

A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a black crosshair overlaid on a grid of colored squares (blue, red, yellow) with a gradient effect.

Erasmus V5 et les interfaces de chaussées

Analyse et modèles



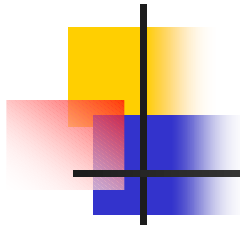
Historique


- **Circulaire du 14 juin 1984** du Directeur du SETRA B. FAUVEAU.
- « Décollement des couches de surface est un mal aux conséquences coûteuses » car:
 - le plus souvent enlèvement de la couche incriminée ,
 - remplacement ou renforcement de structure



Historique

- **Novembre 1986**: Note d'information du SETRA sur :
- Le décollement des couches de revêtement de chaussées:
- Défauts de liaison c. de roulement / c. de base concernait 1000km de chaussées neuves ou renforcées du RN (+ de 5% du linéaire soumis à l'entretien préventif):
- Enjeu énorme



 Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire, et des Transports DR-DSCR		<h1>NOTE D'INFORMATION</h1>	
CHAUSSEES- TERRASSEMENTS		<h2>25</h2>	
Auteur : SETRA/DCT		<h3>LE DECOLLEMENT DES COUCHES DE REVETEMENT DE CHAUSSEES</h3>	
Editeur : SETRA		NOVEMBRE 1986	

EVETEMENTS

Résumé

Le décollement des couches de chaussées, et notamment celui des couches de surface est souvent la cause de l'apparition prématurée de désordres importants sur des chaussées neuves ou renforcées. Le phénomène se traduit par l'apparition précoce de dégradations (fissures anarchiques, faïençage) dont l'évolution est rapide et qui conduisent à des travaux de réfection coûteux. Le respect de la mise en oeuvre d'une couche d'accrochage exécutée dans des conditions correctes constitue la meilleure prévention contre le phénomène.

I - LE PHENOMENE DU DECOLLEMENT DES COUCHES

- Ampleur du phénomène

- Description du phénomène

Il y a décollement entre la couche de roulement et la couche de base. La couche de roulement étant désolidarisée des couches inférieures, le



Causes des décollements

- Pollution de l'interface pdt les travaux
- Pas de couche d'accrochage,
- Présence d'eau
- Pas de rupture de l'émulsion
- Dilatation thermique différentielle entre les couches,
- Dosage en liant de la couche de roulement insuffisant
- Porosité granulats mal prise en compte
(absorption d'une partie du liant)
- Travaux en période hivernale etc

Problèmes liés à la couche d'accrochage



BANDES DE ROULEMENT DU TRAFIC

Problèmes liés à la couche d'accrochage

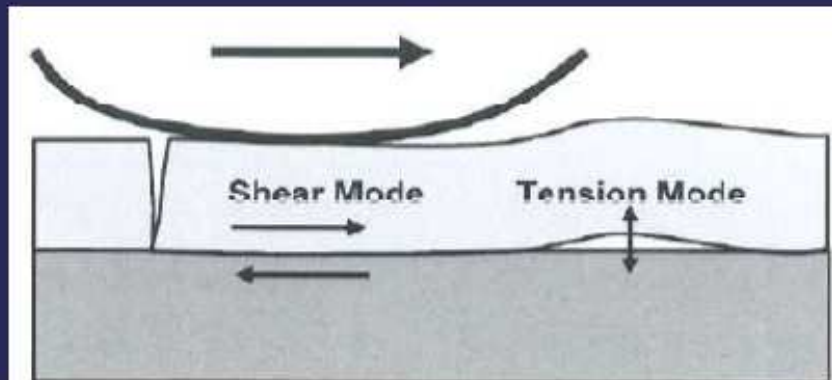


Mesure de l'efficacité du collage des couches

Les conséquences liés à un mauvais collage de l'interface n'apparaissant qu'après un certain temps de sollicitations dues au trafic, il est important de pouvoir prédire le comportement en caractérisant la couche d'accrochage en début de vie.

Basée sur ces constations, une approche plus rationnelle tend à se développer à partir d'essais de laboratoire et de chantier.

Plusieurs méthodes d'essais selon la sollicitation

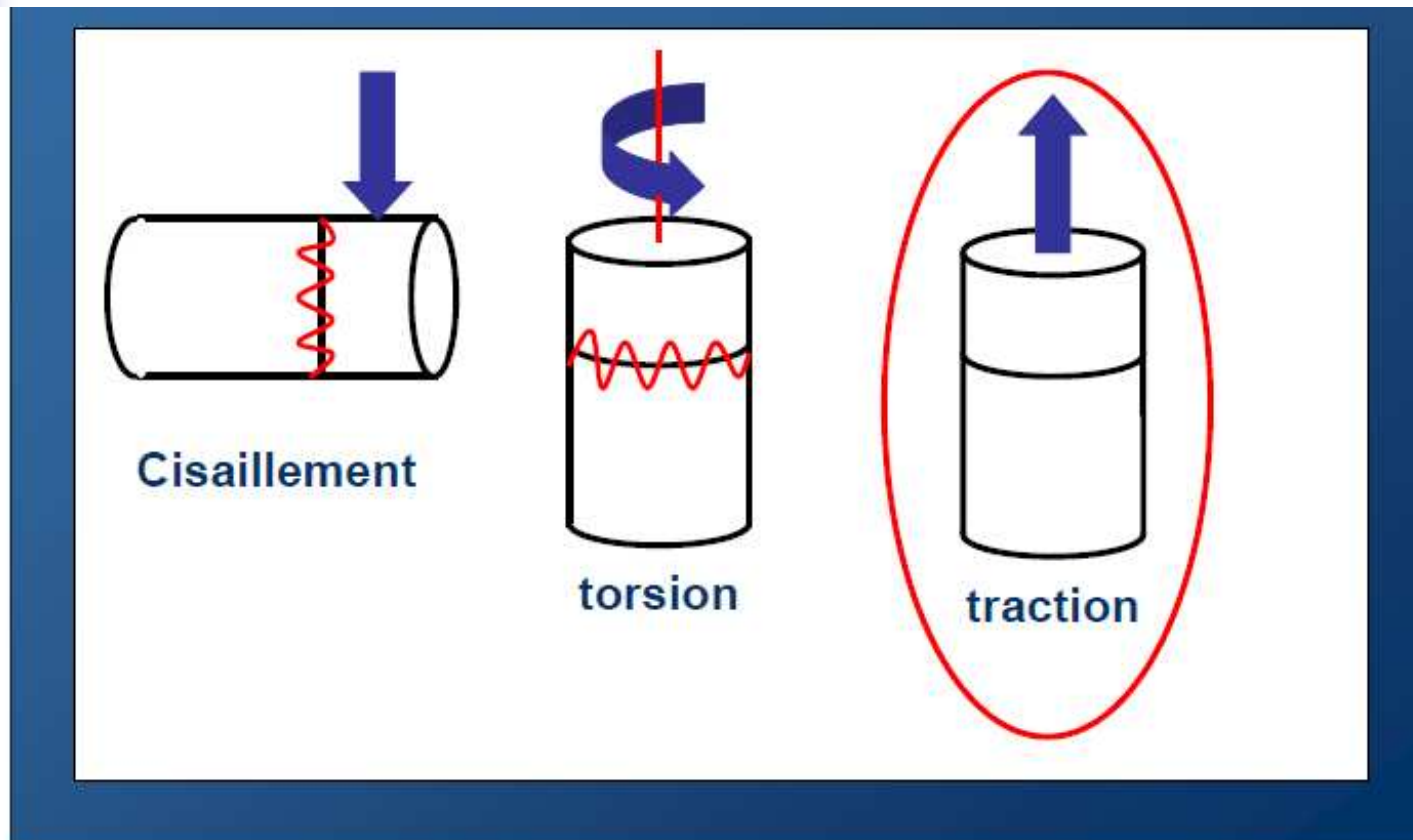


Conséquences d'un mauvais collage

- Dégradations de la couche de roulement: fissures anarchiques se ramifient: faïençage
- Si dégradations sur structures anciennes, on ne peut conclure qu'il y a décollement.



