

ERASMUS

Solution de base dans une consultation ouverte aux variantes



Forum des 11-12 -13 juin 2025



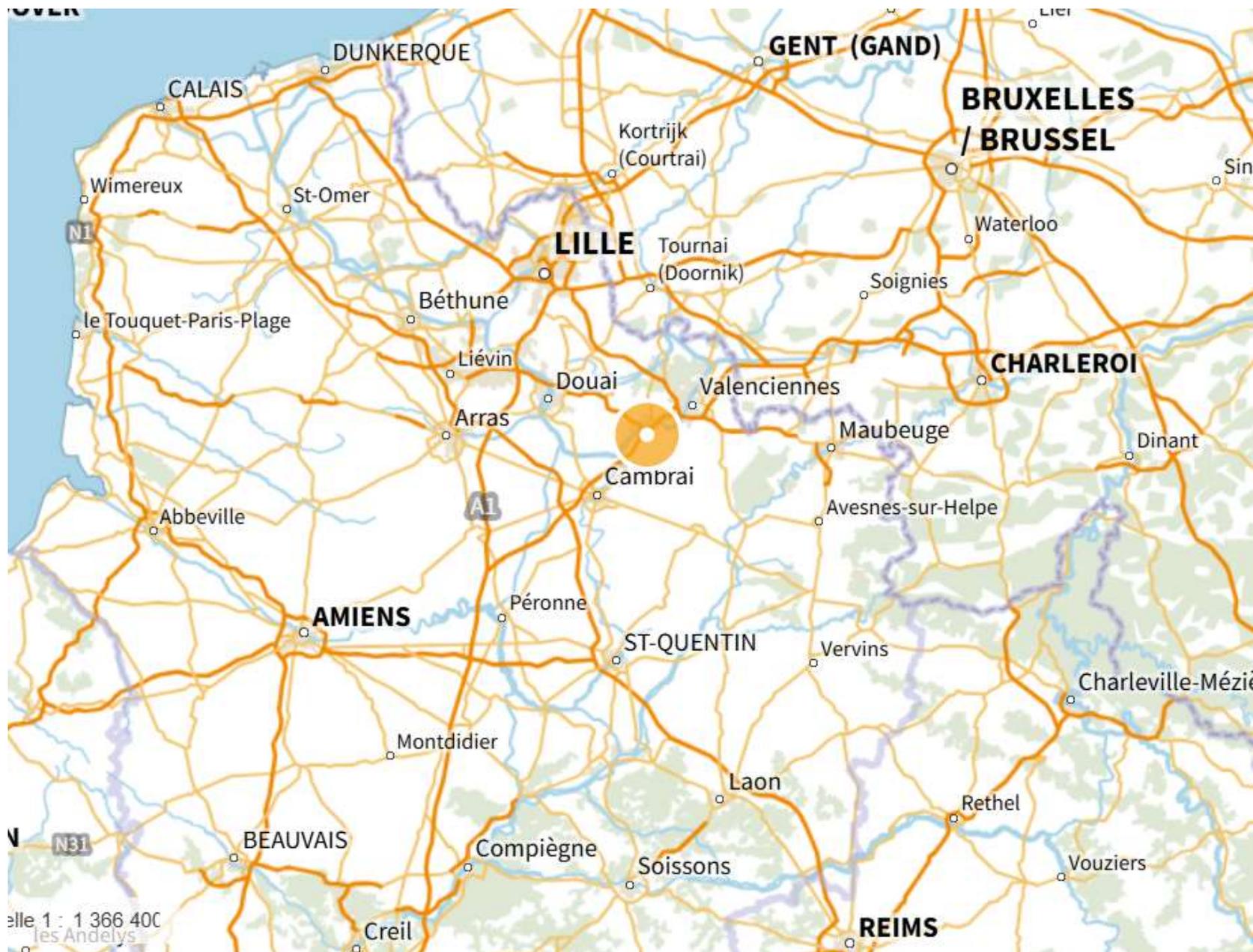
DÉPARTEMENT DU NORD

CAS DE LA RD 40A

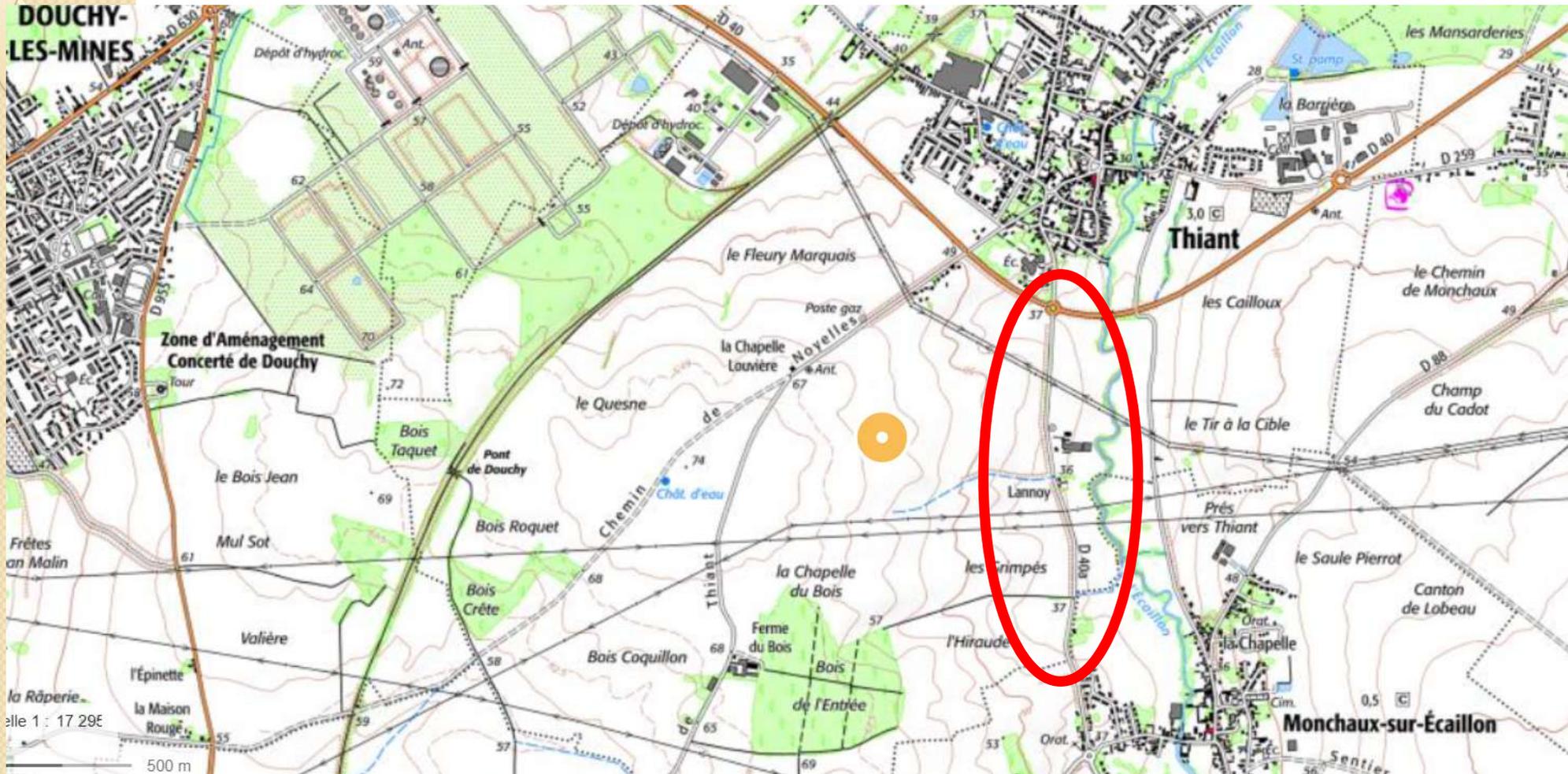
Plan de l'exposé

- Présentation de l'itinéraire
- Etat de la chaussée en 2024
- Investigations
- Conceptions des entretiens – résultats
- Recherche de solutions économiques et durables

Plan de situation



Situation de l'étude – RD 40a



RD 40a Présentation

- Chaussée 2 voies
- Chaussée semi-rigide
- Revêtement en béton bitumineux
- Trafic PL : 300PI/j dans chaque sens (TI)

RD 40a objectif de l'étude

- Définir les besoins d'entretien sur la chaussée qui présente de nombreuses fissures transversales

