

ERASMUS

Réhabilitation d'une section de déviation d'agglomération



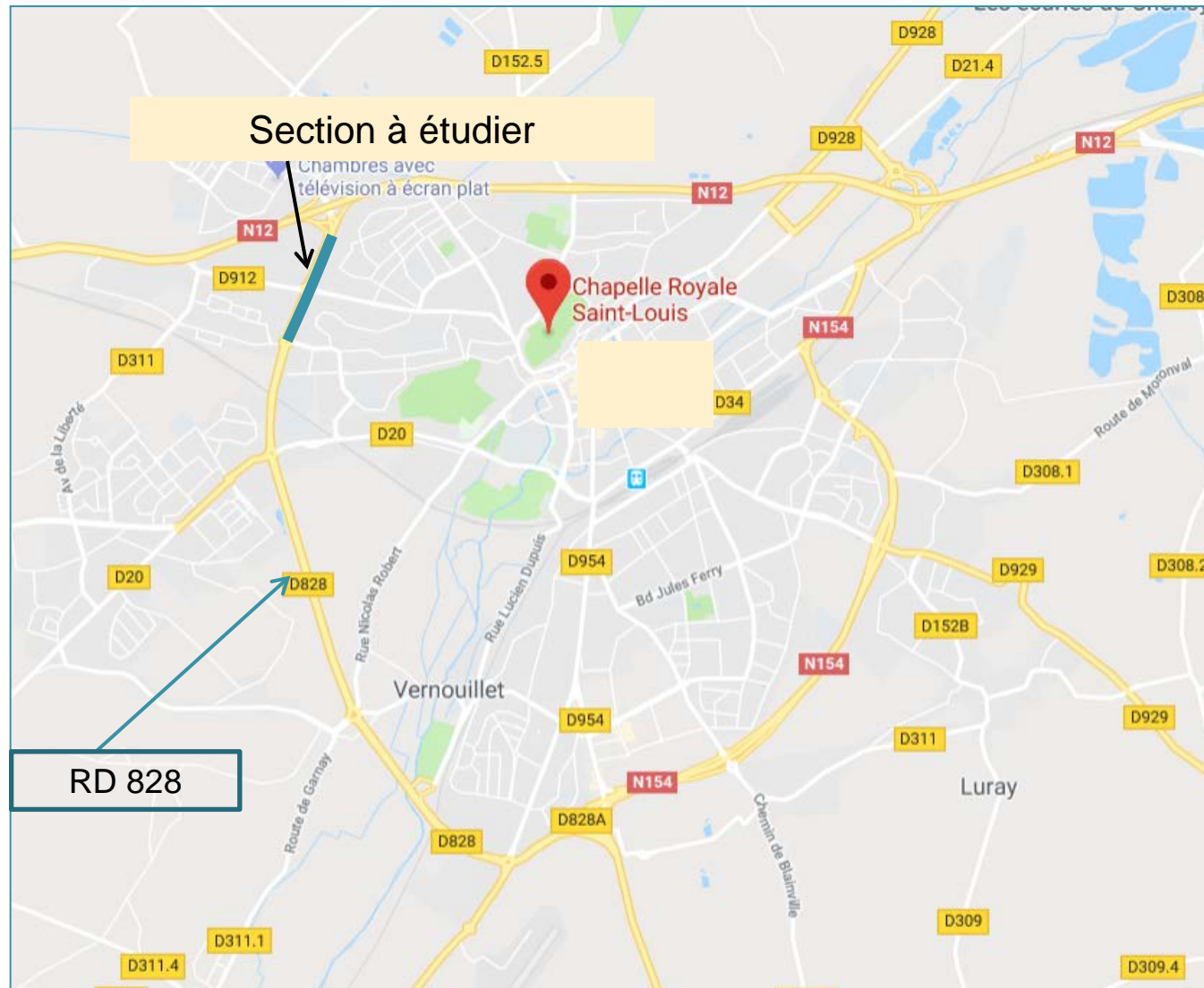
20ème forum - 14 & 15 juin 2018



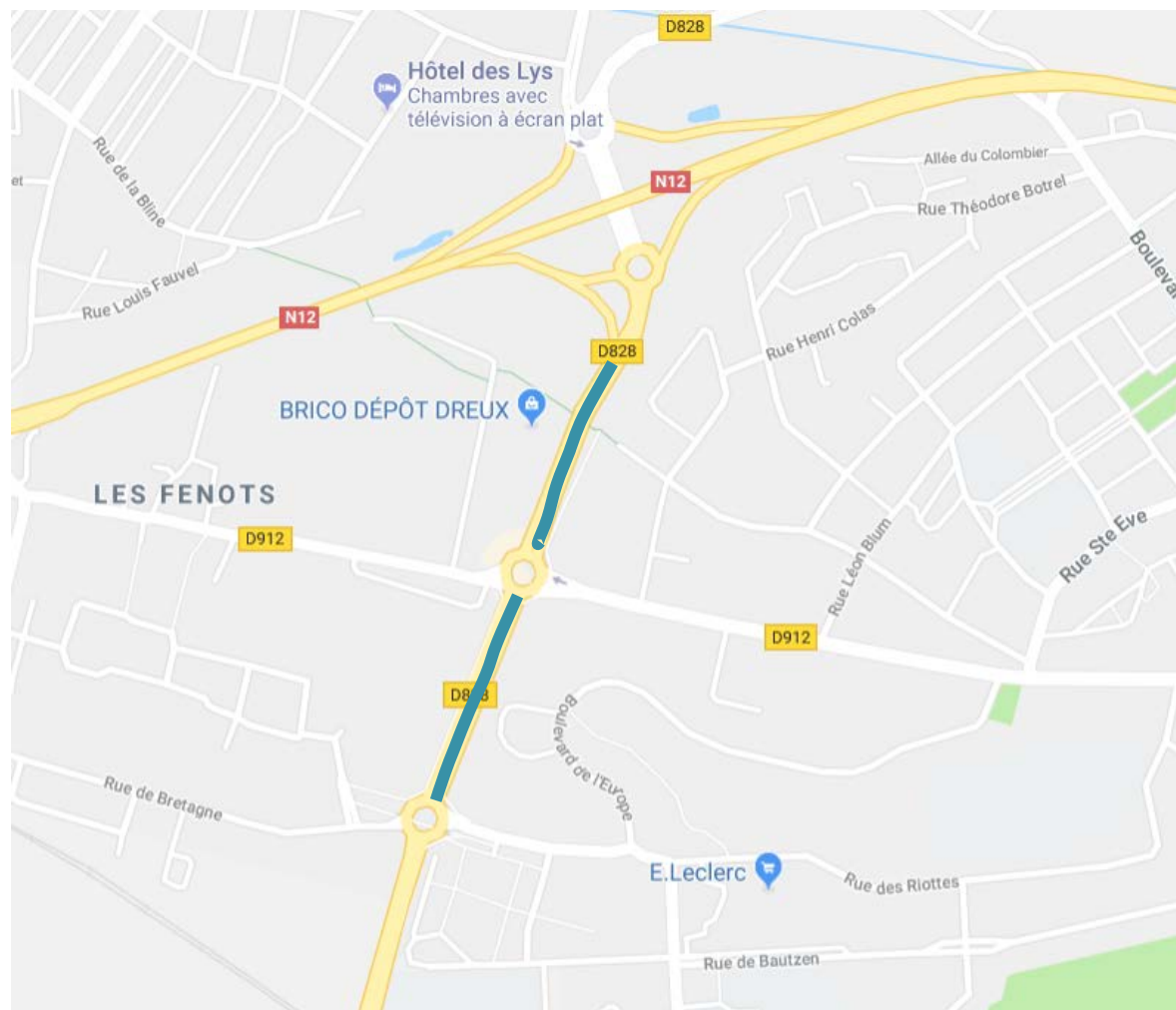
CAS DE LA RD 828

Situation de la RD 828

Rocade de contournement d'agglomération



Situation de l'étude



Le contexte de la RD 828

- Chaussée 2 x 2 voies
- Partie de rocade du contournement
- Chaussée construite en 1988
- Trafic 2018 : 11800 V/j (sens +)
- Section de 895 m à étudier
- Largeur actuelle : 7,60 m
- Nombreuses réparations voie lente
- Assainissement : chaussée bordurée, présence d'assainissement

RD 828 : Dégradations



RD 828 : Dégradations



RD 828 : Dégradations



RD 828 : Dégradations



RD 828 : Dégradations



RD 828 : Dégradations



RD 828 : Dégradations



RD 828 : Dégradations



RD 828 : Dégradations



RD 828 : Dégradations



Dégradations

- Faïençage sur voie lente avec remontées de boues blanches : 15%
- Fissures transversales : 5/100m
- Fissures longitudinales : 2%

Dégradations

- Nombreuses réparations sur voie lente : fraisage sur 14cm et mise en œuvre de 8cm GB classe3 et 6cm de BBSG classe3

Déflexion

- Réalisée en février 2017
- Type d'appareil : Flash
- Valeur des pics : 85/100
- Valeur écrétée : 30/100

Trafic

Mesuré en 2017 :

- 11 800 v/jour sur le sens étudié
- 13% de PL soit 1 534 PL/jour
 - 80% de PL sur la voie lente : 1 227 PL/jour
 - 20% de PL sur voie rapide : 307 PL/jour

Cahier des charges

- Durée de vie : 15 ans
- Matériaux bitumineux en couche de base
- BBSG en couche de roulement
- Contrainte de seuil : pas de surélévation
- Indice de gel : 115 degrés/jour

Résultats

- La structure a été définie à partir des éléments figurant dans la base de données
- L'état des matériaux résulte d'hypothèses de la maîtrise d'œuvre :
 - Sur la grave bitume
 - Sur la grave laitier
 - Constatations faites en faisant appel à la mémoire des agents chargés des différents entretiens

Structure de chaussée

Général

Nom: Localisation:

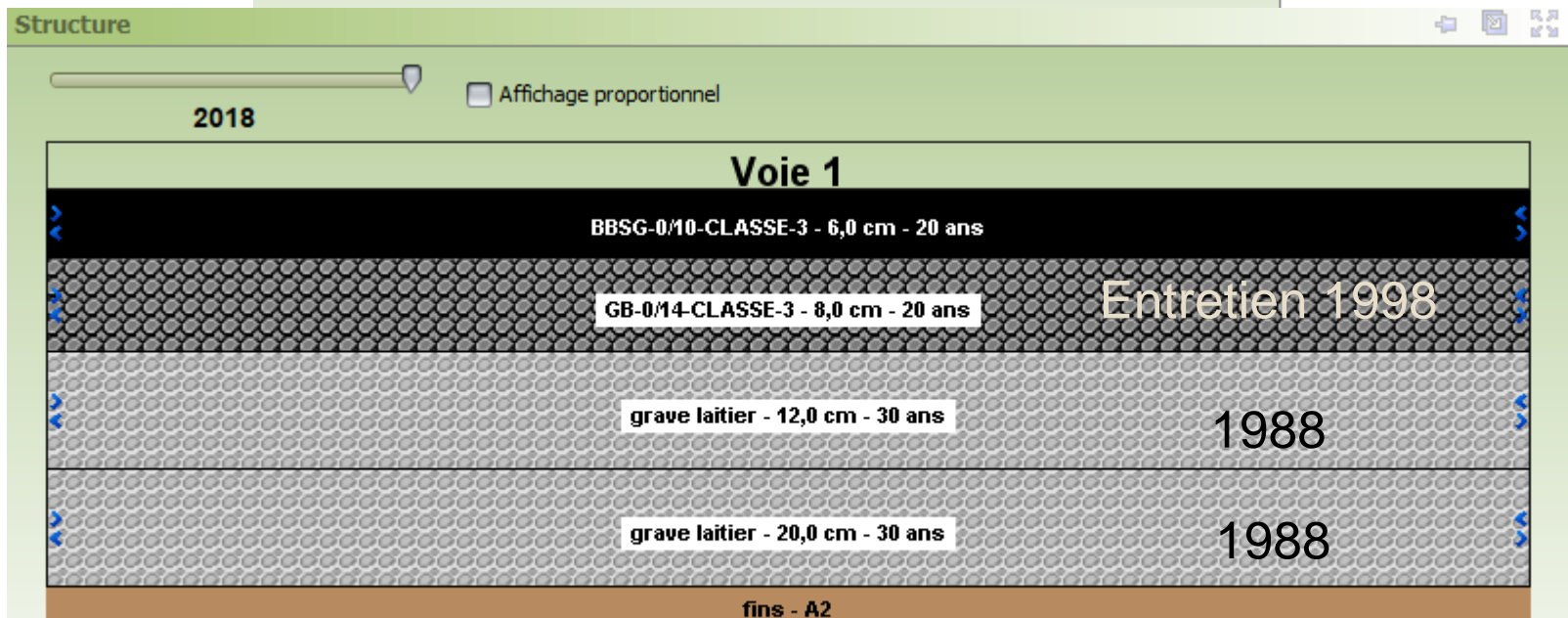
pr:

Latitude: abs:

Longitude:

Voie:

Position dans voie:



Etat des matériaux

Courant: Essai (Carottage)

6 bbsg-0/10-C3 (20)

8 gb-0/14-C3 (20)

12 grave-laitier (30)

20 grave-laitier (30)

Année 2018

☐ Mode avancé

BBSG-0/10-CLASSE-3 - 6,0 cm - 20 ans

Décollement Non

Sous épaisseurs

Etat

0 < 6.0 <= 6.0

Courant: Essai (Carottage)

6 bbsg-0/10-C3 (20)

8 gb-0/14-C3 (20)

12 grave-laitier (30)

20 grave-laitier (30)

Année 2018

☐ Mode avancé

GB-0/14-CLASSE-3 - 8,0 cm - 20 ans

Décollement Oui

Sous épaisseurs

Etat

0 < 8.0 <= 8.0 Fracturé

Etat des matériaux

Courant: Essai (Carottage)

6 bbsg-0/10-C3 (20)

8 gb-0/14-C3 (20)

12 grave-laitier (30)

20 grave-laitier (30)

Année 2018

☐ Mode avancé

grave laitier - 12,0 cm - 30 ans

Décollement

Sous épaisseurs

0 < 12.0 <= 12.0

Etat

Désagré

Courant: Essai (Carottage)

6 bbsg-0/10-C3 (20)

8 gb-0/14-C3 (20)

12 grave-laitier (30)

20 grave-laitier (30)

