



Les enrobés recyclés à chaud :

Utilisation des agrégats d'enrobés



• Quelques chiffres

Estimation du recyclage des enrobés en France (recyclage depuis début des années 80)

- ☞ 6,5 millions de tonnes sont « récupérées » par an (fraisâts, croûtes, rebuts...)
- ☞ L'objectif de la profession est de réutiliser environ 60% (4Mt) en 2012
Soit un taux moyen de l'ordre de 10% par rapport à la production totale des enrobés en France par an.
- ☞ Ces 4 Mt recyclées correspondent à l'équivalent de production
≈ 1 raffinerie
≈ 10 carrières moyennes

- Quelles dates.....

- ☞ Circulaire du 18 juin 2001
- ☞ Circulaire DGITM du 9/02/2009
adressée aux DIR
- ☞ Convention d'engagement
MEEDDAT-USIRF du 25 mars 2009



• Circulaire 18 juin 2001 – 2001-39

☞ Il n'y a aucun inconvénient technique à réutiliser, dans la limite de 10%, des agrégats d'enrobés

☞ Dans ce cas, autorisation de ne pas effectuer les études de caractérisation des agrégats et de formulation (si étude de formulation 100% granulats naturels) de cet enrobé

☞ Règle applicable aux enrobés

- de fondation, base et liaison: tous les enrobés
- de couche de roulement :
 - bétons bitumineux semi-grenus en couche de roulement sous trafic $\leq T1$
 - bétons bitumineux minces en couche de roulement sous trafic $\leq T3$

- Circulaire du MEEDDAT sur le recyclage de fraisats lors des travaux de chaussées (février 2009)

- 1 - Autoriser systématiquement l'incorporation de 10 % d'agrégats dans les formulations d'enrobés sans contrainte supplémentaire quant à la caractérisation des agrégats ou la formulation du mélange final (circulaire n°2001-39 du 18 juin 2001).
- 2 - Pour les chantiers avec fraisage , réutiliser les fraisats obtenus à hauteur de 20 % d'agrégats dans les formulations d'enrobés qui seront mis en œuvre.
- 3 - Intégrer , dans les marchés des critères de notation des offres des entreprises en fonction du taux de recyclage.
- 4 - Mieux prendre en compte les solutions avec un fraisage des couches existantes.
- 5 - Mettre en place une réflexion sur la gestion et la valorisation des fraisats.

• Engagement MEEDDAT-USIRF

- Il s'agit d'une convention d'engagement volontaire des acteurs de conception, réalisation et maintenance des infrastructures routières, voirie et espace public urbain
- Signée par l'Etat, les départements et les syndicats professionnels
- 25 mars 2009
- 9 engagements principaux, dont :

Atteindre un recyclage de 100% des matériaux bitumineux de déconstruction

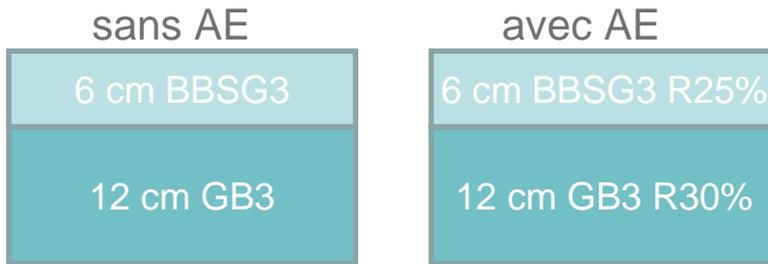
- Objectif 2012 : 60%
- Objectif 2020 : 100%



• Encore des chiffres

Bilan environnemental

- Fabrication (500T BBSG3 + 1 000T GB3)
- Comparatif structures "avec" et "sans" AE



👉 **6,3 T CO₂ équivalent économisées**
 (≈ 1,5 fois le tour de la Terre en Toyota Prius)

👉 **100 000 MJ économisées**
 (≈ 1,3 fois la conso. éner. annuelle d'un foyer français)

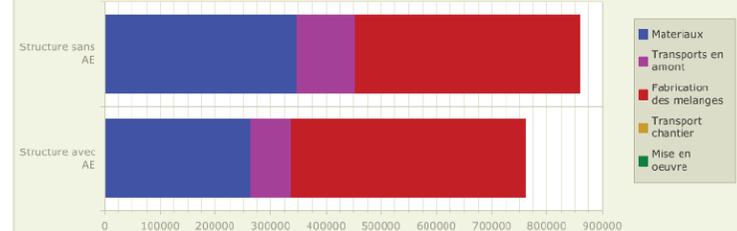
4.1. Indicateur : Energie « procédé » en Mega-Joule (MJ)