Principe de la vérification de la liaison

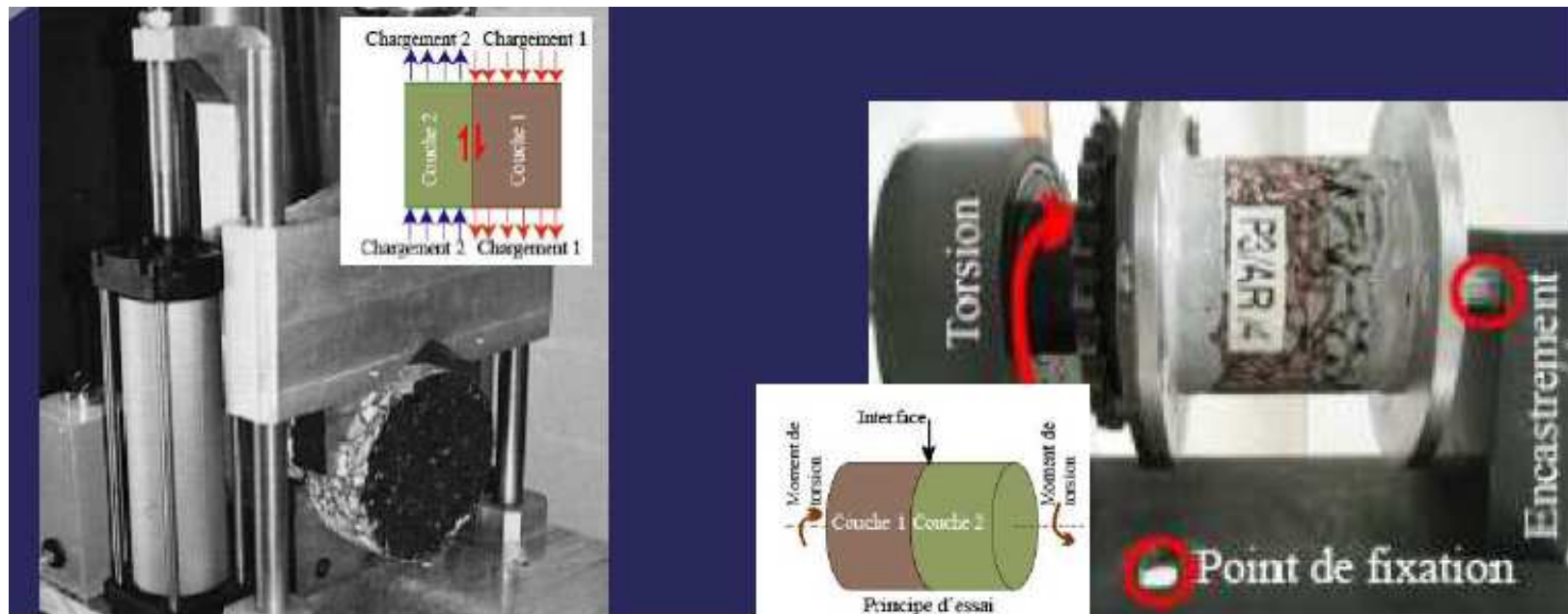




Investigations Caractérisation de l'interface

- **Moyens destructifs :**
 - Carottages: influence du diamètre de la vitesse de rotation, de la pression appliquée , de l'état du carottier.
 - Ovalisation(mesures déformation de part et d'autre de l'interface) peu ou plus pratiquée

Mesure de l'efficacité du collage sur carottes en laboratoire



Mesure de l'efficacité du collage des couches

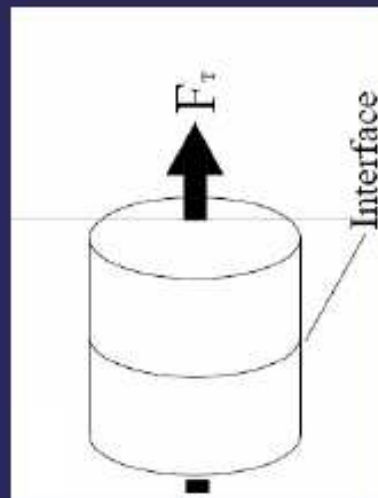
L'AMAC : Appareil de Mesure d'Adhésion des Couches



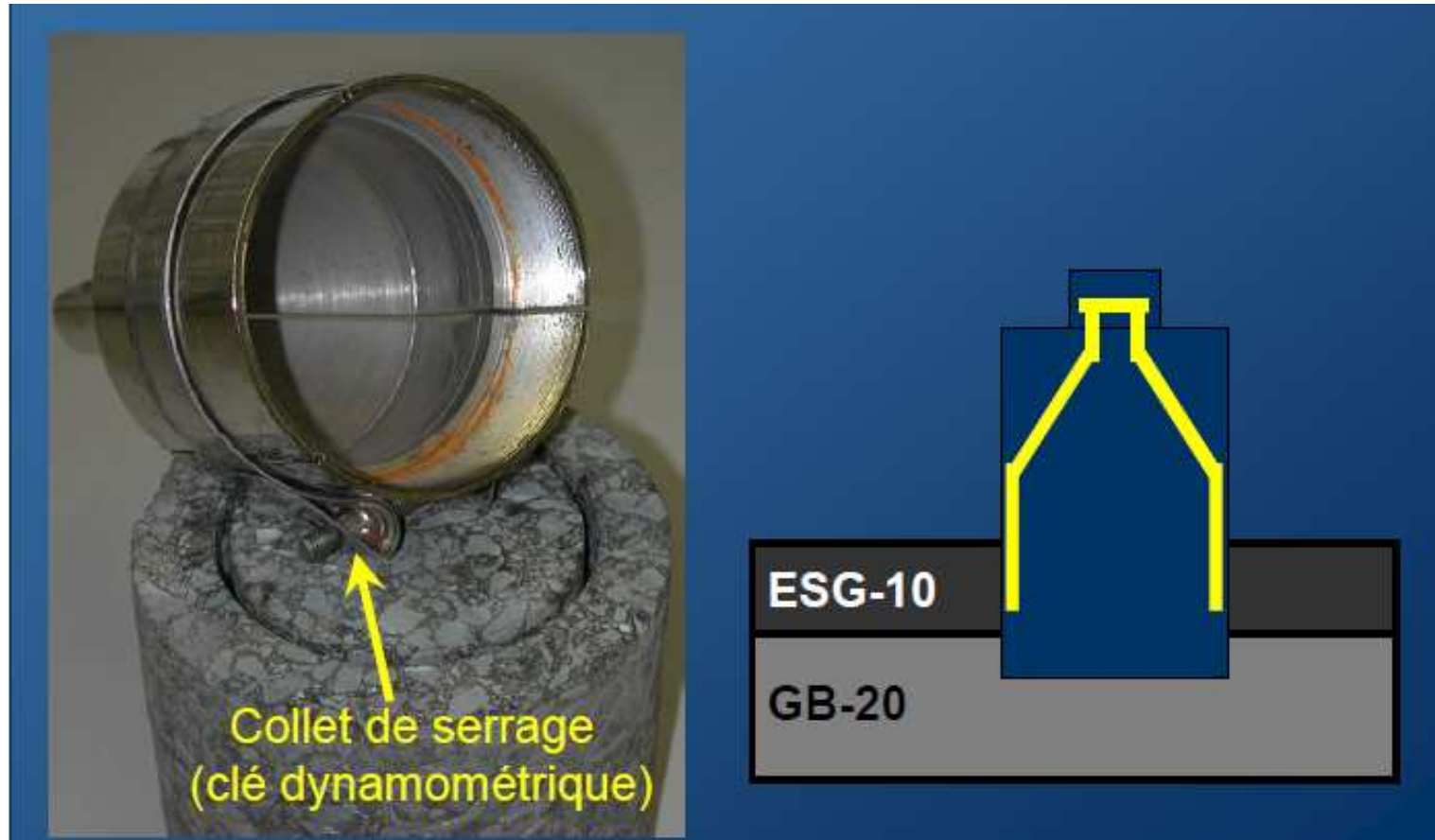
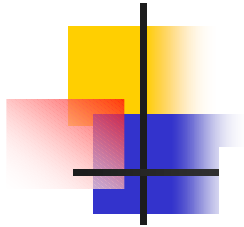
La qualité du collage entre les 2 couches d'enrobés est proportionnelle à la valeur de la contrainte de traction nécessaire pour décoller l'interface.

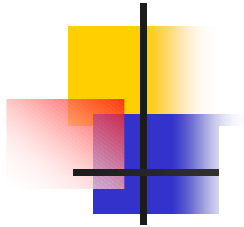
Mesure de l'efficacité du collage des couches

Essai de traction (résistance à l'arrachement) du MTQ



La qualité du collage entre les 2 couches d'enrobés est proportionnelle à la valeur de la contrainte de traction nécessaire pour décoller l'interface.





Quebec++

Système de préhension de la DLC

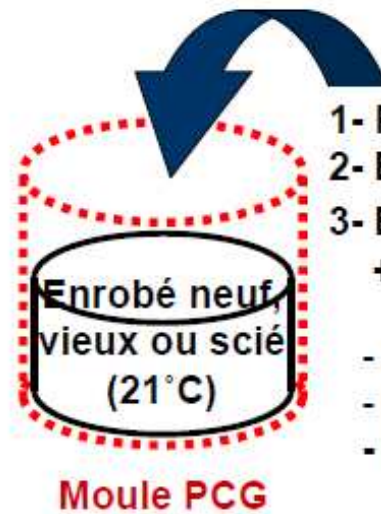
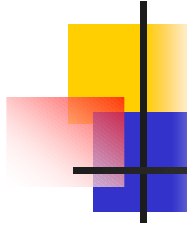


♦ Avantages

- Fiabilité
- Rapidité d'installation
- Permet la réalisation d'essais non destructifs
- Coût par essai : faible

♦ Limitations

- Température de l'enrobé de surface $< 25^{\circ}\text{C}$
- L'enrobé de surface doit avoir plus de 35 mm d'épaisseur



- 1- Pas d'émulsion + enrobé à 150°C
 - 2- Émulsion mûrie 0,2 l/m² + enrobé à 150°C
 - 3- Émulsion non rupturée 0,2 l/m²
+ enrobé à 150°C
- Compactage à 95 %
 - Démoulage puis 24 heures d'attente à 21°C
 - Essai de traction à 21°C