Année 2018

☐ Mode avancé

grave laitier - 20,0 cm - 30 ans

Décollement

Sous épaisseurs

0 < 20.0 <= 20.0

Etat

Médiocre

Diagnostic

☒ Détail ☐ Colonnes

Solution 1	Fatigue	Fluage	Dégâts dus au gel	Fissuration thermique	Fissuration de Retrait	Transfert de charges	Défaut d'Interface	Décohésion	Drainage
Section Trafic: 1227. PL/jour: t0 Déflexion calculée (2018) 38 mm/100 Calage mécanique (2017) Déflexion calculée: 37 mm/100 Valeur de calage: 37 mm/100	Synthèse experte fort(e)	Synthèse experte non	Analyse de surface non Analyse rationnelle moyen(ne) Synthèse experte non	Synthèse experte non	Synthèse experte fort(e)	Synthèse experte fort(e)	Synthèse experte fort(e)	Synthèse experte fort(e)	Synthèse experte mauvais
bbsg-0/10-C3 BBSG-0/10-CLASSE-3 (1998) 6 cm, 20 an(s), collé 4900 MPa / 6. cm	Analyse de surface très fort Analyse rationnelle très fort(e) Synthèse experte fort(e)	Synthèse experte non	Analyse rationnelle non Synthèse experte non	BBSG-0/10-CLASSE-3 (1998)	6.0 cm	4900.0 MPa	n= 0.35	ept= 167.3 10-6	Collage
				GB-0/14-CLASSE-3 (1998)	8.0 cm	1000.0 MPa	n= 0.35	ept= 417.9 10-6	Glissement
				Grave laitier (1988)	12.0 cm	300.0 MPa	n= 0.25	sigt= 0.1 MPa	Collage
				Grave laitier (1988)	20.0 cm	3000.0 MPa	n= 0.25	sigt= 0.4 MPa	Collage
gb-0/14-C3 GB-0/14-CLASSE-3 (1998) 8 cm, 20 an(s), décollé 1000 MPa / 8. cm	Analyse rationnelle très fort(e) Synthèse experte fort(e)		Analyse rationnelle non Synthèse experte non	Sol A2 D = 38 mm/100 RC = 173 m	600.0 cm	163.0 MPa	n= 0.35	epz= 358.3 10-6	Collage
						10000.0 MPa	n= 0.35		Collage
gl-p Grave laitier (1988) 12 cm, 30 an(s), collé 300 MPa / 12 cm désagrégé	Analyse rationnelle non Synthèse experte non	X	Analyse rationnelle non Synthèse experte non	X	Analyse de surface fort Analyse rationnelle fort(e) Synthèse experte fort(e)	Analyse de surface très fort Analyse rationnelle fort(e) Synthèse experte fort(e)		Analyse de surface moyen Analyse rationnelle très fort(e) Synthèse experte fort(e)	X
gl-p Grave laitier (1988) 20 cm, 30 an(s), collé 3000 MPa / 20 cm médiocre	Analyse rationnelle très fort(e) Synthèse experte fort(e)	X	Analyse rationnelle faible Synthèse experte faible	X					X
Sol 163 MPa	Analyse de surface très fort Analyse rationnelle non Synthèse experte non	X	Analyse rationnelle moyen(ne) Synthèse experte moyen(ne)	X	X	X	X	X	X

Conceptions répondant au cahier des charges

Conceptions Elargissements

+ Créer conception

Conception 1

BBSG-0/10-CLASSE-3 - 6,0 cm

EME-0/14-CLASSE-2 - 10,0 cm

EME-0/14-CLASSE-2 - 12,0 cm

Fraisage - 28,0 cm

Structure actuelle

Conception 2

BBSG-0/10-CLASSE-3 - 6,0 cm

GB-0/14-CLASSE-3 - 12,0 cm

GB-0/14-CLASSE-3 - 12,0 cm

Fraisage - 30,0 cm

Structure actuelle

Conception 3






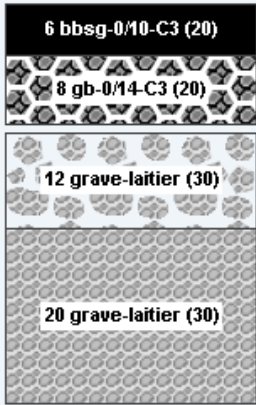
BBSG-0/10-CLASSE-3 - 6,0 cm

GB-0/14-CLASSE-3 - 10,0 cm

Fraisage - 16,0 cm

Structure actuelle

Résultats

<p>Vue détaillée</p> <p> Vue panoramique</p> <p>Rive Gauche </p> <p> Export Xls  Export Synthèse Pdf</p> <p> Export Détail Pdf</p>	<p>C1-rive_G 3+326 30mm/100</p> 
<p>2018: BBSG-0/10-CLASSE-3 (6.0 cm) 2018: GB-0/14-CLASSE-3 (10.0 cm) 2018: Fraisage (16.0 cm)</p>	<p>Fraisage (2018) Epaisseur non permise 16. cm [0;2.][27.;36.]</p>
<p>2018: BBSG-0/10-CLASSE-3 (6.0 cm) 2018: EME-0/14-CLASSE-2 (10.0 cm) 2018: EME-0/14-CLASSE-2 (12.0 cm) 2018: Fraisage (28.0 cm)</p>	<p>Dégâts dus au gel de Section gravite/calcul</p>
<p>2018: BBSG-0/10-CLASSE-3 (6.0 cm) 2018: GB-0/14-CLASSE-3 (12.0 cm) 2018: GB-0/14-CLASSE-3 (12.0 cm) 2018: Fraisage (30.0 cm)</p>	<p>Dégâts dus au gel de Section gravite/calcul</p>

Pas de solution

Examen des résultats de l'étude

- Forte suspicion sur l'état réel des matériaux probablement différents des hypothèses (GB et GL)

Guide diagnostic et conception


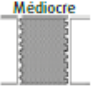
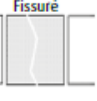



Fiche 4 – Structures à assise traitée aux liants hydrauliques
Problème d'interface à la partie supérieure du MTLH

Classes fissures transversales		FT 1	FT 2	FT 3
Nbre de fissures transversales / 100 m	graves	≤ 2	> 2	
	très graves	0	≤ 2	> 2

Localisation des fissures/faïençage		Niveau de gravité	Classe de fissuration/faïençage				
Σ % de (FL + Fai)	Dans les bandes de roulement	Significatif	F1	F2	F3	F4	F5
		Grave	< 5 %	< 5 %	5 à 10 %	10 à 30 %	> 30 %
	Non spécifique aux bandes de roulement	Grave	< 2 %	< 2 %	2 à 5 %	5 à 10 %	> 10 %
		Grave	< 20 %	> 20 %			

Classe de déflexion									
Seuils de déflexion caractéristique en 1/100° mm	de 0 à 19	de 20 à 29	de 30 à 44	de 45 à 74	de 75 à 99	de 100 à 149	de 150 à 199	de 200 à 299	≥ 300
Classe de déflexion attendue pour ce type de pathologie									
Épaisseur de MTLH > 0,35 m	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
Épaisseur de MTLH ≤ 0,25 m	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9