L'indicateur « énergie » en MJ :

Il s'agit de l'énergie primaire procédé qui représente la somme des énergies renouvelables et non renouvelables utilisée lors de la réalisation de l'ouvrage. On entend par « primaire », l'énergie nécessaire en amont pour disposer de l'énergie chez le client final. On entend par « procédé », l'énergie effectivement consommée : on ne comptabilise donc pas l'énergie matière.

Solution	Matériaux	Transport en amont	Fabrication des mélanges	Transport chantier	Mise en oeuvre	Total	Comparaison / Base
Structure sans AE	347 967	105 519	404 638	0	0	858 124	
Structure avec AE	263 483	73 960	424 847	0	0	762 289	-11,2 %

Consommations totales comparées en énergie procédé



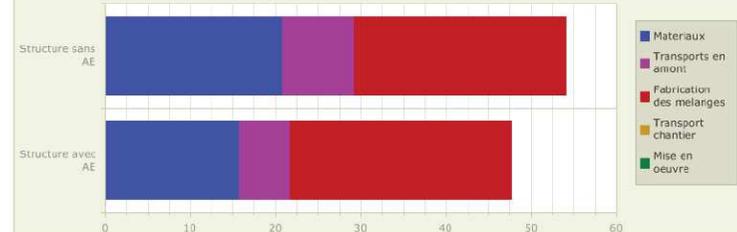
4.2. Indicateur : émission de GES en tonnes équivalent CO₂

L'indicateur « émission de GES » (tonne CO₂ équivalent) :

Cet indicateur rend compte de l'impact sur le changement climatique. On somme les flux correspondant aux émissions de gaz à effet de serre dans pour tous les matériaux mis en oeuvre mais également toutes les opérations nécessaires au projet et tous les transports. Cet indicateur tient compte des émissions de CO₂, CH₄ et N₂O converties en équivalent CO₂.

Solution	Matériaux	Transport en amont	Fabrication des mélanges	Transport chantier	Mise en oeuvre	Total	Comparaison / Base
Structure sans AE	20,8	8,5	24,7	0,0	0,0	54,0	
Structure avec AE	15,7	6,0	26,0	0,0	0,0	47,7	-11,7 %

Emissions totales de Gaz à Effet de Serre comparées





- De l'ancienne chaussée à un matériau de construction

- **Recyclabilité**
- **Déconstruction**
- **Elaboration**
- **Caractérisation**



Recyclabilité

- Code du travail et Code de l'environnement

➡ Obligation pour le Maître d'Ouvrage de signaler :

