

Projet MURE

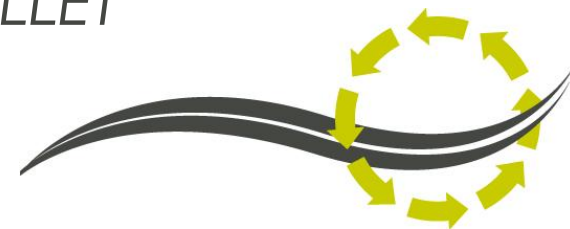
Journée d'échange

Sensibilité à l'eau et adhésivité

Atelier 3

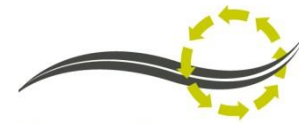
Influence de produits recyclés

Yves MONNIER – Benoît MALLET



PN MURE - ANR IMPROVMURE

Les enrobés

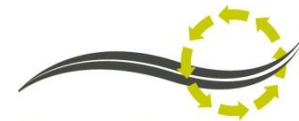


Quelques définitions

- ⇒ Granulat: matériau granulaire de construction d'origine minérale
- ⇒ Liant bitumineux: bitume, seul ou en émulsion, d'origine pétrolière
- ⇒ Enrobé: mélange de granulats et de liants bitumineux (34 Mt en 2014 dont 12% tièdes)
- ⇒ Agrégat d'enrobés (AE): enrobés de déconstruction ou de surplus de production



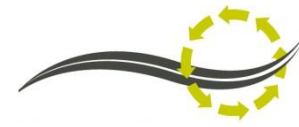
Recyclage des enrobés



Un cadre réglementaire incitatif

- ⇒ Convention d'Engagement Volontaire 2009
 - Etat, FNTP, SYNTEC, Départements de France
 - accroître la performance environnementale
- ⇒ Circulaire ministérielle 2009
 - recyclage à 10 % autorisé systématiquement
 - réemploi de 20 % au moins des fraisats d'un chantier
 - notation des offres selon taux de recyclage
- ⇒ Normalisation: NF EN 13108-8 et -21, GUNE
- ⇒ Objectifs CEV 2009
 - recyclage des AE \geq 60 % en 2012: 62 % (33 % en 2009)
 - taux moyen \geq 15 % en 2017: 13 % en 2014 (6 % en 2009)

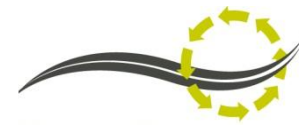
Taux de recyclage



Des limites techniques et technologiques

- ➔ Qualité des AE: caractéristiques et homogénéité
- ➔ Technologies de fabrication
 - température adaptée
 - capacité de malaxage
 - AE froids ≤ 30 %
 - tiédis par TSM ≤ 50 %
 - tiédis par tambour spécifique ≤ 100 %

Taux de recyclage



Guide d'utilisation des normes enrobés

➔ Taux maxi selon usage et qualité d'AE

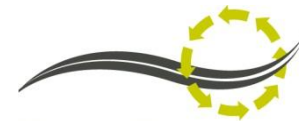
Utilisation des agrégats d'enrobés									
Usage dans la chaussée	Couche de roulement		0 %	10 % ⁽¹⁾		30 %	10 %	40 %	
	Couche de liaison		10 %	20 %	30 %	40 %			
	Couche d'assise								
Composants de l'agrégat d'enrobé	Liant bitumineux	Teneur	TL _{NS}	TL ₂		TL ₁			
		Pénétrabilité ou TBA	B _{NS}		B ₂	B ₁			
	Granulat	Granularité	G _{NS}		G ₂		G ₁		
		Caractéristiques intrinsèques	R _{NS}			R ₁	R _{NS}	R ₁	

⁽¹⁾ si la teneur en liant moyenne de l'agrégat est supérieure à 5 %, on considère que l'enrobé est un béton bitumineux dont les granulats ont été choisis selon des critères minimaux voisins de ceux qui sont recherchés pour le matériau recyclé.

Tableau 11: utilisation des agrégats d'enrobés

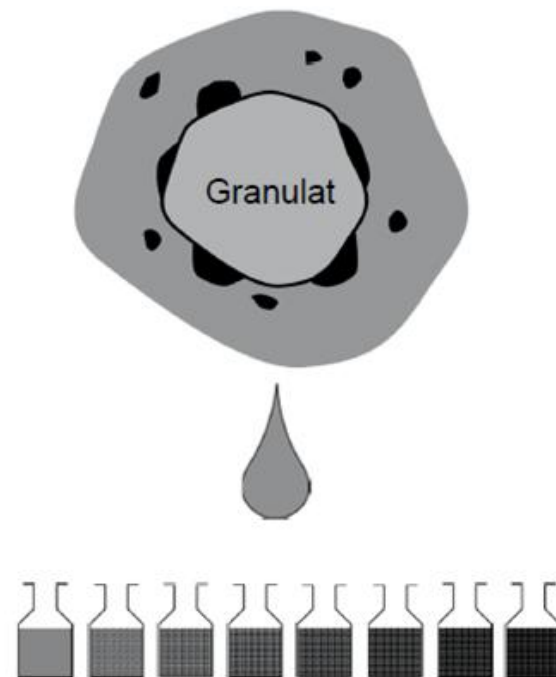
Les pourcentages d'agrégats d'enrobé indiqués dans ce tableau peuvent être augmentés sous réserve de la caractérisation des lots d'agrégats ou des provenances maîtrisées de ceux-ci tout en garantissant l'homogénéité et le respect des spécifications. Il ne faut pas oublier que le pourcentage d'introduction des agrégats dans les formules d'enrobés est également très dépendant des outils de production.