Les investigations RD 40a

- Le département du Nord a fait réaliser :
 - Un relevé de dégradations de type M3
 - Des mesures de déflection sens + et sens -
 - Des carottages
 - 12 Carottages

Photos RD 40 a



RD 40 a





RD 40 a



RD 40 a

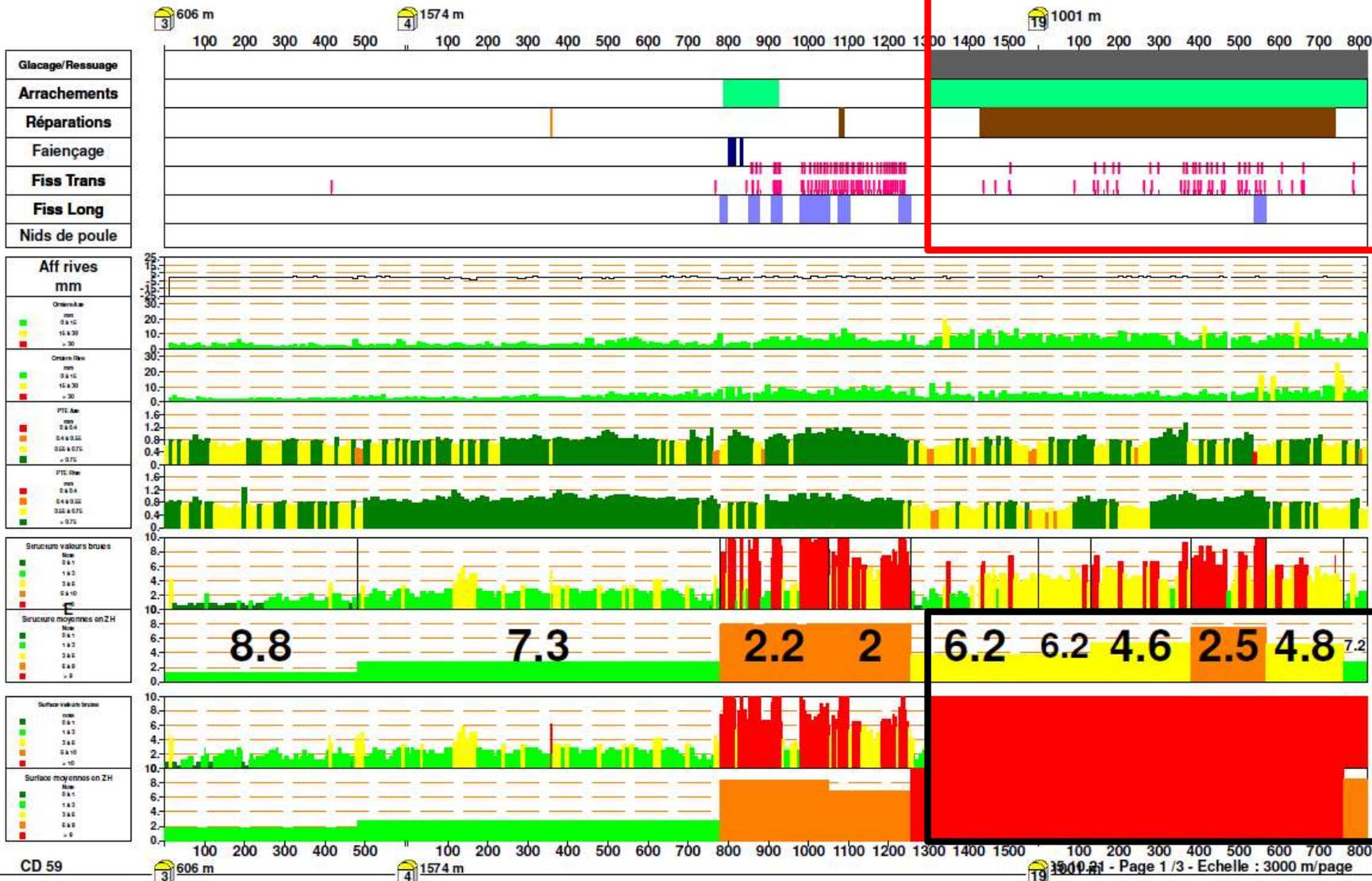
RD 40a – la base de données

- Une structure semi-rigide :
 - Couche de fondation en GNT sur 15 cm sur 2 carottes
 - Couche de base en GC sur 18 cm moyen
 - Grave bitume sur 10 cm
 - Revêtement en BBSG sur 6 cm
- Cahier des charges : durée de calcul 20 ans et 15 ans
- Contrainte de seuil borné à 0

Relevé de dégradations



Conseil Départemental du NORD
VA_RD0040A de 3 + 0 à 24 + 419



RD 40a déflexion 2022

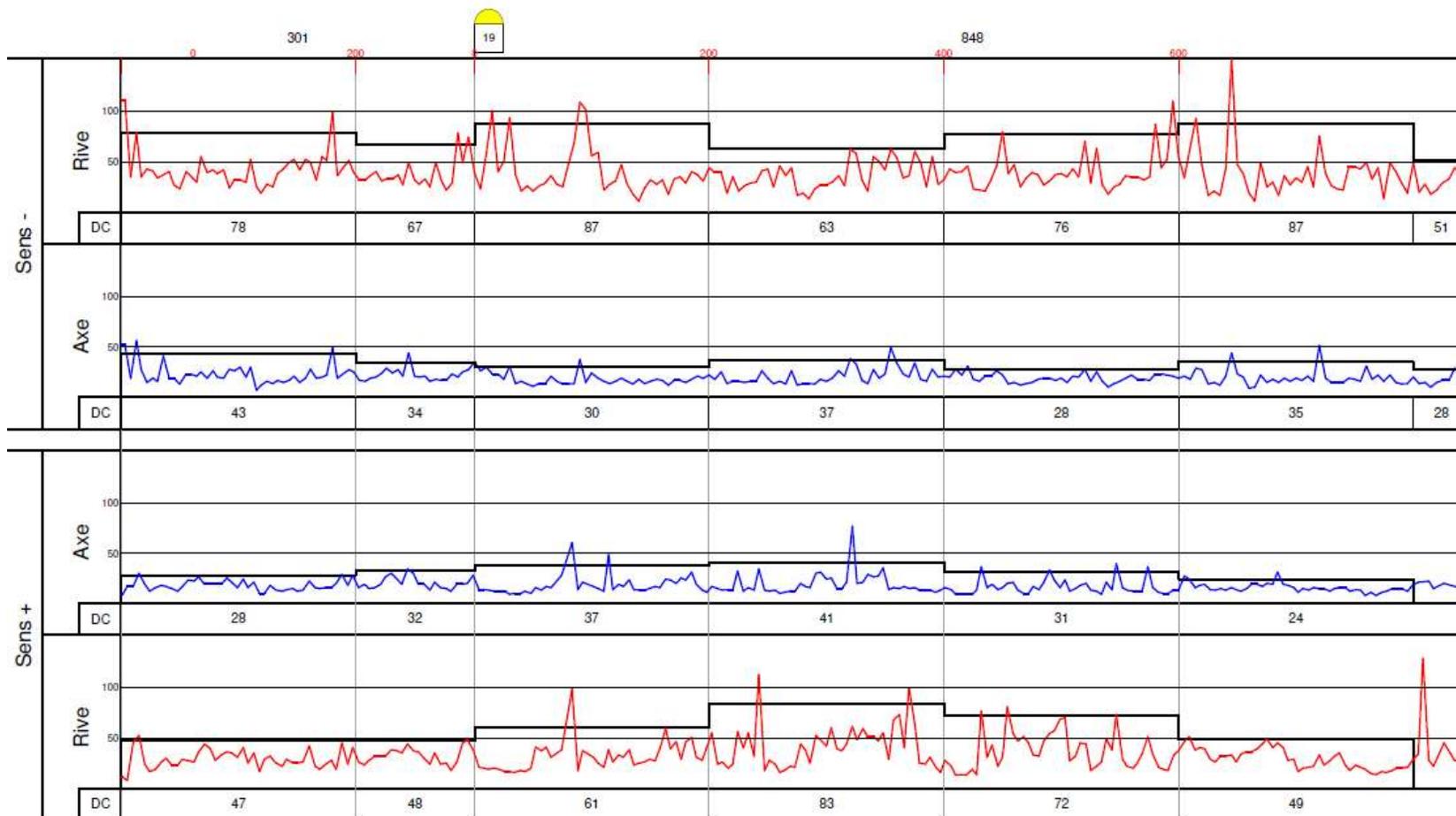


59 D0040A

PR : 18 + 688 à PR : 19 + 848

**Déflexion (1/100 mm)
en date du 9 décembre 2022**

Sens -



Sens+

RD 40 a

- Pour ce type de structure, il est important de bien identifier la déflexion en dalle et la déflexion au droit des fissures

4.2 - Mesures de déflexion sur fissures transversales

Dans le cas de structures semi-rigides, les mesures de déflexion sur fissures transversales sont intéressantes sur des chaussées présentant des taux importants de fissures transversales afin d'en évaluer le degré d'évolution (transfert de charge, dégradation des matériaux ou du support).