- la présence de goudron
- la présence d'amiante

➡ Document préalable établi par le producteur du déchet

LOGO de l'installation	Document Préalable A retourner 72h avant le premier dépot		
Document préalable N° :	Cadre réservé à l'exploitant du site classé sous la rubrique 2515 et/ou 2517		
	Date de la demande :	Valable du au	
1/ Producteur du déchet			
Nom ou raison sociale :		Adresse :	
N°SIRET :		Tel :	
Siège sociale :		Personne à contacter :	
2/ Intermédiaire			
Nom ou raison sociale :		Adresse :	
N°SIRET :		Tel :	
Siège social :		Personne à contacter :	
3/ Transporteur			
Nom ou raison sociale :		Adresse :	
N°SIRET :		Tel :	
Siège social :		Personne à contacter :	
4/ Origine du déchet et quantités apportées			
Adresse du chantier :		Prévision du cubage à apporter (en t) :	
		Date prévisible de première livraison :	
		Durée prévisible du chantier :	
5/ Identification du déchet			
<i>Annexe I de l'arrêté du 06 juillet 2011</i>			
Code déchet	Description	Restriction	cochet
17 01 01	Béton	Uniquement les déchets de production et de commercialisation ainsi que les déchets de construction et de démolition triés* et à l'exclusion de ceux provenant de sites contaminés	
17 01 02	Briques	Uniquement les déchets de production et commercialisation ainsi que de construction et de démolition triés* et à l'exclusion de ceux provenant de sites contaminés	
17 01 03	Tuiles et céramiques	Uniquement les déchets de production et commercialisation ainsi que de construction et de démolition triés* et à l'exclusion de ceux provenant de sites contaminés	
17 01 07	Mélange de béton, tuiles et céramiques ne contenant pas de substances dangereuses	Uniquement les déchets de construction et de démolition triés* et à l'exclusion de ceux provenant de sites contaminés	
17 02 02	Verre	Sans cadre ou montant de fenêtres	
17 03 02	Mélanges bitumineux ne contenant pas de goudron	Uniquement les déchets de production et commercialisation ainsi que de construction et de démolition triés* et à l'exclusion de ceux provenant de sites contaminés	
17 05 04	Terres et cailloux ne contenant pas de substances dangereuses	A l'exclusion de la terre végétale, de la tourbe et des terres et cailloux provenant de sites contaminés	
17 05 08	Ballaast de voie ne contenant pas de substance dangereuse	Uniquement les déchets de construction et de démolition ne provenant pas de sites contaminés, triés et à l'exclusion de ceux ne respectant pas les critères figurant à l'annexe II de l'arrêté du 06/07/11	
20 02 02	Terres et pierres	Provenant uniquement de jardins et de parcs et à l'exclusion de la terre végétale et de la tourbe	
*Pour les mélanges bitumineux, joindre le résultat du test de détection de goudron à ce document			
<input type="checkbox"/> autre type de déchet ne figurant pas dans la liste ci-dessus conforme aux critères à respecter de la procédure d'acceptation préalable (annexe II de l'arrêté du 06 juillet 2011) Préciser le code déchets et description :			
(annexe II art. R.541-5 code de l'environnement)			
Joindre à ce document : le test de lixiviation et l'analyse du contenu total			
6/ Engagement du producteur et du demandeur			
Le producteur et le transporteur s'engagent à : <input type="checkbox"/>			
➢ amener des matériaux conformes aux spécifications de cette demande et à l'arrêté du 06 juillet 2011			
➢ transporter les matériaux dans des camions conformes à la législation en respectant nos consignes de sécurité (pas de surcharge, EPI pour les chauffeurs...)			
➢ informer l'exploitant du site classé sous la ou les rubriques ICPE 2515 et/ou 2517 de toute modification qui interviendrait sur les éléments stipulés dans la présente demande			
➢ évacuer dans des filières adaptées toute pollution nouvelle qui apparaîtrait			
Producteur		Transporteur	
Date :		Date :	
Cachet et signature :		Cachet et signature :	
Tout déchet interdit sur nos sites fera l'objet d'un refus			

Recyclabilité

➤ Absence de goudron et d'amiante :

- Envoi du produit sur une plateforme de recyclage
- Vérification du document préalable par l'exploitant de la plateforme
- Remise d'un accusé de réception

➤ Présence de goudron ou d'amiante :

- Envoi du produit en ISDND aux frais du Maître d'Ouvrage.
- Modification du projet (rechargement)



Déconstruction



Fraisage de chaussées :

- Agrégat spécifique si quantité importante
- Agrégat tout-venant si quantité faible



Démolitions diverses et retours de chantiers :

- Agrégat tout-venant



Elaboration



Concassage-criblage



Eventuellement, criblage seul pour les fraisats



Homogénéité

Contrôle, caractérisation et classification

Granulométrie



% passant à 1,4 D	% passant à D	% passant à 2 mm	% passant à 0,063 mm	Catégorie
Vsi 99	Li85, Ls99, e10	e15	e4	G1
Vsi 99	Li80, Ls99, e15	e20	e6	G2
Non spécifiée	Non spécifiée	Non spécifiée	Non spécifiée	Gns

Teneur en liant



Etendue de la teneur en liant	Catégorie
$\leq 1 \%$	TL1
$\leq 2 \%$	TL2
$> 2 \%$ ou non spécifié	TLNS

Contrôle, caractérisation et classification

Caractéristiques résiduelles du liant

 Pénétrabilité (1/10 mm)	TBA (°C)	Catégorie
Mini 5 et étendue ≤ 15	Maxi 77 et étendue ≤ 8	B1
Mini 5	Maxi 77	B2
A déclarer	A déclarer	BNS

- Classification vis-à-vis de l'étendue de la pénétrabilité ou de la TBA du liant
- Fréquence des essais : 1/1000 t (GUNE) avec un mini de 5 par lot (NF EN 13108-8 : 1/500 t)

