

Séminaire de restitution CCLEAR

Impact des conditions climatiques sur les infrastructures routières

Effets des sels de déverglaçage sur les enrobés bitumineux

03 février 2015

Marc-Stéphane Ginoux

Laboratoire d'Aix-en-Provence / Sce Granulats Enrobés Recyclage
Cerema

Marc-Stephane.Ginoux@cerema.fr

Sommaire

- Contexte de l'étude
- Objectifs
- Démarche suivie
- Résultats
- Conclusions



Contexte de l'étude

- Impact des sels de déverglaçage sur les performances mécaniques d'un enrobé n'est pas étudié en laboratoire
- Caractérisation à basse température des constituants :
 - Essai Fraass sur les liants
 - Essai de gel-dégel sur les granulats → eau douce et eau salée
- Existence d'un essai normalisé européen (NF EN 12697-) inutilisé en France, long à exécuter (≈ 80 jours) et difficile à interpréter
- Pratiques et choix empiriques des produits pour les zones exposées à des contraintes hivernales



Objectifs

- Caractériser l'effet des sels de déverglaçage sur les performances mécaniques d'un enrobé au moyen d'un essai couramment employé et rapide à exécuter
- Expérience du Clare : adaptation de l'essai Duriez (NF EN 12697-12)
 - Enrobés avec des granulats d'origines différentes
 - 1 seul liant utilisé
 - Dosage variable selon les compositions
 - Mise sous vide dans l'eau claire puis immersion dans une eau salée pendant 7 jours à 18°C et à 40°C



Démarche suivie

- **Adaptation de l'essai Duriez (NF EN 12697-12 méthode B) :**
- Confection de 20 éprouvettes de 1000 g et de 80 mm de diamètre par compactage statique double effet
 - Détermination de la MVA géométrique → élimination des 3 éprouvettes les plus éloignées de la moyenne
 - 3 éprouvettes pour détermination du % de vides par pesée hydrostatique
 - 3 lots de 5 éprouvettes conservées pendant 7 jours à 18°C:
 - dans l'air à (50 ± 10) % d'HR
 - dans l'eau
 - dans une solution d'eau saturée en fondant routier : 400 g de sel pour 1L d'eau courante
 - Début de l'immersion par mise sous vide à 47kPa : 1h air + 2h en immersion
- Détermination de la résistance à la compression simple :
 - **R** : lot conservé dans l'air
 - **r** : lot conservé dans l'eau
 - **r_s** : lot conservé dans l'eau salée

Démarche suivie

- Choix des matériaux : **fondant routier**
- Cliquez pour modifier les styles du texte
- du masque
- salins de l'Aude à Gruissan utilisé par les services de VH
- Deuxième niveau
- conforme à la norme NF 98-180
- Troisième niveau
- 97,8 % de NaCl et 0,56 % de SO_4^{2-}
- Quatrième niveau
- Cinquième niveau
- Granulométrie :

Tamis (mm)	0,200	0,800	2	5
Passant (%)	3,3	24,0	59,5	96,7

Démarche suivie

- **Choix des matériaux :**
 - Cliquez pour modifier les styles du texte
 - du masque
 - **Granulats** alluvionnaires de la Durance
 - **Deuxième niveau**
Filler calcaire de l'Estaque
 - Troisième niveau
 - **Bitumes** routiers usuels Total 20/30 et 50/70 conformes à la norme NF EN 1259 – origine La Mède (13)
 - Quatrième niveau
 - Cinquième niveau



Démarche suivie

- **Choix des matériaux :**
 - **Granulats** alluvionnaires de la Durance (silico-calcaire)
 - **Sable 0/21:** MB = 1,0 g/kg
 - **Gravillon 6,3/10 :** LA = 18 – MDE = 11 - WA₂₄ = 0,5 %
 - **Très bonne adhésivité liant-granat :** 90 à 99 % des surfaces restent recouvertes après selon XP T 66-043
 - **Filler** calcaire de l'Estaque (13)
 - MBf = 1,7 g/kg
- Essai Duriez conforme aux spécifications
- Pas de problème avéré de tenue à l'eau sur site



Démarche suivie

- Choix des matériaux : Enrobé
- Cliquez pour modifier les styles du texte
- BBTM 07/10 B afin d'avoir un fort % de vides
- du masque
- Utilisation de deux bitumes différents pour appréhender
- Deuxième niveau
- Influence de la classe de bitume
- Troisième niveau
- Teneur en liant « faible » : $TL = 5,00\%$ - $K = 3,39$
- Quatrième niveau

