

Béton à Granulats Recyclés BGR

Expérimentation sur CNM

Maryline Verbauwheide - Bouygues TP

Jacques Resplendino – Setec

Principaux partenaires

Partenaires	Missions
Oc'Via Construction	Groupement Concepteur et Constructeur
Setec - Lerm	Maître d'œuvre (Setec TPI)
	Caractérisation du granulat recyclé (Lerm)
	Essais de durabilité des bétons (Lerm)
	Suivi dans le temps des bétons (Lerm)
Bouygues TP	Définition de la formulation et coordination du projet " BGR CNM"
Unibeton	Fournisseur du béton BGR
LRM	Fournisseur du granulat recyclé GR
PN Recybéton	Partenaire du projet

L'ouvrage retenu en BGR

Commune de Nîmes
Franchissement du ruisseau de
Valdebane par la véloroute

Pont cadre très biais
100 m³ de béton

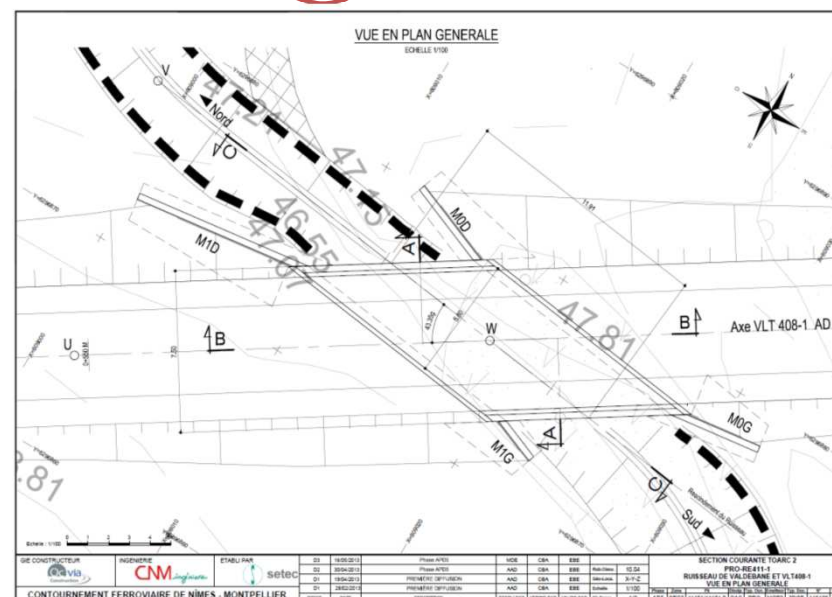
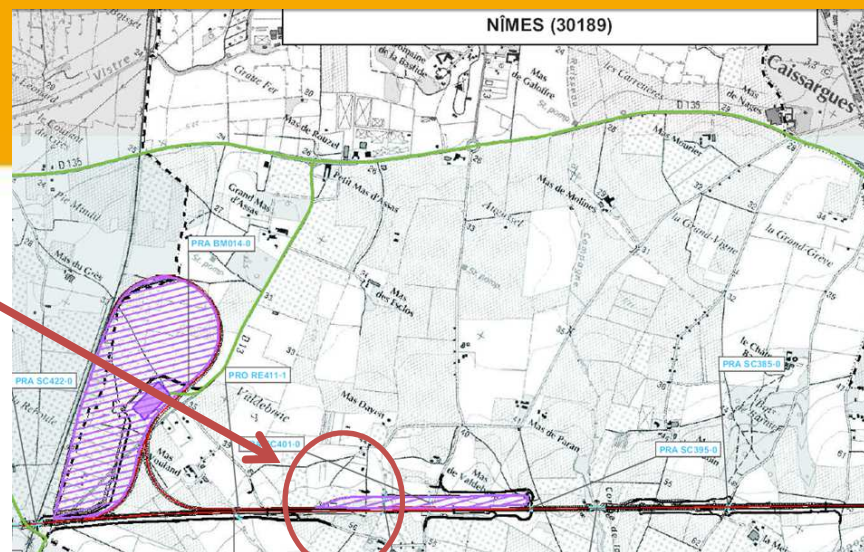
PRO RE 411.1



