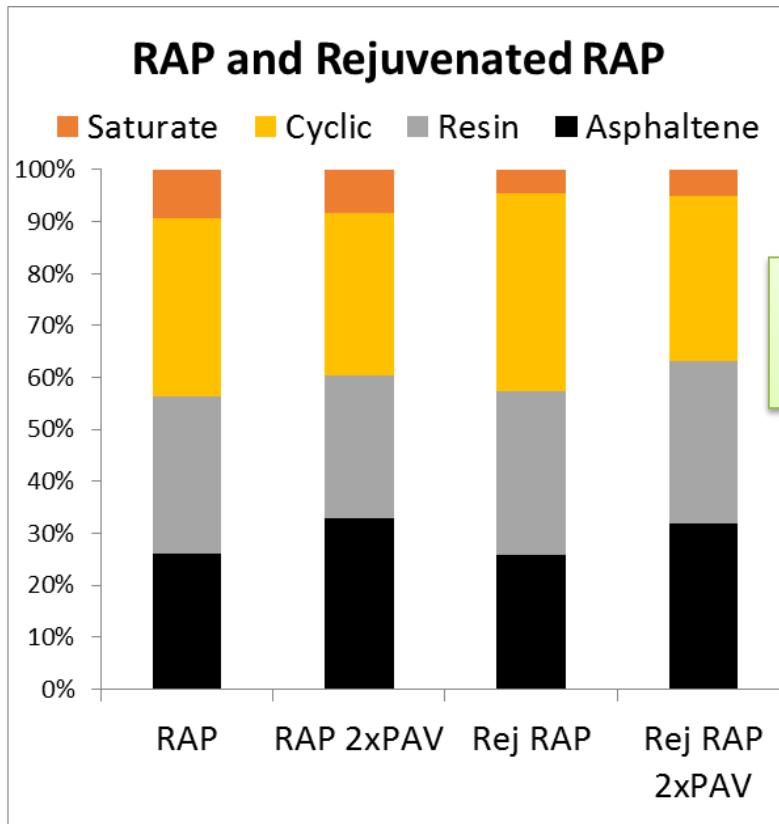


# Opposition au vieillissement Balance

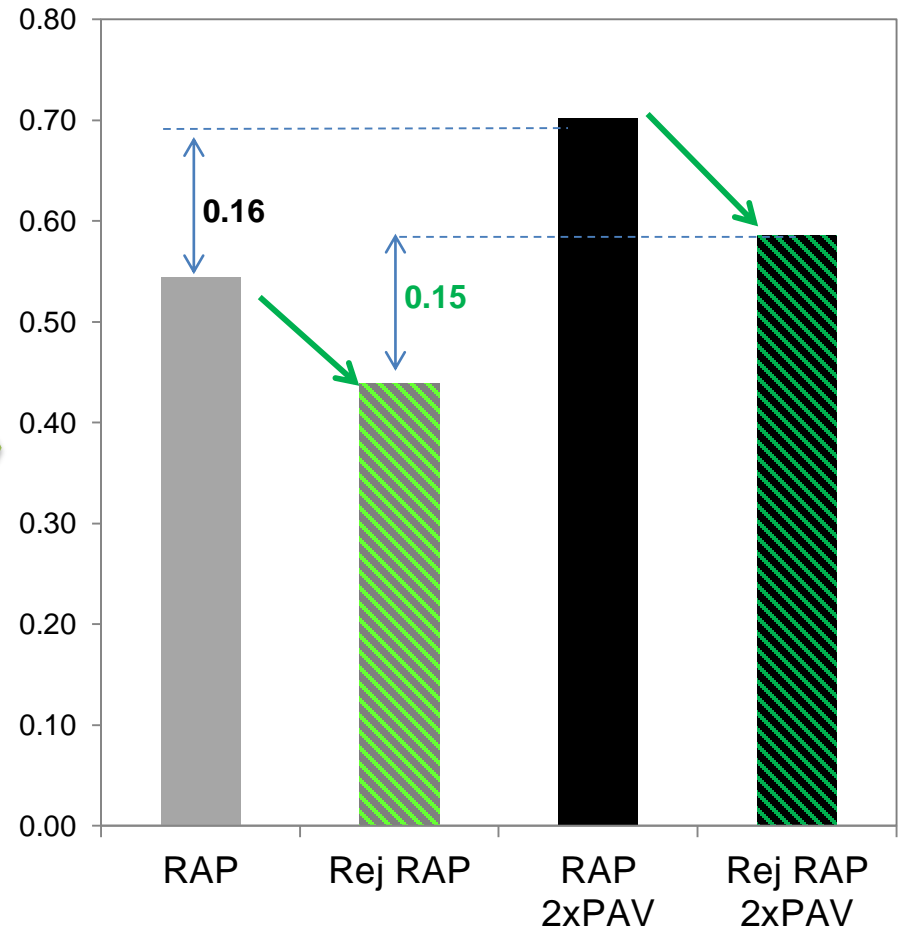
## Composition générique

AE récupéré > RTFO > 1x PAV > 2xPAV

$$IC = \frac{\text{Asphaltenes} + \text{Saturés}}{\text{Aromatiques} + \text{Resines}}$$



### Indice d'instabilité colloïdal



# Ramollissement vs. Régénération

• Réduire le module/la viscosité **Ramollissement**

- Rétablir l'équilibre des groupes génériques
- Rétablir l'indice de stabilité colloïdal
- Réduire la fragilité à froid / fissuration
- Rétablir l'aptitude à l'auto-réparation
- Egaler ou améliorer le comportement au vieillissement vs le liant originel

Régénération

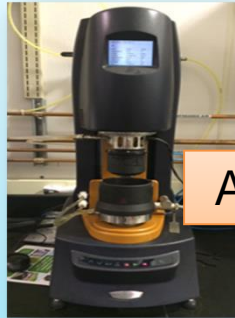
# Bitume: Evaluation rhéologique du “Bitume régénéré”

# RAP Blend Charts

- Le % d'AE autorisé est souvent établi en référence avec une loi de mélange selon le PG, B&A et la pénétrabilité.