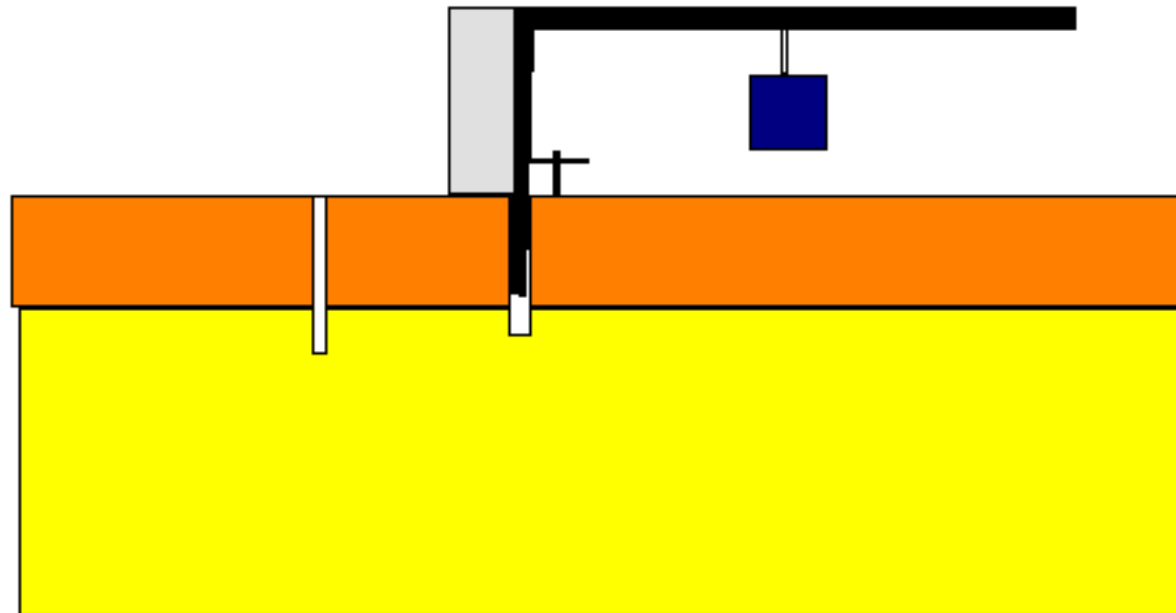
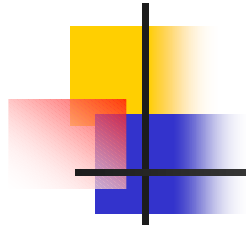
0,60 MPa < Contrainte à la rupture < 0,90 MPa

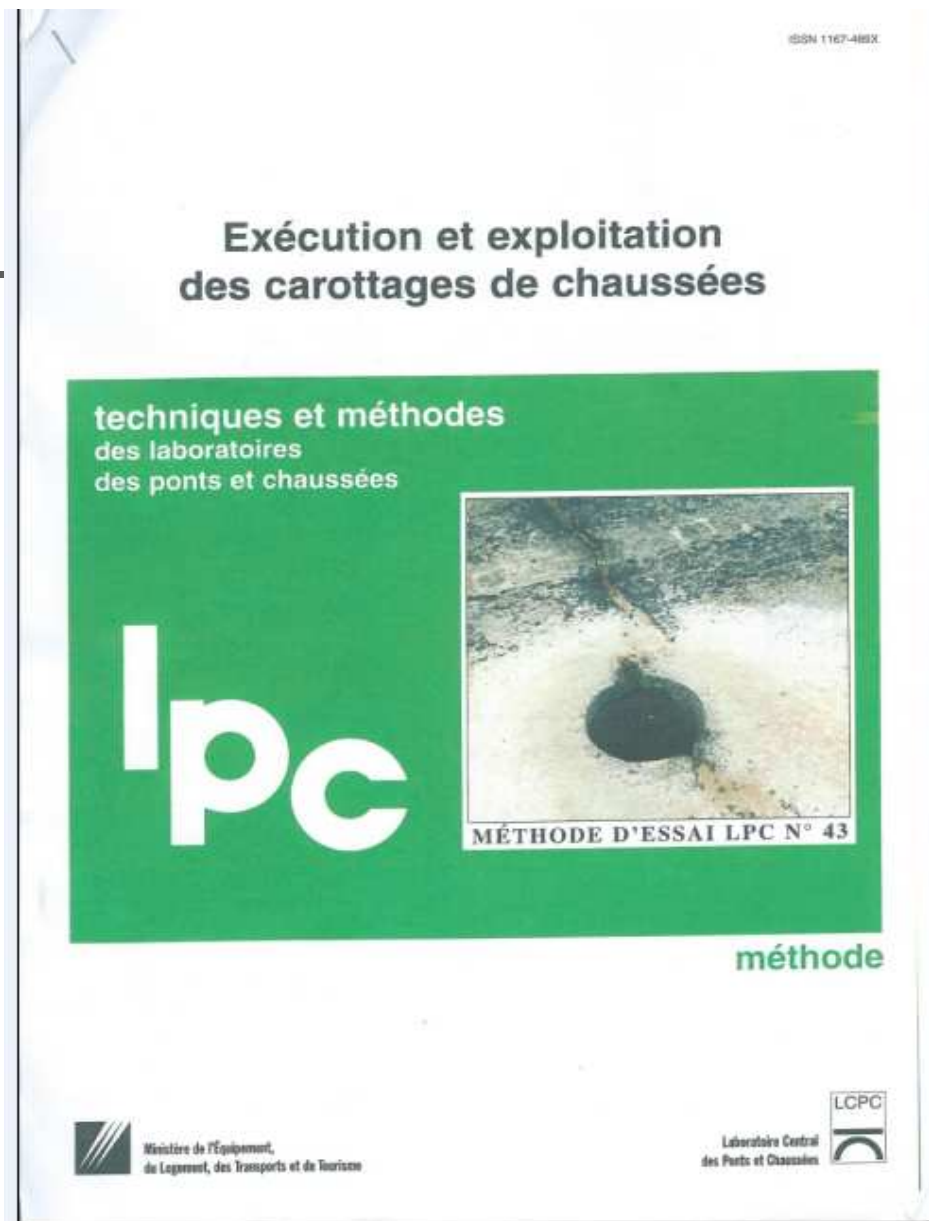
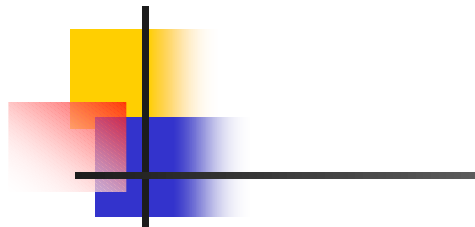
Méthode L.R St BRIEUC



Principe du CEELRO St Brieuc

méthode du pied de biche

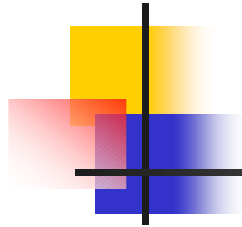






- Déflectographe FWD
- Niveau de déflexion dépend de l'état de l'interface et de la capacité portante des couches

- décollement Energie  surface



Conséquences et traitements

- En dehors des résultats de ces méthodes de constat , on connaît mal la nature physique du processus de collage et de décollement des couches.
- Phénomène et amplitude une fois détectés plusieurs stratégies de traitement:



Conséquences et traitements

- 1) Techniques d'attentes : colmatage des fissures, ES, pour ralentir le phénomène mais comme la fatigue du corps de chaussée ne cessant de croître les travaux seront plus conséquents
- 2) Fraisage de la couche décollée et remplacement,
- 3) renforcement
- Pour ces deux cas , on calcule les épaisseurs de matériaux à mettre en œuvre .

Prise en compte des interfaces



Dimensionnement des
chaussées , renforcements et
entretien




Hypothèses du Catalogue des structures 1998


Structures	Conditions aux interfaces
bitumineuses épaisses	collé
mixtes	collé à la mise en service, décollé après la rupture du matériau traité aux liants hydrauliques
bétons de ciment	décollé
souples	collé
inverses	collé
GLp*/GLp* GC3/GC3 ou GLR/GLR ou GCH/GCH	semi-collé
GLg ou Glp**	collé
GC4/GC4 ou GCV/GCV	décollé
SL3/SL3 (laitier prébroyé*) SC3/SC3 (ciment ou liant routier ou cendres hydrauliques)	semi-collé
GLp*/SL2 ou GLp*/SL3 GC/SC2 ou GC/SC3	semi-collé



Cas de la structure TC5₂₀ PF2 GB2/GB2

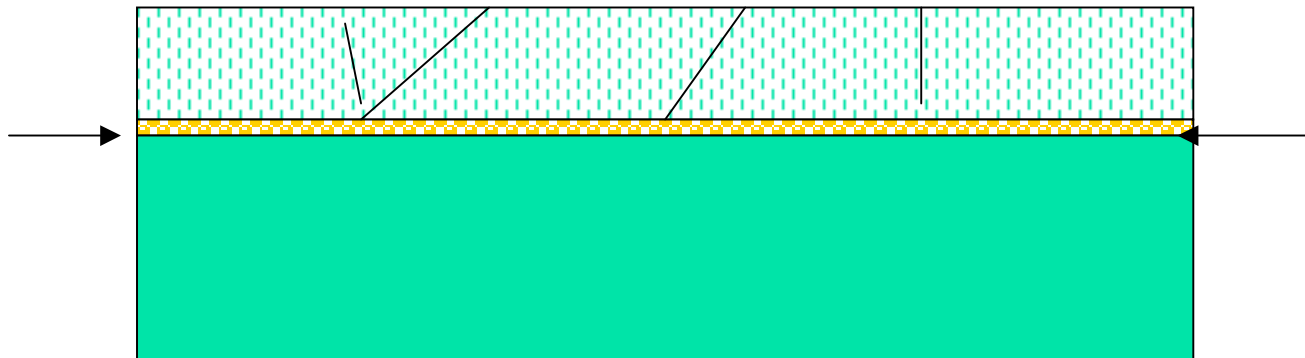


	Elongations	
	Collé	Décollé
8BBSG		
11GB2	→ 17 μ def	→ 121 μ def
12GB2	→ 69 μ def	→ 83 μ def
NE	3000000	200000