La déflexion est mesurée selon le mode opératoire D4 de la méthode d'essai LPC n° 39 [66], sur l'about aval de la fissure transversale (par rapport au trafic). La valeur mesurée est comparée à la valeur de déflexion à plus de 2 m des fissures transversales (déflexions en centre de dalle).

Le rapport $\frac{\text{déflexion en bord de fissure}}{\text{déflexion en centre de dalle}}$ qualifie l'activité de la fissure. Une fissure est dite « active » lorsque ce rapport est supérieur à 1,5.

Toutefois les valeurs des déflexions sur fissures sont dépendantes du gradient de température dans les couches traitées aux liants hydrauliques ; ainsi, ces mesures doivent être réalisées en présence d'un faible gradient de température ($< 0,8 \text{ }^\circ\text{C/cm}$), lors de périodes de faible variation journalière de température.

La déflexion

- Une déflexion homogène de 40 à 50/100
- Des pics de déflexion de 75 à 85/100 aux abords des fissures

Classe de déflexion

Les déflexions sur ces structures sont fonction de l'épaisseur et de la qualité des graves traitées aux liants hydrauliques, du battement au niveau des fissures transversales et de la qualité de la plate-forme support (couche de forme comprise, qu'elle soit traitée ou non). Pour ces structures à assise traitée aux liants hydrauliques, l'hétérogénéité des niveaux des déflexions est fréquemment un indicateur de mauvaise qualité structurelle.

Le Tableau 35 précise la classe de déflexion à retenir en fonction de la valeur caractéristique issue des mesures par 200 m. Il fournit par ailleurs un état qualitatif (bon, moyen, mauvais) du comportement global de la chaussée en fonction du trafic.

Classes de déflexion	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
Seuils de déflexion caractéristique en $1/100^e$ 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
Niveau global de comportement en fonction de l'épaisseur de MTLH									
Épaisseur de MTLH $> 0,35$ m (*)	Bon	Moyen							Mauvais
Épaisseur de MTLH $\leq 0,25$ m (*)		Bon	Moyen						Mauvais
(*) Les structures d'épaisseurs comprises entre 0,25 et 0,35 m se rencontrent rarement. Si ce cas apparaît, on retiendra pour les assises traitées aux liants hydrauliques monocouches l'épaisseur de 0,25 m et supérieure à 0,35 m dans les autres cas.									

Tableau 35 – Classes de déflexion pour les chaussées à assise traitée aux liants hydrauliques

