

Re-road : stratégie de fin de vie des chaussées bitumineuses

Virginie MOUILLET

LRPC Aix-en-Provence, ERA n°25

Thomas GABET

IFSTTAR, Matériaux, mat7

Jean-Baptiste GOBERT

IFSTTAR, Matériaux, mat6

Journées Techniques Routes 2011

Nantes - Mardi 8 et Mercredi 9 février 2011



IFSTTAR

CONTEXTE

- Projet collaboratif (Commission Européenne) appel à projet « End of life strategies for vehicles/vessels and infrastructures »
- 2009 → 2012
- Budget total : 3,2 M€, (Contributions CE: 2,4 M€)
- 18 Partenaires européens... : 11 centres de recherche, 4 universités, 2 organismes (FEHRL, EAPA), 1 industriel suédois
Dont : IFSTTAR + RST (LRPC d'Aix-en-P., ERA 25)



OBJECTIFS de Re-Road

Réduire les consommations en matériaux neufs et en énergie !

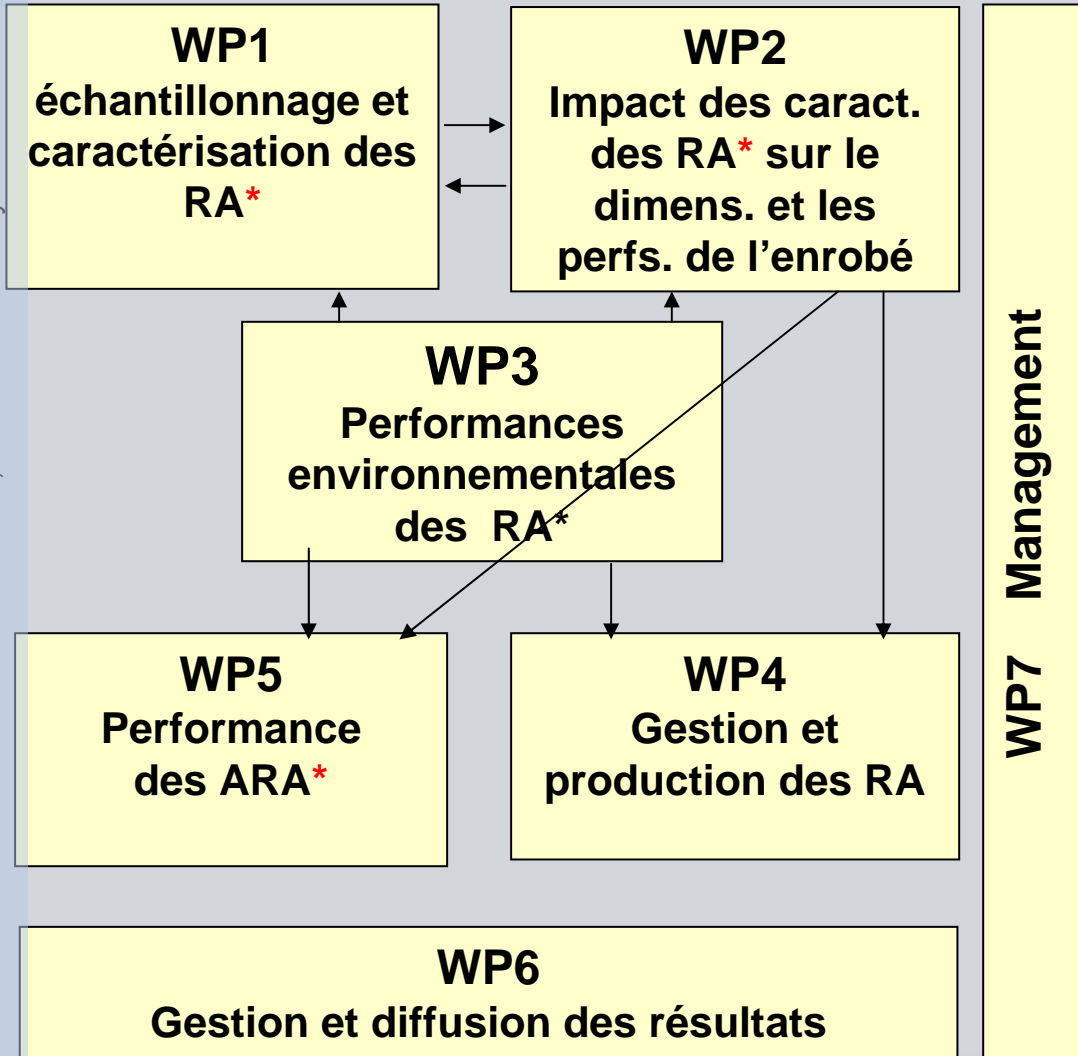


- limiter l'utilisation de granulats et liant neufs
 - Seuil de réutilisation des agrégats d'enrobés : 99%
 - Éviter le « down-grading »
 - Gestion des matériaux pollués (goudron, amiante...)
- ➔ Étude concentrée sur le recyclage à chaud
- ➔ Démarche économique et environnementale



Organisation, thèmes de recherche

*RA=agrégats d'enrobés



Dans les faits :

- États de l'art
- Problématiques ciblées
- Gestion d'essais croisés sur plusieurs matériaux
- Multiples liens entre les WP's



IFSTTAR (+ LRPC d'Aix) dans Re-Road

*RA=agrégats d'enrobés

WP1
échantillonnage et
caractérisation des
RA*

WP2
Impact des caract.
des RA* sur le
dimens. et les
perfs. de l'enrobé

WP3
Performances
environnementales
des RA*

WP5
Performance
des ARA*

WP4
Gestion et
production des RA

WP6
Gestion et diffusion des résultats

WP7 Management



Présentation non
exhaustive des travaux
dans chaque WP !