Remobilisation du liant des AE

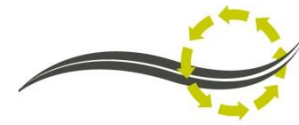


Totale ou partielle?

- ⇒ Mélange avec le bitume d'apport ?
- ⇒ OUI, en totalité si température et durée de malaxage suffisantes

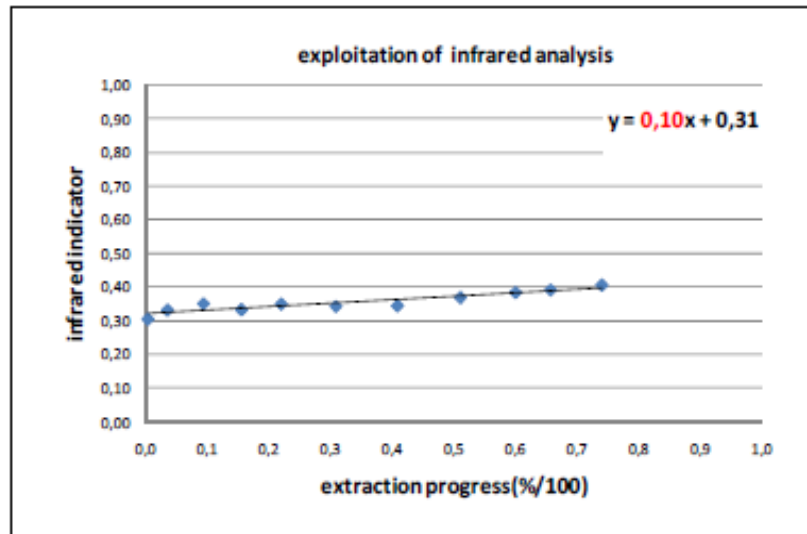


Remobilisation du liant des AE



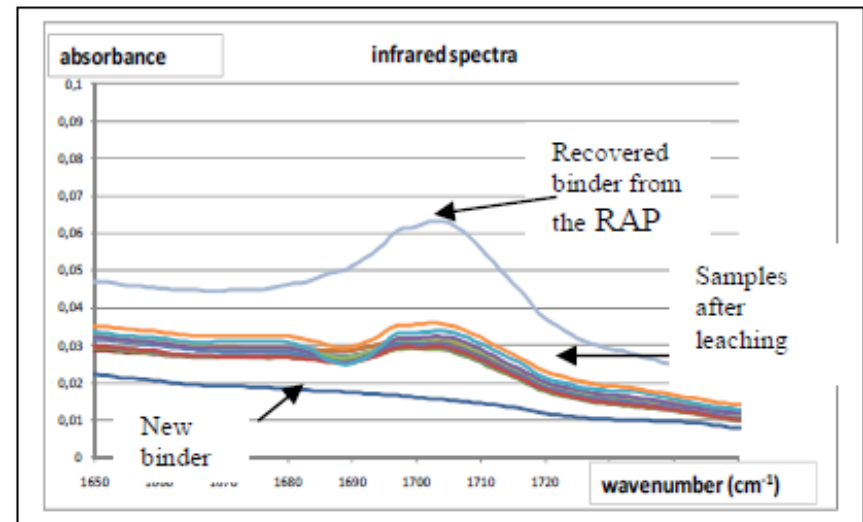
Extraction progressive (J. Navaro 2011)

- Analyse IR du liant récupéré à chaque extraction
- Corrélation analyse IR / niveau de désenrobage: part de liant issue des AE (y) selon progression de l'extraction (x)



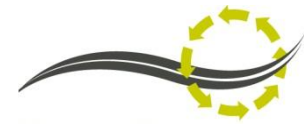
pente 0 0,1 0,2

homogène intermédiaire hétérogène



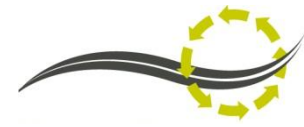
➤ Homogénéité = f(t° & durée de malaxage)

Enrobés recyclés



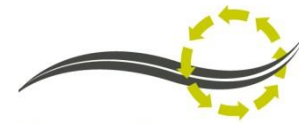
D'aussi bonnes performances

- ⇒ Cadre normatif identique
- ⇒ Tenue à l'eau souvent améliorée
 - parallèle avec la tenue en fatigue?
 - effet d'un film résiduel de liant?
- ⇒ Evolution des performances, durabilité?
- ⇒ Conséquences du multi-recyclage sur la durabilité?



Multi-recyclage et durabilité

- ⇒ Caractérisation et sélection des AE
 - vieillissement du liant?
 - aptitude du liant au recyclage?
 - liaison avec les granulats?
- ⇒ Maintien des performances de l'enrobé
 - nouveaux additifs: huiles, dopes ...?
 - nouveaux process de fabrication?
- ⇒ Expérience d'autres secteurs industriels ?



⇒ **Laurent POROT**

Paving application leader
Arizona Chemical

⇒ **Marie Anne BRUNEAUX**

Manager service céramique
Centre technique des matériaux naturels de
construction (CTMNC)

⇒ **Michael LECOURT**

Chef de projet
Institut technologique Forêt Cellulose Bois
Ameublement (FCBA)