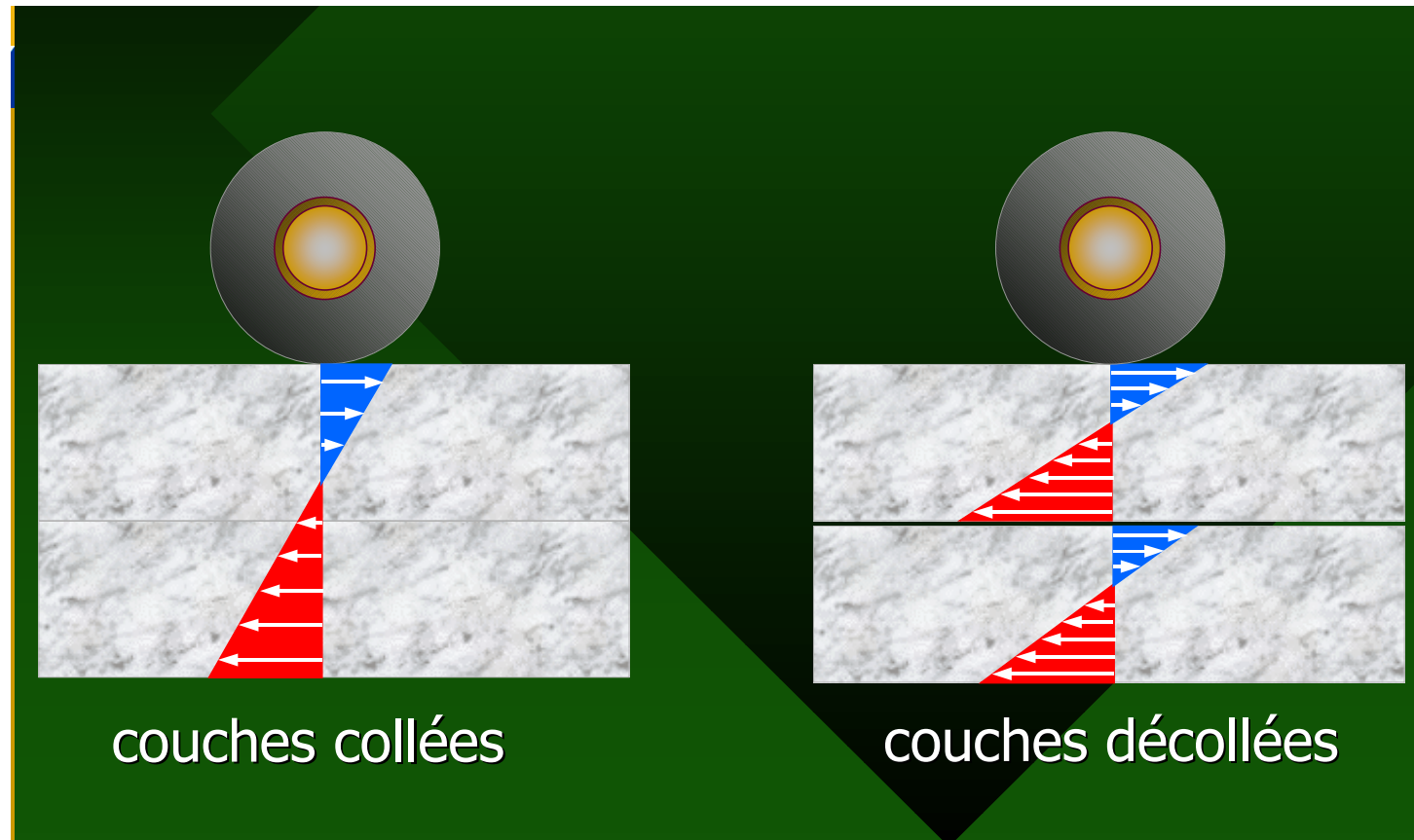


Causes des décollements

- Peu de cas sur des structures neuves entre deux couches d'assises
- Beaucoup de cas entre couche de roulement et couche d'assise
- Facteur aggravant présence d'eau



Visualisation du fonctionnement des interfaces



Conséquences mécaniques d'un décollement

- Ex: Pour la Structure : PF3/GNT/GB3:BBSG

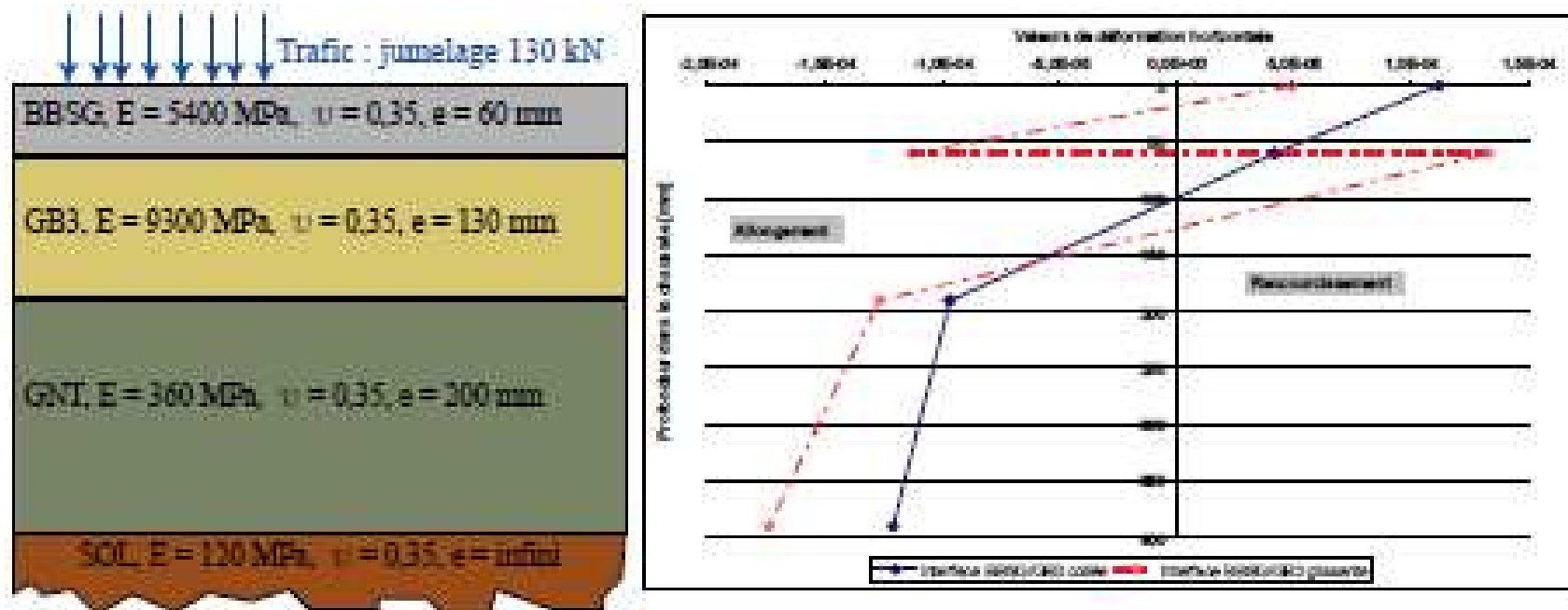


Figure I.4.1 : Effet de l'état de l'interface sur la distribution des valeurs de déformation



Caractérisation des interfaces

- Pour caractériser l'état de l'interface entre deux couches d'enrobés, les essais présentés:
- (traction directe, torsion, cisaillement direct, double cisaillement direct, cisaillement oblique en compression, flexion, fendage).
- n'ont pas été validés ,ni leurs résultats introduits dans les calculs courants.
- Ces essais réalisés (recherche) sous chargement monotone permettent de caractériser le comportement mécanique du complexe enrobé/interface/enrobé



Modélisation et outils de calcul

- La prise en compte de l'état des interfaces dans les études d'entretien ou de renforcement voire pour le dimensionnement des chaussées neuves est obligatoire,
- Pour le dimensionnement des structures de chaussée, l'état de l'interface est considéré manière conventionnelle :
 - parfaitement collé,
 - glissant (décollé)
 - semi-collé .
- Dans la méthode française, la pérennité du collage à l'interface n'est pas abordée.



Modélisation de l'interface entre deux solides (recherche)

L'établissement d'une loi de comportement mécanique d'interface complexe et plus réaliste doit tenir compte :

-)du déplacement tangentiel relatif entre les faces en contact des couches ;
-) de la non interpénétration des faces en contact des solides ;
-) prédire de façon réaliste les niveaux de contraintes à l'interface et au voisinage immédiat.