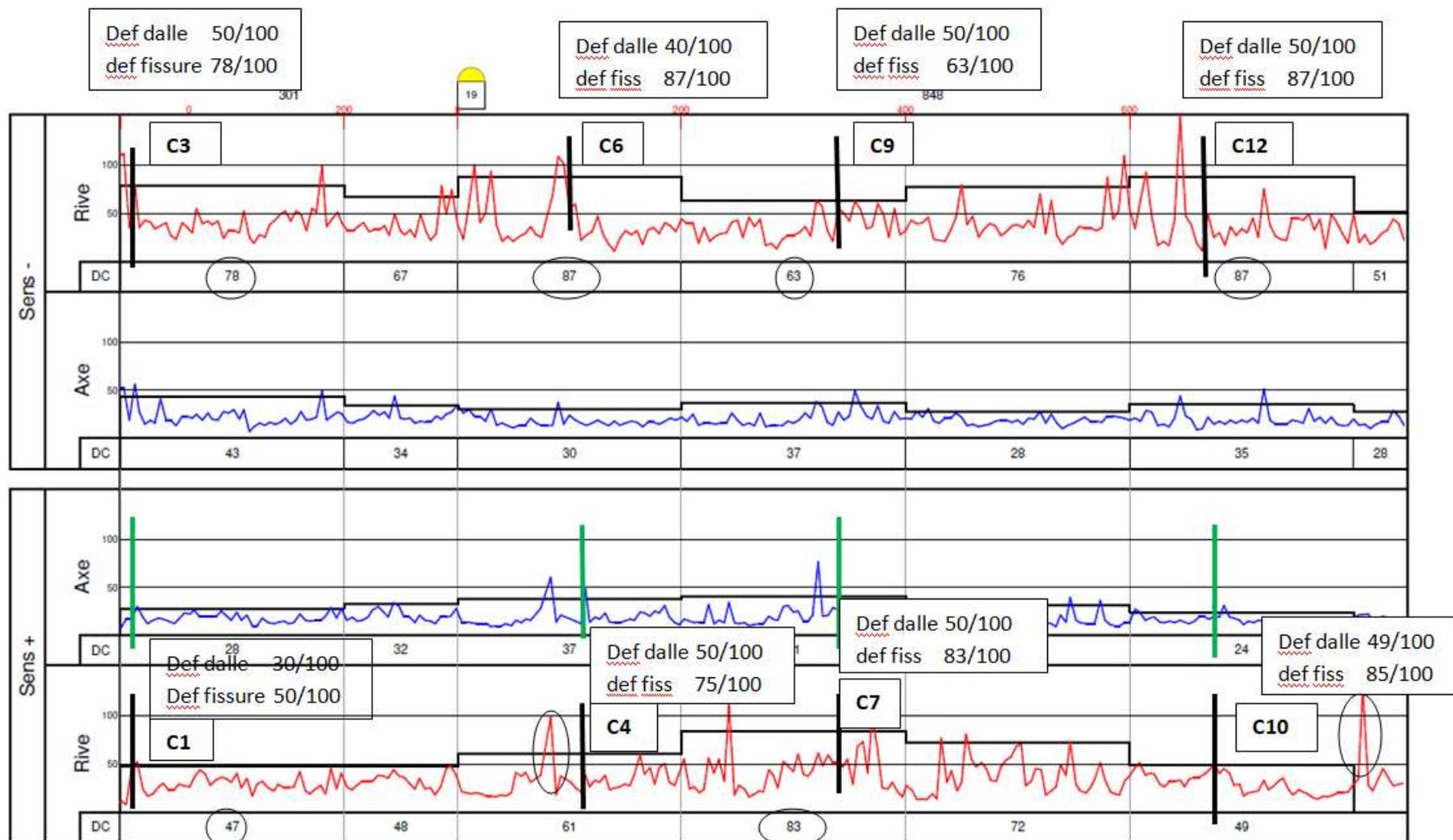
Implantation des carottages



59 D0040A

PR : 18 + 688 à PR : 19 + 848

Déflexion (1/100 mm)
en date du 9 décembre 2022



Sens-

Sens+

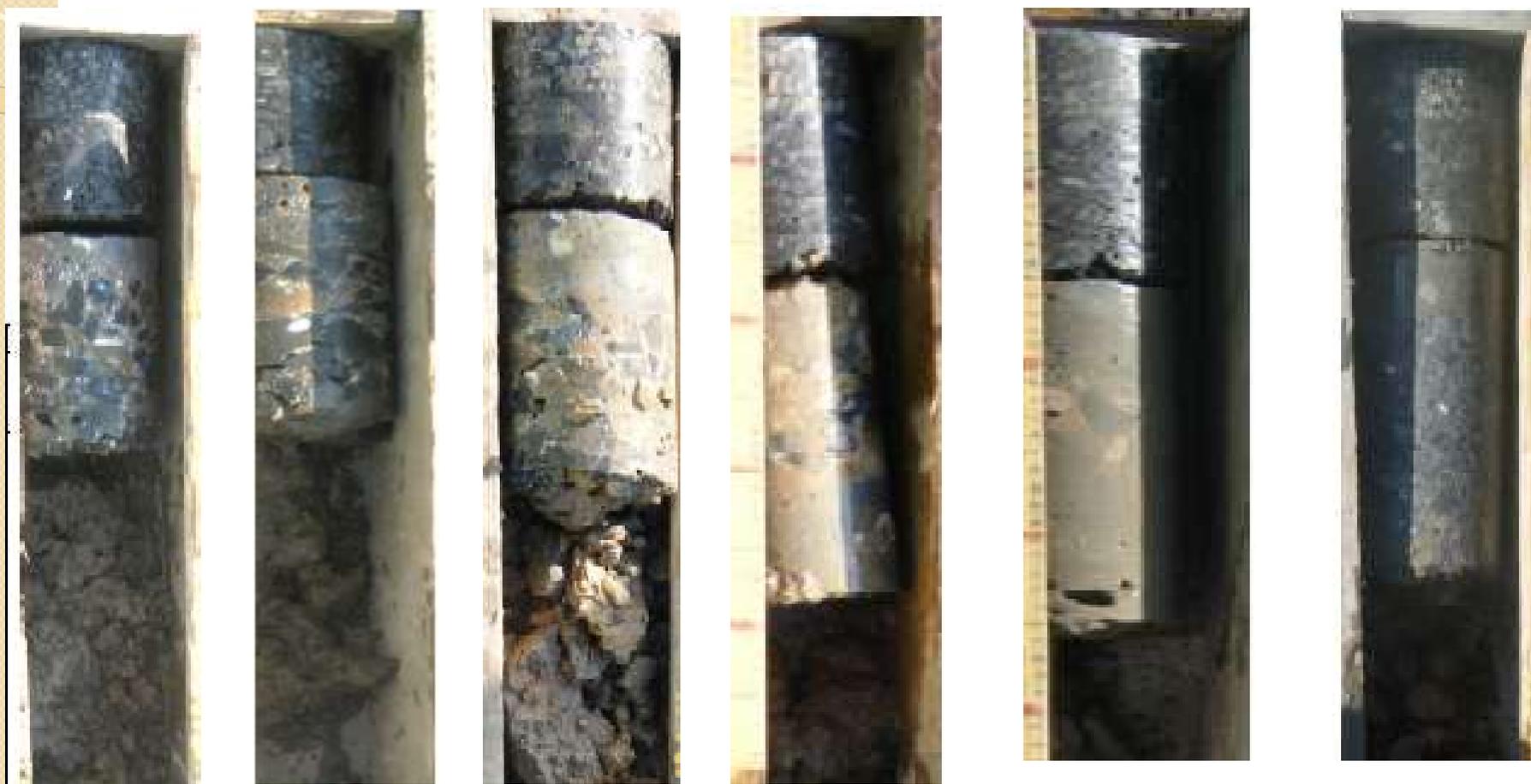
RD 40a

- Pour une plus grande lisibilité de l'étude, les carottes réalisées en axe ne sont pas retenues en raison de la faible déflection voisine de 25/100
- En revanche le fait d'avoir des mesures sens+ et sens - va permettre d'identifier la présence éventuelle de zones plus dégradées

Les carottages



Les carottages C1 à C6



Interface BB/GB collée et décollement interface GB/GC

Les carottages C7 à C12



Interface BB/GB collée – interface GB/GC décollée

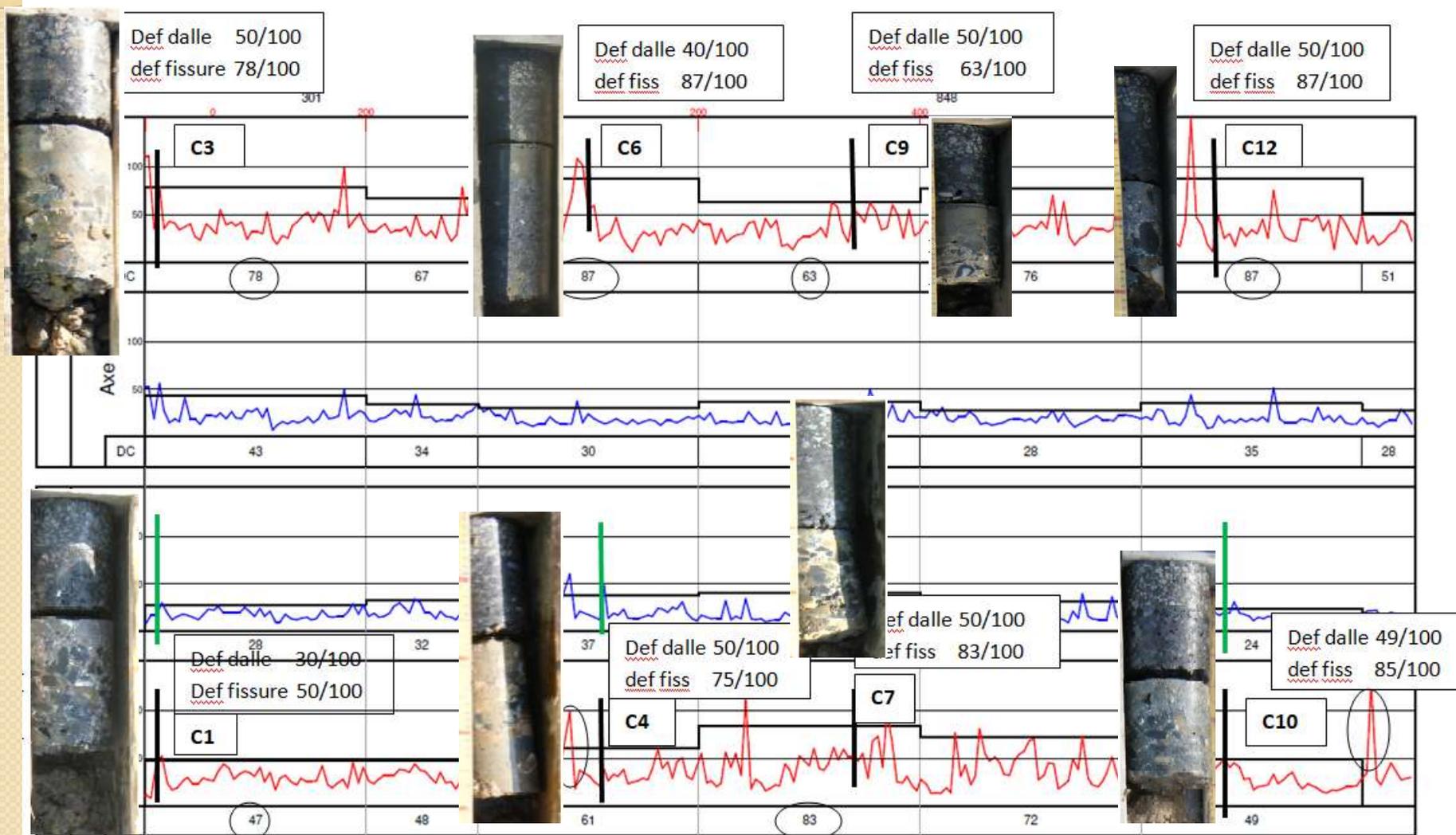
Déflexion - carottages



59 D0040A

PR : 18 + 688 à PR : 19 + 848

Déflexion (1/100 mm)
en date du 9 décembre 2022



RD 40a

5.3.1- Implantation des carottages et des sondages

Sur les sections témoins, l'implantation et le nombre de carottages sont définis en fonction des dégradations (Tableau 37).

Classes fissures transversales		FT 1	FT 2	FT 3
Nbre de fissures transversales / 100 m	Graves	≤ 2	> 2	
	Très graves	0	≤ 2	> 2
Zone caractéristique du cas		Pleine dalle	En bord de FT graves	En bord de FT très graves
Nombre de carottages	Sur zone saine	4	1	1
	En bord de FT graves	2	4	1
	En bord de FT très graves		1	4
Carottages sur fissure longitudinale et/ou falénaçage	Absence de FL + FaI		0	
	FL + FaI < 2 %		1	
	FL + FaI 2 % à 5 %		2	
	FL + FaI > 5 %		3	

Tableau 37 - Lieu des carottages en fonction des dégradations pour les chaussées à assise traitée aux llants hydrauliques

Des sondages pourront aussi être réalisés dans le cas de dégradation en bord de chaussée du type affaissement-fissuration. Ils sont indispensables pour la conception de reconstruction de rive de chaussée.