Classe de rayon de courbure						
Seuils des rayons caractéristiques à 20 % en m	< 200	200 à 399	400 à 799	800 à 1 199	1 200 à 1 599	≥ 1 600
Classe de rayon de courbure attendue pour ce type de pathologie						
Épaisseur de MTLH > 0,35 m	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Épaisseur de MTLH ≤ 0,25 m	R1	R2	R3	R4	R5	R6

Classification des matériaux des sous-couches					
		Qualité de la carotte			
		Saine	Médiocre	Fissurée	Fragmentée
Qualité de la paroi	Lisse	 Sain sauf en partie supérieure du MTLH	 Médiocre	 Fissuré	Non rencontré
	Granulats arrachés	Non rencontré	 Mauvais	 Mauvais	Fragmenté
					 Desagregé En partie supérieure du MTLH

Classification de la qualité des interfaces	
Collée	Bon accrochage, bonne liaison
Semi-collée	Liaison détruite au carottage (surface brillante de l'interface) Paroi lisse au niveau de la liaison
Decollée	Paroi avec formation d'une cavité au niveau de la liaison et/ou érosion des bords des deux couches concernées et/ou présence de pollution au niveau de l'interface Matériau désagregé en place près de l'interface entre deux couches liées

Hypothèses : Etat des matériaux

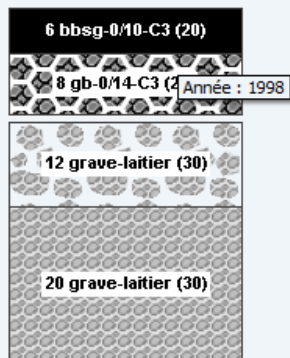
nature de la couche en place	carotte 1	carotte 1 bis	carotte 1 ter	carotte 2
GB sur 8 cm	fracturée et décollée	fissurée et décollée	fissurée et décollée	fissurée et décollée
GL sur 12 cm	désagrégée	fracturée	fissurée	médiocre
GL sur 20 cm	médiocre	médiocre	médiocre	médiocre

Étude : Variation de l'état des matériaux

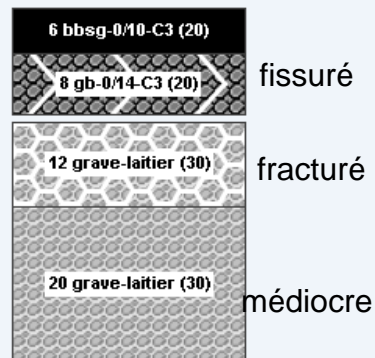
Detail de l'étude

+ Créer un cas  Vue panoramique

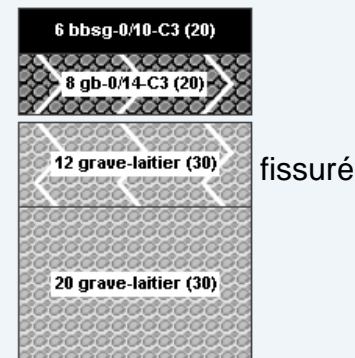
C1: 3+326 30mm/100-rive_G



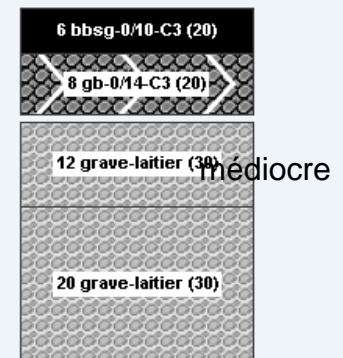
Copie de C1 bis: 3+330 30mm/100-rive_G



C1 ter: 3+335 30mm/100-rive_G



C2: 3+340 30mm/100-rive_G



Résultats

Vue détaillée

Vue panoramique

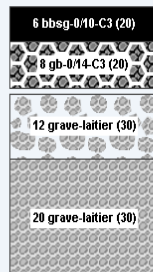
Toutes les positions

Export Xls

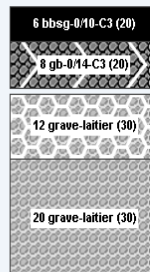
Export Synthèse Pdf

Export Détail Pdf

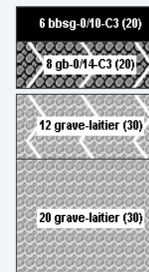
C1-rive_G
3+326 30mm/100



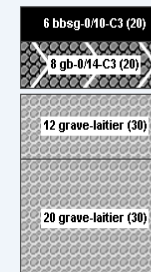
Copie de C1 bis-rive_G
3+330 30mm/100



C1 ter-rive_G
3+335 30mm/100



C2-rive_G
3+340 30mm/100



2018: BBSG-0/10-CLASSE-3 (6.0 cm)
2018: GB-0/14-CLASSE-3 (10.0 cm)
2018: Fraisage (16.0 cm)

10 GB +BBSG

Fraisage (2018)
Epaisseur non permise 16. cm
[0;2,][27;36.]

Fraisage (2018)
Epaisseur non permise 16. cm
[0;10,][26;36.]