Sur la base de ces critères, des éléments d'interface ont été proposés pour modéliser l'interface comme un joint d'épaisseur nulle, ou d'épaisseur très faible proche de zéro ,en **faisant appel à des calculs aux éléments finis 2D et 3D**



Les outils d'analyse mécanique des structures de chaussée

- **RAPPEL** : Dans le modèle semi-analytique de Burmister : ALIZE
la structure de chaussée est assimilée à un massif semi-infini constitué de plusieurs couches de matériaux à comportement élastique linéaire et isotrope.
- Pour les interfaces inter- couches et suivant la nature des matériaux en contact, le concepteur à le choix entre 3 possibilités :



Les outils d'analyse mécanique des structures de chaussée

- **parfaitement collé** : cet état conduit à faire l'hypothèse qu'aucun déplacement relatif normal et tangentiel ne peut se produire à l'interface.
- **glissant** : cela conduit à faire l'hypothèse qu'aucun collage ne peut se développer dans le plan de contact des deux couches de matériaux (structures mixtes).
- **semi-collé** : la valeur de déformation à utiliser dans le dimensionnement est la moyenne des valeurs de déformation obtenues dans le cas parfaitement collé et dans le cas glissant. (ex GC/GC)



Fonctionnement des interfaces

- Dans la méthode de dimensionnement des chaussées neuves, les couches bitumineuses sont supposées « parfaitement » collées entre elles → continuité des déformations tangentielles dans les matériaux de part et d'autre
- Mesures récentes sur le manège de fatigue routier de Nantes → fonctionnement plus complexe lié à la température des matériaux (stage ENTPE, thèse Université de Laval/IFSTTAR)



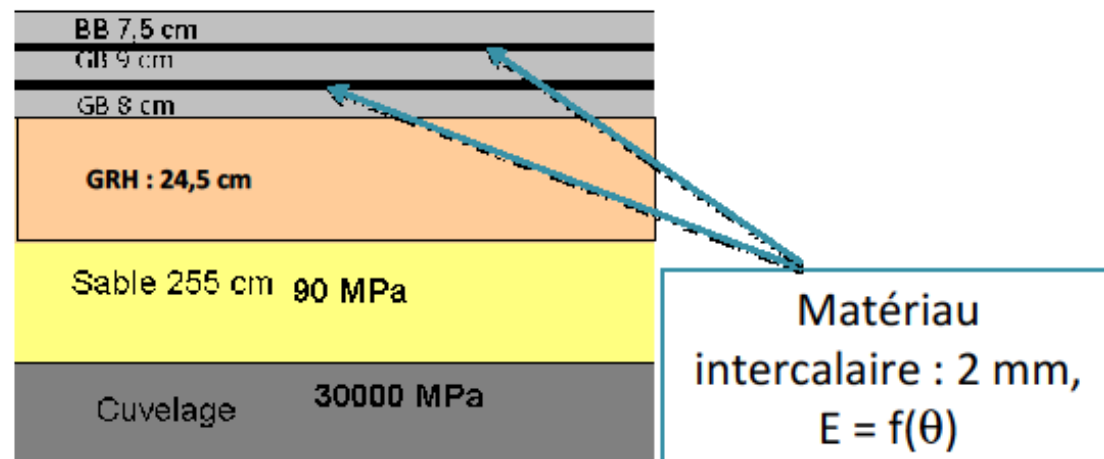
Les interfaces dans ERASMUS.V5

- Introduction en sus des interfaces propres au modèle de Burmister (ALIZE)
- de couches intercalaires d'épaisseur fixée (2mm) et de raideur variable pour résoudre les problèmes propres:
 - aux structures semi-rigides , mixtes
 - aux renforcements des structures semi-rigides par des matériaux bitumineux(GB ou EME)



Modélisation avec couches intercalaires de faible épaisseur

- Interface = couche mince de module variable (Alizé et ViscoRoute)
- Epaisseur arbitraire (2mm), fixée en fonction de critère de précision numérique



Les interfaces dans ERASMUS.V5

- Caractéristiques des interfaces : influence de la raideur des couches intercalaires

Dénomination	Frottement				
	F	2	3	4	5
Epaisseur	2mm	2mm	2mm	2mm	2mm
Module en MPa 15°C et 10Hz	10	20	30	5	100

Les interfaces dans ERASMUS.V5 Mat. Bitumineux

Structure PF2 TC5 GB3/GB3 $6 \cdot 10^6 < NPL < 14 \cdot 10^6$

8BBSG +13GB3+13GB3 {

8BBSG= 2,5BBTM+6BBSG (interfaces toutes collées sauf spécifié)

Frottement Module interface	5	10	20	30	100	Glissant	Collé
GB1 <u>et</u> <u>μdef</u>	88,9	75,8	62	54,3	35,7	105,9	15,9
Interface 0,002m							
GB2 <u>et</u> <u>μdef</u>	56,4	59,9	61,7	62,2	61,5	70,7	59,4
<u>εz</u> <u>μdef</u>	282,7	271	256	247	225	365,4	209
GB1 <u>et</u> / GB1 <u>et</u> <u>glissant</u>	0,84	0,71	0,58	0,51	33,7	1	
GB2 <u>et</u> / GB2 <u>et</u> <u>glissant</u>	0,80	0,85	0,87	0,88	0,87	1	
<u>εz</u> / <u>εz</u> <u>glissant</u>	0,77	0,74	0,70	0,67	0,61	1	

Les interfaces dans ERASMUS.V5 Struct. Mixte

Structure PF2 TC5 GB3 /GC3 $6 \cdot 10^6 < NPL < 14 \cdot 10^6$

8BBSG + 7GB3+ 8GB3 + 23GC3 1^{ère} Phase

(interfaces toutes collées sauf spécifié et sans modification raideur de la grave ciment)

Frottement Module interface	5	10	20	30	100	2 ^{ème} Ph	1 ^{ère} ph
GB1 <u>εt</u> <u>μdef</u>	16,1	13	10,1	8,6	5	23,8	1,4
GB2 <u>εt</u> <u>μdef</u>	57,2	46,1	35,3	29,8	15,5	48,9	-2,6
Interface 0,002m						Glissant	Collé
GC3 <u>σ</u> <u>TMPa</u>	0,735	0,749	0,743	0,733	0,687	1,05	0,62
<u>εz</u> <u>μdef</u>	121,3	116,2	109,8	105,9	96,2	166,2	87,6
Déflexion mm/100	34,6	32,1	30	29	27,7	39,2	26,9

Les interfaces dans ERASMUS.V5 Struct. Mixte

8BBSG + 7GB3+ 8GB3 + 23GC3 2ième Phase

8BBSG + 7GB3+ 8GB3 + 23GC3 avec interface GB/GC collé (frottement) sauf spécifié
module GC3 =4600MPa pour tous les cas

Frottement Module interface	5	10	20	30	100	Glissant	Collé
GB1 <u>et</u> <u>μdef</u>	17,7	14,6	11,7	10,3	7,3	27,6	5,1
GB2 <u>et</u> <u>μdef</u>	70,6	59,8	49,4	43,8	31,1	83,7	19,9
Interface 0,002m			Collé			Glissant	collé
GC3 <u>σ</u> MPa	0,334	0,346	0,349	0,348	0,338	0,424	0,327
<u>εz</u> <u>μdef</u>	216	208	198	192	178	299,2	169,5
Déflexion mm/100	42,8	40,1	38	37	35,6	52,2	34,9

Appel aux interfaces intercalaires dans ERASMUS

Chaussées neuves:

- Structures : GH/GH (frottement)

RESULTATS DE CONCEPTION	Coût Max (k€)	Durée Structure structurelle	Déflexion	Modèle mécanique				
<div> BBSG-0/10-CLASSE-2 (N) (8cm) Enduit de cure Grave ciment (N) (23cm) Grave ciment (N) (20cm) </div>	220	>= 30	20	bbsg-0/10-C2 (n°1)	8 cm	5400. MPa	n= 0.35	ept= 11.3 10 ⁻⁶
				Grave ciment (n°2)	23 cm	23000. MPa	n= 0.25	sigt= -0.646 MPa
				Grave ciment (n°3)	20 cm	23000. MPa	n= 0.25	sigt= -0.431 MPa
				Sol	600 cm	50. MPa	n= 0.35	epz= 78.2 10 ⁻⁶
						20000. MPa	n= 0.35	

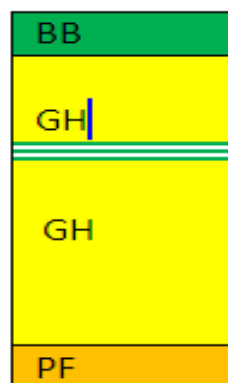
Appel aux interfaces intercalaires dans ERASMUS

Chaussées neuves

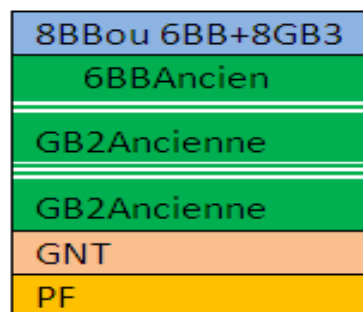
■ Structures : GB/GH (frottement)

