

ERASMUS V5 ETUDES

Conception et entretien des giratoires

Conception des structures neuves

Rappel

Spécificités

Paramètres de dimensionnement

Application dans ERASMUS V5

Entretien

Désordres caractéristiques, diagnostic

Conception

Application dans **ERASMUS ETUDES**

Les giratoires

Conception des structures neuves

Rappel

Spécificités

Paramètres de dimensionnement

Application dans ERASMUS V5

Entretien

Désordres caractéristiques, diagnostic

Conception

Application dans ERASMUS ETUDE

Conception des structures neuves

Documents de référence

FA169297

ISSN 0335-3531

norme française

NF P 98-086
Octobre 2011

Indice de classement : **P 98-086**

ICS : 93.080.20

Dimensionnement des structures
des chaussées routières
Application aux chaussées neuves

E : Road pavement design — Application of new pavement
D : Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen —
Anwendung auf neue Straßen

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 28 septembre 2011 pour prendre effet
le 28 octobre 2011.
Remplace la norme homologuée NF P 98-086, de décembre 1992.

Correspondance

À la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux
de normalisation internationaux ou européens traitant du même sujet.

Analyse

Le présent document définit la méthode de dimensionnement des structures neuves
de chaussées routières applicable en France.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : route, chaussée, structure, calcul, charge,
charge d'exploitation, modèle.

Modifications

Par rapport au document remplacé, révision de la norme.

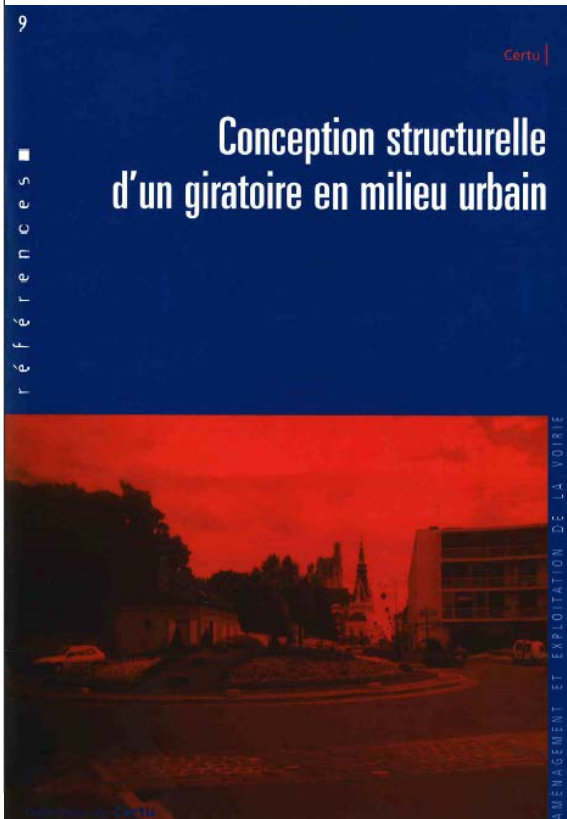
Corrections

Édité et diffusé par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, rue Francis de Pressensé — 93571 La Plaine Saint-Denis Cedex
Tél. : +33 (0)1 41 62 90 00 — Fax : +33 (0)1 49 17 90 00 — www.afnor.org

© AFNOR

AFNOR 2011

1^{er} tirage 2011-10-F



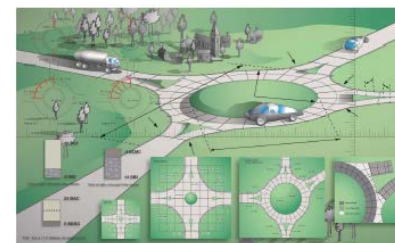
COLLECTION
TECHNIQUE
CIMBÉTON

T 63

CARREFOURS GIRATOIRES EN BÉTON

TOME 1

Guide de dimensionnement



CIMbêton
CENTRE D'INFORMATION SUR
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS

Forum TWS décembre 2014 R.
Kobisch

[4]

Conception des structures neuves Spécificités



A photograph of a white truck with a blue trailer driving on a curved asphalt road. The road is bordered by green grass and trees. In the background, other vehicles and road signs are visible under a cloudy sky.

Sollicitations supplémentaires de la chaussée engendrées par les poids lourds :

- Zone d'approche et de sortie
 - freinage et accélération
- Zone de trajectoire circulaire
 - effet de la force centrifuge
 - déport des charges verticales
 - forces tangentielles à l'interface :
 - roue-chaussée
 - couche de roulement / couche de base
 - ripage des roues des tridems

