

Destinataire :

LOGO Client

Affaire: IR 29xxx

Rapport de Synthèse

***Etude de renforcement sur la RDxxx – Traverse d’agglomération –
AAAAAAAAAA (xx)***

*Le date
Dossier établi par*

SOMMAIRE

1	PRESENTATION DE L'ETUDE	3
1.1	PRESENTATION DE LA SECTION	3
1.1.1	<i>Sens</i>	3
2	MÉTHODE UTILISÉE	4
2.1	MESURES DE DÉFLEXION	4
2.1.1	<i>Principe de la mesure</i>	4
2.2	RELEVÉS DE DÉGRADATION	5
2.2.1	<i>Les 4 grandes familles de dégradations</i>	5
2.2.2	<i>Principe du relevé</i>	7
3	RÉSULTATS	7
3.1	SYNTHESE DES DEGRADATIONS	7
3.2	RESULTATS DE DEFLEXIONS	8
3.3	RESULTATS DES SONDAGES	8
3.4	COMMENTAIRES	10
4	ETUDE DE RENFORCEMENT.....	10
4.1	ERASMUS.....	10
4.2	MODELISATION.....	11
4.2.1	<i>Paramétrage</i>	11
4.2.2	<i>Solutions envisageables</i>	12
4.2.3	<i>Solutions préconisées</i>	14
	CONCLUSION.....	15
	ANNEXES	15

1 Présentation de l'étude

Dans le cadre d'une étude de réaménagement de la traverse d'agglomération de la RDxxx à P, [REDACTED] a fait appel à la société VECTRA pour une étude de renforcement de la traverse. Cette étude a nécessité des mesures de déflexions et un relevé de dégradation.

La voie de la RDxxx auscultée, sur un linéaire de 900 m, concerne une partie de la rue du [REDACTED], entre la rue de [REDACTED] à l'ouest et le pont SNCF à l'est, en traverse d'agglomération de [REDACTED] dans le Département [REDACTED]

L'étude porte sur :

- un relevé de dégradations de la voirie dans les deux sens ;
- un relevé de dégradations sur le trottoir existant côté nord (sens moins) ;
- la mesure de déflexion de la chaussée dans les deux sens ;
- l'établissement d'une solution de renforcement de la chaussée.

1.1 Présentation de la section

La section sur laquelle porte l'étude est la [REDACTED]

1.1.1 Sens

Ce sens de parcours définit le sens + (ou 1) qui correspond au sens des PR croissants. Le sens - (ou 2) est le sens des PR décroissants.

Linéaire total : $2 \times 900 \text{ m} = 1\,800 \text{ m}$

Plans de situation

Exemple fictif !



2 Méthode utilisée

2.1 Mesures de déflexion

2.1.1 Principe de la mesure

La mesure de la portance de la chaussée consiste à enregistrer le déplacement vertical (fléchissement) de la chaussée sous le passage de l'essieu standard français de 13 tonnes, en rive et axe d'une voie de circulation.