5.3.2- Classification des matériaux prélevés par carottage

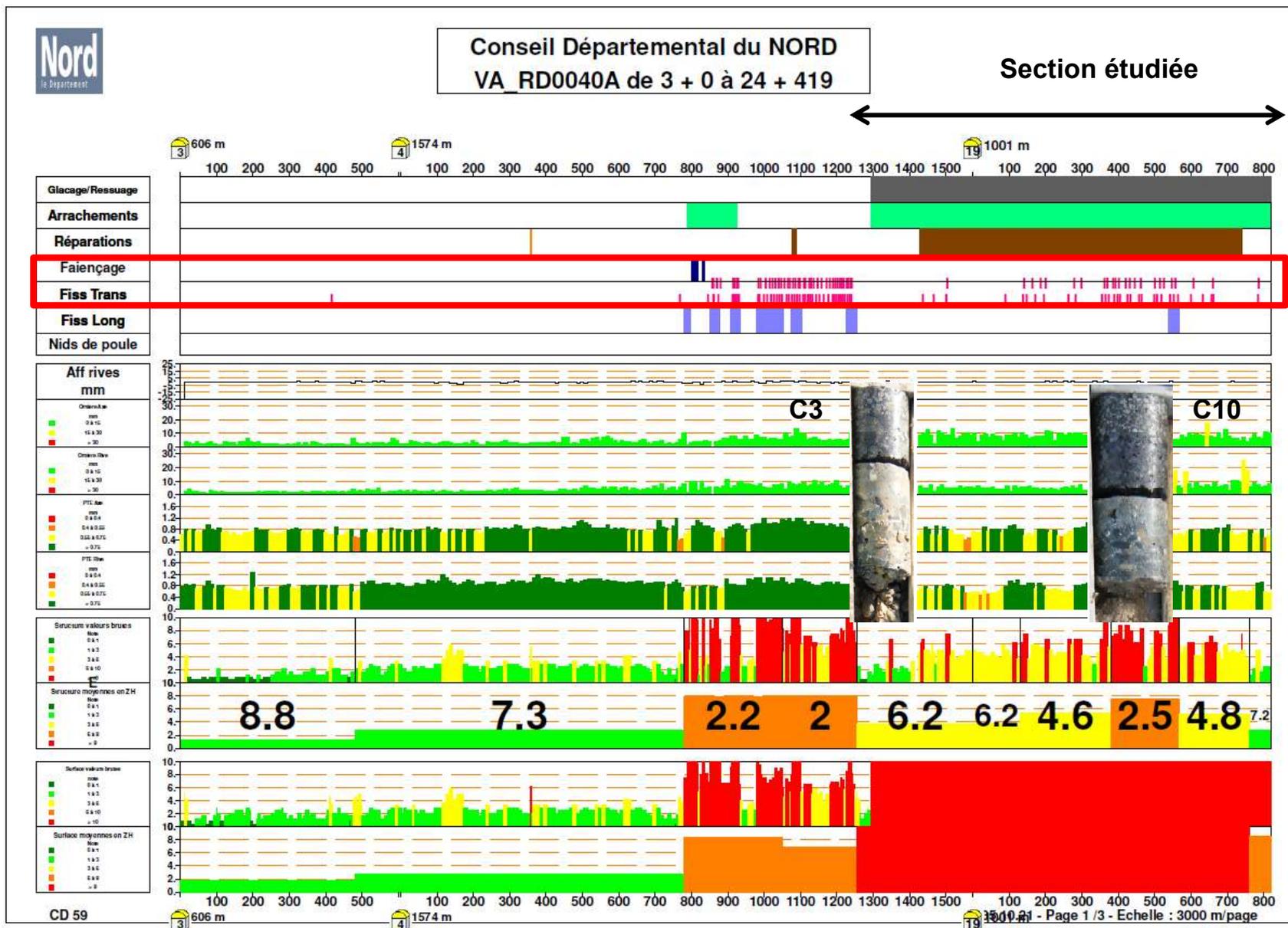
Elle se fera pour chaque sous-couche en tenant compte des trois éléments suivants : qualité de la carotte et qualité des parois de la cavité (Tableau 38), état de l'interface (Tableau 39).

		Qualité de la carotte				
		Saine	Médiocre	Fissurée	Fragmentée	Désagrégée
Qualité de la paroi	Lisse	Sain 	Médiocre 	Fissuré 	Non rencontré	Non rencontré
	Granulats arrachés	Non rencontré	Mauvais 	Mauvais 	Fragmenté 	Désagrégé

Tableau 38 - Classification de l'état des matériaux carottés pour les chaussées semi-rigides

1 ou 2 carottes sur FT donneraient des indications sur la qualité des matériaux

Relevé de dégradations/carottages



RD 40 a Diagnostic sur C3

Solution 1	Fatigue	Fluage	Dégâts dus au...	Fissuration th...	Fissuration de ..	Transfert de c...	Défaut d'Interf...
Section Trafic: 300. PL/jour: t1 Calage mécanique (2025) Déflexion calculée: 51 mm/100 Valeur de calage: 51 mm/100	moyen(ne)	non	non	non	fort(e)	moyen(ne)	moyen(ne)
bbsg-0/10-C2 BSG-0/10-CLASSE-2 (1990) 5.5 cm, 35 an(s), collé 8695 MPa / 5.5 cm	faible	non	non		X	X	
gb-0/14-C3 GB-0/14-CLASSE-3 (1990) 9 cm, 35 an(s), décollé 11915 MPa / 9. cm	moyen(ne)		non		X	X	moyen(ne)
GRAVE-CIMENT FORTE AVE-CIMENT_FORTE (1990) 16.5 cm, 35 an(s), collé 8250 MPa / 16.5 cm fissuré	faible	X	non	X	fort(e)	moyen(ne)	
Sol 61 MPa	non	X	non	X	X	X	X



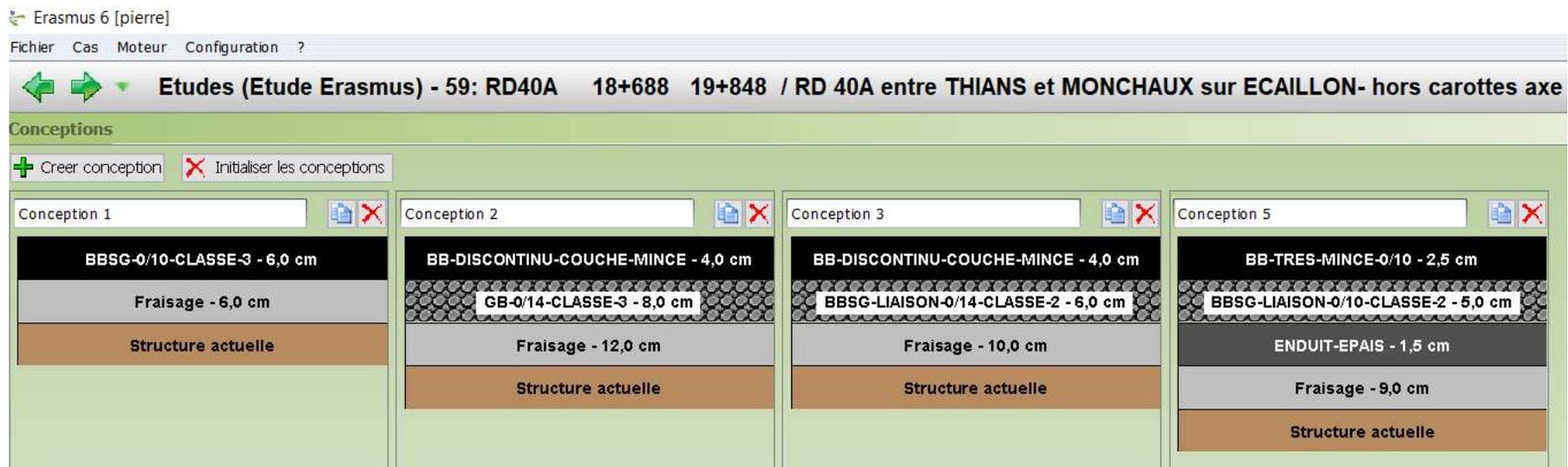
Le critère de fissuration est prépondérant

RD 40 a - cahier des charges

- Stratégie d'entretien pour une durée de 15 ans et 20 ans
- Solutions en produits bitumineux
- Seuil actuel maintenu (pas de rechargement)
- Hiérarchiser les solutions proposées

RD40a

- il est convenu d'étudier les conceptions suivantes :
1. Fraisage + 8cm GB + 4cm BBM
 2. Fraisage + 6cm BBSG liaison + 4cm BBM
 3. Fraisage+ 5 cm BBSG liaison+2.5cm BBTM
 4. Fraisage + 6 cm BBSG



Erasmus 6 [pierre]

Fichier Cas Moteur Configuration ?

