

Méthode de caractérisation de l'enrobage de matériaux routiers bitumineux

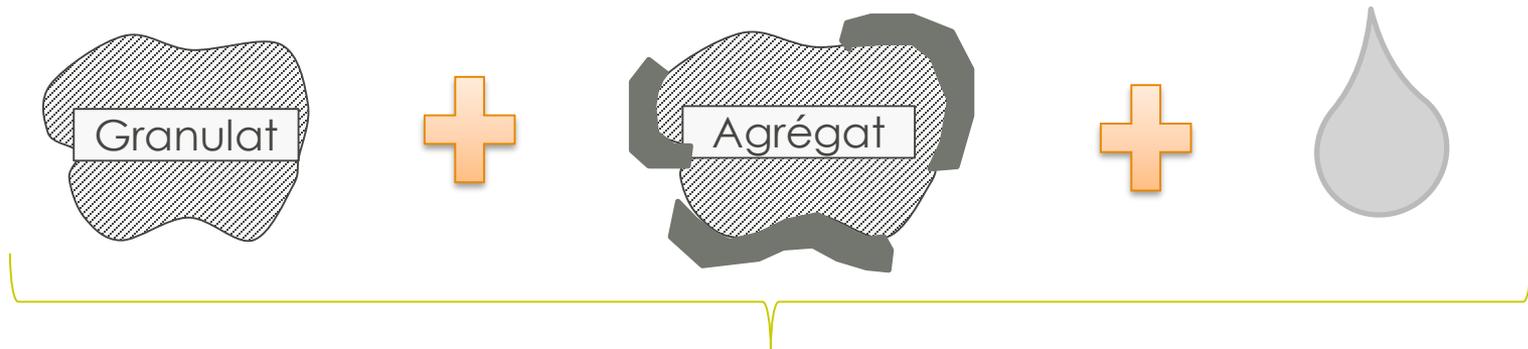
V. Gaudefroy, S. Vassaux, IFSTTAR

L. Boulangé, Eiffage Infrastructures

V. Mouillet, A. Pévère, CEREMA DeterMED



Problématique



Enrobé « homogène »

Evaluer la capacité du liant neuf :

- à **créer un contact** avec les surfaces minérales et le bitume vieilli
- à **remobiliser** le liant vieilli de l'agrégat



Démarche de l'étude

Etude des interactions physico-chimiques
à l'échelle des liants avec une approche modèle

Mouillage

bitume/substrat

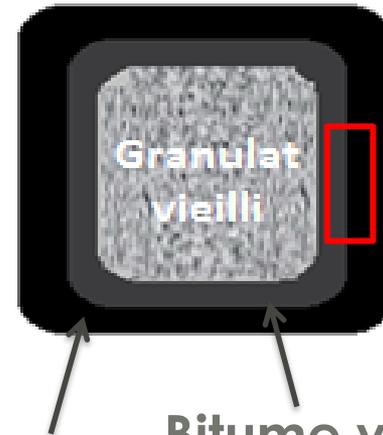


bitume/bitume



Remobilisation

bitume neuf/
bitume vieilli



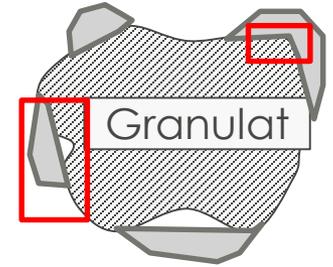
Bitume neuf

Bitume vieilli d'AE

Sans énergie
mécanique



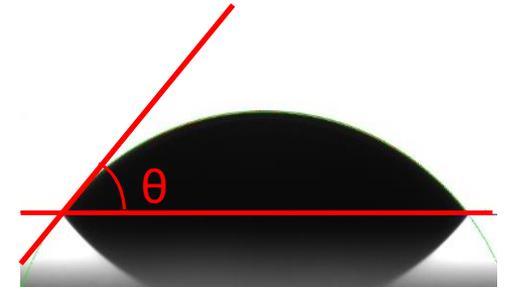
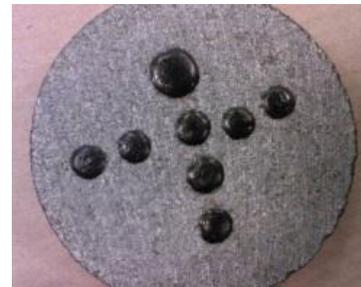
Mouillage bitume /substrat