2.1.1.1 Appareils

La mesure de la Déflexion a été effectuée au moyen d'un *Défectographe LACROIX*



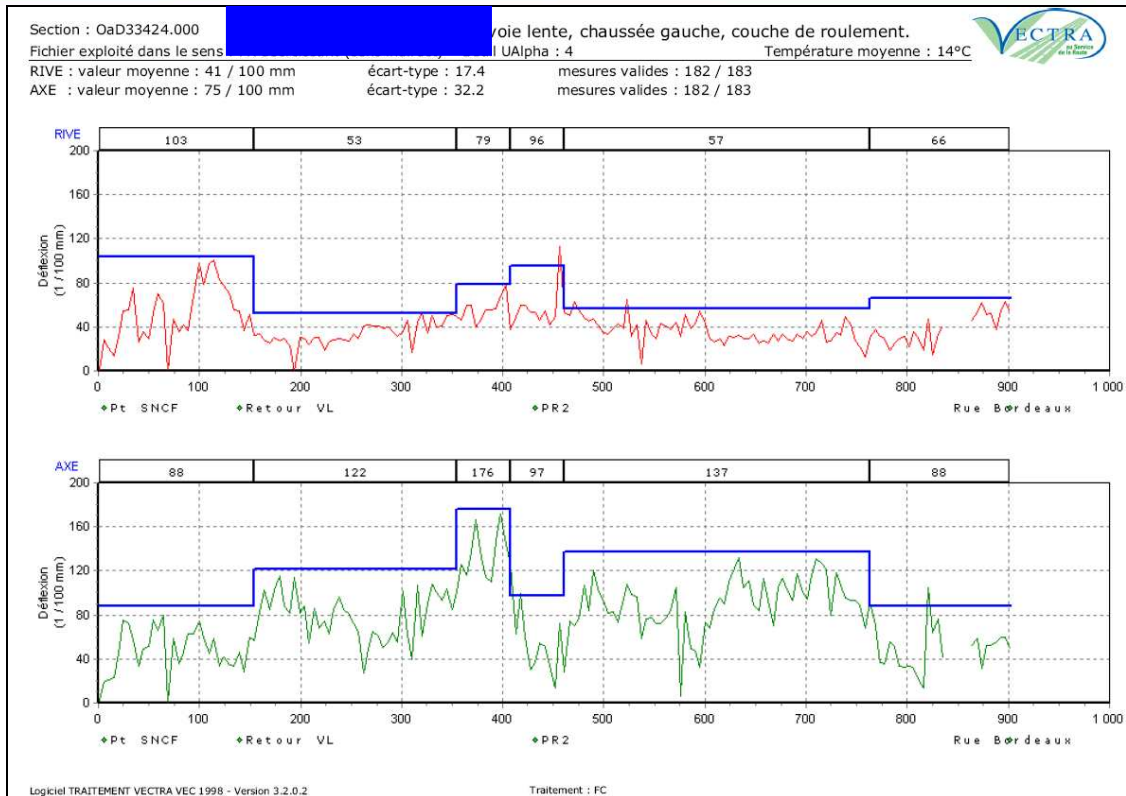
Défectographe LACROIX

La restitution des mesures se fait tous les 4 mètres environ, sur les deux bandes de roulement gauche et droit, appelées traditionnellement « axe » et « rive ».

2.1.1.2 Exemple de résultat

Les mesures de déflexion font l'objet d'un découpage en zones homogènes. Sur chaque zone sont fournies moyenne et écart-type des mesures. La déflexion caractéristique d'une zone homogène est la moyenne sur la zone augmentée de 2 écarts-type ($m+2\sigma$).

Les relevés détaillés figurent en annexe ; un exemple est donné ici.



2.2 Relevés de dégradation

La gestion d'un patrimoine routier sous-entend une bonne connaissance du réseau de voirie, dont notamment son niveau de service. Afin de connaître ce dernier il est pratiquement toujours nécessaire de procéder à un état des lieux des chaussées.

2.2.1 Les 4 grandes familles de dégradations

Il est important que les désordres présents sur une chaussée soient identifiés par une terminologie commune. Il est d'usage de classer les dégradations en 4 grandes familles. Ces dernières se subdivisent en gravités ou types.

2.2.1.1 Les Déformations :

- Affaissement : dépression longitudinale ou transversale très prononcée et souvent étendue.
- Affaissement de rive : Dépression longitudinale prononcée localisée en rive de la chaussée.
- Flache : Dépression localisée à la surface de la chaussée, généralement de forme circulaire.
- Orniéragé : Déformation longitudinale apparaissant sous le passage des roues.
- Bourrelet : renflement d'enrobé accompagnant généralement un orniéragé

Elles s'expriment en millimètres sur une distance de début et de fin.

2.2.1.2 Les Fissures :

- Fissure longitudinale : Fissure fine parallèle à l'axe de la chaussée, apparaissant généralement dans les bandes de roulements.
- Fissure d'épaulement ou de rive : Fissure rectiligne apparaissant au niveau de la jonction de l'épaulement ou de l'élargissement avec l'ancienne chaussée.
- Fissure transversale : Fissure perpendiculaire à l'axe de la chaussée, isolée ou périodique, intéressant tout ou partie de la largeur de la chaussée.
- Faiénçage : ensemble de fissures plus ou moins rapprochées formant un maillage (Grandes ou petites mailles)
- Ouverture de joint : Fissure rectiligne à bord franc apparaissant au raccordement de 2 bandes d'enrobés (fissure longitudinale) ou à une reprise de bande d'enrobés (fissure transversale)

Elles s'expriment en nature ou gravité sur une distance de début et de fin.