Les giratoires

Conception des structures neuves

Spécificités

Paramètres de dimensionnement

Application dans ERASMUS V5

Entretien

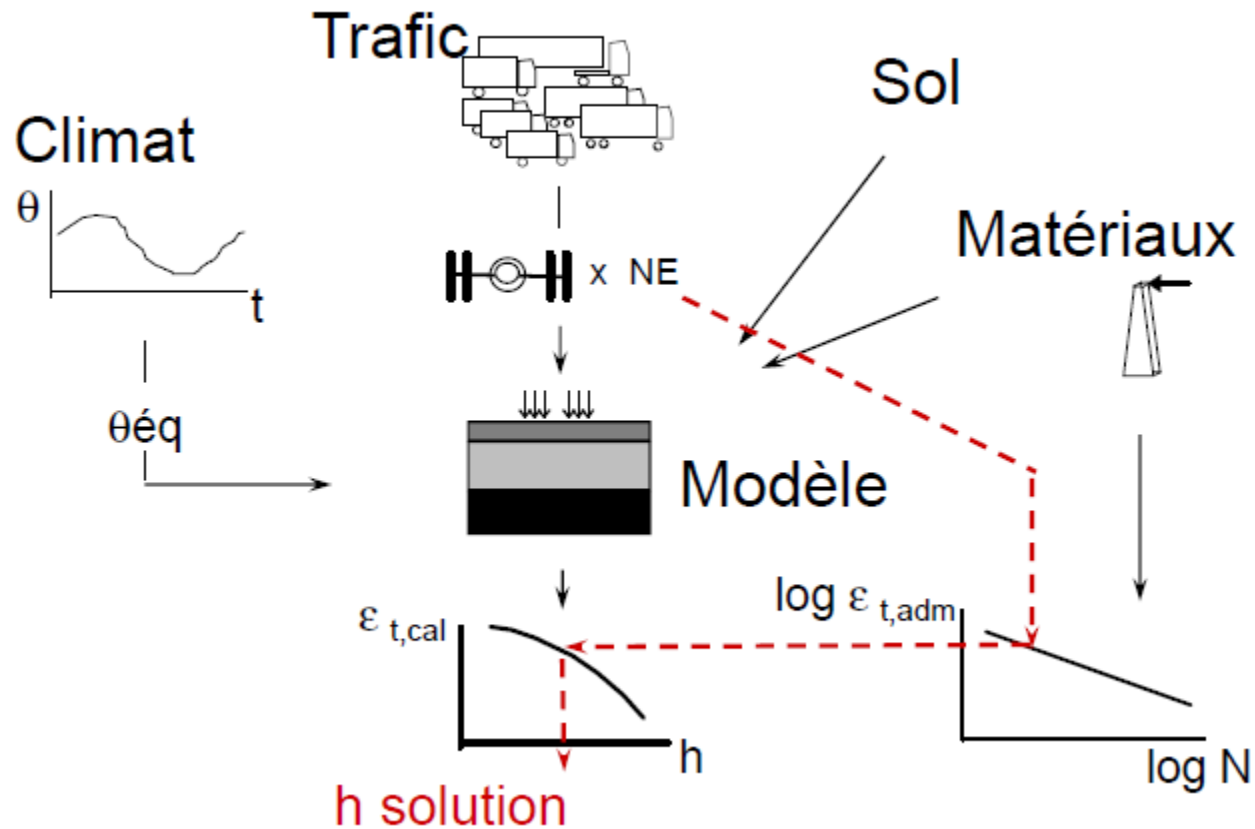
Désordres caractéristiques, diagnostic

Conception

Application dans ERASMUS ETUDES

Conception des structures neuves

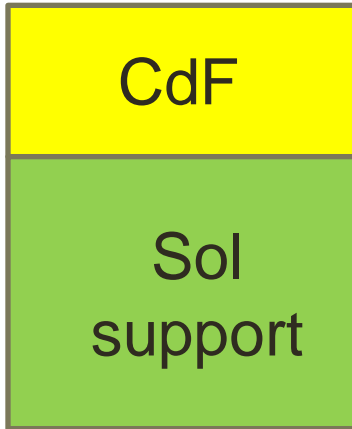
Rappel du dimensionnement mécanique



- **Plate forme support**
- **Trafic**
- **Durée de service**
- **Risque de calcul**
- **Dispersion des épaisseurs**
- **Matériaux (couches d'assise – couches de surface)**
- **Données climatiques Gel**

Conception des structures neuves

Plateforme



3 classes retenues

Module EV2 MPa	50	80	120	
Classe de plateforme		PF2	PF2 ^{qs}	PF3
Ks		1/1,1	1/1,065	1

Trafic

Trafic PL à prendre en compte

$$= \frac{1}{2} \sum (\text{des trafics entrants})$$

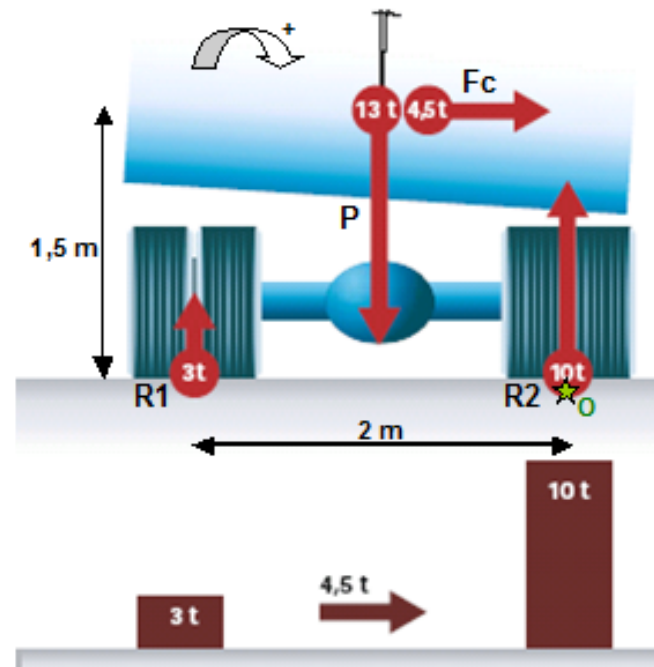
Le Coefficient d'Agressivité
Moyen (**CAM**) doit prendre en
compte le transfert de charge dû
à la force centripète.



Spécificités des carrefours giratoires

Calcul du transfert de charge :

- ◆ Accélération centripète : $A_c = V^2/r$
 - V vitesse en m/s (30 km/h soit $25/3$ m/s)
 - r : rayon du giratoire en m (20 m)
- ◆ Force centripète en N : $F_c = m.V^2/r$
 - m : masse de l'essieu en kg (13 000 kg)
 - $F_c = 13\,000 \times (25/3)^2 / 20 = 45\,140$ N soit **4,5 t** (avec $g = 10 \text{ ms}^{-2}$)
- ◆ Transfert : Somme des moments en O = 0 ($\sum \hat{M}_{t_0} = \hat{0}$)
 - $R_1 + R_2 = P = 13 \text{ t}$
 - $R_1 \times 2 - P \times 1 + F_c \times 1,5 = R_1 \times 2 - 13 \times 1 + 4,7 \times 1,5 = 0$
 - D'où **$R_1 = 3 \text{ t}$** et **$R_2 = 10 \text{ t}$**



Conception des structures neuves

CAM

L'agressivité engendrée par l'essieu extérieur dans ces conditions est égale à :

$$A = K \left(\frac{10}{6,5} \right)^{\alpha}$$

Pour une structure bitumineuse et un essieu simple : $\alpha = 5$; $K = 1$

$$A = 8,6$$

Conception des structures neuves

CAM

Remarque

Actuellement sur les VNRS le CAM retenu est de 0,5 pour les Struct. Bitumineuses

Si un PL est composé d'un essieu de charge prédominante

$$0,5 = (P_c/130)^5 \text{ soit } P_c = 113 \text{ kN}$$

Au niveau de force centripète diminution de la charge sur l'essieu extérieur

Conception des structures neuves

CAM structure bitumineuse

Si $P_c = 113$ kN et si on prend en compte la vitesse et le rayon du giratoire, les valeurs des CAM sont :

CAM	Vitesse km/h	
	20	30
Rayon en m		
20	1,4	4
35	0,9	1,8

Conception des structures neuves

Rappel de la norme NF P 98-086

Tableau C.3 — Coefficients d'Agressivité Moyen fonction du trafic et du type de matériaux pour les chaussées en milieu urbain

	Voie de desserte	Voie de distribution	Voie principale à trafic lourd
CAM Matériaux Bitumineux	0,1	0,2	0,2
CAM Matériaux Traités aux Liants Hydrauliques et béton	0,1	0,2	0,4
CAM sur giratoire	0,2	0,5	1,0

Le CAM est multiplié par 5 pour les giratoires en milieu urbain pour les Struct. Bitumineuses

Conception des structures neuves

Durée de service

- Guide CERTU : 20 ans
- Catalogue des structures types de chaussées neuves pour le réseau VRNS : 20 ans

Risque de calcul

- Guide CERTU : 5%
- Norme NFP 98086 (structures bitumineuses)
 - **2 % pour trafic T0 (750 à 2000 PL/J/sens)**
 - **5 % pour trafic T1 (300 à 750 PL/J/sens)**
 - **12 % pour trafic T2 (150 à 300 PL/J/sens)**
 - **25 % pour trafic T3 (50 à 150 PL/J/sens)**