Goniomètre thermorégulée DSA 100, Kruss



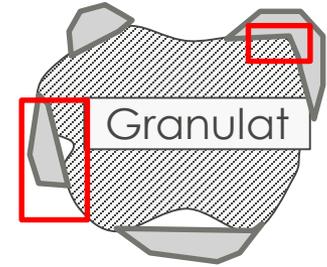
Angle de contact bitume/granulat



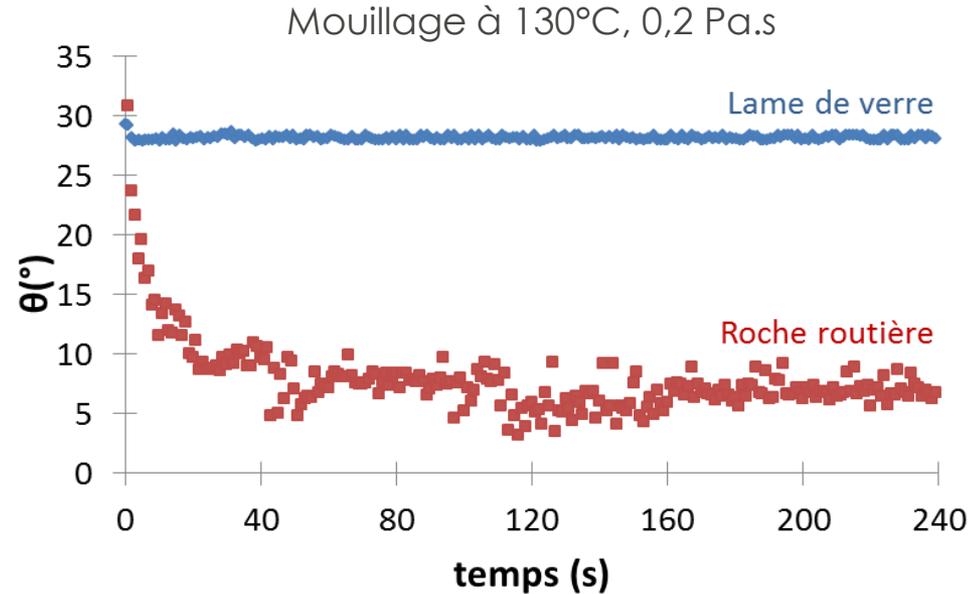
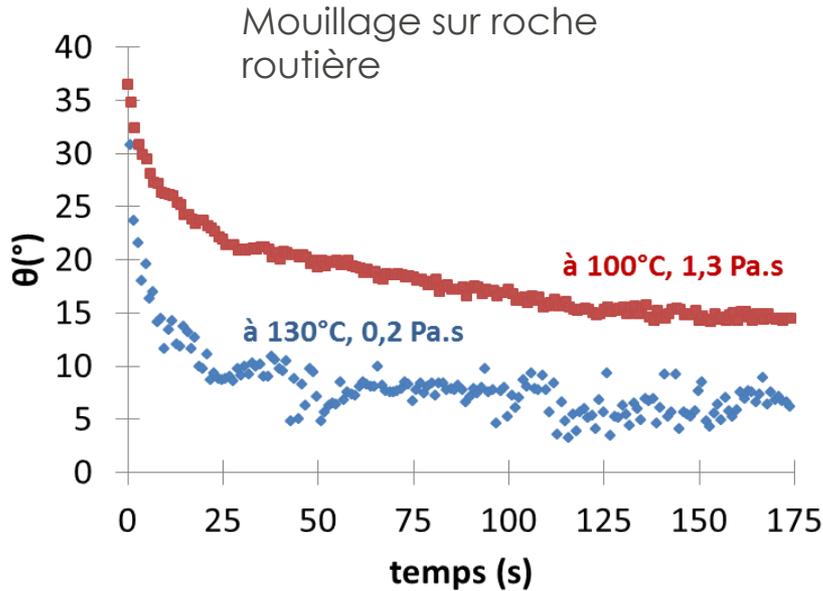
Plus l'angle de contact est faible
meilleur sera le mouillage



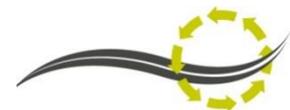
Mouillage bitume / substrat



Ex: Mouillage substrats par bitume 160/220

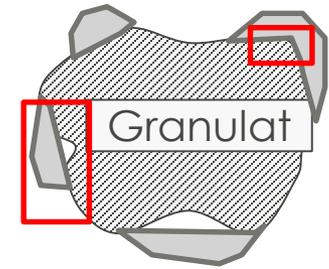
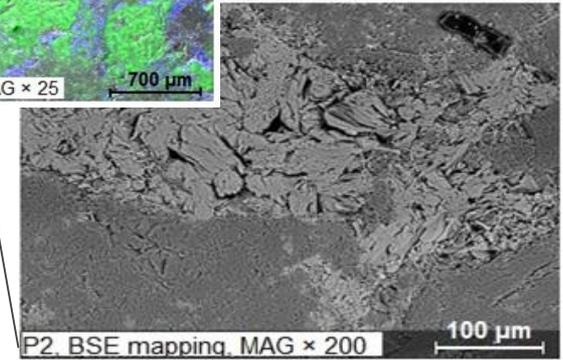
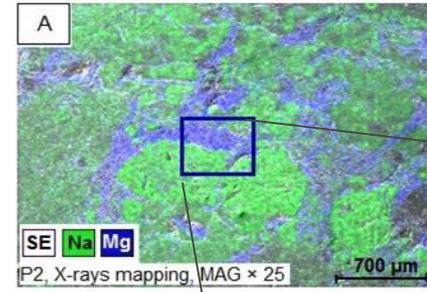
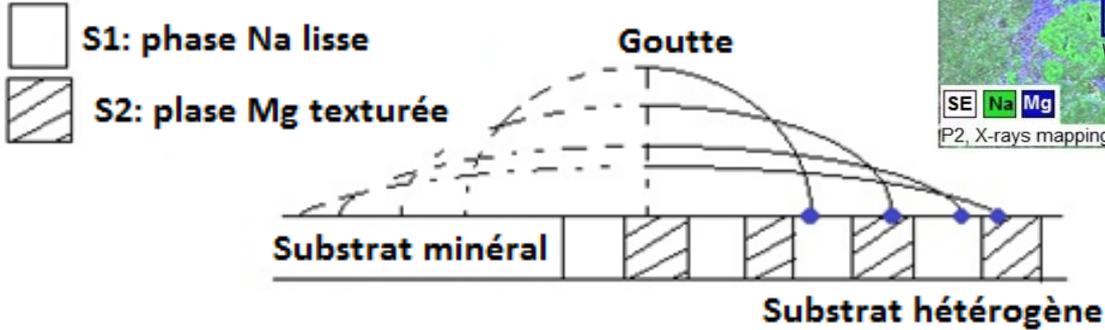


Viscosité des liants et le couple bitume / granulat sont à considérer
Augmenter la température d'enrobage favorise le mouillage