2.2.1.3 Les Arrachements

- Nid de Poule : Cavité à la surface de la chaussée, due à des départs de matériaux.
- Désenrobage : départ du mastic (liant +fine) autour des granulats de la couche de roulement.
- Pelade : arrachement de la couche de roulement, généralement de faible épaisseur, par plaque entière.
- Plumage-Peignage : arrachement des gravillons de la partie supérieure des couches de roulement (généralement des enduits). Si les arrachements forment des sillons, on parle alors de peignage
- Glaçage : usure de la couche de roulement par arasement progressif des gravillons jusqu'au mastic.

Ils s'expriment en nature ou gravité sur une distance de début et de fin. Les nids de poules s'expriment en nombre par pas de mesure.

2.2.1.4 Les Remontées

- Remontée de fine ou de laitance : Fines provenant de la couche de base et remontant au niveau des désordres de la couche de roulement.
- Ressuage : Remontée de liant ou de mastic recouvrant partiellement ou en totalité les granulats.
- Les remontées d'eau : remontées par capillarité à travers des points faibles de la couche de roulement.

Elles s'expriment en nature ou gravité sur une distance de début et de fin.

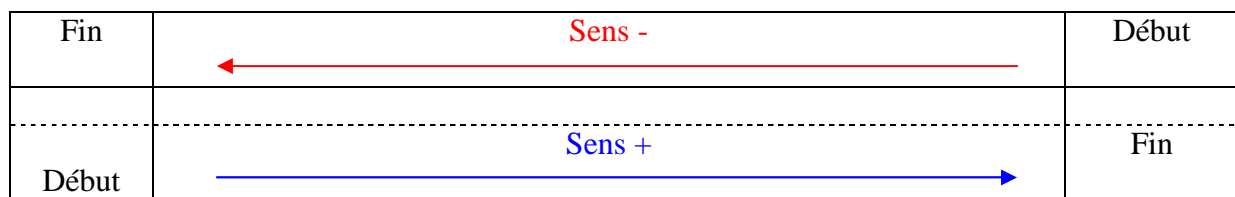
Note sur les réparations

Il est à noter que les réparations de tranchées ainsi que les réparations en demi-largeur ou pleine largeur ne figurent pas, comme leurs noms l'indiquent, au rang des dégradations. Toutefois, ces dernières ont été saisies afin d'entrer dans le diagnostic de voirie.

2.2.2 Principe du relevé

Le relevé de dégradation s'est effectué à pied. Un technicien muni d'un odomètre relève les dégradations au pas de 20 m. Ce relevé se fait sur un tableau papier.

Les chaussées ont été auscultées dans les 2 sens de circulation.



3 Résultats

3.1 Synthèse des dégradations

Les résultats détaillés se trouvent en annexe.

Tableau de synthèse de la chaussée

Voies	Orniérage	Affaissement	Ressuage glaçage	Arrachement - Pelade	Fissure transversale	fissure longitudinale	Faiénçage	réparations
	0%	0%	0%	83%	37%	53%	26%	7%
	0%	14%	0%	88%	81%	93%	77%	4%

Tableau de synthèse du trottoir

Trottoir	Caniveaux Bordures droit		Caniveaux Bordures gauche		Etat		
	dégradés	sains	dégradés	sains	bon	moyen	mauvais
sens +	0	100	-	-	-	-	-
sens -	-	-	0%	100%	77%	19%	2%

Le trottoir a été relevé selon son état. Trois classes sont établies :

- **Bon** ; sans impact sur les usagers (pas d'irrégularités du revêtement, ou peu de dégradations)
- **Moyen** ; usage affecté (revêtement irrégulier, dégradations ponctuelles)
- **Mauvais** ; risque de danger pour les usagers (dégradations significatives)

3.2 Résultats de déflexions

Les déflectogrammes détaillées figurent en annexes.

Les résultats du découpage en zones homogènes sont fournis dans le tableau. Pour chaque zone, on a la valeur moyenne, l'écart-type, et la déflexion caractéristique. Cette dernière est la moyenne sur la zone augmentée de 2 écarts-type ($m+2\sigma$).

RD	Sens	PR début	PR fin	Zones	Début	Fin	Axe			Rive			
							Moy	σ	$m + 2 \sigma$	Moy	σ	$m + 2 \sigma$	
[REDACTED]	-	Pont SNCF	[REDACTED]	Zone 1	1	154	51	26	104	47	21	88	
				Zone 2	154	354	35	9	53	79	21	122	
				Zone 3	354	408	55	12	79	136	20	176	
				Zone 4	408	461	58	19	96	49	24	97	
				Zone 5	461	763	36	11	57	90	23	137	
				Zone 6	763	902	38	14	66	49	20	88	
	+	[REDACTED]	Pont SNCF	[REDACTED]	Zone 1	1	96	49	7	64	67	9	85
					Zone 2	96	366	24	11	45	49	16	81
					Zone 3	366	608	48	16	80	59	19	97
					Zone 4	608	901	40	14	67	83	21	125

3.3 Résultats des sondages

Les sondages ont été effectués par la société [REDACTED].