> 50 ans
gb-0/14-C3 D= 0.00 (2%)

> 50 ans
gb-0/14-C3 D= 0.00 (2%)

2018: BBSG-0/10-CLASSE-3 (6.0 cm)
2018: EME-0/14-CLASSE-2 (10.0 cm)
2018: EME-0/14-CLASSE-2 (12.0 cm)
2018: Fraisage (28.0 cm)

22EME+6BBSG

Dégâts dus au gel de Section
gravite/calcul

Dégâts dus au gel de Section
gravite/calcul

Dégâts dus au gel de Section
gravite/calcul

Dégâts dus au gel de Section
gravite/calcul

2018: BBSG-0/10-CLASSE-3 (6.0 cm)
2018: GB-0/14-CLASSE-3 (12.0 cm)
2018: GB-0/14-CLASSE-3 (12.0 cm)
2018: Fraisage (30.0 cm)

24GB+BBSG

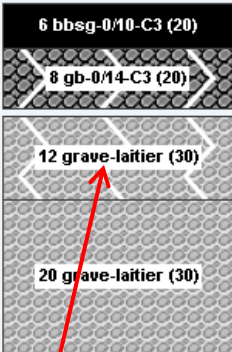
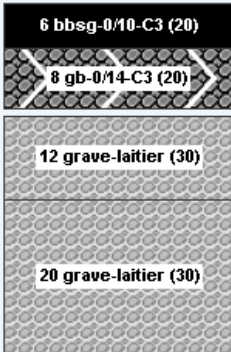
Dégâts dus au gel de Section
gravite/calcul

Dégâts dus au gel de Section
gravite/calcul

Dégâts dus au gel de Section
gravite/calcul

Dégâts dus au gel de Section
gravite/calcul

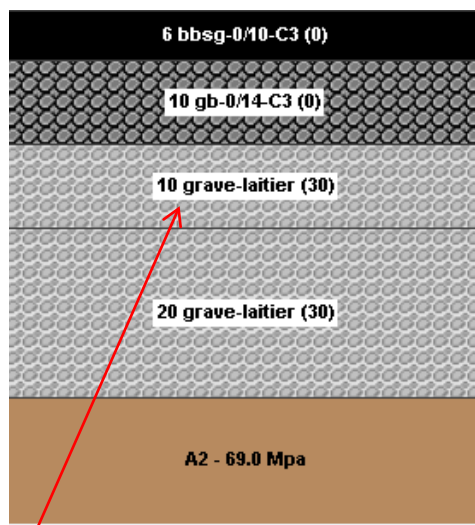
Résultats

		<p>C1 ter-rive_G 3+335 30mm/100</p> 				<p>C2-rive_G 3+340 30mm/100</p> 		
n		<p>> 50 ans gb-0/14-C3 D= 0.00 (2%)</p>				<p>> 50 ans gb-0/14-C3 D= 0.00 (2%)</p>		
	bbsg-0/10-C3 (2018)	6.0 cm	7000.0 MPa	n= 0.35	Compression	Collage		
	gb-0/14-C3 (2018)	10.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 0.6 10 ⁻⁶ (Adm = 66.5 10 ⁻⁶) sigt= 0.192576 MPa (Adm = 2 MPa)	Collage	<u>b</u> =0.2 <u>Kr</u> = 0.691 <u>Sn</u> =0.3	<u>E6</u> =90 <u>Kc</u> = 1.3 <u>Sh</u> =2.5 <u>Ri</u> =2 <u>Ks</u> =1.000
	Grave laitier (1988)	10.0 cm	20000.0 MPa	n= 0.25	sigt= 0.6 MPa	Collage		
	Grave laitier (1988)	20.0 cm	3000.0 MPa	n= 0.25	sigt= 0.2 MPa	Collage		
	Sol A2 D = 25 mm/100 RC = 1870 m	600.0 cm	61.0 MPa	n= 0.35	epz= 164.7 10 ⁻⁶ (Adm = 433.9 10 ⁻⁶)	Collage	<u>A</u> = 22500 <u>alpha</u> = 0.244 <u>SGt</u> <u>QPF</u> = 0.00 <u>Qg</u> = 0.00 <u>Qtrans</u> = 1.8	
			10000.0 MPa	n= 0.35		Collage		