← → Etudes (Etude Erasmus) - 59: RD40A 18+688 19+848 / RD 40A entre THIANS et MONCHAUX sur ECAILLON- hors carottes axe

Conceptions

+ Créer conception ✖ Initialiser les conceptions

Conception 1	Conception 2	Conception 3	Conception 5
BBSG-0/10-CLASSE-3 - 6,0 cm	BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE - 4,0 cm	BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE - 4,0 cm	BB-TRES-MINCE-0/10 - 2,5 cm
Fraisage - 6,0 cm	GB-0/14-CLASSE-3 - 8,0 cm	BBSG-LIAISON-0/14-CLASSE-2 - 6,0 cm	BBSG-LIAISON-0/10-CLASSE-2 - 5,0 cm
Structure actuelle	Fraisage - 12,0 cm	Fraisage - 10,0 cm	ENDUIT-EPAIS - 1,5 cm
	Structure actuelle	Structure actuelle	Fraisage - 9,0 cm
			Structure actuelle

RD 40a Les résultats

SYNTHESES DES RESULTATS

	C1 V1+ axe/2_D 18+700	C3 V1- axe/2_D 18+700	C4 V1+ axe/2_D 19+100	C6 V1- axe/2_D 19+100	C7 V1+ axe/2_D 19+250	C9 V1- axe/2_D 19+250	C10 V1+ axe/2_D 19+700	C12 V1- axe/2_D 19+700					
6.0 bbsg-0/10-C3 6.0 Fraisage 47 €/ml													
4.0 bbdcm 8.0 gb-0/14-C3 12.0 Fraisage 73 €/ml													
4.0 bbdcm 6.0 bbsg-liaison-0/14-C2 10.0 Fraisage 1737 €/ml													
2.5 bbtm10 5.0 bbsg-liaison-0/10-C2 es-ep 9.0 Fraisage 1742 €/ml													

Résultats d'étude

<p>Vue détaillée</p> <p>Vue panoramique Tri: Coût</p> <p>Toutes les voies Toutes les positions</p> <p>Bilan écologique... Export Résumé Pdf</p> <p>Export Xls Détail Export Synthèse Pdf</p> <p>Export Xls Domrages Export Détail Pdf</p>	<p>C1-18+700-V1+axe/2_D 18+700 30mm/100 100 m</p>	<p>C3-18+700-V1-axe/2_D 18+700 50mm/100 100 m</p>	<p>C4-19+100-V1+axe/2_D 19+100 50mm/100 100 m</p>	<p>C6-19+100-V1-axe/2_D 19+100 40mm/100 100 m</p>	<p>C7-19+350-V1+axe/2_D 19+350 50mm/100 100 m</p>	<p>C9-19+350-V1-axe/2_D 19+350 50mm/100 100 m</p>	<p>C10-19+700-V1+axe/2_D 19+700 50mm/100 100 m</p>	<p>C12-19+700-V1-axe/2_D 19+700 50mm/100 100 m</p>
<p>2025: BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE (4.0 cm) 2025: BBSG-LIAISON-0/14-CLASSE-2 (6.0 cm) 2025: Fraisage (10.0 cm)</p> <p>Fr+6BBSG+4BBM</p>	<p>32 ans bbsg-faïson-0/14-C2 D= 0.59 (5.%) *** Fraisage (2025) *** Epaisseur non permise 10. [5;-9][14;-18.]</p>	<p>> 50 ans bbsg-faïson-0/14-C2 D= 0.15 (5.%)</p>	<p>> 50 ans bbsg-faïson-0/14-C2 D= 0.14 (5.%)</p>	<p>33 ans bbsg-faïson-0/14-C2 D= 0.57 (5.%) *** Fraisage (2025) *** Epaisseur non permise 10. [0;-9][14;-28.][38;-39.5]</p>	<p>> 50 ans bbsg-faïson-0/14-C2 D= 0.00 (5.%)</p>	<p>> 50 ans bbsg-faïson-0/14-C2 D= 0.00 (5.%)</p>	<p>> 50 ans bbsg-faïson-0/14-C2 D= 0.00 (5.%)</p>	<p>> 50 ans bbsg-faïson-0/14-C2 D= 0.15 (5.%)</p>
<p>2025: BB-TRES-MINCE-0/10 (2.5 cm) 2025: BBSG-LIAISON-0/10-CLASSE-2 (5.0 cm) 2025: FRAISAGE-EPAIS 2025: Fraisage (9.0 cm)</p> <p>1742 €/ml</p> <p>Fr+5BBSG+2.5BBTM</p>	<p>44 ans bbsg-faïson-0/10-C2 D= 0.41 (5.%)</p>	<p>Transfert de charges de GRAVE-CIMENT_FORTE (1990) Epaisseur</p>	<p>Transfert de charges de GRAVE-CIMENT_FORTE (1990) Epaisseur</p>	<p>Transfert de charges de GRAVE-CIMENT_FORTE (1990) Epaisseur</p>	<p>> 50 ans bbsg-faïson-0/10-C2 D= 0.00 (5.%)</p>	<p>> 50 ans bbsg-faïson-0/10-C2 D= 0.00 (5.%)</p>	<p>46 ans bbsg-faïson-0/10-C2 D= 0.00 (5.%)</p>	<p>Transfert de charges de GRAVE-CIMENT_FORTE (1990) Epaisseur</p>

3- La solution fraisage +6cm BBSG de liaison+4BBM est valide mécaniquement sur tous les carottages, la contrainte de l'épaisseur de fraisage n'est pas respectée sur 2 carottes

4- La solution fraisage sur 9cm + 5BBSG+2.5 BBTM n'est pas valide sur la 1/2 des carottages (Transfert de charges)

**Transfert de charges de GRAVE-CIMENT_FORTE (1990)
Epaisseur**

- Erasmus reprend les prescriptions du guide de renforcement des chaussées
- Est intégré dans Erasmus GH des critères liés à la remontée des fissures
- Est intégré dans Erasmus GH des critères liés au décollement BB/GH ou GB/GH
- Est intégré dans Erasmus GH des critères liés au battement de dalle au droit des fissures

Application du guide page 156

5.2- Pathologie 1 : fiches n° 1, 2 et 3 (matériau sain, fissures dégradées)

Dans un premier temps, la solution de réparation doit s'attacher à traiter les fissures dégradées. La solution adoptée dépend du taux et de la gravité des fissures dégradées (Tableau 68).

Les fissures transversales significatives et graves doivent être colmatées par pontage, si possible l'année précédant les travaux. Les fissures transversales très graves sont purgées sur une largeur permettant le compactage du matériau de substitution (1 m minimum), et sur une profondeur correspondant à l'épaisseur des couches de surface et de la couche de base (ie jusqu'à l'interface couche de la base / couche de fondation), voire à toute l'épaisseur de la structure (ie jusqu'à la plate-forme).

Pour les structures semi-rigides correspondant à la fiche n° 3 (plus de deux fissures transversales très graves par 100 m), si le nombre de fissures transversales très graves est supérieur ou égal à 5 par 100 m, la solution de réhabilitation est déterminée selon la méthode de la pathologie 3, fiche n° 6.

Classes fissures transversales (FT)		FT 1	FT 2	FT 3
Nbre de fissures transversales / 100 m	graves	≤ 2	> 2	
	très graves	0	≤ 2	> 2
Solution de réparation des FT		Colmatage par pontage de toutes les FT année n-1 avant mise en œuvre de la solution de rechargement	Colmatage par pontage des FT graves ; purges des FT très graves (largeur : 1 m mini)	Colmatage par pontage des FT graves ; purges des FT très graves (largeur : 1 m mini) Renvoi à la pathologie 3 si plus de 5 FT très graves par 100 m
Dommage forfaitaire		0,5	0,7	0,9

Tableau 68 - Solutions de réparation des fissures transversales dégradées

Dans un second temps, on calcule l'épaisseur de renforcement requise, fonction du trafic et du dommage de la chaussée existante.

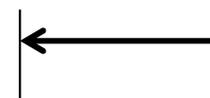
Cette pathologie suppose que le dommage de l'ancienne chaussée, et plus particulièrement celui de la couche de MTLH, soit inférieur à 1 ; si tel n'est pas le cas, on adopte la valeur de dommage forfaitaire indiquée dans le Tableau 68 - Solutions de réparation des fissures transversales dégradées en modifiant la valeur de $\sigma_{d,ref} \leq \sigma_{d,retenu} \leq 2$ MPa.