RESULTATS DE CONCEPTION	Coût Max (k€)	Durée Structure structurale	Déflexion	Modèle mécanique				
<div> BBSG-0/10-CLASSE-2 (N) (8cm) Liant d'accrochage GB-0/14-CLASSE-3 (N) (15cm) Enduit de cure Grave ciment (N) (24cm) </div>	260	>= 30	24	bbsg-0/10-C2 (n°1)	8 cm	5400. MPa	n= 0.35	ept= 4.76 10 ⁻⁶
				gb-0/14-C3 (n°2)	15 cm	9300. MPa	n= 0.35	ept= -45.7 10 ⁻⁶
				Grave ciment (n°3)	24 cm	23000. MPa	n= 0.25	sigt= -0.7 MPa
				Sol	600 cm	50. MPa	n= 0.35	epz= 108. 10 ⁻⁶
						20000. MPa	n= 0.35	

Appel aux interfaces intercalaires dans ERASMUS Rehabilitation

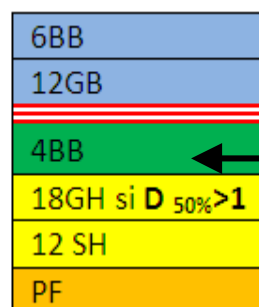


*Pour deux couches de GH anciennes décollées le SE introduit un **frottement** entre ces deux couches*

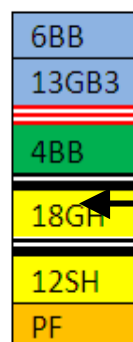


*Si on renforce (rechargement épais ou renforcement) une structure bitumineuse ou une structure en GH, et si les couches bitumineuses sont décollées le SE propose un **frottement** en interface*

Appel aux interfaces intercalaires dans ERASMUS Réhabilitation



Si on recharge une structure semi-rigide avec des enrobés et que la couche hydraulique la plus récente (base voire renforcement en GH) a un dommage à 50% de risque > 1 on place un **frottement 2** à la base du rererechargement



Si on recharge sans fraisage une structure semi-rigide avec des enrobés et que la couche supérieure en GH présente des problèmes d'interface et de fissuration on place à la base du rechargement un **frottement 2**



Applications sur cas réels

- 1ier cas: AR 36 Cas1 Pr 19+500 à 25+500
- 2ième cas: RD 43 Cas 5 PR 29+100à 30+500
- 3ième cas : A6 multicouche avec les deux types de frottement (1et 2)

← → Réhabilitation (Réhabilitation) - AR36--Cas-1 8+500 25+500 Dep: 71 - DAUZATS

Général

Nom Voie

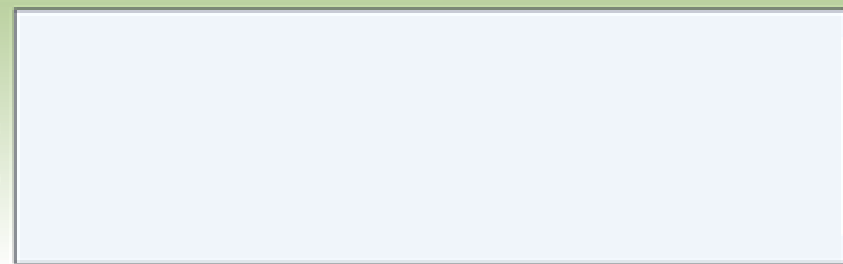
Gestionnaire Localisation d...

Localisation fin pr

pr abs

abs Département

Photos



Cli...



Nancy

Trafic

Type de progression

Taux d'accroissement à l'origine

1982 Voie 1 : 984 PL/j

Essais: Voie 1

Carotage Carotage sur fissure Déflexion

??? ???
13 20

Dégradations: Voie 1

Année du relevé

1982

Joint longitudinal Fissure longitudinale hors BDR Faiencage hors BDR

Structure

2012 ☐ Affichage proportionnel

Voie 1

Couche de BB - 8,0 cm - 6 ans

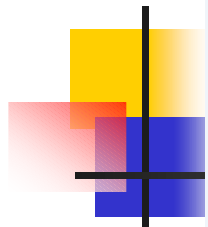
grave laitier - 23,0 cm - 6 ans

grave laitier - 18,0 cm - 6 ans

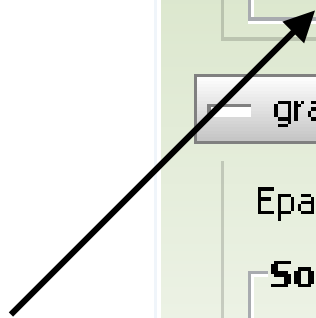
CDF non traitée - 30,0 cm - 6 ans

Sol


Courant



Couche de BB - 8,0 cm - 6 ans				
Epaisseur (cm)		8	Décollement	Non
grave laitier - 23,0 cm - 6 ans				
Epaisseur (cm)		23	Décollement	Oui
Sous épaisseurs				
0 <	18.0	<= 23.0	Sain	▼
0 <	5.0	<= 5.0	Fracturé	▼
grave laitier - 18,0 cm - 6 ans				
Epaisseur (cm)		18	Décollement	
Sous épaisseurs				
0 <	18.0	<= 18.0	Sain	▼
CDF non traitée - 30,0 cm - 6 ans				
Epaisseur (cm)		30	Décollement	



- AR36--Cas-1 8+500 25+500 Dep: 71 - DAUZATS

Résultats de conception							
1982 : BBSG-0/14-CLASSE-2 (N) (8.0 cm) Liant d'accrochage	2739.0		50	18.0	4.0	Problèmes vérifiés (n°5) Fatigue de Couche de forme non traitée (n°7) Fatigue de bbsg-0/14-C2 Problème heuristique de bbsg-0/14-C2 Fatigue de gb-0/14-C3 Problème heuristique de gb-0/14-C3	Critères dimensionnants gb-0/14-C3 Cisaillement
1982 : GB-0/14-CLASSE-3 (N) (9.0 cm) Liant d'accrochage							
1982 : BBSG-0/14-CLASSE-2 (N) (8.0 cm) Liant d'accrochage						Fatigue de Sol Fissuration de Retrait de Grave laitier (n°5)	
bbsg-0/14-C3 (n°1)	8.0 cm	7000.0 MPa	n= 0.35	ept= -6.2 10-6 (Adm = 76.9 10-6)	Collage		
gb-0/14-C3 (n°2)	9.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= -6.2 10-6 (Adm = 75.2 10-6)	Collage		
Grave laitier (n°5)	13.0 cm	15000.0 MPa	n= 0.25	sigt= -0.1 MPa	Collage		
	5.0 cm	5000.0 MPa	n= 0.25	sigt= -0.0 MPa	frottement		
Grave laitier (n°6)	18.0 cm	15000.0 MPa	n= 0.25	sigt= -0.4 MPa	Collage		
Couche de forme non traité...	30.0 cm	49.0 MPa	n= 0.35	epz= 78.3 10-6	Collage		
Sol	600.0 cm	49.0 MPa	n= 0.35	epz= 63.1 10-6 (Adm = 554.3 10-6)	Collage		
		10000.0 MPa	n= 0.35		Collage		

← → Réhabilitation (Réhabilitation) - RD43--Cas-5 29+100 30+500 Dep: 71 - DAUZATS

Général

Nom: RD43--Cas-5 29+1
Voie: RD43--Cas-5

Gestionnaire: Localisation d... Supprimer

Localisation fin: Supprimer

pr: 29
abs: 100

pr: 30
abs: 500

Département: 71

Photos

Cartographie

Cli...

Nancy

Trafic

Type de progression:

Taux d'accroissement à l'origine: 4

1992
Voie 1 : 60 PL()

Essais: Voie 1

Carottage: Carottage sur fissure: Déflexion: 45.75

Dégradations: Voie 1

Année du relevé: 1992

1992

Flache: Fissure transversale ramifiée: Fissure transversale ramifiée et effilochée

Structure

2012

Affichage proportionnel

Voie 1

Couche de BB - 6,5 cm - 28 ans

grave laitier - 15,5 cm - 28 ans

grave non traitée - 30,0 cm - 28 ans

Sol

Coupe transversale

Profil

L (cm)

Cahier des charges

15 an(s)
Libre

Courant

Courant: Essai (Carottage)

Année

☐ Couche de BB - 6,5 cm - 28 ans

Épaisseur (cm) Décollement

☐ grave laitier - 15,5 cm - 28 ans

Épaisseur (cm) Décollement

Sous épaisseurs

0 < <= 15.5

☐ grave non traitée - 30,0 cm - 28 ans

Épaisseur (cm) Décollement

Courant: Essai (Carottage sur fissure)

Année

☐ Couche de BB - 6,5 cm - 28 ans

Décollement

☐ grave laitier - 15,5 cm - 28 ans

Décollement

Sous épaisseurs

0 < <= 15.5


0 < <= 10.5

☐ grave non traitée - 30,0 cm - 28 ans

Décollement

Colonnes

Erasmus vert

Résultats de conception	Coût ma...	Modèle méca...	Durée de vie...	Déflexion	Epaisseur t...	Problèmes vérifiés	Critères dimensionnants
(N) (8.0 cm) Liant d'accrochage						Fatigue de gb-0/14-C3 Problème heuristique de gb-0/14-C3	
1992 : BBSG-0/14-CLASSE-2 (N) (8.0 cm) Liant d'accrochage 1992 : GB-0/14-CLASSE-3	187.0		> 50	29.0	16.0	Fatigue de Sol Fissuration de Retrait de Grave laitier (n°4) Transfert de charges de Grave laitier (n°4) Fatigue de bbsg-0/14-C2 Problème heuristique de bbsg-0/14-C2	