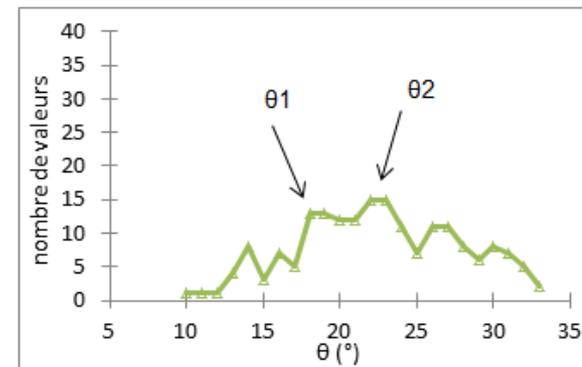
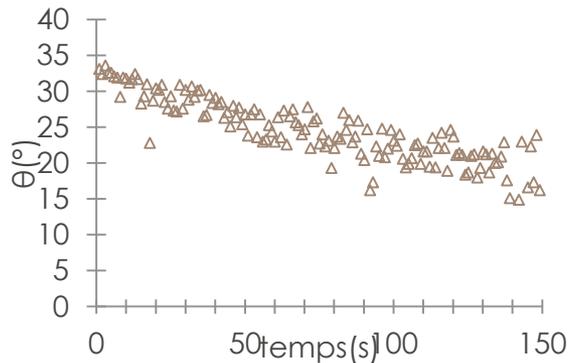


Mouillage bitume /substrat

Surface complexe hétérogène



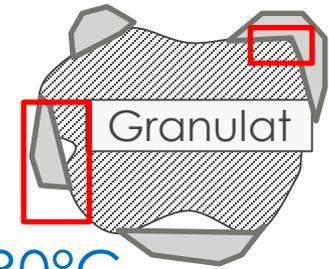
Ex: Mouillage roche polie par eau



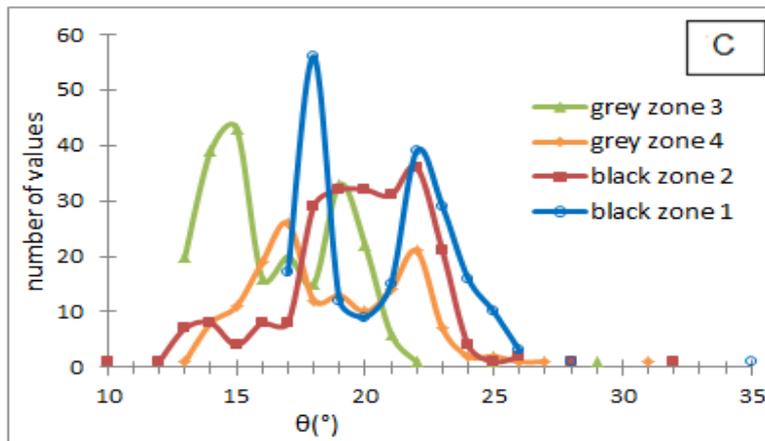
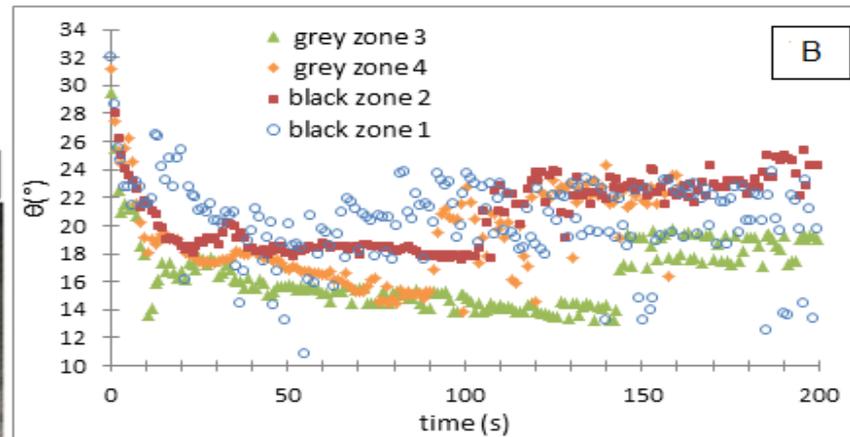
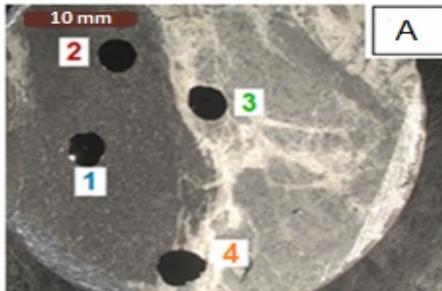
Traitement statistique : 2 phases principales S1 et S2