WP1: Échantillonnage, caractérisation des RA thèmes de recherche

❑ Méthode d'échantillonnage des RA

➔ Méthode d'échantillonnage

❑ Caractérisation physico-chimique:

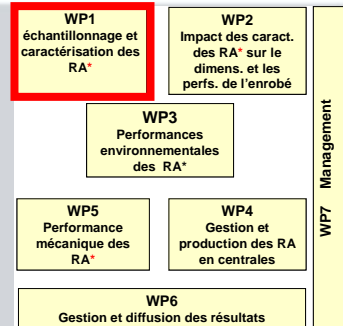
▪ état du liant, bitumes vieillis, bitumes modifiés

➔ Caractérisation des liants

➔ Comparaison des méthodes d'extraction (EN12697-1)

❑ Caractérisation environnementale :

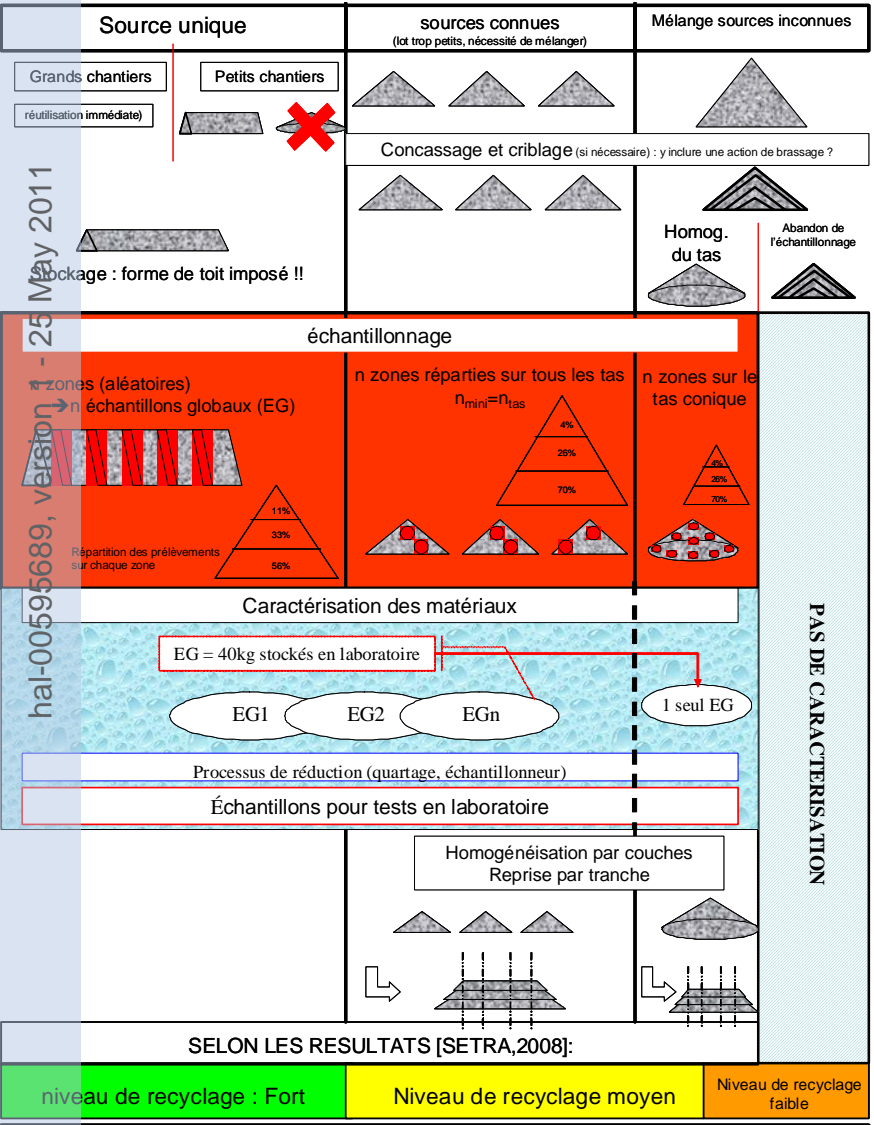
▪ essais d'émission de particules, essais de lixiviation



WP1: Échantillonnage, caractérisation des RA



WP11: Méthode d'échantillonnage universelle ? → impossible a priori



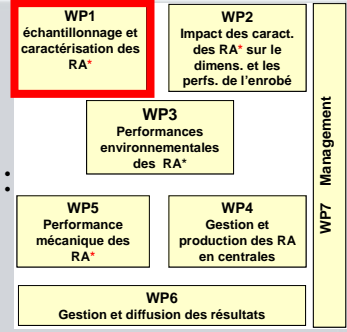
Méthode d'échantillonnage fonction :

- de la source des RA
- du niveau de recyclage visé !
- type de travaux à réaliser ...