BB très mince 0/6 (n°1)	2.5 cm	5400.0 MPa	n= 0.35	Compression	Collage
gb-0/14-C3 (n°2)	8.0 cm	9000.0 MPa	n= 0.35	ept= -94.1 10-6 (Adm = 156.8 10-6)	frottement2
Enrobé de surface (n°3)	6.5 cm	2000.0 MPa	n= 0.35	ept= -3.3 10-6	Collage
Grave laitier (n°4)	15.5 cm	3000.0 MPa	n= 0.25	sigt= -0.3 MPa	Collage
Grave non traitée (n°5)	10.0 cm	480.0 MPa	n= 0.35	epz= 156.7 10-6	Collage
	10.0 cm	300.0 MPa	n= 0.35	epz= 170.4 10-6	Collage
	10.0 cm	150.0 MPa	n= 0.35	epz= 207.2 10-6	Collage
Sol	600.0 cm	75.0 MPa	n= 0.35	epz= 260.5 10-6 (Adm = 1032.5 10-6)	Collage
		10000.0 MPa	n= 0.35		Collage

Réhabilitation A6

	Epaisseur	MPa	Coeff. Poisson	Critere	décollement
BB très mince 0/10 (n°1)	2.5 cm	5 400 mPA	N=0,35	Compression	non
bbme-0/10-C3 (n°2)	6.0 cm	12 000 mPA	N=0,35	ept= -4.4 10 ⁻⁶ (Adm = 41.4 10 ⁻⁶)	non
eme-0/10-C2 (n°3)	7.0 cm	14 000 mPA	N=0,35	ept= -50.0 10 ⁻⁶ (Adm = 50.7 10 ⁻⁶)	frottement2
BB-TRES-MINCE-0/10 (n°4)	2.3 cm	6 000 mPA	N=0,35	Compression	non
BB-TRES-MINCE-0/10 (n°5)	2.2 cm	2 000 mPA	N=0,35	Compression	non
Grave bitume (n°6)	8.6 cm	13 300 mPA	N=0,35	ept= -26.7 10 ⁻⁶	frottement
Grave bitume (n°7)	11.5 cm	14 000 mPA	N=0,35	ept= -6.9 10 ⁻⁶	non
Grave laitier (n°13)	20.0 cm	4 250 mPA	N=0,25	sigt= -0.1 MPa	non
Sable laitier (n°14)	6.0 cm	3 000 mPA	N=0,25	sigt= -0.1 MPa	non
Sol	600.0 cm	94 mPA	N=0,35	epz= 101.0 10 ⁻⁶ (Adm = 310.4 10 ⁻⁶)	non
		10 000 mPA	N=0,35		non

Intérêt de mettre en place un intercalaire F2 Cas du RD43

Solution 1	Fatigue	Fluage	Dégâts dus ...	Fissuration t...	Fissuration d...	Transfert de...	Défaut d'Int...	Décohésion	Drainage
Section Trafic: 60. PL/jour: t3- Calage mécanique (1992) Déflexion calculée: 45 mm/100 Valeur de calage: 47 mm/100	fort(e)	non	non	non	fort(e)	moyen(ne)	non	non	
bb-standard Enrobé de surface (n°1) 6.5 cm, 28 an(s), collé 2000 MPa / 6.5 cm	non	non			X	X	non	X	X
gl-ac Grave laitier (n°2) 15.5 cm, 28 an(s), collé 3001 MPa / 15.5 cm sain	fort(e)	X		X	fort(e)	moyen(ne)		non	X
gnt1 Grave non traitée (n°3) 30 cm, 28 an(s), collé 480 MPa / 10 cm 300 MPa / 10 cm 150 MPa / 10 cm	non		X	X	X	X	X	X	X
Sol 75 MPa	non	X		X	X	X	X	X	X



Intérêt de mettre en place un intercalaire F2 Cas du RD43

- Diagnostic montre:
- Couches collées
- Carottages sur fissures montrent que la GL est fracturée d'où la mise en place d'un frottement 2
- Trafic faible 60PL/J/sens
- Solution fournie par un panel d'expert
- Calcul structurel montre que:
 - l'option interface glissant est trop pénalisante
 - l'option interface collée proposera une simple solution d'entretien
- L'intercalaire F2 est un compromis par ailleurs bloqué par les minima technologiques

Intérêt de mettre en place un intercalaire F2 Cas du RD43

Structure	H cm	E MPa	Collées	Glissant	F2	ε_{adm}
BBTM	2,5	5400				
GB3	8	9000	$\varepsilon_t 44_{\mu def}$	$121,5_{\mu def}$	$94,5_{\mu def}$	$157_{\mu def}$
BBSG anc.	6,5	2000				
GL	15,5	3000				
GNT	10	480				
	10	300				
	10	150	$\varepsilon_z = 223_{\mu def}$	$380_{\mu def}$	$260_{\mu def}$	$1032_{\mu def}$
Sol	600	75				
Blocage		10000				



Développements récents sur les décollements dans ERASMUS

- Dans une étude l'intérêt des carottages , outre nature et épaisseurs des couches , c'est aussi de qualifier l'état des interfaces: collé , décollé.
- Depuis 2à 3ans l'utilisateur peut faire une approche temporelle de l'état de la carotte :
 -) Fixation de l'état (sain, fissuré , fracturé ,désagréé)
 -) Date de l'apparition de cet état
- Dans sa nouvelle version on peut renseigner en plus un état d'interface et son année d'apparition



Evolution temporelle des décollements (mécanisme)

- Hypothèse :

Dans une structure de chaussée le décollement n'est pas instantané mais progressif.

- Si au moment de l'étude il y a décollement de l'enrobé de sa base en GB le SE introduit la notion de progressivité du décollement depuis l'origine.
- Pour ce faire le SE crée un intercalaire dont le module va évoluer de manière linéaire pour atteindre à la date du décollement effectif la valeur seuil de 10MPa.



Evolution temporelle des décollements (mécanisme)

Courant: Essai (Carottage)

Année

BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE - 4,0 cm - 12 ans

Epaisseur (cm) 4 Décollement

Année de décollement estimée (XXXX) 1998<=<=2010 Décollement progressif

BB5G-0/10-CLASSE-3 - 6,0 cm - 23 ans

Epaisseur (cm) 6 Décollement

Année de décollement estimée (XXXX) 1987<=<=2010 Décollement progressif

BB5G-0/14-CLASSE-2 - 9,0 cm - 37 ans

Epaisseur (cm) 9 Décollement Oui

Année de décollement estimée (XXXX) 1973<= 1990 <=2010 Décollement progressif Oui

GB-0/20-CLASSE-2 - 15,0 cm - 37 ans

Epaisseur (cm) 15 Décollement Non

Année de décollement estimée (XXXX) 1973<=<=2010 Décollement progressif

Couche de GNT - 30,0 cm - 40 ans

Epaisseur (cm) 30 Décollement

Année de décollement estimée (XXXX) 1970<=<=2010 Décollement progressif

Diagnostic A63

Solution 1	Fatigue	Fluage	Dégâts dus au gel	Fissuration ther.
Section Trafic: 3861. PL/jour: s-t0 Déflexion calculée (2010) 35 mm/100 Calage mécanique (2007) Déflexion calculée: 35 mm/100 Valeur de calage: 35 mm/100	fort(e)	non	non	fort(e)
bbdcm BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE (n°1) 4 cm, 12 an(s), collé 2000 MPa / 4. cm	faible	non		fort(e)
bbsg-0/10-C3 BBSG-0/10-CLASSE-3 (n°2) 6 cm, 23 an(s), collé 2000 MPa / 6. cm	fort(e)			fort(e)
bbsg-0/14-C2 BBSG-0/14-CLASSE-2 (n°3) 9 cm, 37 an(s), décollé 2000 MPa / 9. cm	fort(e)			fort(e)
gb-0/20-C2 GB-0/20-CLASSE-2 (n°4) 15 cm, 37 an(s), collé 2000 MPa / 15. cm	fort(e)			
gnt3 Matériau non traité (n°5) 30 cm, 40 an(s), collé 240 MPa / 30 cm	non		×	×
Sol 170 MPa	non	×		×