**Extraction & Recovery**

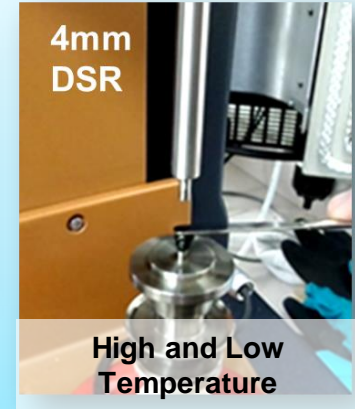


**High Temperature Rutting Resistance**

Aging



**Low Temperature Cracking Resistance**



4mm DSR

**High and Low Temperature**



**Softening Point**



**Penetration**



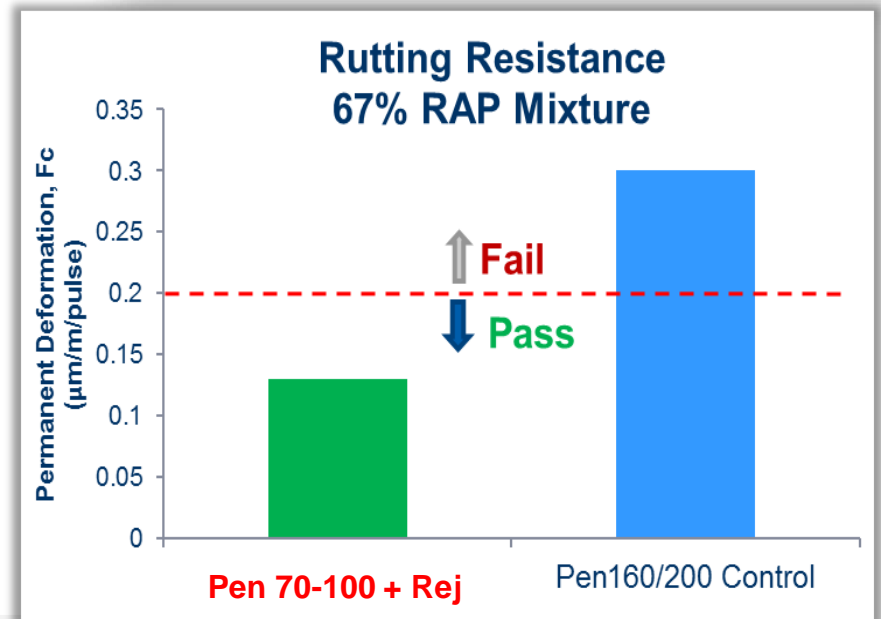