Basée sur les normes existantes
EN 13108-8
EN 932-1

Influe sur :

- forme du tas pour le stockage
- niveau de caractérisation



hal-00595689, version 1 - 25 May 2011

$n = \max(M_{total}/5000, 5)$

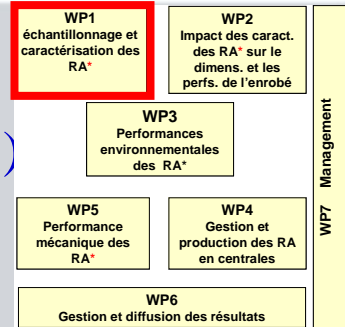


WP12: Caractérisation physico-chimique des RA

→ Caractérisation de liants contenant des polymères

→ Comparaison des méthodes d'extraction (EN12697-1)

→ Résultats d'essais croisés sur la teneur en liant



<u>Solvent</u>	lab1	lab2	lab3	lab4	lab5
Toluene	X	X		X	
Trichlorethylene	X			X	X
Xylene					
Trichloroethane					
Dichloromethane	X		X		
Benzene					
Perchloroethylene		X	X		

Teneur en liant (r=0.3%, R=0.5%)

-RA de SMA (pmb) sr=0.25%

-SMA8 avec RA : sr=0.08%

-Agrégat d'enrobés drainant (pmb)
sr=0.33%

Bon résultats malgré les différents produits !



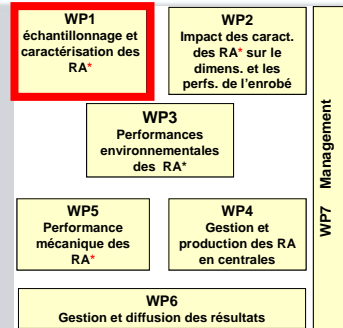
❑ WP12: Caractérisation physico-chimique des RA

→ Caractérisation de liants contenant des polymères !

→ Comparaison des méthodes d'extraction

→ Résultats d'essais croisés sur d'autres caractéristiques

- péné, TBA, degré d'oxydation
- DSR, force ductility, Recouvrance élastique
- chromatographie en phase gazeuse