Mouillage bitume /substrat



Ex: Mouillage roche polie par bitume 160/220 à 130°C



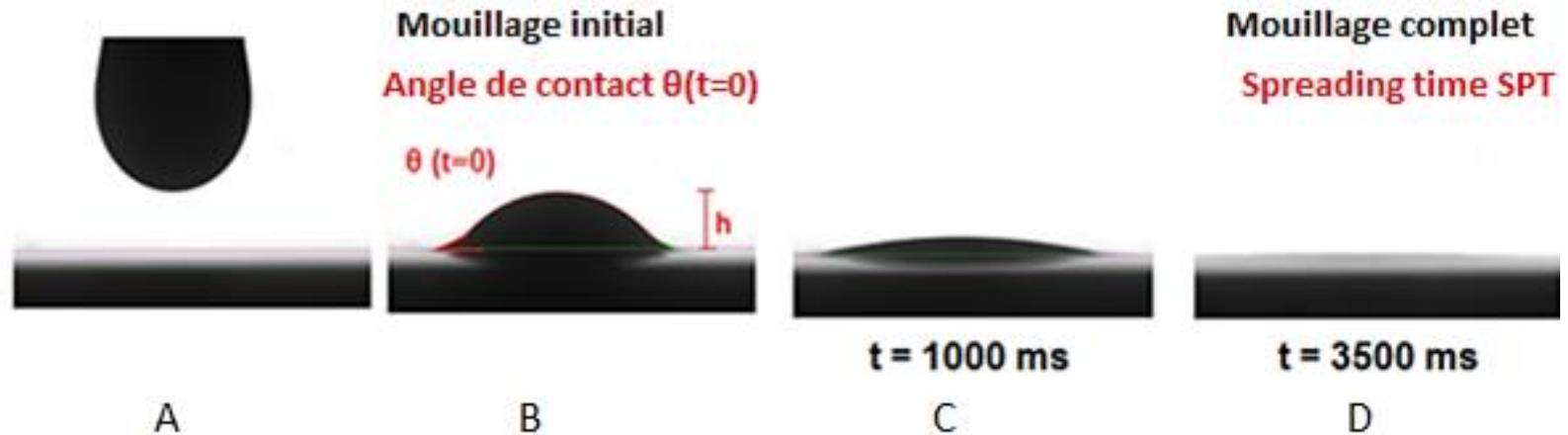
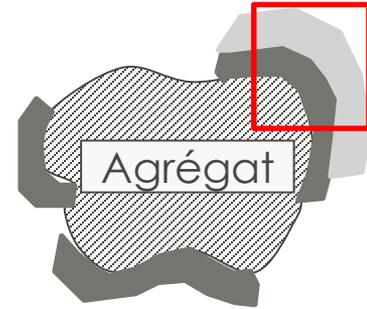
Moyenne des 4 zones étudiées
2 phases principales

Hétérogénéité de mouillage

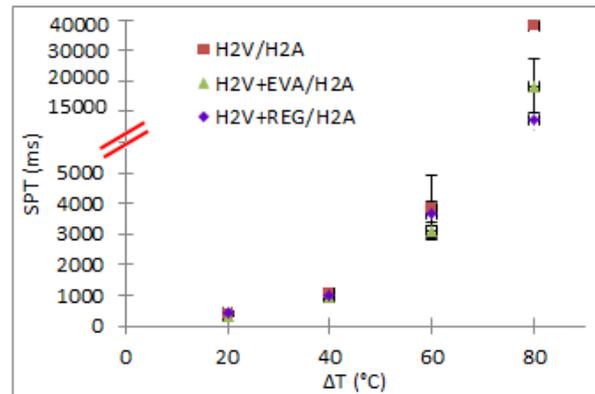
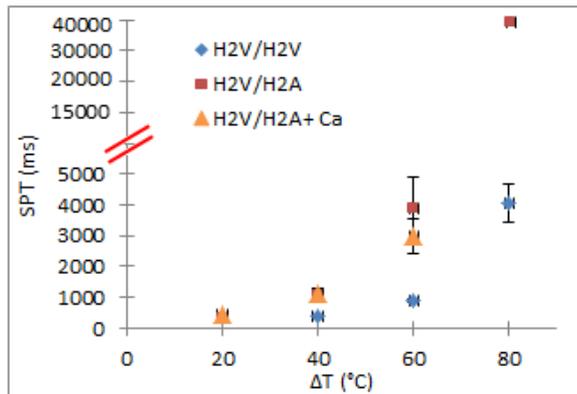
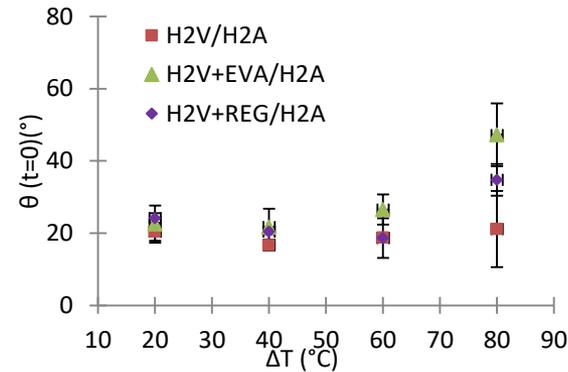
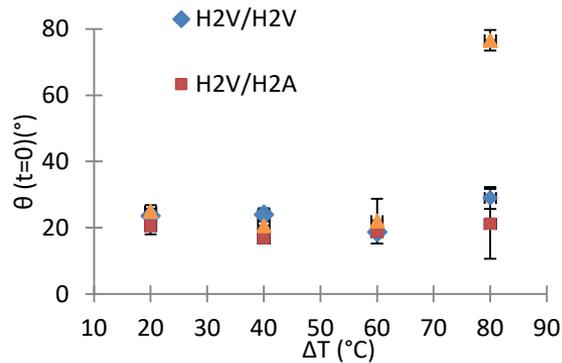
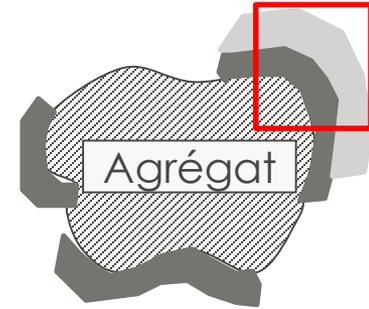
Zones 3 et 4 (angles faibles)
pourraient être plus résistantes
au désenrobage par l'eau