La durée de dimensionnement souhaitée pour la solution de réhabilitation conjuguée avec l'estimation de la durée de vie résiduelle de la chaussée en place (application de la loi de Miner) permet alors de déterminer les valeurs admissibles à la base des couches de l'ancienne chaussée (couche de MTLH, couches de matériaux non traités) ; la durée de calcul souhaitée pour la solution de réhabilitation permet de déterminer les valeurs admissibles à la base des éventuelles couches non collées du rechargement (cf. § 3.1.9).

On notera que si le trafic empruntant la chaussée n'a pas connu d'évolution sensible, ce calcul conduit le plus souvent à la mise en œuvre d'une simple couche de roulement (Tableau 69), soit par rechargement, soit par substitution totale ou partielle des couches de surface existantes.

Classe de trafic	≤ T3	T2	T1	T0	> T0
Couche de surface	ESU	2,5 cm	4 cm	6 cm	8 cm

Tableau 69 - Épaisseur minimale équivalente de couche de roulement à mettre en œuvre après réparation des FT (en m)



Application du guide page 158

5.2.2- Cas des décaissements

5.2.2.1- Modélisation du décaissement

La modélisation de l'ancienne chaussée est celle définie lors du diagnostic. Les couches supérieures de l'ancienne chaussée sont soustraites après fraisage, leur épaisseur est ajustée par itérations successives à celle requise pour la solution de réhabilitation (Figure 51).

Si le fraisage s'arrête dans les couches de surface bitumineuses, l'épaisseur résiduelle de l'ancienne couche bitumineuse après fraisage ne peut être inférieure à 0,04 m (problème d'arrachement au fraisage). S'il existe une interface décollée entre couches liées à moins de 0,04 m sous la profondeur prévue pour le décaissement, alors le fraisage doit se faire jusqu'à 0,01 m sous cette interface.

Si le fraisage affecte la couche de base en matériau traité aux liants hydrauliques, l'épaisseur résiduelle de l'ancienne couche d'assise après fraisage ne peut être inférieure à 0,10 m (problème d'arrachement au fraisage). S'il existe une interface décollée entre couches liées à moins de 0,10 m sous la profondeur prévue pour le décaissement, alors le fraisage doit se faire jusqu'à 0,01 m sous cette interface.

Dans le cas d'un renforcement en matériaux bitumineux, l'interface renforcement/ancienne chaussée est supposée collée.

Si le renforcement est réalisé à l'aide de matériaux traités aux liants hydrauliques (hypothèse très peu probable), l'interface est supposée semi-collée.



Pour les besoins de l'étude, cette fonction peut-être désactivée dans Erasmus

Ancienne structure	Structure renforcée	Épaisseur ; module ; coef. Poisson	Interface inférieure (1)	Sollicitations dimensionnantes
Couche de surface	Couches de surface (2)	H11 ; E11 ; ν11	c	
	(3) Couche d'assise (2)	H12 ; E12 ; ν12	c (3) c si MB sc si MTLH	Si le rechargement est en MTLH $\sigma_{T.int}$ dans le cas de MTLH (4)
Grave traitée aux liants hydrauliques	Grave traitée aux liants hydrauliques (3)	Hj ; Ej - 1 ; νj - 1 = 0,25	c ou sc ou g	Si la couche en MTLH de l'ancienne structure est peu endommagée (d < 1) : $\sigma_{T.int} = S2$ (tableau 66, § 3.1.9)
Grave traitée aux liants hydrauliques	Grave traitée aux liants hydrauliques	Hi - 1 ; Ei - 1 ; νi - 1 = 0,25	c	Si la couche en MTLH de l'ancienne structure est peu endommagée (d < 1) : $\sigma_{T.int} = S2$ (tableau 66, § 3.1.9)
Grave non traitée	Grave non traitée	hn - 2 ; En - 2 ; νn - 2 = 0,35	c	$\epsilon_{z.sup}$ en surface des matériaux non traités (5)
Sol support	Sol support	hn - 1 = 6 m ; En - 1 ; νn - 1 = 0,35	c	$\epsilon_{z.sup}$ en surface du sol (5)
Substratum	Substratum	Infini ; En = 10 000 MPa ; νn = 0,25		

(1) c : collée ; sc : semi-collée ; g : glissante.

(2) Ces deux couches peuvent être constituées par une seule couche de roulement.

(3) Couches résiduelles après fraisage.

(4) $\sigma_{T.int}$ déterminée à partir de la durée de vie souhaitée pour la solution de réhabilitation.

(5) $\epsilon_{z.sup}$ calculé comme pour une chaussée neuve (dommage remis à 0 lors d'un rechargement).

Figure 51 – Modélisation de la solution de réhabilitation d'une structure semi-rigide à lissures transversales dégradées par décaissement

Dans Erasmus

- Critère de dimensionnement en regard de la remontée de fissures de retrait par retrait thermique selon 3 options

d) Critère de dimensionnement en regard de la remontée de fissures de retrait par retrait thermique (annexe χ "Fissuration de retrait thermique")
Le critère de dimensionnement en regard de la remontée des fissures de retrait thermique s'établit comme suit selon l'une des 3 options suivantes retenue :

minimisation du risque de remontée de fissures de retrait thermique

... dès que l'épaisseur de matériaux bitumineux sus-jacents à la chaussée GH (cf. définition en § X.3) existante ou à la grave hydraulique de renforcement est, selon la durée pendant laquelle on souhaite s'affranchir de toute remontée de fissures de retrait, supérieure ou égale à :

Durée de service	7 ans	15 ans	20 ans
Epaisseur	7 cm	11 cm	15 cm

$$e = 0,6 \times d + 2,5$$

$$\text{Epaisseur} = (0.6 \times \text{durée de service}) + 2.5$$

limitation du risque de remontée de fissures de retrait thermique

... dès que l'on interpose entre la solution de renforcement (dimensionnée selon les critères structurels, cf. § VIII.3.2.1) et la chaussée GH existante un système anti-fissure (qui n'est pas pris en compte dans la modélisation de la chaussée en vue du dimensionnement du renforcement selon les autres critères de dimensionnement)

. acceptation du risque de remontée de fissures de retrait thermique autrement

- (*) : La fatigue structurelle des matériaux hydrauliques est dénommée abusivement "critère de dimensionnement". En effet, la rupture d'une grave hydraulique ne consacre pas la fin de la durée de service de la chaussée, mais détermine le début du travail en fatigue des enrobés sus-jacents dont la rupture détermine celle de la chaussée.

Critère de dimensionnement en regard du décollement de l'interface

e) Critère de dimensionnement en regard du décollement de l'interface BB / GH ou GB / GH par cisaillement induit par le trafic (annexe τ "Décollement d'un matériau bitumineux sus-jacent à un matériau hydraulique")

Les épaisseurs d'enrobés minimales suivantes sus-jacentes à la grave hydraulique assurent la protection des interfaces du type BB / GH ou GB / GH de la désagrégation par cisaillement induit par le trafic :

Nature de la couche hydraulique	Couche retraitée en place aux liants hydrauliques (*) + 2 cm				Matériau hydraulique autre que couche retraitée en place aux liants hydrauliques				
	≤ T ₃	T ₂	T ₁	T ₀	≤ T ₂	T ₁	T ₀	Super T ₀	T ₀ exceptionnel
Épaisseur minimale des couches d'enrobés	6 cm BB _{sg}	6 cm BB _{sg} + 2,5 cm BB _{sm}	6 cm BB _{sg} + 4 cm BB _m	8 cm BB _{sg} + 4 cm BB _m	6 cm d'enrobés	8 cm d'enrobés	10 cm d'enrobés	12 cm d'enrobés	14 cm d'enrobés

La moindre qualité des couches hydrauliques retraitées en place en regard des autres types de couches hydrauliques explique que les épaisseurs d'enrobés à rapporter par-dessus en vue de la protection des interfaces du type BB / GH ou GB / GH de la désagrégation soient supérieures...

Dans le cas d'un renforcement en matériaux bitumineux uniquement, la prise en compte de la protection de l'interface apportée par les enrobés existants sus-jacents à la grave hydraulique de la chaussée existante s'effectue comme suit :

- Si ces enrobés sont indemnes, alors ils contribuent pleinement à la protection de l'interface. L'épaisseur d'enrobés à rajouter en prévention de la détérioration de l'interface est égale à l'épaisseur minimale d'enrobés spécifiée dans le tableau ci-dessus soustraite de cette épaisseur d'enrobés de la chaussée existante.