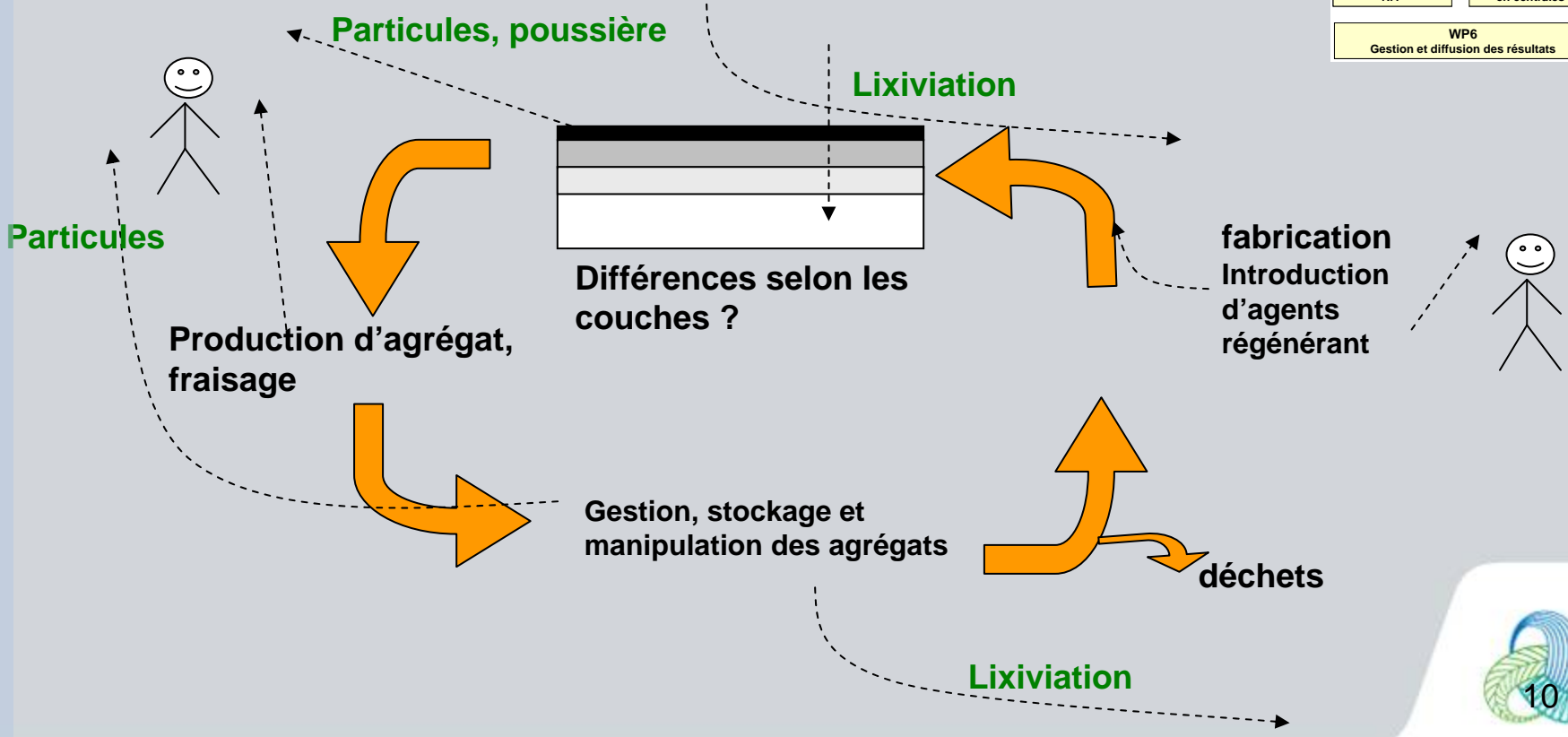


WP13: Caractérisation environnementale des RA

Risques sanitaires

Risques environnementaux

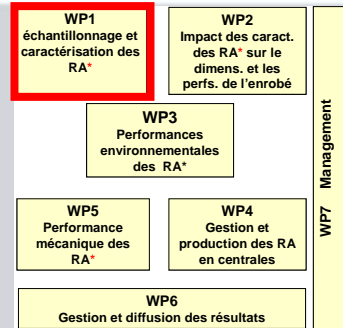
WP1 échantillonnage et caractérisation des RA*	WP2 Impact des caract. des RA* sur le dimens. et les pers. de l'enrobé
WP3 Performances environnementales des RA*	
WP5 Performance mécanique des RA*	WP4 Gestion et production des RA en centrales
WP6 Gestion et diffusion des résultats	
WP7 Management	



hal-00595689, version 1 - 25 May 2011

WP13: Caractérisation environnementale des RA

- essais de lixiviation et d'émission de particules en suspension

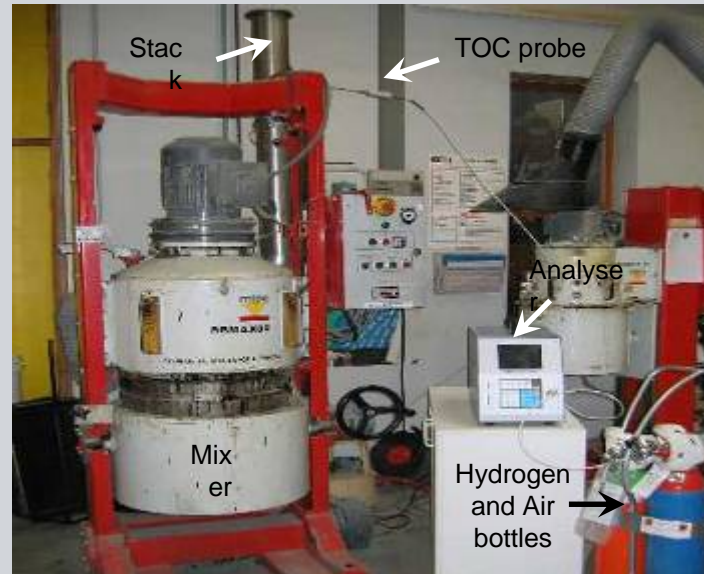


hal-00595689, version 1 - 25 May 2011

Premières lixiviations,
grâce à un simulateur de pluie



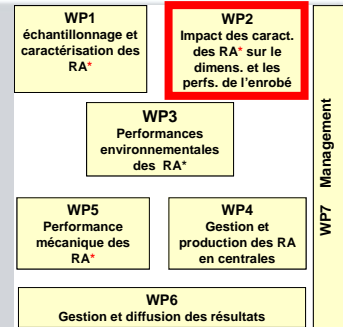
Essais d'émissions de particules
(Viranaiken, 2010)



WP2: Réalisation et performances des ARA thèmes de recherche

*ARA=enrobés contenant des agrégats d'enrobés

- ❑ Compatibilité RA/nouveau liant
(cas particulier des bitumes modifiés)
- ❑ Amélioration des techniques et des méthodes de mélange en laboratoire
- ❑ Règles et procédures de formulation



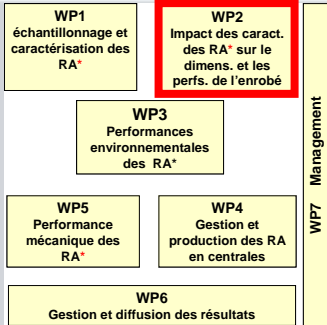
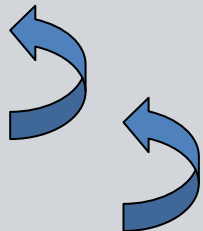
WP2: Réalisation et performances des ARA

WP21: Compatibilité RA/nouveau liant

Étude amont : fabrication de RA en laboratoire

vieillessement des enrobés en laboratoire

→ Comparaison de méthode de vieillissement !
(enrobés foisonnés)



Méthode de vieillissement	principe	Vieillessement court terme	Vieillessement long terme
RILEM	Enceinte ventilée (8cm d'épaisseur)	4h, 135°C	9j, 85°C
PAV	Cocotte minute !	4h, 135°C	20h, 100°C
BRRC	Enceinte ventilée (3cm d'épaisseur)	1h30, 135°C	14j, 60°C
UV	Enceinte ventilée (3cm d'épaisseur, sans recouvrement)	1h30, 135°C	14j, 60°C + UV

hal-00595689, version 1 - 25 May 2011

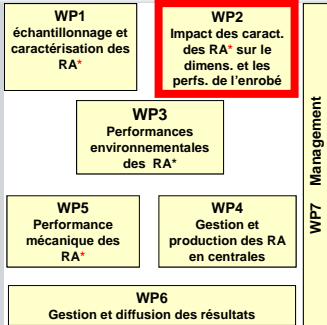
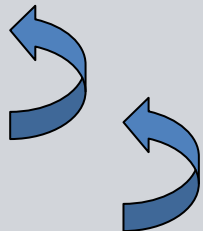
WP2: Réalisation et performances des ARA