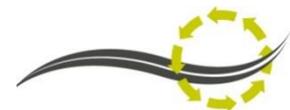
Mouillage bitume /bitume



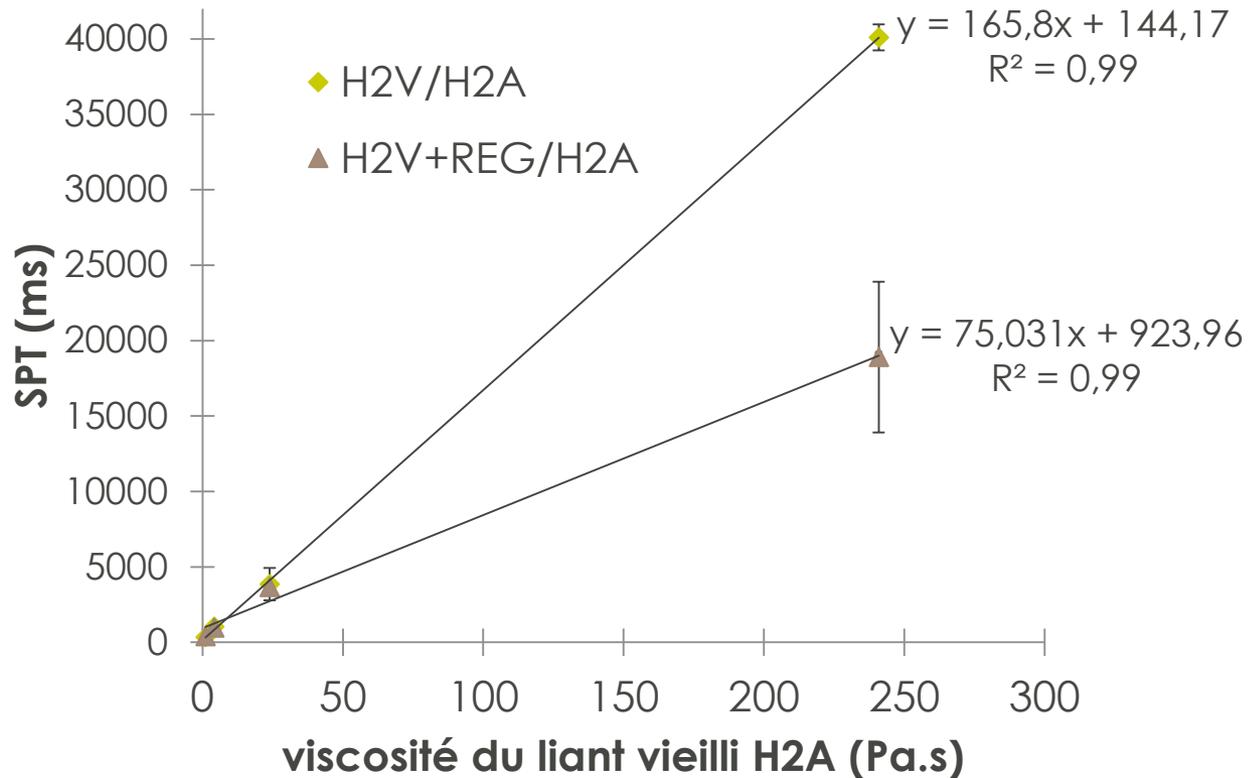
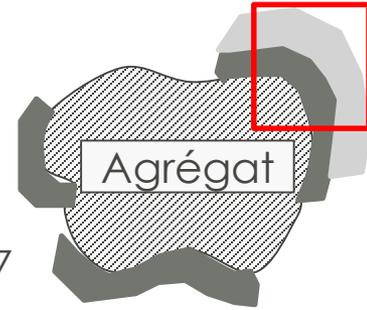
Mouillage bitume /bitume



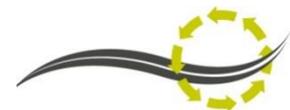
- Temps d'étalement plus sensible à la différence de température que l'angle
- Différences de température faibles favorisent mouillage (angle de contact et temps d'étalement court)
- Peu de variation des indicateurs pour modalité ΔT entre 20 et 40 °C



Mouillage bitume /bitume



Plus la viscosité du bitume vieilli est faible, plus le temps d'étalement est court



Démarche de l'étude

Etude des interactions physico-chimiques
à l'échelle des liants avec une approche modèle