Sans évolution

6 et 7 décembre 2012

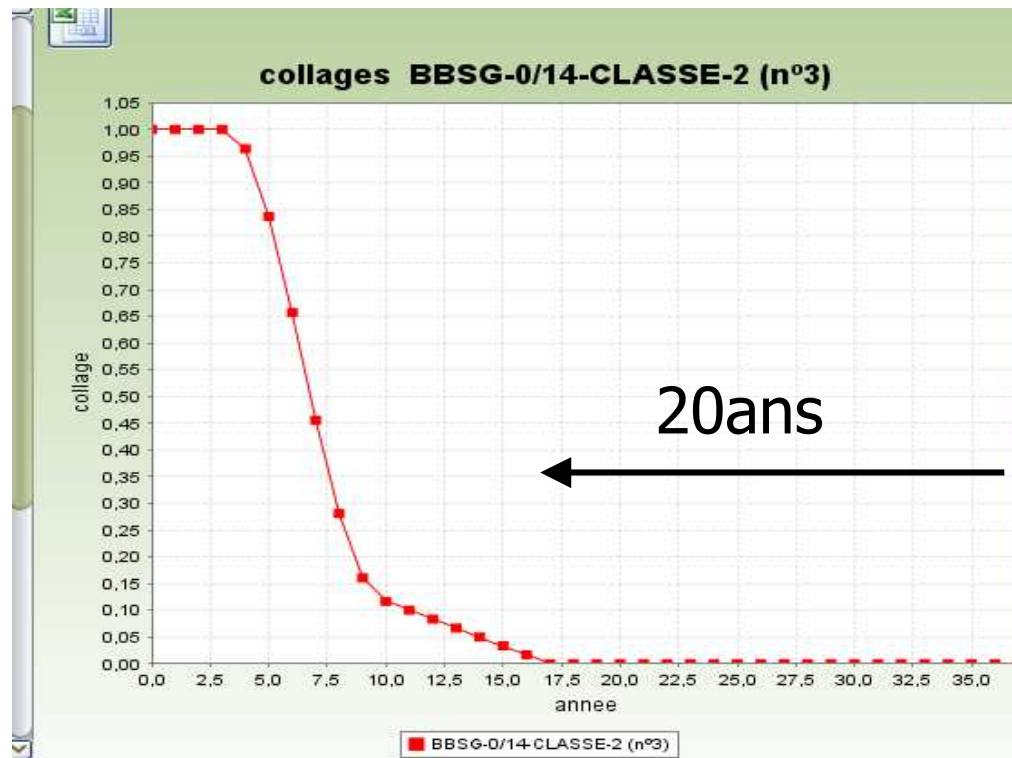
Solution 1	Fatigue	Fluage	Dégâts dus au gel	Fissuration ther.
Trafic: 3861. PL/jour: s-t0 Déflexion calculée (2010) 39 mm/100 Calage mécanique (2007) Déflexion calculée: 35 mm/100 Valeur de calage: 35 mm/100	fort(e)	non	non	fort(e)
bbdcm BB-DISCONTINU-COUCHE-MINCE (n°1) 4 cm, 12 an(s), collé 2000 MPa / 4. cm	faible	non		fort(e)
bbsg-0/10-C3 BBSG-0/10-CLASSE-3 (n°2) 6 cm, 23 an(s), collé 2000 MPa / 6. cm	faible			fort(e)
bbsg-0/14-C2 BBSG-0/14-CLASSE-2 (n°3) 9 cm, 37 an(s), décollé depuis 20 ans 2000 MPa / 9. cm	fort(e)			fort(e)
gb-0/20-C2 GB-0/20-CLASSE-2 (n°4) 15 cm, 37 an(s), collé 2000 MPa / 15. cm	fort(e)			
gnt3 Matériau non traité (n°5) 30 cm, 40 an(s), collé 240 MPa / 10 cm 240 MPa / 10 cm 203 MPa / 10 cm	non		×	×
Sol 100 MPa	non	×		×

Avec évolution

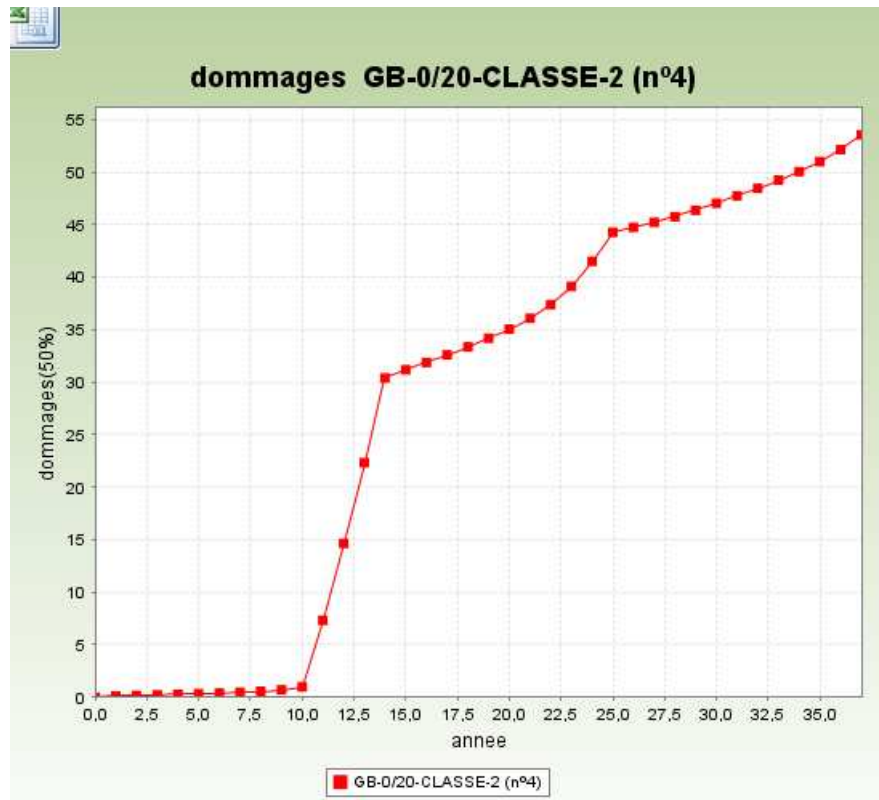
Michel DAUZATS

60

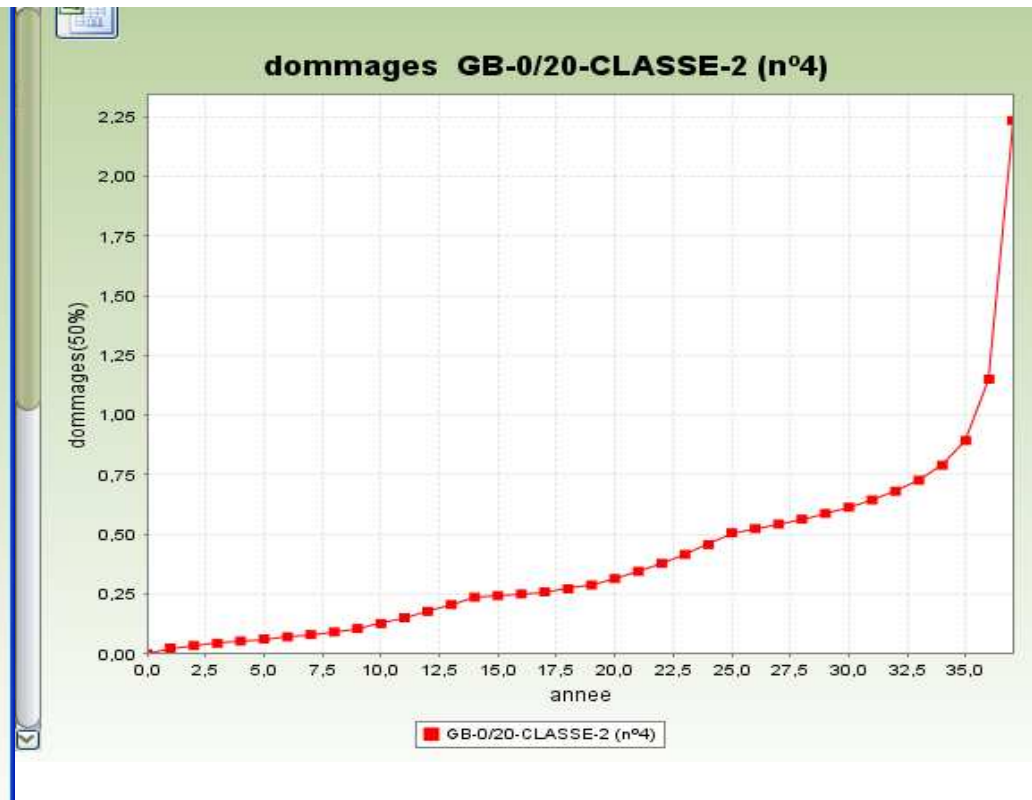
Evolution du collage dans le temps



Influence de l'évolution du collage sur le dommage GB



Sans évolution



Avec évolution



Perspective sur la prise en compte d'un collage évolutif

- Evolution récente d'ERASMUS!!!!
- Incertitude totale sur la date effective du décollement, qui s'appuie tout de même sur le fait qu'au carottage (étude) le décollement est constaté
- Nécessité de traiter plus de cas pour cerner l'influence de ce paramétrage
- Ce paramétrage réduit l'influence du décollement : dommage plus faible accroît le dommage de la CdR et réduit celui de la couche de base
- La **fixation d'une date est certes subjective**, mais il est hautement improbable que le décollement soit brutal et total



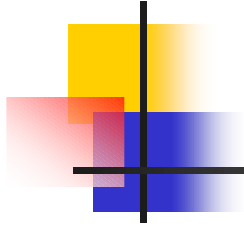
Conclusions

- L'importance du collage des couches n'est plus à démontrer .
- La mise en place de nouveaux essais destructifs et non destructifs pour vérifier le collage des couches est nécessaire .
- la modélisation des interfaces dépassant les 3 possibilités offertes par Alize et faisant appel aux éléments finis (3D) appartiennent encore au domaine de la recherche.
- Dans l'attente ,l'introduction d'intercalaires figurant dans ERAMUS depuis des années ,permet d'obtenir des solutions de travaux cohérentes en accord avec celles proposées par les experts .
- L' Influence de l'évolution temporelle du décollement est une piste fortement intéressante.



Bibliographie

- J.M PIAU et J.M BALAY Exposé au congrès de l'IDRRIM octobre 2012
- **THESE** de **Malick DIAKHATE** (2007)
Fatigue et comportement des couches d'accrochage dans les structures de chaussée



Merci de votre attention