WP21: Compatibilité RA/nouveau liant

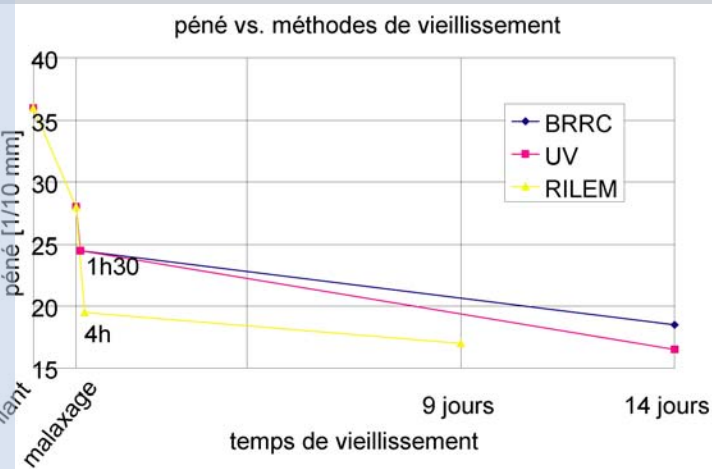
Étude amont : fabrication de RA en laboratoire

vieillessement des enrobés en laboratoire

→ Comparaison de méthode de vieillissement !



hal-00595689, version 1 - 25 May 2011



- Fabrication + malaxage = fort vieillissement
- idem vieillissement court terme
- BRRC ±= UV
- Rilem plus rapide

	quantités	Pouvoir	facilité	Défaut majeurs
RILEM	++	++	+	agressive
PAV	-	?	?	?
BRRC	+	+	+ -	longue
UV	+	+	-	Enceinte UV

Méthodes / réalité ?



WP2: Réalisation et performances des ARA

WP22: techniques et méthodes de mélange en laboratoire

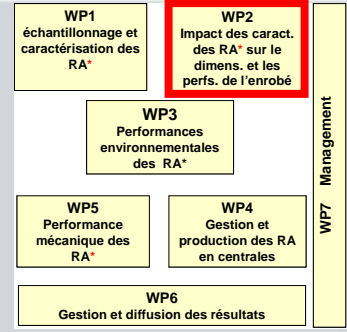
Déliverable 2.2 : guide de procédure de fabrication en laboratoire

1. Comparaison des méthodes de fabrication en laboratoire
2. Mise en place d'une méthode commune (pour nos essais):

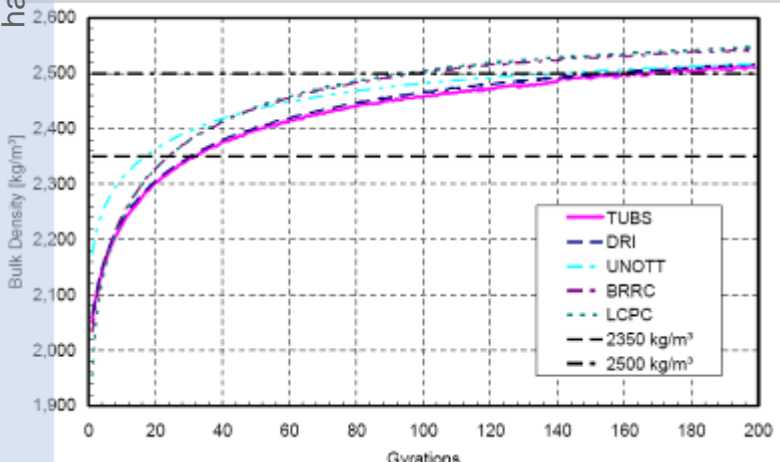
i. Enrobé foisonné

1. Granulats à 170°C
 2. Bitume à 165°C
 3. RA à 110°C
- Malaxeur à 165°C
- Malaxage: 1, 30 s
 1+3, 30 s
 1+3+2, 90 s

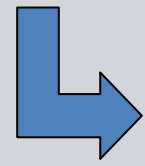
ii. Préparation des échantillons (compaction giratoire)



hal-00595689, version 1 - 25 May 2011



Essai croisé européen de compactibilité PCG (mini EAPIC !)



Bon résultats !