Dispersion des épaisseurs

Des carottages sur une centaine de giratoires montrent des **dispersions d'épaisseurs doubles** de celles des sections courantes

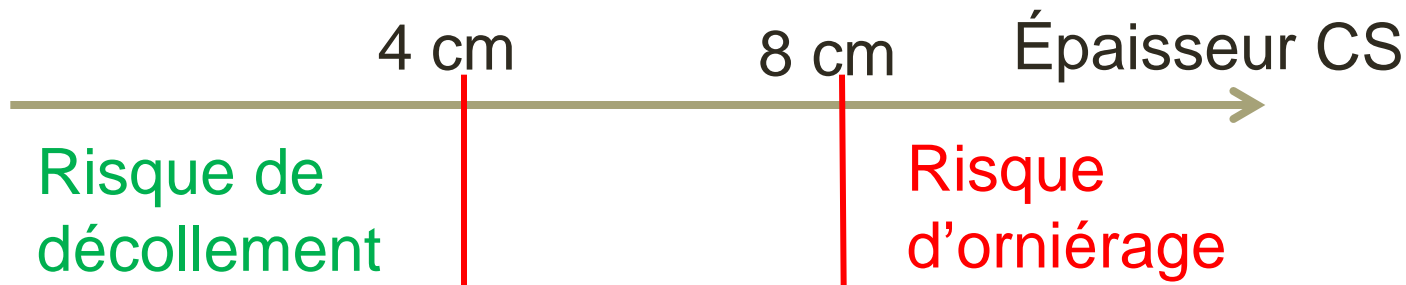
Ainsi :

- pour les matériaux bitumineux $Sh = 5 \text{ cm}$
- pour les matériaux traités aux LH $Sh = 6 \text{ cm}$

Matériaux de **Couche de surface**

Ceux-ci doivent résister :

- à l'orniérage (vitesse lente)
- aux efforts de cisaillements



Recommandations : 6 - 7 cm BBSG ou BBME (EB10 ou EB14)

Conception des structures neuves

Spécifications, classes des BBSG et BBME

Résistance à l'orniérage : guide CERTU

	Classe de Trafic		
Climat	T5	T3	$\geq T1$
Continental montagneux	Pas de spéc.	Classe 1	Classe 3
Méditerranéen	Pas de spéc.	Classe 2	Classe 3
Océanique	Pas de spéc.	Classe 1	Classe 3

Conception des structures neuves

Spécifications des bitumes pour les BBSG et BBME (guide CERTU)

Résistance à la fissuration thermique  **Orniérage**

	Classe de Trafic		
Climat	T5	T3	≥ T1
Continental montagneux	Bitume pur	Bitume pur ou modifié	Bitume modifié
Méditerranéen		Bitume modifié ou spécial	
Océanique		Bitume pur	Bitume modifié

Conception des structures neuves

Matériaux des Couches d'assise

Ceux-ci doivent résister à la **fatigue**

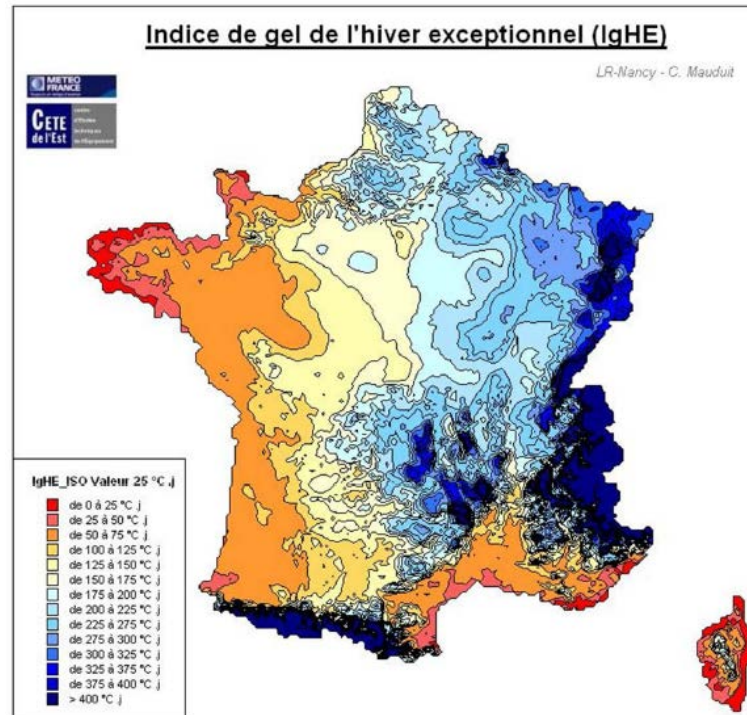
- GB2, GB3, GB4
- EME2
- GC, GL
- BC

Caractéristiques mécaniques conformes
à la norme NFP 98086 annexe F

Conception des structures neuves Vérification au gel/dégel

Principe :