Tamis (mm)	0,063	0,250	2	4	6,3	8	10	14
Passant (%)	4,7	9,5	24,6	26,5	28,9	50,5	86,0	100
NF EN 13108-2	4% - 6%		15% - 25%				90% - 100 %	

Résultats obtenus

- Pourcentages de vides
- Cliquez pour modifier les styles du texte
- Lots homogènes
- du masque
- Pas d'écart significatif d'un lot à l'autre et d'une formule à l'autre

Enrobé	BBTM 50/70			BBTM 20/30		
	Air	Eau	Eau salée	Air	Eau	Eau salée
Moyenne <i>m</i>	16,84	16,44	16,60	16,58	16,68%	16,74
Écart-type <i>s</i>	0,005	0,005	0,007	0,006	0,005	0,004
<i>s/m</i> (%)	3,13 %	2,81 %	3,93 %	3,80%	2,89%	2,62%
Étendue	1,4	1,1	1,6	1,6	1,0	1,1
Pesée hydrostatique	9,4 %			9,4 %		

Résultats obtenus

- Pourcentages d'imbibition:
- Cliquez pour modifier les styles du texte du masque
- Homogène pour chaque lot
- Deuxième niveau

Enrobé	BBTM 50/70				BBTM 20/30			
	Eau		Eau salée		Eau		Eau salée	
Conservation	J+1	J+8	J+1	J+8	J+1	J+8	J+1	J+8
Échéance	J+1	J+8	J+1	J+8	J+1	J+8	J+1	J+8
Moyenne <i>m</i>	2,70%	3,28%	3,12%	3,64%	2,72%	3,24%	3,44%	3,64%
Écart-type <i>s</i>	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002
<i>s/m</i> (%)	5,86%	5,45%	4,18%	2,46%	4,79%	4,68%	3,90%	4,99%
Étendue	0,4%	0,4%	0,3%	0,2%	0,3%	0,4%	0,3%	0,4%

Résultats obtenus

- ~~Cliquez pour modifier les styles du texte~~
 - ~~Imbibition augmente avec la durée de conservation dans tous les cas~~
- Deuxieme niveau

Enrobé	Solution	J+1	J+8	Evolution J+1 à J+8
BBTM 50/70	eau	2,7%	3,3%	+ 0,6%
	eau salée	3,1%	3,6%	+ 0,5%
BBTM 20/30	eau	2,7%	3,2%	+ 0,5%
	eau salée	3,4%	3,6%	+ 0,2%
Effet de la solution salée	BBTM 50/70	+ 0,4%	+ 0,4%	
	BBTM 20/30	+ 0,7%	+ 0,4%	

Résultats obtenus

- ~~Résistance à la compression à 18°C (51 épreuves)~~
 ~~Cliquez pour modifier les styles du texte~~

Enrobé	BBTM 50/70			BBTM 20/30		
Conservation	Air R	Eau r	Eau salée r_s	Air R	Eau r	Eau salée r_s
Moyenne m	6,71	4,94	6,13	11,34	8,52	10,43
Écart-type s	0,37	0,13	0,47	0,33	0,41	0,56
s/m (%)	5,6%	2,6%	7,7%	2,9%	4,8%	5,4%
Étendue	1,0	0,4	1,1	0,9	0,9	1,2
r/R		0,74			0,75	
r_s/R		0,91			0,92	
r_s/r		1,24			1,22	

Résultats obtenus

- La résistance à la compression augmente avec la dureté du bitume quel que soit le mode de conservation
- L'altération mécanique est moindre dans l'eau salée
- L'effet « classe du bitume » n'influence pas les valeurs des rapports r/R , r_s/R et r_s/r : effet déjà observé avec ces granulats à l'essai Duriez normalisé confirmé dans l'eau salée

Cliquez pour modifier les styles du texte

du masque

Deuxième niveau

Troisième niveau

Quatrième niveau

Cinquième niveau



Conclusions

- Transposition de l'essai de tenue à l'eau Duriez pour établir un protocole de caractérisation de l'effet des fondants routiers sur un enrobé bitumineux
- Plus forte imbibition du matériau immergé dans l'eau salée
- L'effet d'une eau saturée en sel sur la résistance à la compression à 18°C d'un enrobé est moins nocif que l'effet de l'eau douce
- Effet « classe de bitume » négligeable
- Complète et conforte les résultats déjà existants (CLARE, 2012)
- Essais à 40°C plus discriminants sur la résistance en compression mais problème de validité d'utilisation de notre matériel → forte incertitude
- Mode d'altération du matériau qui doit prendre en compte l'effet du gel et de l'exposition à des températures négatives