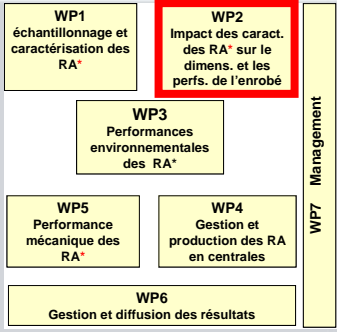
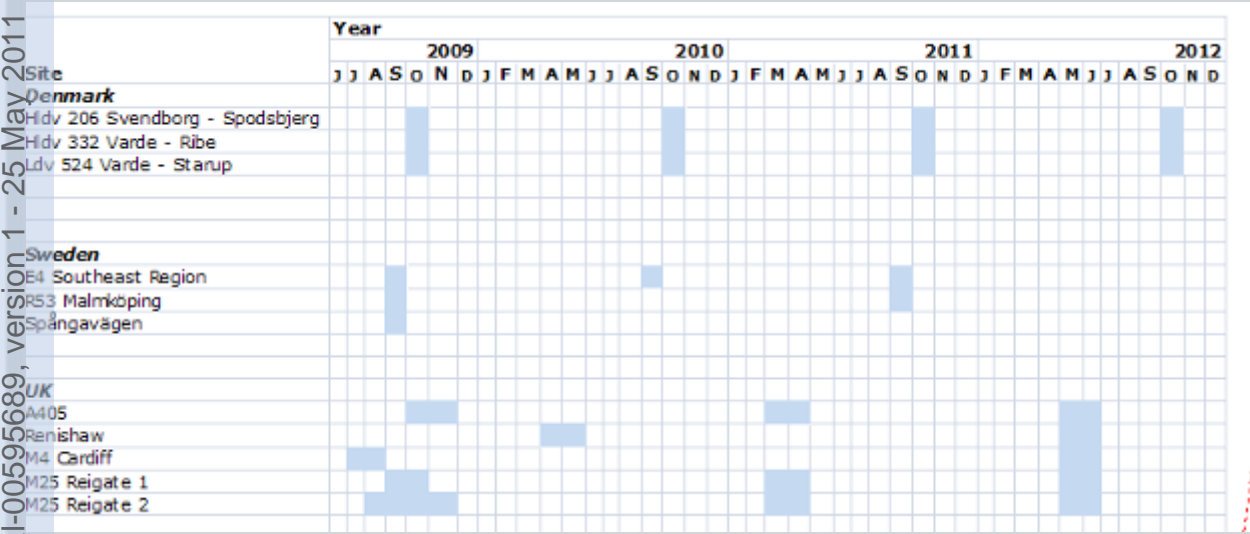


WP2: Réalisation et performances des ARA

☐ WP23: règles et procédures de formulation

Délivrable 2.1 : surveillance de couches de surfaces (avec RA et Pmb)

hal-00595689, version 1 - 25 May 2011

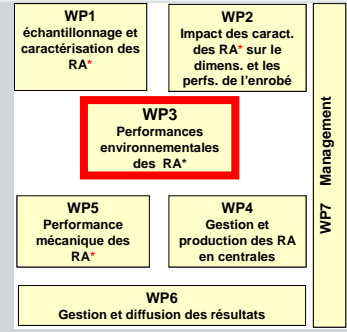


- Surveillance : moyen terme (4 ans)
- Caractéristiques étudiées :
Visuelles, texture, orniérage, caract. du liant

WP3: Performances environnementales des RA

- ☐ Analyse des impacts environnementaux
- ☐ Analyse des cycles de vie, intérêt économique et environnemental du recyclage

Simulateur de pluie
(perf. env. Des ARA)

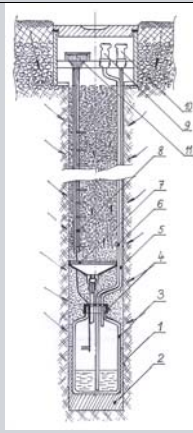


hal-00595689, version 1 - 25 May 2011

Collecte de particules après fraisage



Lixiviation dans les stocks d'enrobés



- 1 = bore hole in road pavement and embankment,
- 2 = cement bed,
- 3 = sampling bottle (glass),
- 4 = plug (plastic),
- 5 = pipe for gas,
- 6 = pipe for water sample,
- 7 = sand filter,
- 8 = conduction sensor,
- 9 = quick-acting coupling (blue for water),
- 10 = quick-acting coupling (black for gas),
- 11 = connector for conduction sensor



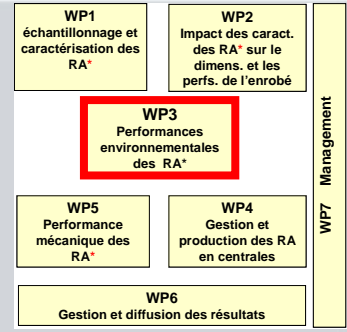
Seeping waters sampler

Sampling bottle, valve and "area lysimeter"

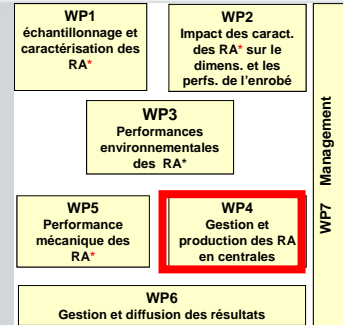
WP3: Performances environnementales des RA

- ☐ Analyse des impacts environnementaux
- ☐ Analyse des cycles de vie, intérêt économique et environnemental du recyclage