$I_{\text{admissible de la chaussée}} \geq I_{\text{hiver de référence}}$



Carte de
C. Mauduit

Diapo de J.M. Balay

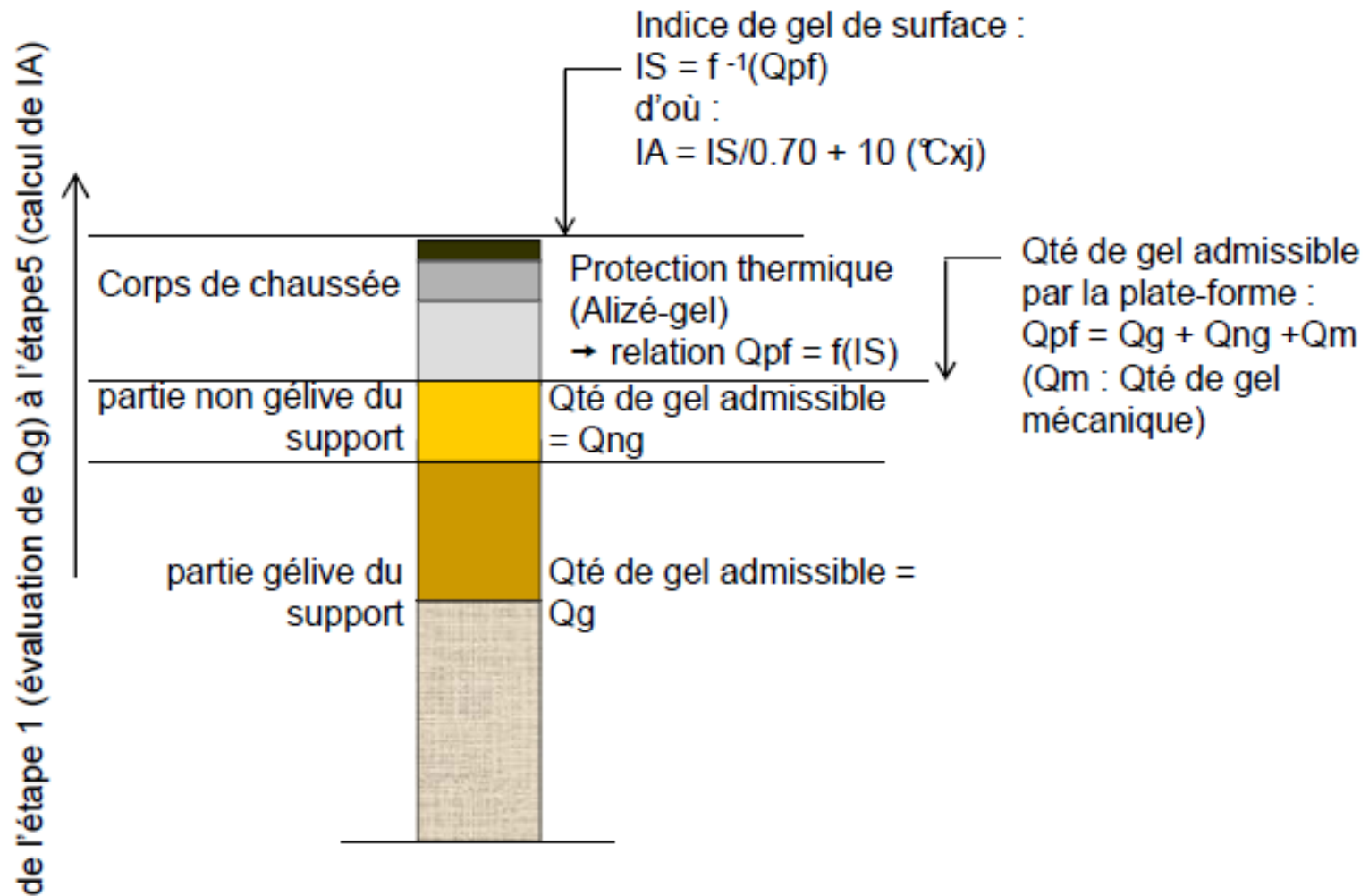


Plate forme support : PF2, PF3

Trafic CAM = 1 sur les voies PL

Durée de service : 20 ans

Risque de calcul : 5 %

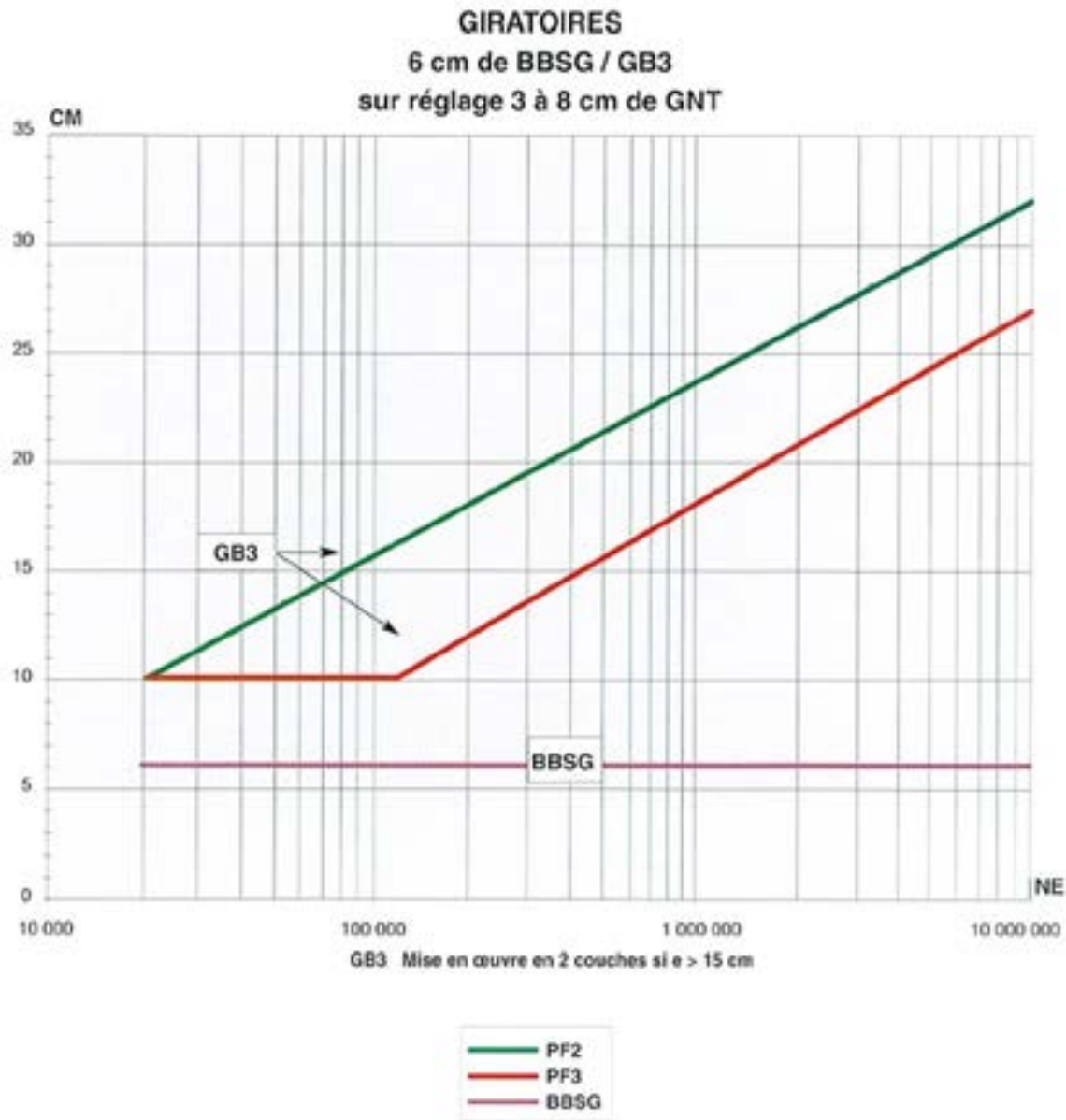
Dispersion des épaisseurs : Sh = 2,5 cm (MB)

Epaisseur CS : 6 cm BBSG ou BBME

Epaisseur C d'assise :

Epaisseur calculée x 1,15 (pour tenir
compte des spécificités des giratoires)

Exemple d'abaque guide CERTU



Conception des structures neuves

Comparaison entre :