BGR

Traverse, 1piédroit et 1 mur en retour

42 m³ de béton



Objectifs du projet « BGR CNM »

- Vérifier la faisabilité industrielle et technique d'un béton à base de granulats recyclés , sur un ouvrage du projet CNM
- Evaluer l' impact du dosage en granulat sur certaines caractéristiques techniques du béton :
 - Dosage en GR conforme à la norme (20%)
 - Dosage en GR au delà de la norme (40%)
- Qualifier certaines propriétés de durabilité du béton BGR
- Evaluer la pertinence d'un tel béton en ouvrage d'art .

Déroulement

Partenariat et
Sélection de l'ouvrage

Première réunion
technique

Coulage de l'ouvrage



Février

Mars

Avril

Mai

Juin

Juillet

Août

Sept

Recherche de la ressource
granulat

Mise au point du programme
d'étude

Constitution du stock de
granulats

Essais sur granulat

Epreuves de convenances

Caractérisation des bétons, Essais
de durabilité en laboratoire

Suivi dans le temps
des bétons sur
ouvrage

Fin 2014

2017

AFGC

Oc via⁵

Démarche

Etude /convenance /durabilité

Etude comparative



Témoin / BGR 20%

Témoin / BGR 20% / BGR 40%
(résultats complets durabilité 2015)

mise en œuvre / suivi long
terme sur ouvrage

mise en œuvre / suivi long
terme sur ouvrage



Véloroute en BGR 20%
été 2014

Chantier potentiel en BGR 40%
été 2015

Le granulat de béton recyclé



Carrière LRM (Saturargues)
Proximité de la centrale à béton

Production spécifique de 50 T
Sélection de blocs de béton



6,3/20
type 1

Caractérisation
selon la NF EN12620



Caractéristiques du granulat de bétons recyclés

- 10 d'absorption , teneurs en sulfates et en chlorures)
- Analyse pétrographique sur 3 prise d'essais
- Autres paramètres échantillon moyen

Caractéristiques physiques		
Masse volumique (kg/m ³)	NF EN 1097-6	2350 – 2420
Coefficient d'adsorption (%)	NF EN 1097-6	6,1% - 7,3%
Micro Deval (%)	NF EN 1097-1	29
Los Angeles (%)	NF EN 1097-2	29
Caractéristiques chimiques		
Chlorures (%)	NF EN 1744-1 article 7	<0,01
Sulfates (%)	NF EN 1744-1 article 12	0,34
Soufre total (%)	NF EN 1744-1 article 11	0,14
Matière organique	NF EN 1744-1 article 15-1	Négatif
Sulfates solubles dans l'eau (%)	XP P18-581	0,11 – 0,15
Qualification vis-à-vis de l'alcali réaction		
Alcalins actifs (%)	Méthode LPC n°37	0,0111
Analyse pétrographique	NF EN 932-3	Calcaire
Stabilité dimensionnelle en milieu alcalin	XP P 18-594 Article 5.1	Non réactif

Etude béton

- Cahier des charges formulation
 - C35/45
 - Plasticité S4
 - Environnement XF1 – XA1
 - $E_{eff}/C = 0,45$
- Substitution de 20% des gravillons

Constituants (kg/m ³)	Témoin	20% GBR
CEM I 52.5 N SR3 CE PM (Calcia)	320	320
Laitier moulu (Ecocem)	60	60
Sable 0/4 SCL (montfrin GSM)	850	850
Gravillon 6,3/16 RL (montfrin GSM)	450	270
Gravillon 11,2/22,4 c (caveirac GSM)	450	450
Gravillon 6,3/20 recyclé (Irm)	-	180
CIMPLAST 115	0,76	0,76
SIKA PLAST TECHNO 80	2,66	2,66
Eau totale	190	190
Eeff/Liant équivalent	0,44	0,44