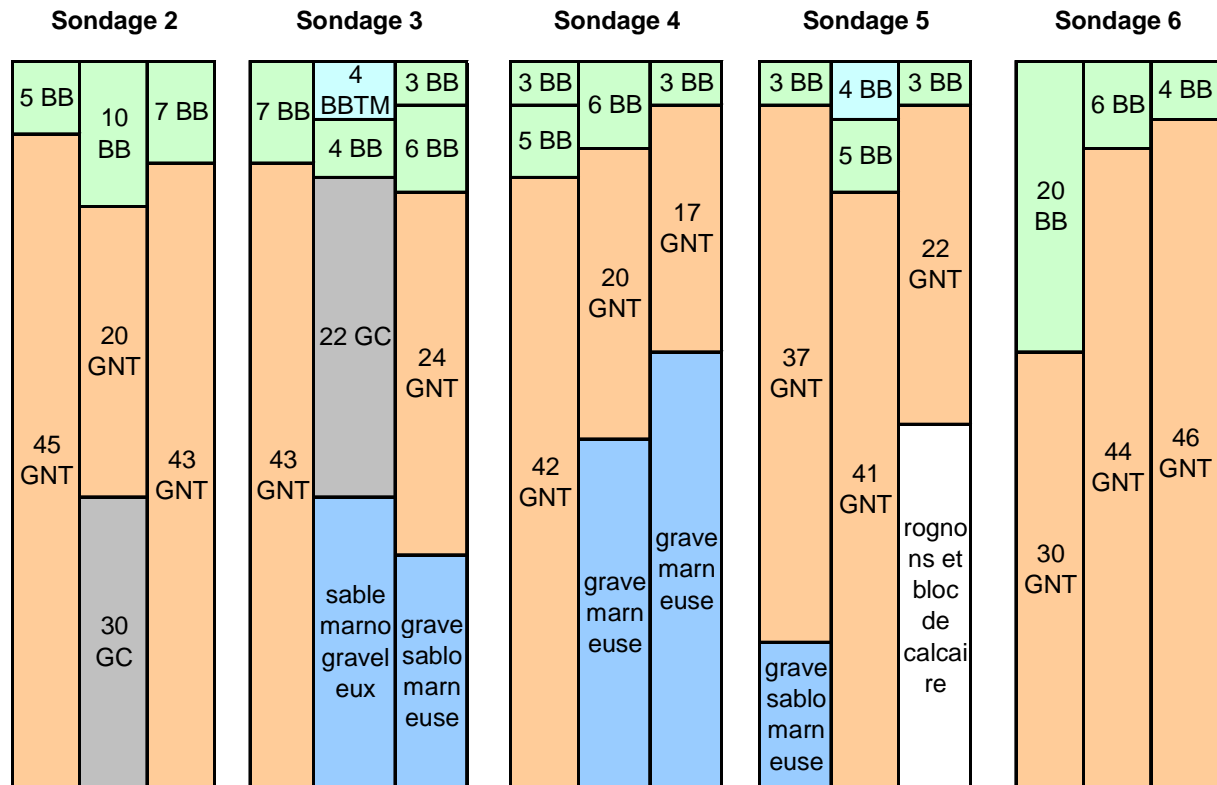
En annexe, se trouve le rapport détaillé des sondages.

Dix-huit sondages ont été réalisés sur la chaussée concernée. Afin d'obtenir une bonne connaissance de la structure de la chaussée, en six endroits distincts de la chaussée, trois sondages ont été réalisés (un en axe, un en rive droite et autre en rive gauche).

Les sondages montrent que le sol est très humide et présente une faible portance.

Les sondages ont été schématisés, afin d'en rendre l'exploitation plus aisée.

Synthèse des sondages



GNT : Grave Non Traitée ; BB : Béton Bitumineux

Les résultats bruts des sondages sont surprenants en raison de grandes différences de structures sur une même section. Sur le sondage SC3-T3, par exemple on observe une couche de grave ciment en axe, alors qu'il n'y a rien en rive droite et gauche. Ou alors, 20 cm de Béton Bitumineux en rive gauche alors qu'en axe et rive droite, il n'y a respectivement que 6 cm et 4 cm de béton bitumineux.