- majoration de 15 % des épaisseurs des couches d'assise

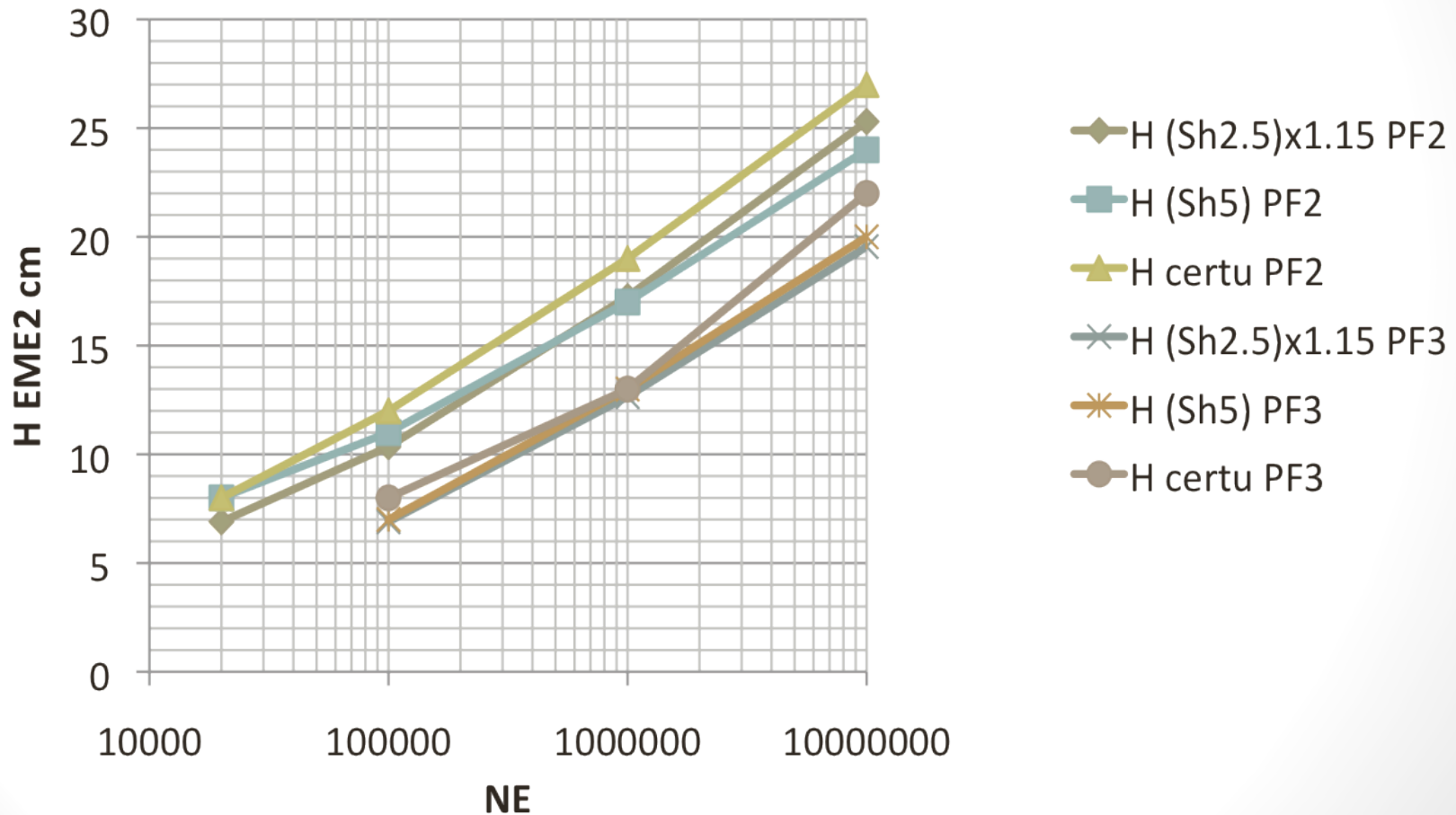
et

- prise en compte des dispersions doubles des épaisseurs relevées sur les giratoires

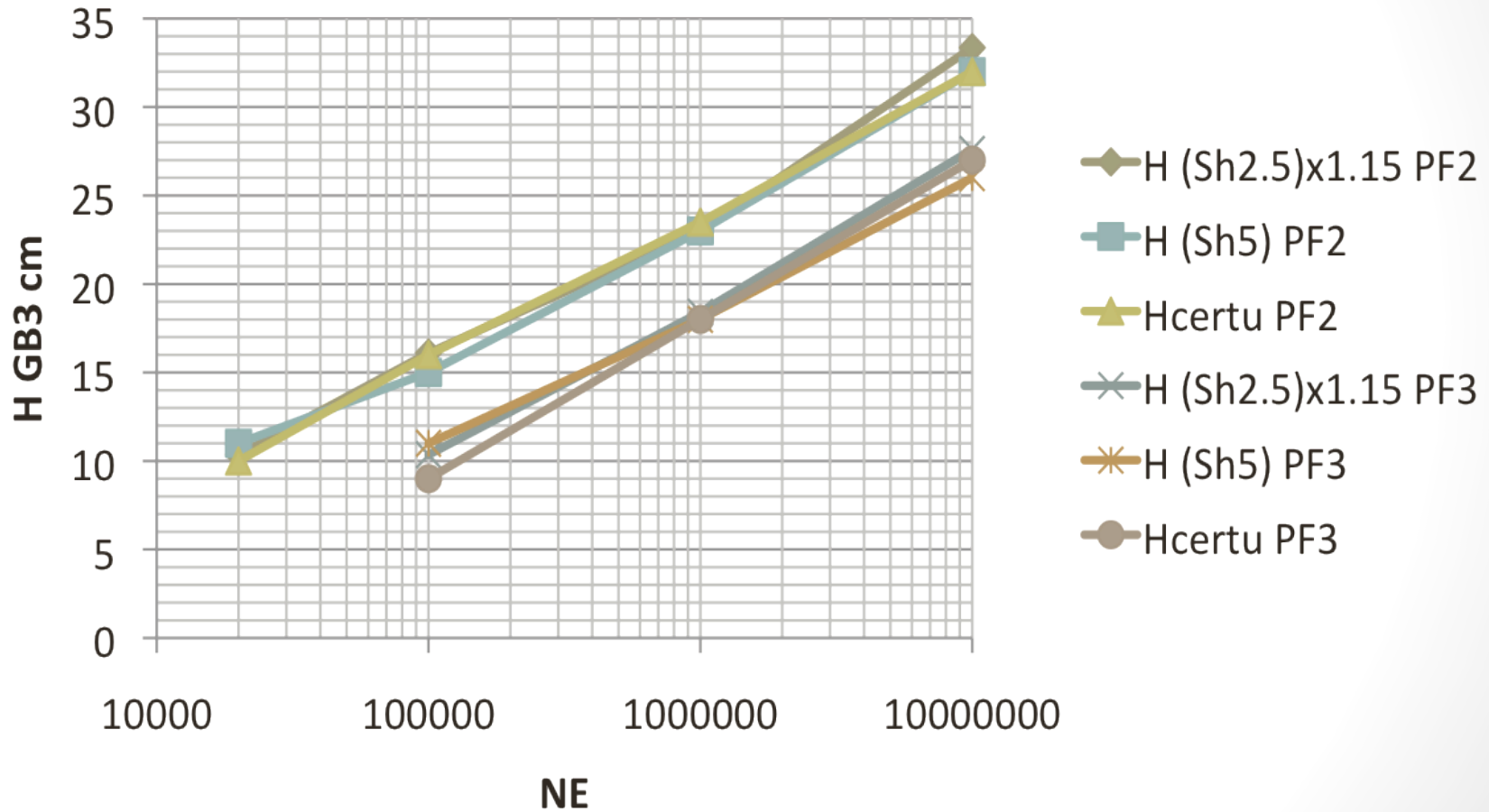
Cas des structures en GB3 et EME2 sur
PF2 et PF3