- Analyse de données
- Évaluation d'outils d'Analyse de Cycle de Vie (SIMAPRO)



hal-00595689, version 1 - 25 May 2011

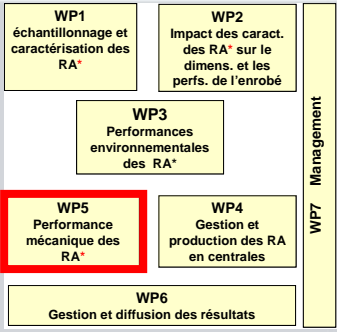


Présentation suivante

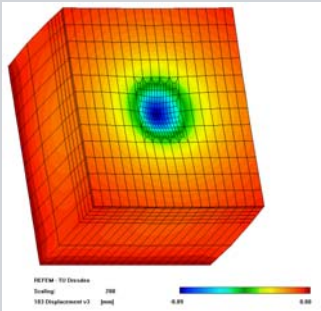
WP5: Performances des ARA

1. Paramètres majeurs des RA influent sur le cpt. des enrobés
2. Mise au point d'un outil de calcul et prédiction du comportement des ARA

1) Tests en laboratoire pour évaluer les propriétés des enrobés à recycler (raideur, fatigue, viscosité, comportement en fluage, orniérage..)



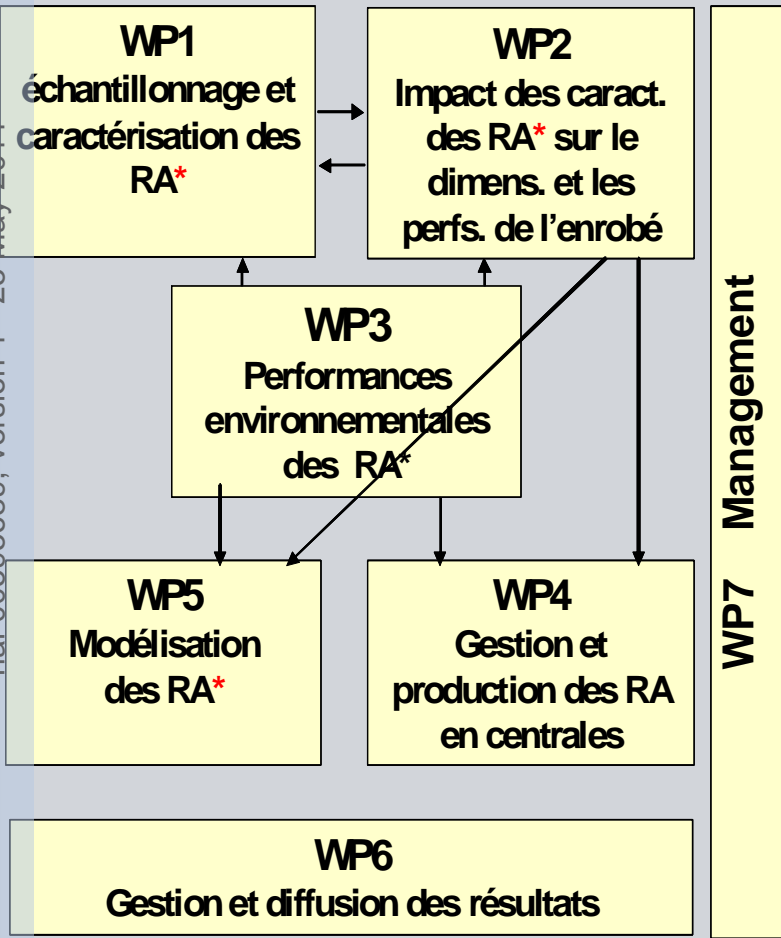
2) Outil numérique de prédiction du comportement des chaussées !



hal-00595689, version 1 - 25 May 2011

CONCLUSIONS

Merci de votre attention !



- travail collaboratif européen,
- interconnexions entre WP
- nombreux essais croisés
- diversités des matériaux, des méthodes d'essais