C1 ter

Résultats

C2



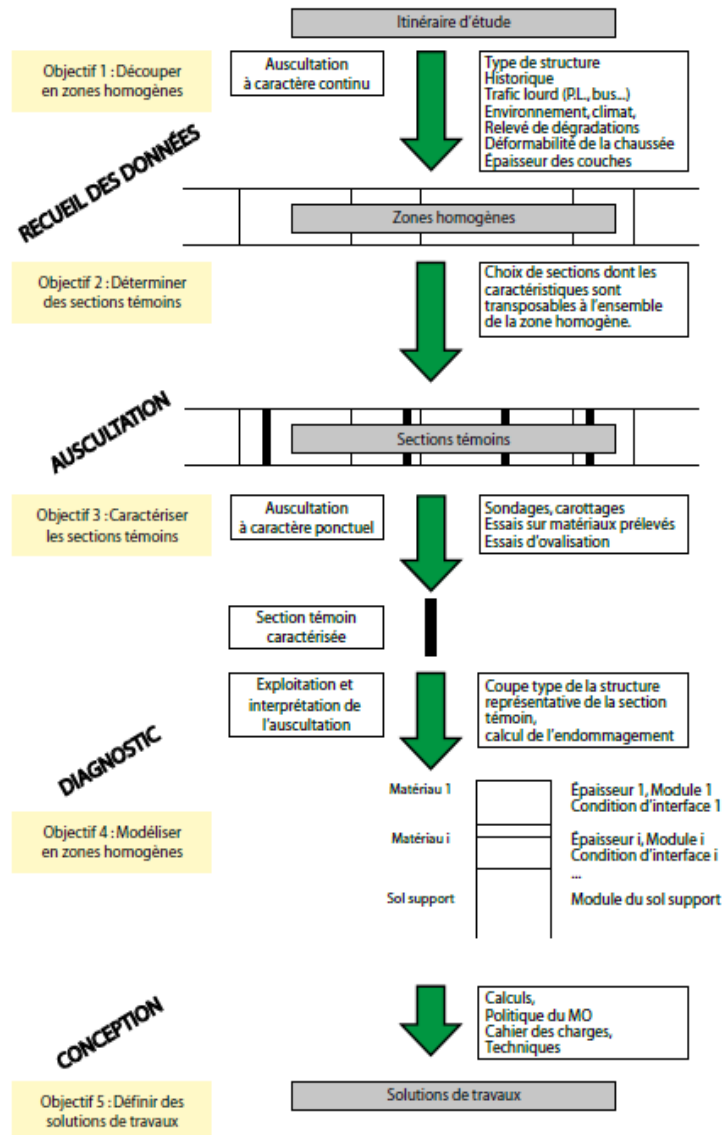
bbsg-0/10-C3 (2018)	6.0 cm	7000.0 MPa	n= 0.35	Compression	Collage	
gb-0/14-C3 (2018)	10.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= 7.9 10-6 (Adm = 66.5 10-6) sigt= 0.0657598 MPa (Adm = 2 MPa)	Collage	$\underline{b}=0.2$ $\underline{E6}=90$ $\underline{Ri}=2$ $\underline{Kr}= 0.691$ $\underline{Kc}= 1.3$ $\underline{Ks}=1.4$ $\underline{Sn}=0.3$ $\underline{Sh}=2.5$
Grave laitier (1988)	10.0 cm	10000.0 MPa	n= 0.25	sigt= 0.3 MPa	Collage	
Grave laitier (1988)	20.0 cm	3000.0 MPa	n= 0.25	sigt= 0.2 MPa	Collage	
Sol A2 D = 24 mm/100 RC = 1637 m	600.0 cm	69.0 MPa	n= 0.35	epz= 167.8 10-6 (Adm = 433.9 10-6)	Collage	$\underline{A}= 22500$ $\underline{\alpha}= 0.244$ \underline{SGt} $\underline{QPF}= 0.00$ $\underline{Qq}= 0.00$ $\underline{Qtrans}= 1.8$
		10000.0 MPa	n= 0.35		Collage	

Le constat - Les suites

- Les données de l'étude sont imprécises
- Il est nécessaire de les compléter pour avoir des solutions pertinentes et fiables
- Informer le client
- Assister le client en précisant la démarche à mettre en œuvre (se reporter au guide de renforcement des chaussées)
- Reprendre l'étude au vu des données recueillies

Rappel de la démarche

Synoptique de la démarche de renforcement de chaussées



1 Principes de l'auscultation des chaussées

L'auscultation doit permettre de déterminer des propriétés des couches de chaussées à partir de mesures. Elle a pour objectif d'apporter des éléments d'information nécessaires aux décisions à prendre en matière d'entretien⁽¹⁾.

L'auscultation se décompose en trois phases (Figure 6) :

- phase 1, on recueille des informations globales ou à caractère continu sur l'itinéraire ;
- phase 2, on découpe l'itinéraire étudié en zones homogènes ;
- phase 3, on cherche à préciser le comportement des zones homogènes par des analyses plus fines sur des sections témoins extraites des zones homogènes (selon leur longueur). On applique à ces sections témoins un programme d'investigations complémentaires détaillées, afin de connaître les propriétés et les défauts des couches de la chaussée. Dans un second temps, on vérifie que le résultat de la section témoin est bien transposable à l'ensemble de la section homogène.

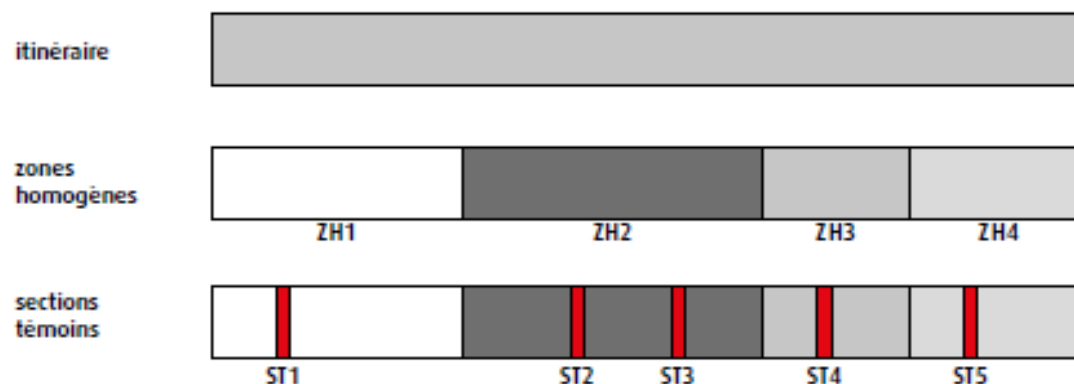


Figure 6 - Les trois phases de l'auscultation

3.3 - Prédécoupage à partir des déflexions

Deux méthodes sont disponibles pour réaliser ce premier prédécoupage en sections élémentaires :

- automatiquement, selon le mode opératoire D1 de la méthode d'essai LPC n° 39 ou la méthode décrite dans [92] ;
- visuellement, par rapport aux valeurs caractéristiques du comportement : déflexion caractéristique.