Sh = 5 cm (constant)

Epaisseurs EME2 en fonction de NE pour diverses hypothèses (CR 6 cm BBSG)



Epaisseurs GB3 en fonction de NE pour diverses hypothèses (CR 6 cm BBSG)



Conclusions

Très peu de différence d'épaisseur d'EME2 ou de GB3 pour les 2 hypothèses

- $Sh = 2,5 \text{ cm}$ et $H_{GB3 \text{ ou EME2}} \times 1,15$
- $Sh = 5 \text{ cm}$

Dans l'application ERASMUS V5
retenons $Sh = 5 \text{ cm}$

Conception des structures neuves

Spécificités

Paramètres de dimensionnement

Application dans ERASMUS V5 ETUDES

Entretien

Désordres caractéristiques, diagnostic

Conception

Application dans ERASMUS ETUDES

Réhabilitation des giratoires

Principaux désordres rencontrés sur les giratoires



Réhabilitation des giratoires

Principaux désordres rencontrés sur les giratoires



Arrachements au niveau :

- Des joints longitudinaux et transversaux
- Des fissures

Réhabilitation des giratoires

Principaux désordres rencontrés sur les giratoires



Orniérage
généralement de
faible intensité



Principaux désordres rencontrés sur les giratoires



Glaçage,
Glissement avec
faïençage

Réhabilitation des giratoires

Principaux désordres rencontrés sur les giratoires



Fissurations

- Longitudinale
- Transversale
- Grande maille



Réhabilitation des giratoires

Principaux désordres rencontrés sur les giratoires



Faïençage

Diagnostic

Recueil des données d'auscultation

- Historique de la chaussée
- Trafic
- Environnement
- Climat
- Etat visuel de surface
- Déflexions
- Carottages

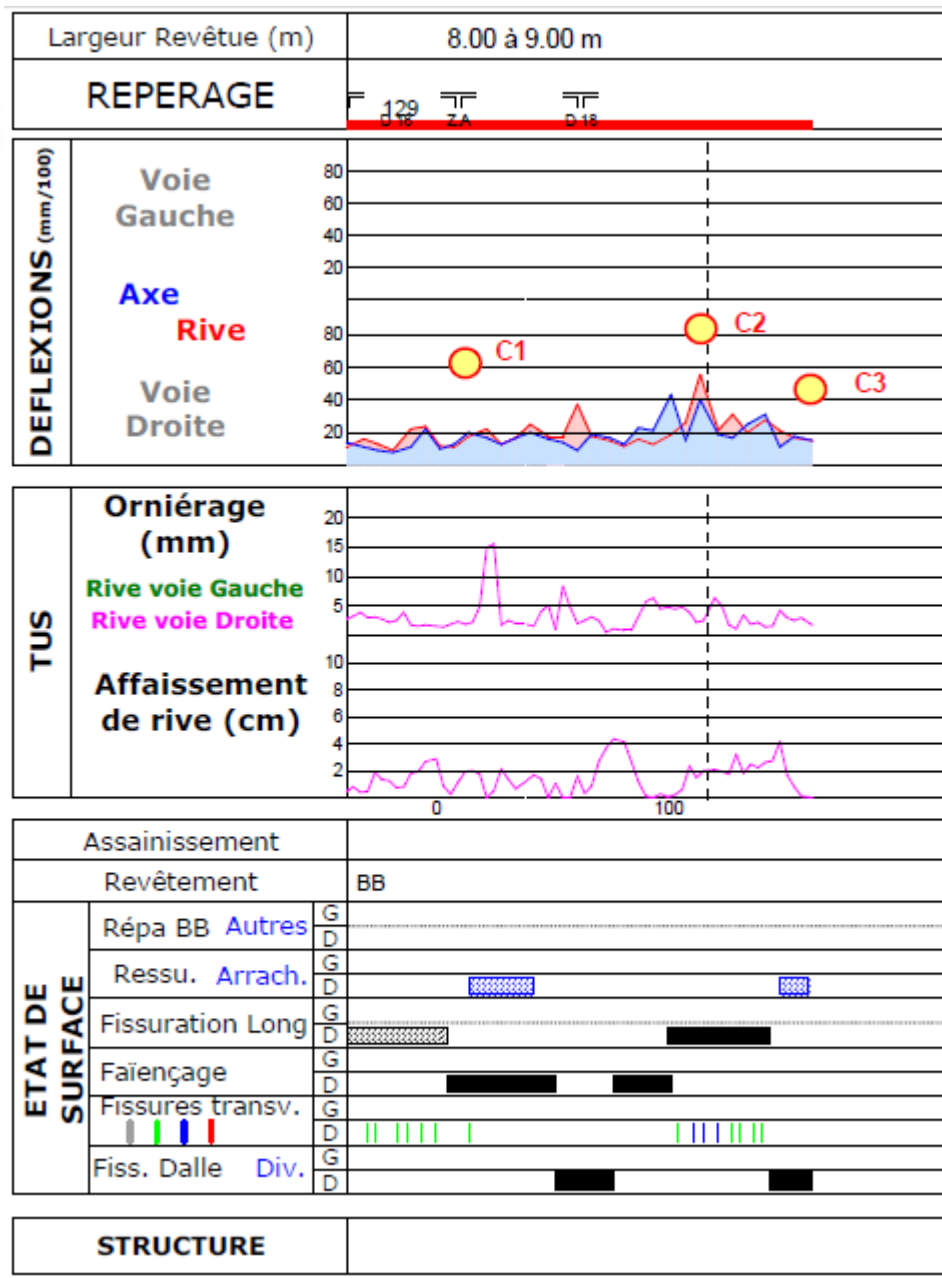


Schéma
itinéraire



Carottages sur fissures

Conception des structures neuves

Spécificités

Paramètres de dimensionnement

Application dans ERASMUS V5

Entretien

Désordres caractéristiques, diagnostic

Conception

Application dans ERASMUS ETUDES

Réhabilitation des giratoires

Techniques de réhabilitation

- **Couches de surface**

Idem construction neuves :

6 - 7 cm BBSG ou BBME

- **Couches d'assise**

GB3, GB4, EME2

- **Pas de majoration des dispersions d'épaisseurs**
- **Prise en compte de la majoration de l'agressivité due au transfert de charge**

Conception des structures neuves

Spécificités

Paramètres de dimensionnement

Application dans ERASMUS V5

Entretien

Désordres caractéristiques, diagnostic

Conception

Application dans **ERASMUS ETUDES**

Réhabilitation des giratoires

Application d'ERASMUS ETUDES

Cas du giratoire à Etudier

Recueil des données

- **Historique**
- **Géométrie**
- **Trafic**
- **Déflexions**
- **Dégradations**
- **Carottages**

Réhabilitation des giratoires

Application d'ERASMUS ETUDES

Fichier Cas Moteur Configuration Panneaux ?