Mouillage

bitume/substrat



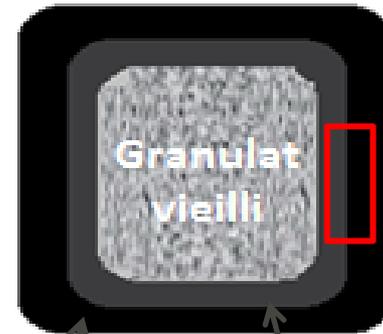
bitume/bitume



Remobilisation

bitume neuf/
bitume vieilli

Sans énergie
mécanique

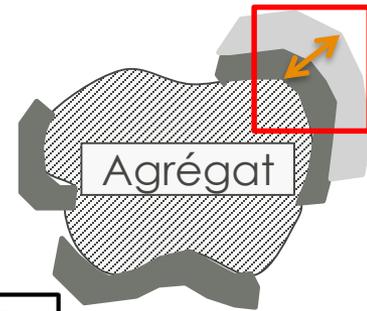


Bitume neuf

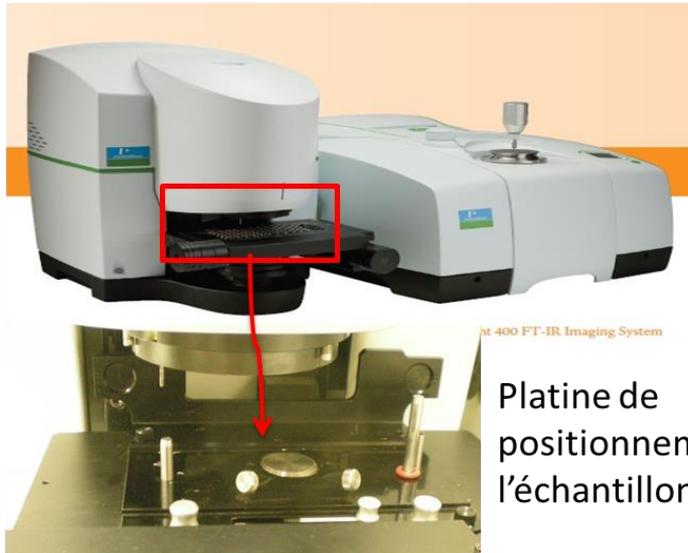
Bitume vieilli d'AE



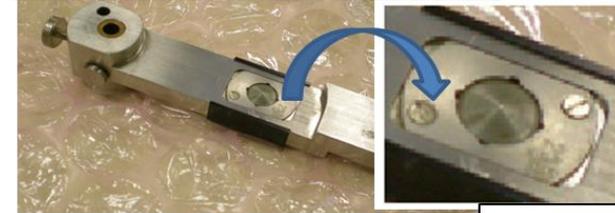
Remobilisation



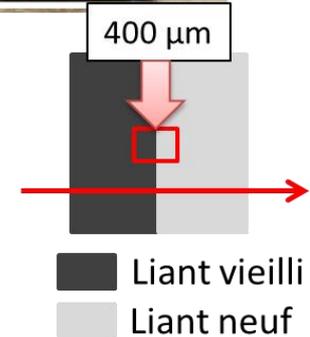
Microscopie infrarouge en mode d'imagerie ATR



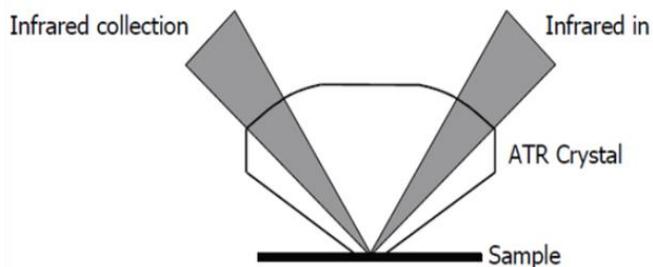
Accessoire Imagerie ATR



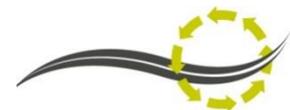
Cristal ATR
Germanium
Contact permanent



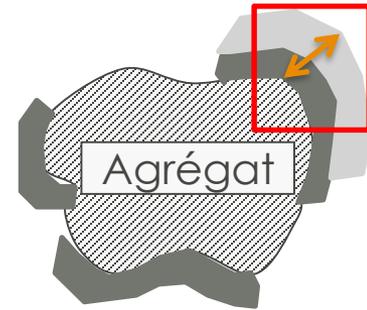
Principe:



Obtention de cartographies chimiques
Répartitions spatiales 2D

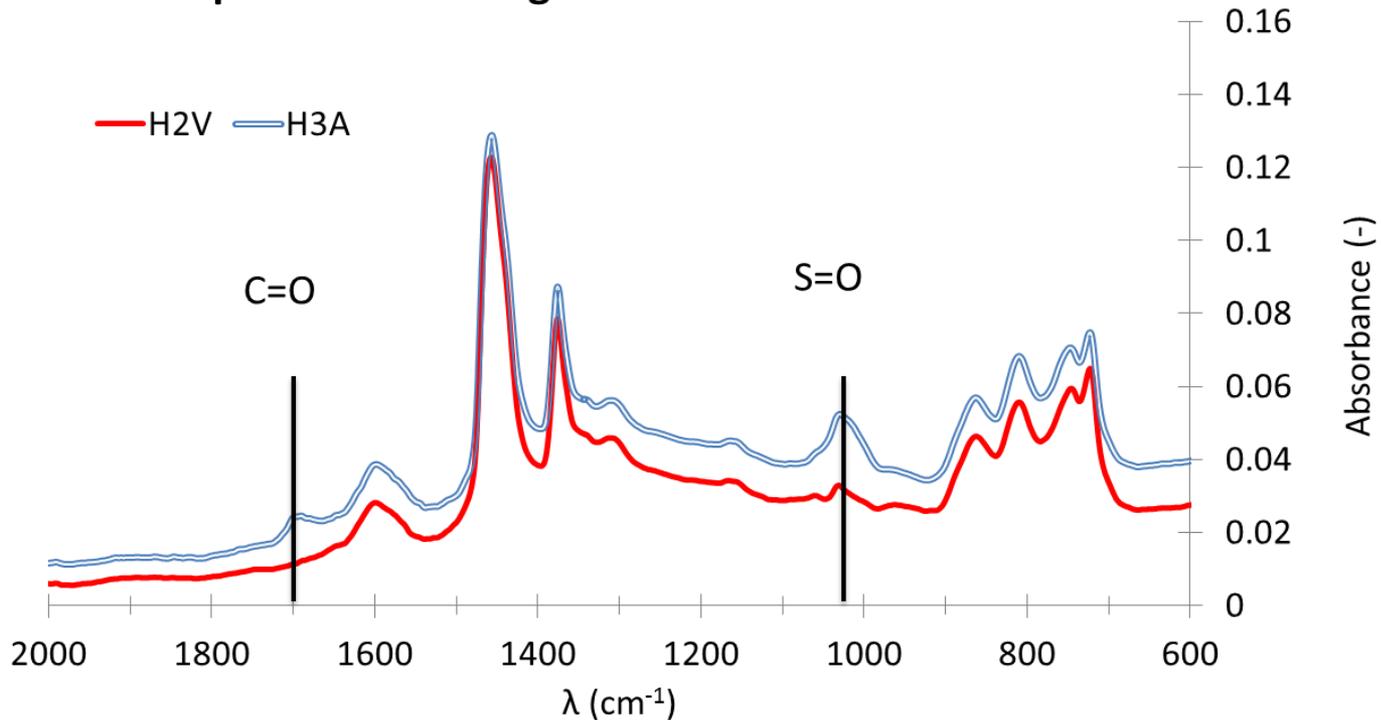


Remobilisation

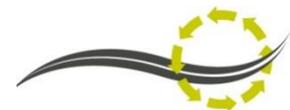


Choix du traceur

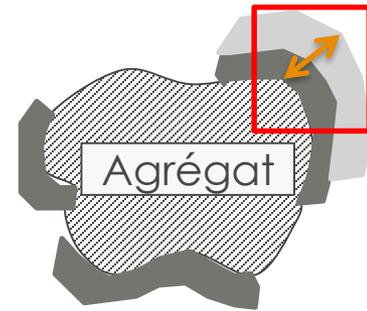
Spectres infrarouge des bitumes neuf et vieilli



Remobilisation à l'interphase: suivi du traceur C=O lié au vieillissement du bitume

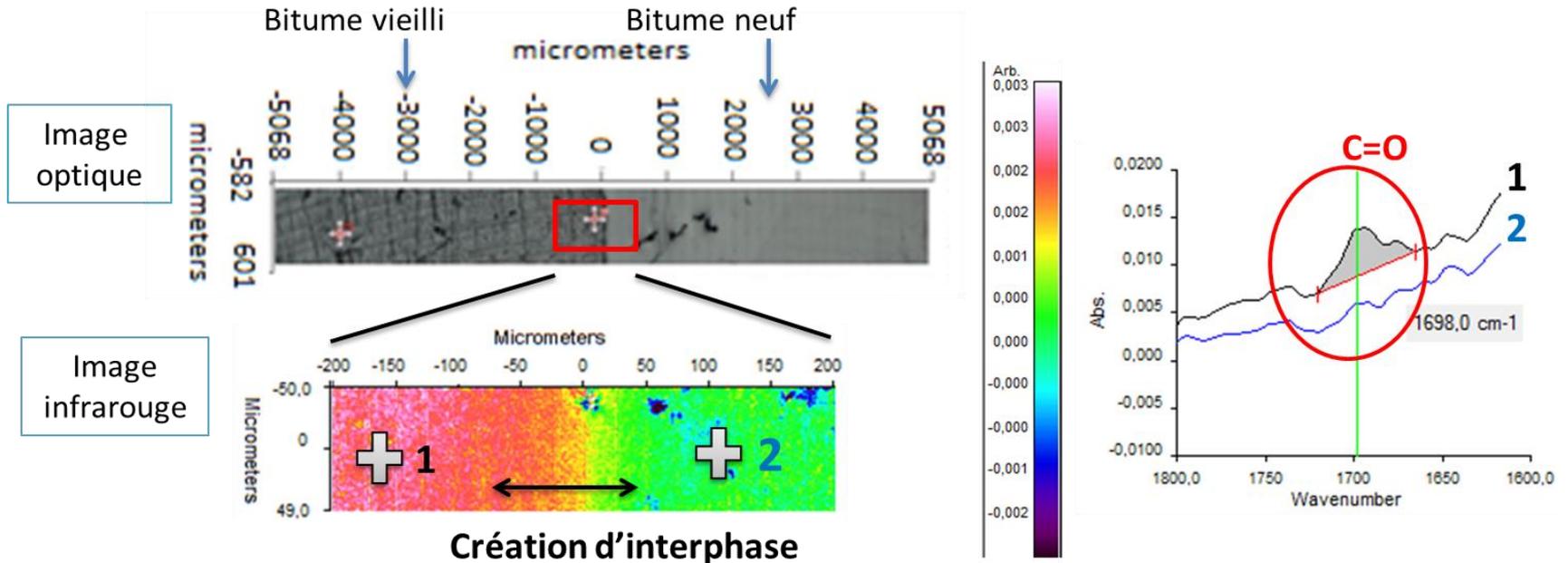


Remobilisation



Méthodologie

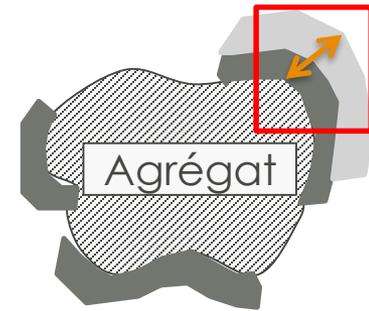
Caractérisation d'un échantillon bitume vieilli/bitume neuf ΔT : 40°C



Répartition spatiale de la fonction carbonyle associée au bitume vieilli
Visualisation d'un continuum de propriétés d'oxydation du bitume= **interphase**