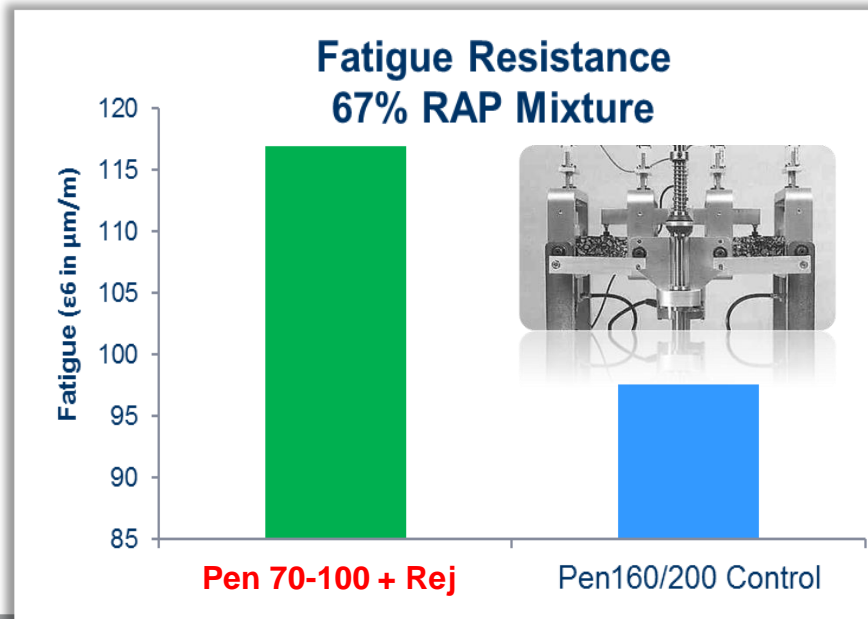
**FRAASS**

# Performance de l'enrobé: Compromis entre fissuration et ornièrage



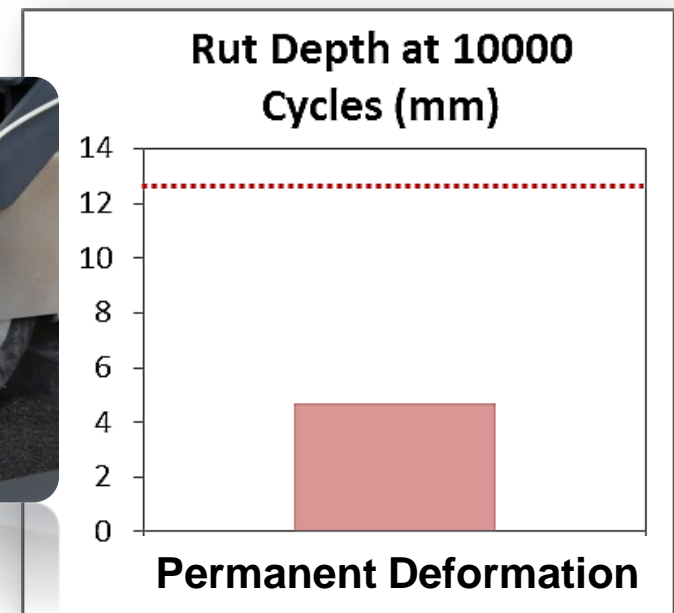
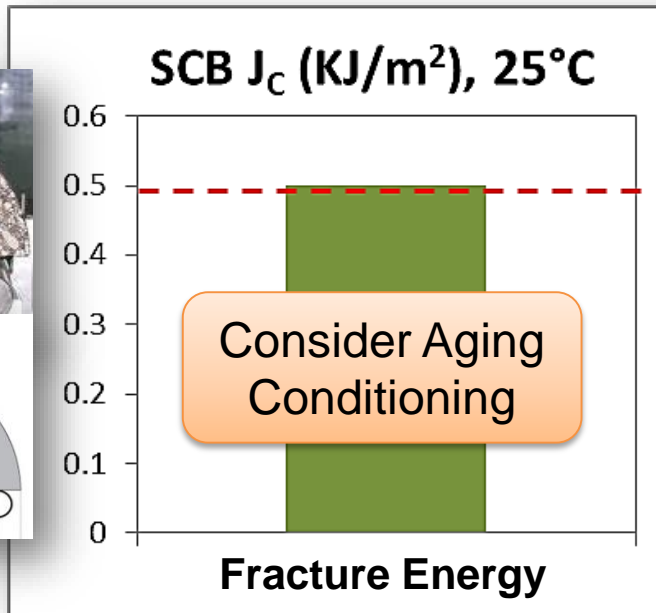
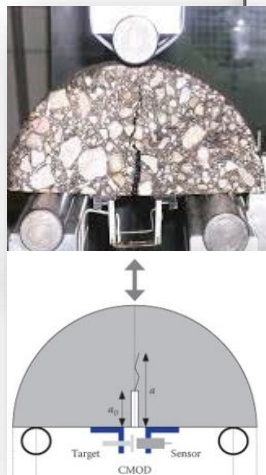
# Ornièrage vs. Fatigue #1