← → Etudes (Etude Erasmus) - Giratoire

Général

Nom: Voie: RN5

Gestionnaire: Loc... Supprimer

Loc... Supprimer

pr: 26

abs: 850

Département:

Bibliothèque: Longueur (m): 2 500

Répertoire: Giratoire: Oui

Rayon de giration (m): Annot... Ajouter

Ci... Cahier des charges

Trafic

Type de progression: Arithmétique

Taux d'accroissement à l'origine:

Mesuré ? Oui

Variante

+ Créer variante

Libelle: Variante 1

Libelle:

BBSG-0/10-CLASSE-3 - 7,0 cm

Fraisage - 7,0 cm

Structure actuelle

Detail de l'étude

+ Créer un cas

2_PR26+600 (Axe) - 26+...

- 7.0 cm

- 9.0 cm

- 26.0 cm

- 32.0 cm

4_PR26+600 (BRD) - 26+...

- 8.0 cm

- 7.5 cm

- 25.5 cm

- 8.5 cm

- 20.0 cm

- 20.0 cm

6_PR26+625 (BRD) - 26+...

- 5.5 cm

- 5.5 cm

- 8.0 cm

- 6.0 cm

- 8.0 cm

- 6.5 cm

- 9.5 cm

3_PR26+645 (BRG) - 26+...

- 8.0 cm

- 7.0 cm

- 37.0 cm

Courant

Photos Documents Cartographie

Réhabilitation des giratoires

Application d'ERASMUS ETUDES

Général

Nom: Giratoire Voie: RN5

Gestionnaire:

Localisation début: Supprimer

Localisation fin: Supprimer

pr: 26 abs: 400

pr: 26 abs: 850

Département:

Bibliothèque:

Longueur (m): 2 500

Répertoire:

Giratoire: Oui

Rayon de giration (m): 30


Annotations: Ajouter

Trafic

Type de progression: Arithmétique

Taux d'accroissement à l'origine:

Mesuré ? Oui

☐  2011 Voie 1 : 2134 PL/j

Courant: Trafic (2011)

Année de mesure: 2011

Taux d'accroissement futur: 1.25

Vitesse des PL (km/h): 20

Nombre de PL total: 2 134

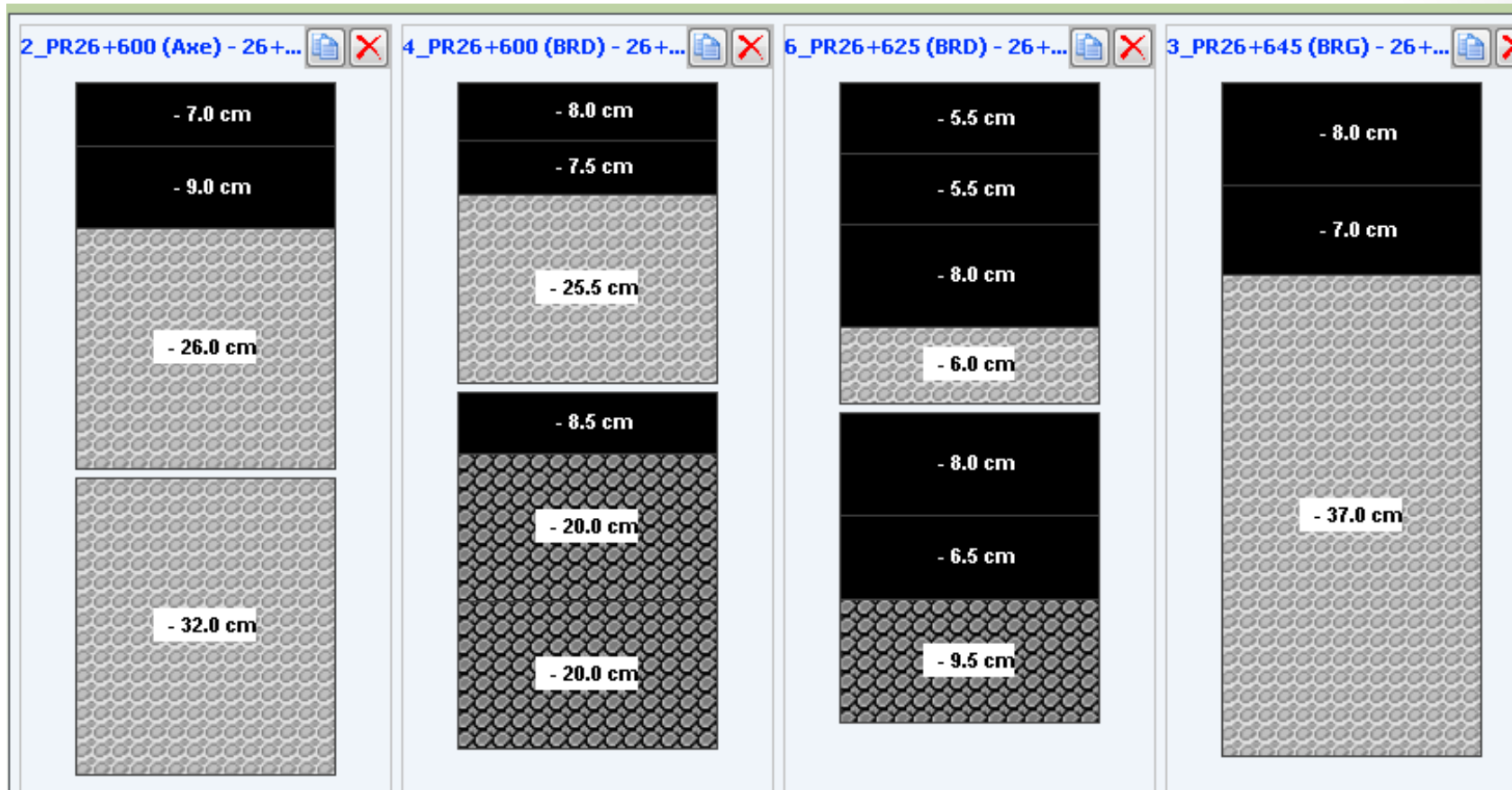
Pourcentages de PL

Voie 1

Pourcentage de PL: 100

Réhabilitation des giratoires

Application d'ERASMUS ETUDES



Réhabilitation des giratoires

Application d'ERASMUS ETUDES

Essais: Voie 1

Carottage

Déflexion


Modules

Dégradations: Voie 1

Année du relevé 2014

+

×



Fissure longitudinale hors BDR

Couche de BB - 9.0 cm - 19 ans

Courant: Essai (Carottage)