Résultats sur béton

Etude laboratoire

FORMULE	TEMOIN	BGR 20%	BGR 40%
BETON FRAIS			
Slump à T0 (mm)	230	225	235
Slump à T60 (mm)	225	220	235
Slump à T120 (mm)	190	215	220
Masse volumique (kg/m3)	2.356	2.340	2323
Air occlus %	2%	2.9%	2.1%
BETON DURCI (Mpa)			
RC 7 jours	44	38	40.9
RC 14 jours	–	47	47.2
RC 28 jours	55	57	54.6
RT 28 jours	4.0	3.8	3.6

Résultats sur béton

Convenance

FORMULE	REFERENCE	BGR 20%	BGR 40%
Date	20-nov-13	22-mai-14	22-mai-14
Caractéristiques sur béton frais			
Slump à T0 (mm)	200	220*	200
Slump à T60 (mm)	210	190	170
Slump à T90 (mm)	210	150	170
Slump à T120 (mm)	200	60	160
Text °C	8	17	18
Tbéton°C	23	25	25
Masse volumique (kg/m3)	2.359	2.368	2.347
Caractéristiques sur béton durci (Mpa)			
RC 1 jour (UB/ABC)	–	17/18	–
RC 7 jours (UB/ABC)	42.1	43/46	40.5
RC 14 jours (UB/ABC)	–	50/55	46.6
RC 28 jours (UB/ABC)	59.3	56/58	51.8

Résultats sur béton

Indicateurs de durabilité et retrait

DURABILITE	Témoin	BGR 20%	BGR 40%
Porosité accessible à l'eau NF P 18-459 (%)	12,8	14,6	14,4
Perméabilité à l'oxygène (10^{-18} m^2)	/	213	149
Coefficient de diffusion des ions chlorure ($10^{-12} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$)	/	9,6	8,3
Carbonatation accélérée	/	2 mm à 14 j	0 mm à 56 j
Test de performance RAG NF P18 454 (%)	/	en cours	en cours
Retrait total ($\mu\text{m/m}$) à 90J	468	541	573
Retrait endogène ($\mu\text{m/m}$) à 90J	19	95	129

Résultats sur béton

Indicateurs de durabilité et retrait

DURABILITE	Témoin	BGR 20%	BGR 40%	BGR 20% toupies	AP Nouveau fasc 65
Porosité accessible à l'eau NF P 18-459 (%)	12,8	14,6	14,4	14,3	14,5
Perméabilité à l'oxygène (10^{-18} m^2)	/	213	149	/	200
Coefficient de diffusion des ions chlorure ($10^{-12} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$)	/	9,6	8,3	/	-
Carbonatation accélérée	/	2 mm à 14 j	0 mm à 56 j	/	-
Test de performance RAG NF P18 454 (%)	/	en cours	en cours	/	-
Retrait total ($\mu\text{m/m}$) à 90J	468	541	573	521	-
Retrait endogène ($\mu\text{m/m}$) à 90J	19	95	129	111	-
Retrait de séchage à 90 J	449	446	444	410	

Véloroute 20% BGR



Véloroute BGR 20%



Véloroute BGR 20%



Conclusion

Points positifs

- Aucun impact technique à l' usage du GR dans des bétons de type XF1 XA1
- Caractéristiques de durabilité similaires au béton témoin
- Carrière de recyclage à proximité de la centrale et du chantier
- Parement béton équivalent au témoin La fabrication, le transport et la mise en œuvre n'ont pas posé de problèmes particuliers
- Aucune opération spécifique de pré-humidification des granulats n'a été nécessaire

Conclusion

Axes d' amélioration

- Difficulté à doser en centrale à béton 20% de GR (hors tolérances)

Travaux en cours

- Réalisation du véloroute BGR 40% et bâtiment BGR 100% en 2015 et 2016
- Etude économique
- Suivi durabilité sur l'ouvrage (échéances 1 et 3 ans minimum)

Merci