- Le BBR a montré que le régérant améliore significativement la résistance à la fatigue.
- L'enrobé régénéré répond aisément aux exigences demandées.
- L'enrobé régénéré avec un bitume mou ne répond pas aux specs de l'ornièrage.



# Ornièrage vs. Fatigue #2

- HMA composé uniquement d'AE et de régénérant.
- Le régénérant agit suffisamment pour atteindre **+500 J/m<sup>2</sup> d'énergie d efracture**.
- Aucun phénomène d'ornièrage observé.



# Ornièrage vs. Fatigue #3

- HMA recyclé à partir de 100% d'AE et 76% de liant résiduel.
- Bon compromis entre fatigue et ornièrage.
- Excellentes résistance à l'ornièrage et le désenrobage.



Test Standard	Property Measured	Result	Specification
NEN-EN12697-12	Moisture Resistance	TSR = 90%	Tensile Strength Ratio (TSR) > 80%
NEN-EN12697-25	Rutting	$F_c = 0.20 \mu\text{m}/\text{m}/\text{cycle}$	< 0.2-1.4 $\mu\text{m}/\text{m}/\text{cycle}$
NEN-EN12697-26	Stiffness	7.4 GPa	4.5 – 11.0 GPa at 20°C, 8 Hz
NEN-EN12697-24	Fatigue	$\epsilon_6 = 108 \mu\text{m}/\text{m}$	>80-100 $\mu\text{m}/\text{m}$

- Pas de problème de compacité : 100% d'AE des chaussées rénovées en NL à 120°C.

# Conclusions

## RAMOLLISSEMENT VS. REGENERATION

- La “régénération” demande simultanément un ramollissement et un rééquilibre chimique des groupes génériques du bitume pour différer l’oxydation (vieillissement)
- La “régénération” améliora la résistance à la fissuration et la durabilité, sans engendrer des phénomènes d’exsudation ou d’ornièrage.
- Le régénérant améliora les performances aux basses températures et températures de service.

# Additional Resources

## REFERENCES:

- Tabatabaee, H.A. and Kurth, T.L., “Rejuvenation vs. Softening: Reversal of the Impact of Aging on Asphalt Thermo-Rheological and Damage Resistance Properties,” Proceedings of the International Society for Asphalt Pavers, 2016, Jackson, WY, USA.
- Tabatabaee, H.A. and Kurth, T.L., “Critical Comparison Of Asphalt Recycling Agents From Bio-based and Petroleum Sources,” Proceedings of the 22° Encandro de Asfalto, 2016, Rio de Janeiro, Brazil.
- Tabatabaee, H.A. and Kurth, T.L., “Analytical Investigation of the impact of a novel bio-based recycling agent on the colloidal stability of aged bitumen,” Proceedings of EATA 2017, Switzerland.





31% RAP + Anova™



40% RAP + Anova™



45% RAP + Anova™

Hans Moolenaar  
[Hans\\_moolenaar@cargill.com](mailto:Hans_moolenaar@cargill.com)



Hassan Tabatabaee, Ph.D.  
[Hassan\\_tabatabaee@cargill.com](mailto:Hassan_tabatabaee@cargill.com)



50% RAP + Anova™



67% RAP + Anova™



100% RAP + Anova™