- 7.0 cm

- 9.0 cm

- 26.0 cm

- 32.0 cm

Année 2014

☒ Mode avancé

grave laitier - 26,0 cm - 28 ans

Décollement

Année de décollement estimée (XXXX) 1986 <= <= 2014

Sous épaisseurs

	Etat	Sain	Médiocre	Fissuré	Fracturé	Désagré
0 < <= 26.0	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>

Réhabilitation des giratoires

Application d'ERASMUS ETUDES

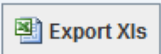
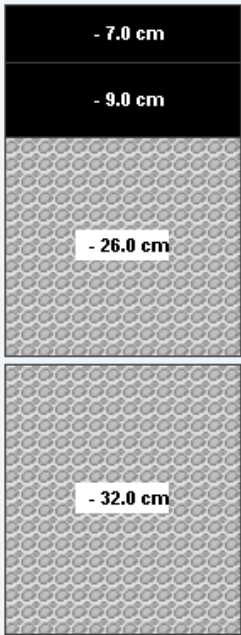
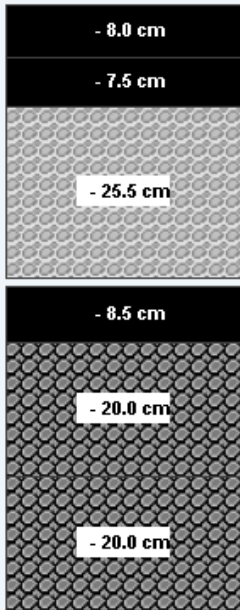
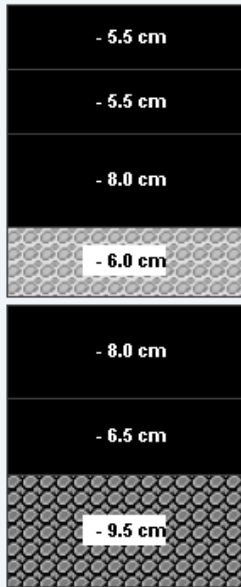
Variantes

+ Créer variante

Libelle	Variantes
Libelle Variante 1	<p>BBSG-0/10-CLASSE-3 - 7,0 cm</p> <p>Fraisage - 7,0 cm</p> <p>Structure actuelle</p>
Libelle Variante 2	<p>BBSG-0/10-CLASSE-3 - 6,0 cm</p> <p>BBME-0/14-CLASSE-2 - 10,0 cm</p> <p>Fraisage - 16,0 cm</p> <p>Structure actuelle</p>
Libelle Variante 3	<p>BBSG-0/10-CLASSE-3 - 6,0 cm</p> <p>GB-0/14-CLASSE-4 - 10,0 cm</p> <p>Fraisage - 16,0 cm</p> <p>Structure actuelle</p>

Réhabilitation des giratoires

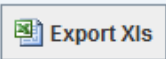
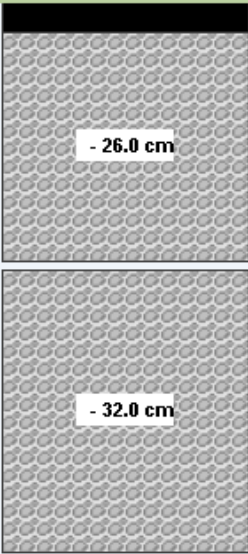
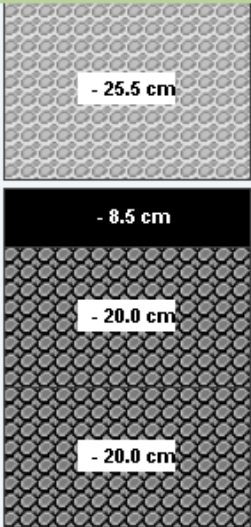
Application d'ERASMUS ETUDES

Résultats (Etude Erasmus) - Giratoire - LCPC-SETRA			
Résultats d'étude			
	<p>2_PR26+600 (Axe) 26+600 -> 26+600</p> 	<p>4_PR26+600 (BRD) 26+600 -> 26+600</p> 	<p>6_PR26+625 (BRD) 26+625 -> 26+625</p> 
	<p>2014 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (7.0 cm) 2014 : Fraisage (7.0 cm)</p>	<p>Fissuration de Retrait de Grave laitier (1986) Protection de l'assise</p>	<p>45 ans - bbsg-0/10-C3 D= 0.03</p>

Réhabilitation des giratoires

Application d'ERASMUS ETUDES

Résultats d'étude

		
<p>2014 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (7.0 cm) 2014 : Fraisage (7.0 cm)</p>	<p>Fissuration de Retrait de Grave laitier (1986) Protection de l'assise</p>	<p>Fissuration de Retrait de Grave laitier (1986) Protection de l'assise</p>
<p>2014 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm) 2014 : BBME-0/14-CLASSE-2 (N) (10.0 cm) 2014 : Fraisage (16.0 cm)</p>	<p>> 50 ans - bbme-0/14-C2 D= 0.00</p>	<p>> 50 ans - bbme-0/14-C2 D= 0.00</p>

Réhabilitation des giratoires

Application d'ERASMUS ETUDES

Résultats de conception	CAM
<p>17730</p> <p>2014 : BBSG-0/10-CLASSE-3 (N) (6.0 cm)</p> <p>2014 : BBME-0/14-CLASSE-2 (N) (10.0 cm)</p> <p>2014 : Fraisage (16.0 cm)</p>	<p>bbsg-0/10-C3 - PL Cumules: 1.31441e+007 - CAM: 1.64</p> <p>bbme-0/14-C2 - PL Cumules: 1.31441e+007 - CAM: 1.64</p> <p>Sol - PL Cumules: 1.31441e+007 - CAM: 1.</p>

Conclusions

ERASMUS ETUDES *Giratoire*

- Prise en compte de l'effort centripète (rayon et vitesse) pour le calcul de l'agressivité du trafic (CAM)
- Chaussées neuves
Prise en compte de la dispersion double des épaisseurs des couches d'assise
- Réhabilitation

Conclusions

ERASMUS ETUDES *Giratoire*

- Prise en compte de l'effort centripète (rayon et vitesse) pour le calcul de l'agressivité du trafic (CAM)
- Chaussées neuves
Prise en compte de la dispersion double des épaisseurs des couches d'assise
- Réhabilitation

Conclusions

ERASMUS ETUDES *Giratoire*

- Prise en compte de l'effort centripète (rayon et vitesse) pour le calcul de l'agressivité du trafic (CAM)
- Chaussées neuves
 - Prise en compte de la dispersion double des épaisseurs des couches d'assise
- Réhabilitation

Conclusions

ERASMUS ETUDES *Giratoire*

- Réhabilitation
 - Prise en compte de l'ensemble des carottages et les déflexions et dégradations associées
 - Vérification de la variante sur les différentes carottes
 - Pas de majoration des dispersions d'épaisseurs

MERCI DE VOTRE ATTENTION



Merci Anthony et Réinaldo pour vos contributions