Au vu des coupes, il est très vraisemblable qu'une partie de ce qui est noté GNT soit de la grave traitée désagrégée.

4.2 Modélisation

4.2.1 Paramétrage

L'utilisation du logiciel ERASMUS nécessite une modélisation de la chaussée. La section a été segmentée en fonction de la valeur des déflexions et de la structure de la chaussée. Ce découpage a engendré trois zones.

Pour chacune de ces zones, nous avons introduit les dégradations relevées.

Les données de conception rentrées dans ERASMUS proviennent du cahier des charges fourni par le client. La durée de vie prévisionnelle est de 15 ans.

En l'absence d'informations sur la croissance du trafic, nous avons pris un taux de croissance standard à savoir 2 %. Il y a 220 poids lourds et par sens. Seuls les poids lourds sont pris en compte pour le dimensionnement de chaussée car un passage de poids lourd correspond à un million de passage de véhicules légers.

Nous avons introduit pour la détermination des solutions, une contrainte de seuil à 4 cm.

Ce qui signifie qu'ERASMUS va adopter des solutions de fraisage et reconstruction de chaussée, plutôt que de renforcement par ajout de couches. En effet la situation en ville rendrait ces solutions peu opérationnelles.

Une fois le logiciel paramétré, il effectue les calculs de dimensionnement. Il propose des solutions dans un tableau semblable à celui-là.

(1) 104mm/100	Fat.	Gel	Fis.Th	Ram-F	Fluage	Fl-Rt	Tr-Ch	Intar	Déco	
bb-standard 2000	FORT(E)		non	NON	NON					14.5FR+16eme-0/14-C2+2.5bbtm6 21 an(s) 64 mm/100
gnt1 (480 480 304 152 76)	NON									18.5FR+20gb-0/14-C3+2.5bbtm6 17 an(s) 62 mm/100
A1 38	FORT(E)									

En annexe se trouvent les synthèses des résultats d'ERASMUS.

A titre d'exemple l'ensemble de la démarche Erasmus figure en annexe pour la zone 2.

4.2.2 Solutions envisageables

Zone 1 : PR 1 + 520 au PR 1 + 640

Commentaires :

La déflexion est moyenne. Les déflexions insérées dans ERASMUS correspondent aux valeurs les plus importantes.

La chaussée est constituée de 7 cm de BB¹ et 43 cm de GNT² sur un sol de faible portance.

Solutions proposées :

- 18.5 cm fraisage + 20 cm GB3³ + 2.5 cm BBTM⁴ :
Barrière de dégel : libre
Durée de vie estimée > 30 ans

- 14.5 cm fraisage + 16 cm EME⁵ 2 + 2.5 cm BBTM :
Barrière de dégel : 17.5 t (libre correspond à 19 t)
Indice de gel Admissible: 120 °CxJ ;
Durée de vie estimée : 18 ans

Zone 2 : PR1 + 640 m et PR2 + 300 m

Commentaires :

La déflexion est importante.

La chaussée est constituée de 6 cm de BB et 44 cm de GNT

Solutions proposées :

- 18.5 cm fraisage + 20 cm EME + 2.5 cm BBTM :
Barrière de dégel : 17.9 t
Indice de gel Admissible : 125 °CxJ ;
Durée de vie estimée : > 30 ans

- 20.5 cm fraisage + 22 cm GB3 + 2.5 cm BBTM :
Barrière de dégel : 17.1 t
Indice de gel Admissible : 160 °CxJ ;
Durée de vie estimée : 16 ans

¹ BB : Béton Bitumineux

² GNT : Grave Non Traitée

³ GB3 : Grave Bitume de classe 3

⁴ BBTM : Béton Bitumineux Très Mince

⁵ EME 2 : Enrobé à Module Elevé de classe 2

Zone 3 : PR2 + 300 m au PR2 + 360

Commentaires :

La déflexion est moyenne avec de fortes valeurs en rive droite.