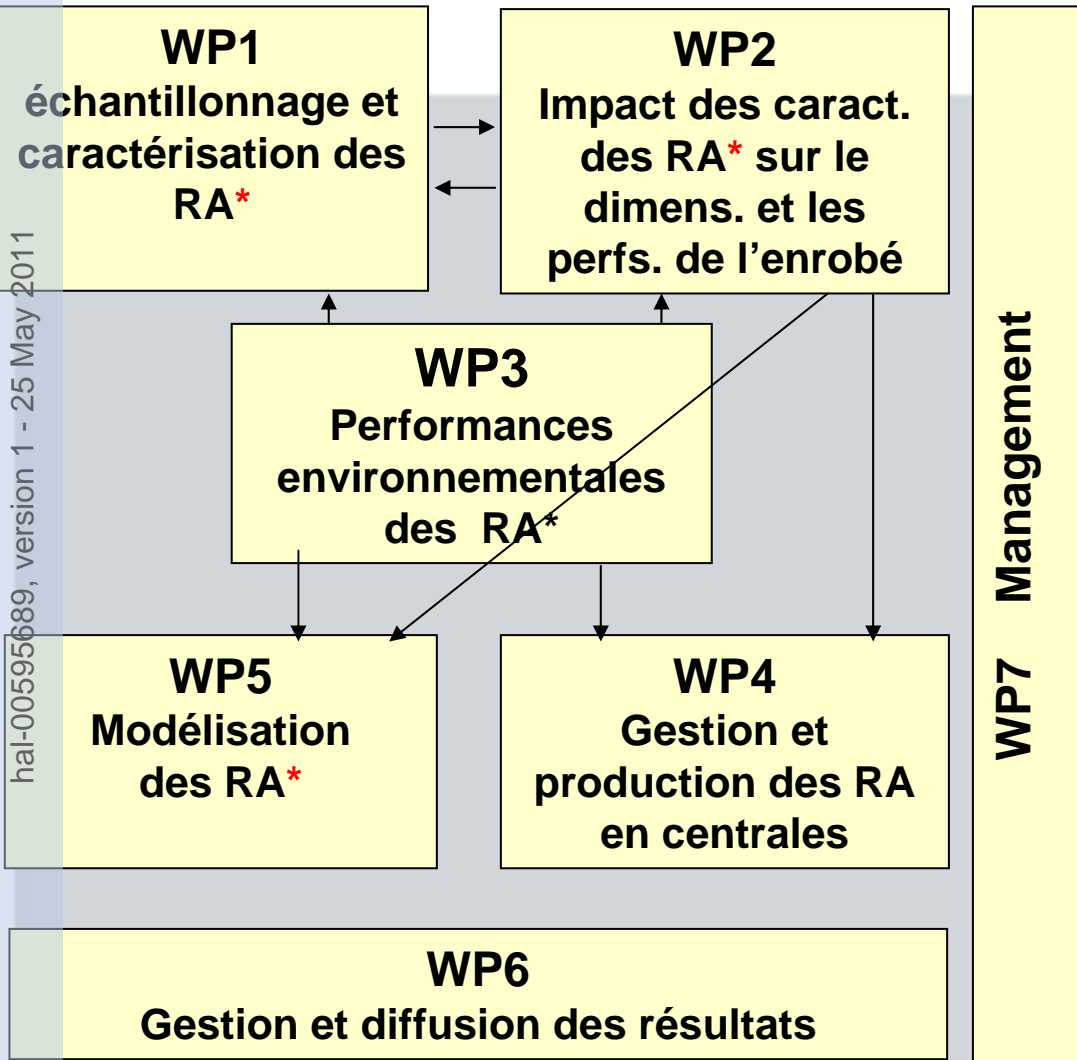


- Synthèses difficiles
- Pas d'applications immédiates !

Ce projet a reçu des fonds de la Communauté Européenne dans le cadre du 7ème PCRD, Grant Agreement n°218747.

Présentation des partenaires

- | | |
|--|----------------|
| 1. Statens väg-och transportforskningsinstitut (VTI), | Sweden |
| 2. LCPC (division SMIT, DDGC, PCM), LRPC Aix en Provence | France |
| 3. Tech. Univ. Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig (TUBS),
Institut für Strassenwesen (ISBS), | Germany |
| 4. Swedish Geotechnical Institute (SGI), | Sweden |
| 5. Danish Road Institute (DRI), | Denmark |
| 6. Dresden Univ. of Tech. Institute of Road and Urban Eng. (TUD), | Germany |
| 7. FEHRL | Belgium |
| 7.1. National Building and Civil Engineering Institute (ZAG), | Slovenia |
| 7.2. Centrum Dopravniho Vyzkumu, (CDV), | Czech Rep. |
| 7.3. The Road and Bridge Research Institute (IBDiM), | Poland |
| 7.4. The National Civil Engineering Laboratory (LNEC), | Portugal |
| 8. The University of Nottingham (UNOTT), | UK |
| 9. Hogeschol Antwerpen, Vlaamse Autonome Hogschool (HA UCA), | Belgium |
| 10. Peab Asphalt A B (PEAB), | Sweden |
| 11. Univ. College Dublin, Nat. Univ. of Ireland, Dublin (NUID UCD), | Ireland |
| 12. Centre de Recherches Routières (BRRC), | Belgium |
| 13. TRL Limited (TRL), | United Kingdom |
| 14. European Asphalt Pavement Association (EAPA), | Belgium |



MERCI !

WP1

- Lois des mélanges

$$\log pen_m = \frac{b_o}{100} \log pen_o + \frac{b_n}{100} \log pen_n$$

$$TBA_m = \frac{b_o}{100} TBA_o + \frac{b_n}{100} TBA_n$$

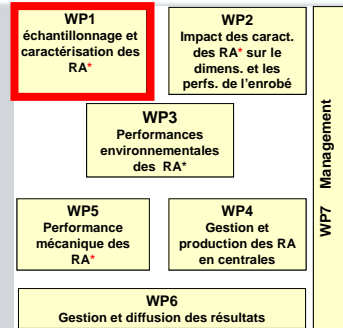
$$\log(\log G_m^*) = \frac{b_o}{100} \log(\log G_o^*) + \frac{b_n}{100} \log(\log G_n^*)$$

WP12: Caractérisation physico-chimique des RA (contenant des polymères)

→ Caractérisation des liants

→ Comparaison des méthodes d'extraction (EN12697-1)

→ Résultats d'essais croisés sur la teneur en liant



Teneur en liant (r=0.3%, R=0.5%)

-RA de SMA modifié aux polymères
3.7 % (sr=0.25%)

-SMA8 avec RA : 6.8% (sr=0.08%)

-Agrégat d'enrobés drainant : 6.3%
(sr=0.33%)

Bon résultats malgré les différents produits !

<u>Solvent</u>	lab1	lab2	lab3	lab4	lab5
Toluene	X	X		X	
Trichlorethylene	X			X	X
Xylene					
Trichloroethane					
Dichloromethane	X		X		
Benzene					
Perchloroethylene		X	X		