Caractéristiques intrinsèques des granulats et angularité

 Catégorie des granulats	Catégorie
Code A ou B (LA20, MDE15 avec compensation possible de 5 points, PSV50) et code Ang 1	R1
Code C ou non caractérisé	RNS



Contrôle, caractérisation et classification

Annexe E : fiche technique agrégat d'enrobés

Lieu de stockage / Centrale d'enrobage : Société :

Diamètre apparent de l'agrégat d'enrobé :

Quantité stockée : Date du rapport d'essais :

Teneur en liant moyenne : Catégorie : TL_{NS} TL₂ TL₁

TBA moyenne du liant :

ou pénétrabilité moyenne du liant : Catégorie : B_{NS} B₂ B₁

D des granulats désenrobés : Catégorie : G_{NS} G₂ G₁

Caractéristiques intrinsèques - Catégorie R_{NS} R₁ liaison ou assise R₁ roulement

Teneur en liant	Nombre de mesures ou Doc ⁽¹⁾			
	Maxi :			
	Mini :			
	Différence :			
	Catégorie de teneur en liant ⁽²⁾	TL _{NS}	TL ₂ < 2 %	TL ₁ < 1 %

TBA ou Pénétrabilité du liant	Nombre de mesures	Nombre de mesures		
	TBA maxi : (≤ 7)	Péné maxi : (≥ 5)		
	TBA mini :	Péné mini :		
	Différence :	Différence :		
	Catégorie de liant ⁽²⁾	B _{NS} B ₂ B ₁ < 8	Catégorie de liant ⁽²⁾ B _{NS} B ₂ B ₁ < 15	

Analyse granulométrique des granulats désenrobés	Passant à :	Nb de mesures :			
	1,58 D	Mini :	NS	> 99	
		Maxi :	NS	< 99	
	D	Mini :	NS	≥ 80	≥ 85
		Différence :	NS	≤ 15	≤ 10
		Maxi :	Mini :	Diff. :	
2 mm			NS	≤ 20 ≤ 15	
0,08 mm			NS	≤ 6 ≤ 4	
	Catégorie de granularité ⁽²⁾		G _{NS}	G ₂	G ₁

Caractéristiques intrinsèques des granulats	classe d/D testée :	Doc ⁽¹⁾		
	LA			
	M _{DE}			
	CPA ou RPA			
	FS	D :		
	Catégorie de caractéristiques intrinsèques ⁽²⁾		R _{NS}	R ₁

⁽¹⁾ Cocher si les preuves documentées des teneurs en liant ou des caractéristiques intrinsèques originales existent.

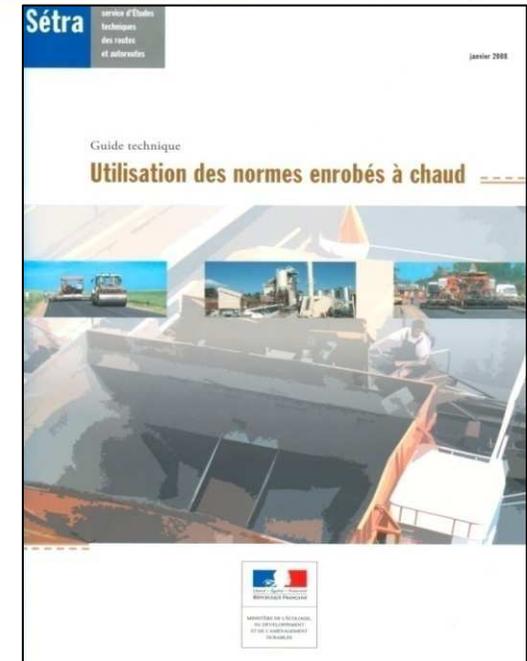
⁽²⁾ Entourer la catégorie pertinente.

Etablissement d'une FTA (Fiche Technique Agrégat d'Enrobé)

Taux maximal de recyclage

Il dépend :

- des caractéristiques des agrégats d'enrobés tel que défini dans le Guide d'Utilisation des Normes Enrobés (GUNE)
- du type de poste d'enrobage et de sa capacité à recycler



Taux maximal de recyclage

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 _{NNS}	TL ₂		TL ₁			
		Pénétrabilité ou TBA	B _{NNS}		B ₂	B ₁			
	Granulat	Granularité	G _{NNS}		G ₂		G ₁		
		Caractéristiques intrinsèques	R _{NNS}			R ₁	R _{NNS}	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.