La chaussée est constituée de 7 cm de BB et 43 cm de GNT

Solutions proposées :

- 16.5 cm fraisage + 18 cm EME + 2.5 cm BBTM :
Barrière de dégel : 17.5 t
Indice de gel Admissible : 125 °CxJ ;
Durée de vie estimée : > 30 ans

- 19.5 cm fraisage + 22 cm GB3 + 2.5 cm BBTM :
Barrière de dégel : 17.8 t
Indice de gel Admissible : 130 °CxJ ;
Durée de vie estimée : 16 ans

Les résultats fournis par ERASMUS montrent la présence systématique d'une barrière de dégel, même si le seuil de tonnage est proche de la limite libre (19 tonnes). Comme cela pourrait nuire à la vocation de la voie qui est partie structurante du réseau de [REDACTED] nous avons donc calculé l'Indice de gel Admissible (IA) au moyen de la méthode du catalogue du SETRA, LCPC (Norme NF P 98-086 annexe B).

Pour mémoire, la tenue au gel-dégel d'une structure de chaussée est vérifiée si son **Indice de gel Admissible** est supérieur à son **Indice de gel de Référence**.

L'indice de gel de référence est soit l'hiver exceptionnel défini comme l'hiver le plus rigoureux rencontré entre 1951 et 1997, (pour [REDACTED] vaut **Indice de gel de Référence : 185°CxJ**), soit l'hiver non exceptionnel, défini comme étant l'hiver décennal sur la période 1951 -1997, (pour [REDACTED], **Indice de gel Admissible : 90°CxJ**).

4.2.3 Solutions préconisées

Zone 1 : PR 1 + 520 au PR 1 + 640

- 18.5 cm fraisage + 20 cm GB 3 + 2.5 cm BBTM :
Barrière de dégel : libre
Durée de vie estimée > 30 ans

Zone 2 : PR1 + 640 m et PR2 + 300 m

- 20.5 cm fraisage + 22 cm GB3 + 2.5 cm BBTM :
Indice de gel Admissible : 160 °CxJ ;
Durée de vie estimée : 16 ans

Zone 3 : PR2 + 300 m au PR2 + 360

- 19.5 cm fraisage + 22 cm GB3 + 2.5 cm BBTM :
Indice de gel Admissible : 130 °CxJ ;
Durée de vie estimée : 16 ans

On constate que l'indice de gel de référence ne peut être atteint. Cela est principalement dû à la qualité du sol. En effet, il est très sensible au gel en raison de l'humidité. Pour pouvoir se rapprocher de l'indice de référence, il est **indispensable de prévoir un drainage** de toute la section. Cependant, dans tous les cas l'indice admissible dépasse la valeur de l'hiver non exceptionnel.

Ces solutions sont optimisées. Une augmentation de 1 à 2 cm de Grave Bitume de classe 3 (GB 3) sur les zones 2 et 3 permettrait d'obtenir une durée de vie supérieure et une absence de barrière de dégel si le maître d'ouvrage le souhaite.

Le trottoir est dans l'ensemble en bon état sauf entre le PR 2 + 120 et le PR 2 + 280 où l'état est moyen avec des zones en mauvais état.

Conclusion

Trottoir :

Le trottoir est dans l'ensemble en bon état sauf une courte zone entre les PR 2 +120 et le PR 2 + 280.

Chaussée :

La chaussée présente une faiblesse structurelle et de nombreuses dégradations. Le revêtement de la chaussée est usé. L'étude de renforcement montre que la route nécessite une remise ne état lourde. Pour sa restructuration la solution la plus favorable est :

Zone 1 : PR 1 + 520 au PR 1 + 640

- 18.5 cm fraisage + 20 cm GB 3 + 2.5 cm BBTM :

Zone 2 : PR1 + 640 m et PR2 + 300 m

- 20.5 cm fraisage + 22 cm GB3 + 2.5 cm BBTM :

Zone 3 : PR2 + 300 m au PR2 + 360

- 19.5 cm fraisage + 22 cm GB3 + 2.5 cm BBTM :

En raison de la faible qualité du sol, et de la protection au gel qui n'est assurée que de façon très juste (barrière de dégel théorique à 18 t au lieu de 19 t) il est impératif, à notre avis, de prévoir un drainage complet de la chaussée.

Par ailleurs, l'étude de plusieurs solutions de renforcement/restructuration, fournie en annexe, permettra le cas échéant au maître d'ouvrage de mieux apprécier les éventuelles variantes.

Annexes

Schéma itinéraire

Tracé des mesures de déflexions (Déflectogrammes)

Synthèses ERASMUS

Rapport ERASMUS zone 2 a titre d'exemple

Relevé de dégradations.