Critères de dimensionnement au regard de fissures de retrait par battement de dalles

Le dimensionnement des solutions de travaux en regard du battement de "dalles" au droit des fissures de retrait d'une couche hydraulique (cf. définition en § X.3) impose les épaisseurs de matériaux bitumineux minimales suivantes :

Si $d_{\text{fissure-corrigée}} / d_{\text{dalle-corrigée}} \leq 1,5$ Alors pas d'épaisseur d'enrobé minimale
 Si $d_{\text{fissure-corrigée}} / d_{\text{dalle-corrigée}} > 1,5$ Alors épaisseur d'enrobé minimale
 (exprimée en cm) égale à :
 $d_{\text{fissure-corrigée}} (\text{mm}/100) / 10$

... avec :

- $d_{\text{fissure-corrigée}}$: déflexion sur fissure de retrait (mm/100) (cf. § V.1.7) après correction des erreurs de mesure (import de H.3.4.7.2)
- $d_{\text{dalle-corrigée}}$: déflexion en centre de "dalles" (mm/100) (cf. § V.1.7) après correction des erreurs de mesure (import de H.3.4.7.2)

(??-) Si, à chaque séquence de techniques d'entretien proposée, l'épaisseur d'une des techniques qui résulte du dimensionnement est inférieure à l'épaisseur minimale technique de mise en oeuvre (import de XIV.1\IV.2.7) alors c'est cette dernière épaisseur qui est retenue : le projet de solution est caractérisé par une durée de vie supérieure à celle requise. -

Si, à chaque séquence de techniques d'entretien proposée, l'épaisseur d'une des techniques qui résulte du dimensionnement est supérieure à l'épaisseur maximale technique de mise en oeuvre (import de XIV.1\IV.2.7) alors le projet de solution est rejeté. .

(-??)

Exemple
 Def
 fissure
 80/100 :
 ep 8 cm

- La solution fraisage +6cm BBSG de liaison+4BBM est valide mécaniquement sur tous les carottages, la contrainte de l'épaisseur de fraisage n'est pas respectée sur 2 carottes
- Cette solution est la solution de base qui sera indiquée dans le dossier de consultation des entreprises

RD 40 a

- Le règlement de la consultation de la RD40 a permet aux entreprises de proposer des variantes
- Les variantes proposées devront avoir :
 - Un coût inférieur à la solution de base
 - Des garanties au regard des remontées de fissures
 - Respecter le niveau actuel de la chaussée

Exemple de prescriptions pour les variantes

Variante RD xxx:

Les variantes sont autorisées. Elles sont limitées à une seule par candidat.

La variante proposée devra répondre aux spécifications suivantes :

-classe de plateforme PF2 (après couche de forme en GNT sur 35 cm)

-xxx P1/j sur la voie la plus chargée

-taux de croissance du trafic 2%

-durée de dimensionnement 20 ans

-soit xx millions de P₁₀₀, trafic TC x

-revêtement obligatoire en BBSG sur 6 cm d'épaisseur, et épaisseur totale des produits bitumineux supérieur ou égal à xx cm (y compris revêtement).

- section classée libre en hiver courant : indice de gel de référence 90°C/j sur l'ensemble de la chaussée (vérification des variantes à l'aide du logiciel gel 1D, pente du support 1,1)

- Les hypothèses de collage des interfaces sont les suivantes : interface matériaux non traités / grave - ciment : collé, interface grave-ciment / grave ciment : semi-collée, interface grave-ciment / GB : semi-collée, interface GB / BBSG : collée

- La vérification des problèmes suivants devra être jointe au dossier de variante :

Fatigue du sol, fatigue des matériaux, problèmes heuristiques, dégâts dus au gel, cisaillement, contrainte tangentielle (à fournir obligatoirement pour GB, EME, retraitement en place à l'emulsion) :

- Les éléments suivants seront fournis :

- module du matériau proposé

- pour les matériaux bitumineux, l'entreprise indiquera .. sigt obtenu à comparer à l'apt Admissible

- pour les matériaux bitumineux, l'entreprise indiquera .. sigt obtenu à comparer au sigt Admissible < 2MPa

- pour les matériaux semi-rigides (exemple grave ciment) l'entreprise indiquera .. le module du matériau et le sigt obtenu

- la vérification des hypothèses de collage

-pas de fissuration pendant les 12 ans à venir

-accès des riverains maintenu pendant les travaux

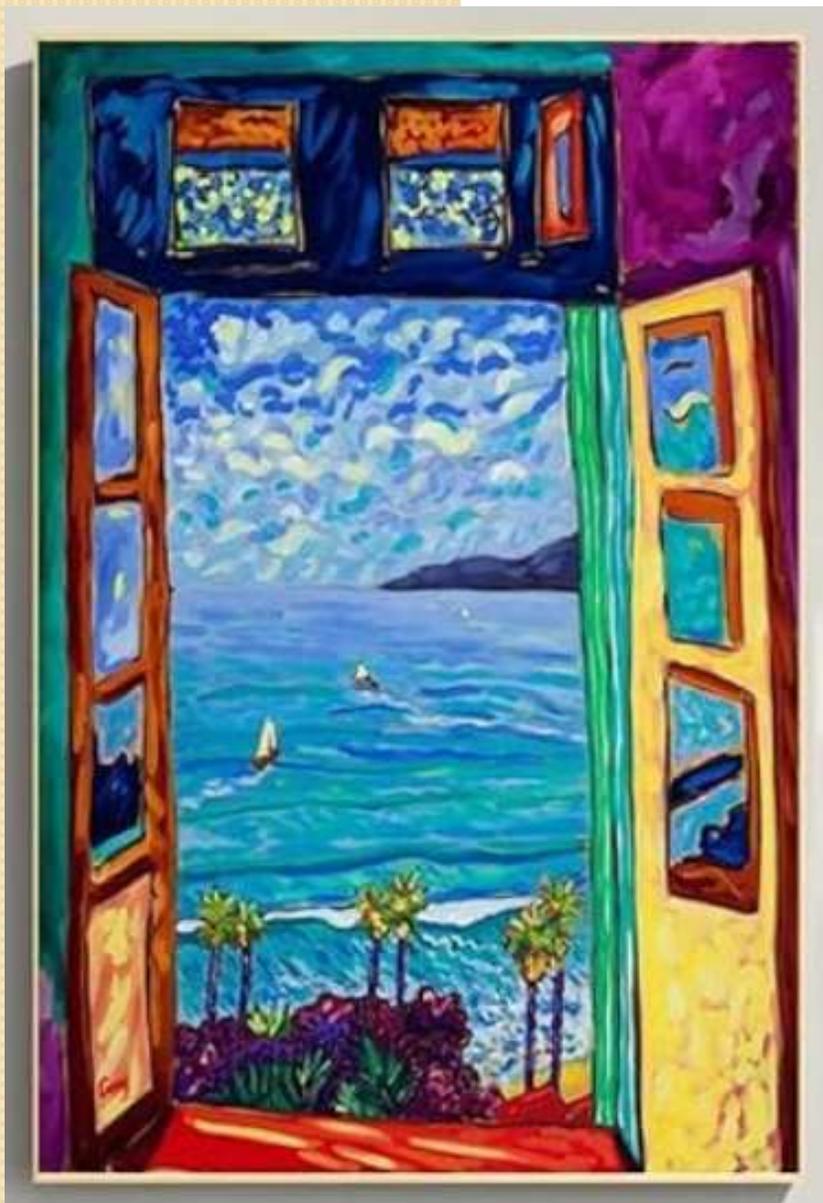
-travaux sous déviation (à la charge de l'entreprise)

-présence de réseaux : canalisation d'assainissement pluvial à 1.15 m du niveau de la chaussée actuelle, présence d'un déversoir d'orage, traversées de chaussée de divers réseaux de distribution.

-compte tenu de la présence des habitations riveraines, compactage par couche d'une épaisseur maximum de 25 cm.

Les candidats présentant une variante fourniront tous documents permettant d'analyser celle-ci (étude du sol support, calculs du dimensionnement, fiche-produit, méthodologie d'exécution, temps de prise, circulation des riverains, phasage, délais d'exécution)

Rappel : Le délai d'exécution de l'ensemble des travaux ne peut être supérieur au délai indiqué dans la consultation. En cas de proposition de retraitement le temps de prise ou de séchage sera repris dans le planning, les problèmes d'accès des riverains seront étudiés (accès agricoles, industriels...).



**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**