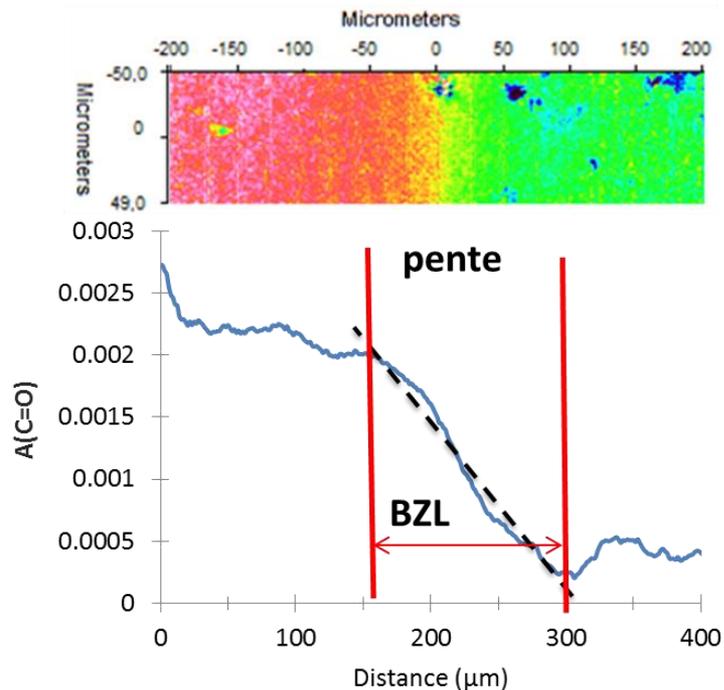


Remobilisation

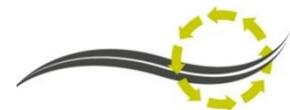


Définition de 2 indicateurs qualifiant la remobilisation

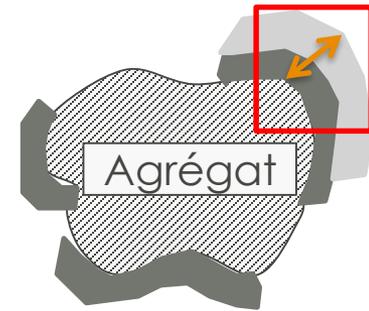
- Obtention d'un profil de concentration en fonction carboneyle
- Introduction de **2 indicateurs** de remobilisation
 - **La pente du profil (valeur absolue)**
 - **La zone de mélange (BZL)**



Profil typique d'une diffusion de traceurs et d'un mélange des liants



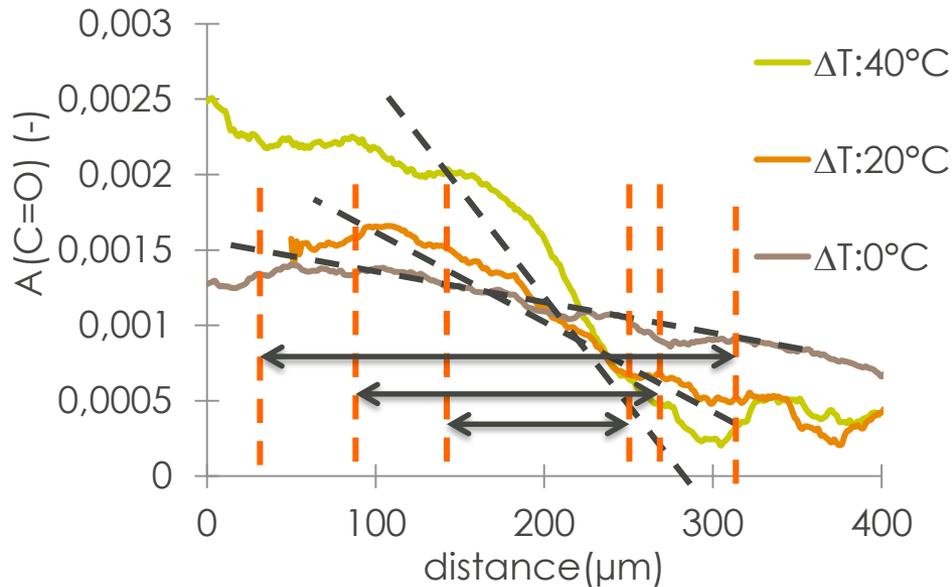
Remobilisation



Influence de la température du liant vieilli

1 couple de bitumes H2V/H3A

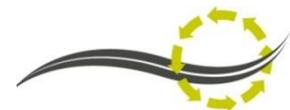
Liant neuf à 160°C, Liant vieilli à 120, 140 et 160°C



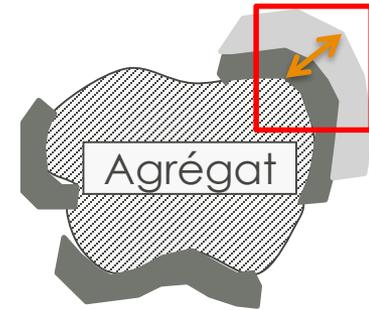
ΔT (°C)	Pente ($10^{-6} \mu\text{m}^{-1}$)	BZL (μm)
40	11	158
20	5	204
0	2	305

Critère de remobilisation totale: pente inférieure à $6 \cdot 10^{-6} \mu\text{m}^{-1}$

Remobilisation totale : différence de température $\Delta T \leq 20^\circ\text{C}$



Remobilisation



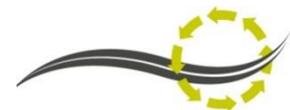
Influence de l'ajout d'un agent régénérant

- Conditions de température Liant neuf : 160°C
 Liant vieilli : 120°C
- Ajout d'un régénérant sans modifier la viscosité du liant neuf

	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	Pente $10^{-6} (\mu\text{m}^{-1})$	BZL (μm)
H2V/H3A	40	11	158
H2V+REG/H3A	40	5	306

= Similaire à $\Delta T = 0^{\circ}\text{C}$

L'ajout de régénérant améliore la remobilisation



Conclusions

-
- ⇒ Développement de méthodologies en laboratoire pour l'étude du mouillage et la remobilisation à partir d'essais modèles
- ⇒ Quantification des phénomènes et Introduction d'indicateurs et de critères
- ⇒ Identification des facteurs influents et bénéfice de l'utilisation de régénérant