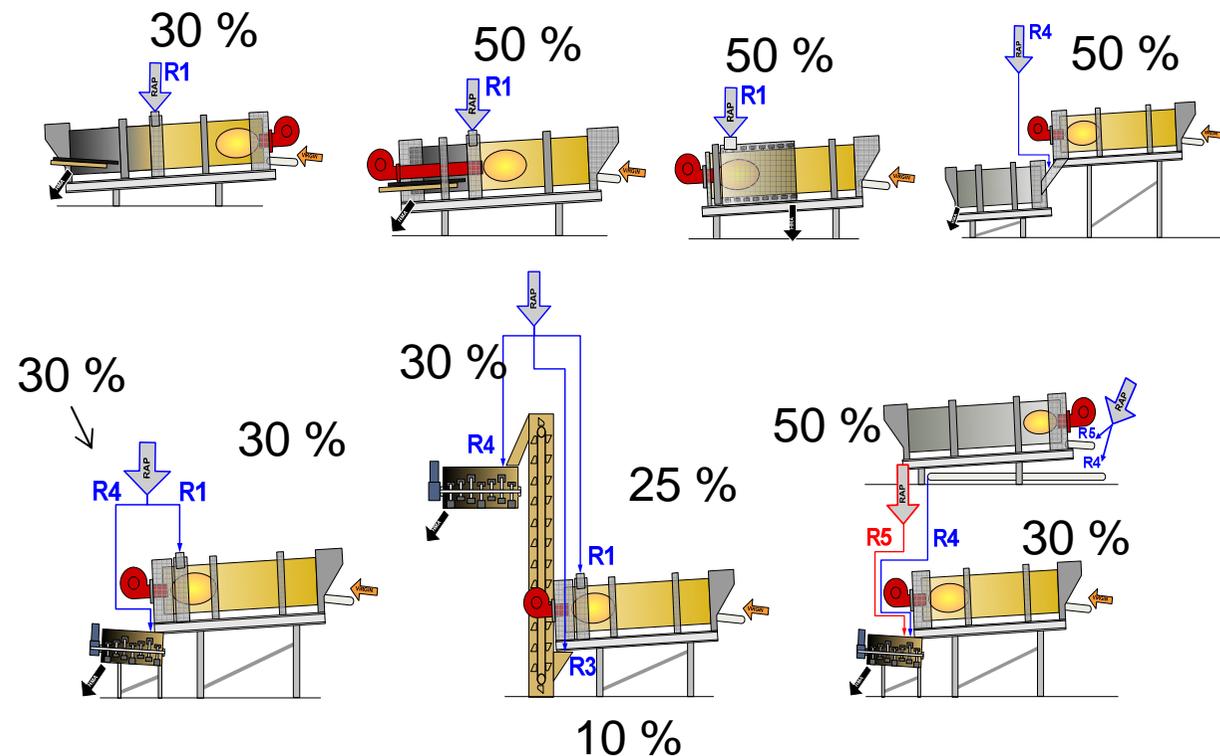
Tableau 11: utilisation des agrégats d'enrobés

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.



Taux d'AE dans les postes continus

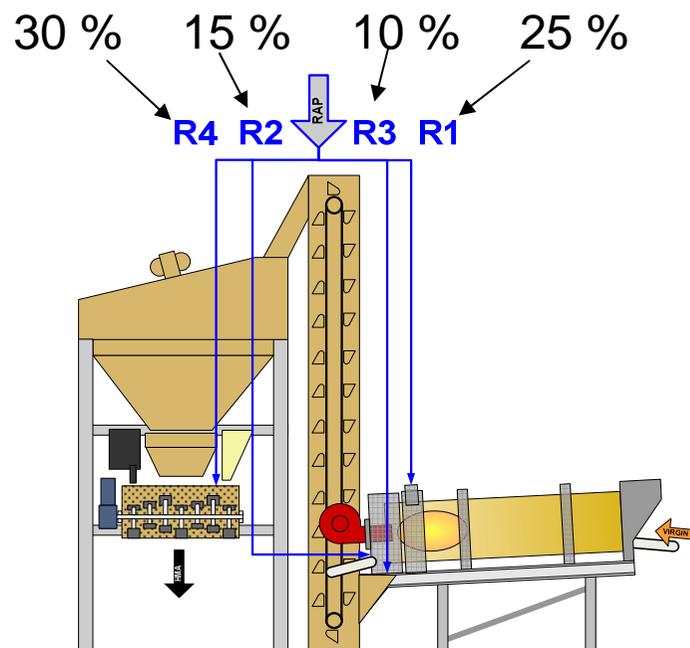
- Plus de 10 solutions identifiées :
 - 10 à 20% d'AE sur poste adapté
 - jusqu'à 50% d'AE sur poste neuf