Dans ce second cas, le schéma itinéraire est découpé en sections élémentaires de longueur constante (généralement 100 m) auxquelles on affecte la classe de déflexion (D_i) correspondante sous la forme d'un code graphique ou d'un code couleur.

Dans le cas particulier des chaussées à assise traitée aux liants hydrauliques, le découpage en zones de comportements différents devra prendre en compte la densité des pics de déflexion, c'est-à-dire le pourcentage de déflexions supérieures à un seuil et la déflexion moyenne (Figure 19).

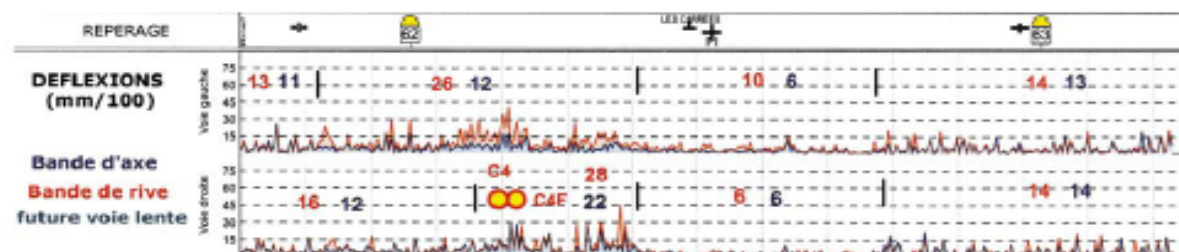


Figure 19 - Zones homogènes avec et sans pics

3.4 - Prédécoupage à partir du rayon de courbure

Le schéma itinéraire est découpé en sections élémentaires de longueur constante (généralement 200 m) auxquelles on affecte la classe de rayon (R_i) correspondante sous la forme d'un code graphique ou d'un code couleur.

3.5 - Prédécoupage à partir d'autres mesures en continu

Dans le cas où d'autres mesures en continu ont été réalisées sur l'itinéraire (RADAR, APL, TUS...), le schéma itinéraire est découpé en sections élémentaires de longueur constante (généralement 100 m) auxquelles on affecte la classe de données correspondante, sous la forme d'un code graphique ou d'un code couleur.

3.6 - Détermination et caractérisation des zones homogènes

L'analyse synoptique des sections élémentaires en situation et données d'historique, dégradations, déflexions et rayons de courbure permet de définir des zones homogènes (Figure 20). Réalisé de façon fine dans un premier temps, cet exercice d'analyse doit être poursuivi par une étape d'agrégation des sections élémentaires pour disposer d'un nombre raisonnable de zones homogènes décrivant l'itinéraire (typiquement 1 à 4 par étude, de longueur minimale de 200 m, hors purge). Les extrémités de ces zones peuvent être redéfinies plus finement principalement en fonction des dégradations, des déflexions et des rayons de courbure individuels.

3

Phase 2 - Découpage de l'itinéraire en zones homogènes Implantation des sections témoins

Une zone homogène fait référence à des données de situation (agglomération ou rase campagne), d'historique (structure, trafic, date de réalisation) et à des caractéristiques de la chaussée identiques.

Le découpage en zones homogènes doit être réalisé à partir de prédécoupages issus :

- des données de situation et des données d'historique ;
- des dégradations ;
- des déflexions ;
- éventuellement, des rayons de courbure mesurés, conformément aux classes prédéfinies précédemment (§ 2.5 ; 2.6 ; 2.7 ; tableaux 3 à 7).

3.2 - Prédécoupage à partir des dégradations

Il s'effectue visuellement sur le schéma itinéraire. Celui-ci est découpé en sections élémentaires de longueur constante (généralement 100 m) auxquelles on affecte la classe de dégradation correspondante (Fi, ORNi, AFFi, FTi) sous la forme d'un code graphique ou d'un code couleur en fonction de la gravité.

Exemple :

- **pour les chaussées souples traditionnelles, inverses et bitumineuses épaisses**, les dégradations les plus importantes à prendre en compte pour le prédécoupage en sections élémentaires sont dans l'ordre :
 - orniérage à grand rayon et affaissements,
 - faïençage et fissurations sur bandes de roulement ;
- **pour les chaussées à assise traitée aux liants hydrauliques et mixtes**, les dégradations les plus importantes à prendre en compte pour le prédécoupage en sections élémentaires sont dans l'ordre :
 - les fissures transversales : leur nombre et leur gravité (nombre par pas de 100 m). Une visualisation des fissures transversales par empilement permet un découpage plus aisé (Figure 20),
 - le faïençage et la fissuration dans les bandes de roulement, la fissuration longitudinale en axe de voie et hors bandes de roulement.

Nota :

pour les structures inverses, les fissures transversales peuvent également être une dégradation déterminante à prendre en compte dans le prédécoupage.

Conclusions

- Nécessité de faire procéder à plusieurs carottages, voie lente et voie rapide, pour :
 - Confirmer la structure en place
 - Préciser les épaisseurs des différentes couches
 - Caractériser les interfaces
 - Préciser l'état des matériaux
- Faire un relevé de dégradations
- Procéder à un relevé photographique géolocalisé
- Reprendre l'étude avec les données recueillies

Merci de votre attention