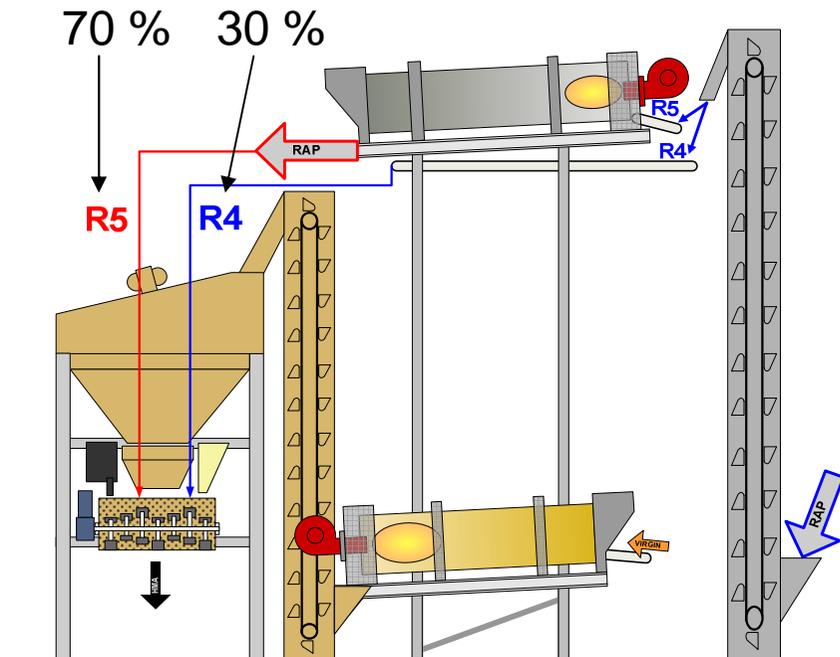


Taux d'AE dans les postes discontinus

- Plus de 5 solutions identifiées :
 - 10 à 20% d'AE sur poste adapté
 - jusqu'à 70% d'AE sur poste neuf



07/12/12 à Orléans



La route durable



Recyclage à fort taux

- Deux tambours : ➤ Un pour les sables et gravillons
➤ Un pour les AE chauffés à 130°C



Recyclage
jusqu'à 60%



Conclusions

Les acquis...

- Les enrobés avec recyclés ne sont pas des enrobés « d'occasion »
 - Performances comparables et référence aux mêmes normes que les enrobés sans AE
- Le bilan économique est généralement favorable
- L'intérêt environnemental est évident
- Les postes d'enrobage ont fortement évolués techniquement
 - Capacité de recyclage $\geq 25\%$ presque partout



Conclusions

En Région Centre en 2011...

- Sur 13 Postes :
- Production totale \approx 1 784 000 T
 - Tonnage AE utilisés \approx 298 000 T
 - Taux de recyclage \approx 16,7 %

Dpt	Poste	Production totale	Tonnage AE utilisés	Taux de recyclage
18	ENROBEX SEC	1 783 948 T Moy \approx 137 000 T/poste (65 000 T à 210 000 T)	298 116 T Moy \approx 23 000 T/poste (7 200 T à 43 000 T)	16,7% Moy \approx 16,2%/poste (9% à 32%)
28	Chartres Enrobés SEB			
36	SMRB Nord			
37	COLAS Mettray STME Touraine Enrobés			
41	Enrobés 41 LCE			
45	Montargis Enrobés ONE OSE			

Conclusions

Et maintenant...

- Des progrès à faire en termes sanitaire et environnement sur la détection du goudron et de l'amiante.
- Recycler 100% des enrobés déconstruits et recyclables ce qui ne représente qu'entre 15% et 20% du tonnage annuel des enrobés produits.
- Recycler dans les enrobés et abaisser les températures à 130°C, ce qui est compatible.

